Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

Fazenda Maravilha – Pedro Borges de Sousa

Flores do Piauí - PI

Setembro/2022

Sumário

1. INTRODUÇÃO 1
2. IDENTIFICAÇÃO GERAL 2
2.1. Dados do Empreendedor 2
2.2. Identificação da responsável técnica pelo Estudo Ambiental 2
3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO 3
4. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL 5
5. CARACTERIZAÇÃO GERAL 12
6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 18
6.1. Delimitação das Áreas de Influência 18
6.2. Caracterização das Áreas de Influência 19
6.2.1 Meio Físico 20
6.2.2. Meio Biótico 83
6.2.3. Meio Socioeconômico 117
7. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS 136
8. MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIA 154
9. PROGRAMAS AMBIENTAIS 155
10. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 163
11. CONCLUSÕES 163
12. EQUIPE TÉCNICA 164
13. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 165

1. INTRODUÇÃO

A Fazenda Maravilha está localizada no município de Flores do Piauí e São José do Peixe, no estado do Piauí, na região Nordeste do Brasil e apresenta vegetação nativa de cerrado e caatinga com aptidão para cultivo de culturas forrageiras e pecuária. O objetivo principal do projeto é a implantação de criação de bovinos (pecuária). Para tal, tem-se o compromisso de utilização de métodos menos agressivos na área impactada, bem como garantir a preservação da fauna e da flora, representadas no espaço determinado para a reserva legal e áreas de preservação permanente (APP).

O presente Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) foi elaborado conforme o termo de referência da Instrução Normativa da SEMAR[1] nº 07/2021. De acordo com a resolução CONSEMA[2] nº 40/2021 a atividade pecuária apresenta médio potencial poluidor e enquadra-se no grupo A (Agrossilvipastoril), subgrupo A4 (Pecuária), código A4 – 004, porte grande (1500 ≤ Número de Indivíduos < 50000), classe C4, para criação de bovinos, em regime extensivo. De forma secundária, apresentará a atividade de forragicultura de código A1-004, porte excepcional (> 5000 hectares), classe C6, sendo atividade correlacionada à pecuária. São 477,4943 hectares com vegetação suprimida, 15.957,4534 hectares para novas aberturas. A pecuária terá em torno de 7.000 cabeças de gado.

A Fazenda Maravilha possui área total de 22.169,7735 hectares (Figura 1), área de reserva legal de 5.638,5128 ha, área de preservação permanente (APP) de 120,4515 ha. Área solicitada para supressão visando o uso alternativo do solo (pastagem para pecuária bovina): 15.957,4534 ha. O empreendimento apresenta vegetação nativa pertencente ao bioma cerrado e caatinga, caracterizando-se como um ecótono.

Serão implementadas práticas de conservação do solo previstas no presente estudo e nos estudos ambientais que serão acostados ao processo de ASV (autorização de supressão vegetal para uso alternativo do solo – pecuária). Será adotado o sistema de curvas em nível, com terraços de base larga caso seja necessário. As estradas internas serão conservadas periodicamente, mantendo-se a declividade do centro para as bordas, com saídas de água, a intervalos definidos.

[1] Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
[2] Conselho Estadual de Meio Ambiente

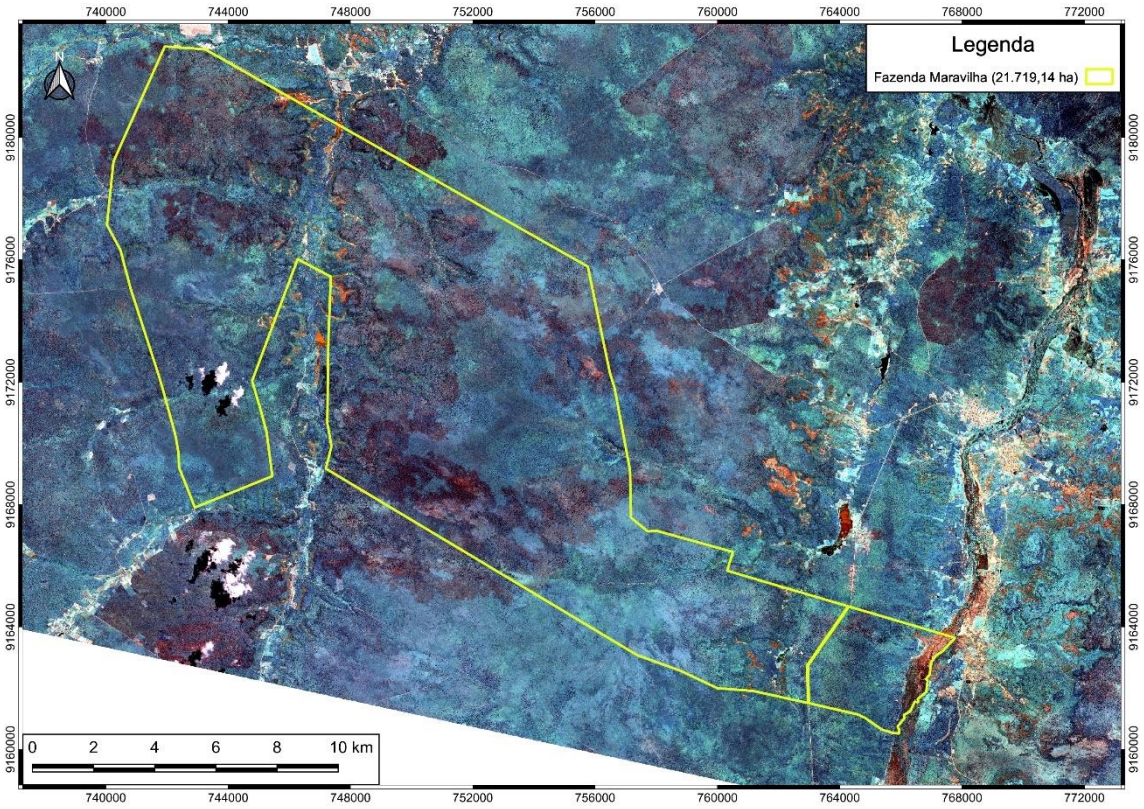


Figura 1. Mapa com imagem de satélite da Fazenda Maravilha.

2. IDENTIFICAÇÃO GERAL

2.1. Dados do Empreendedor

Nome: Pedro Borges de Sousa

CPF: 006.889.323-04

Endereço de Correspondência: BR-230, N° 904, Floriano, CEP n° 64.800-000, Piauí

Telefone de Contato: (89) 9 9978-8428

2.2. Identificação da responsável técnica pelo Estudo Ambiental

Acácia Mecejana Diniz Souza Spitti

Engenheira Agrônoma, CPF: 028.205.373-59

Rua Acésio do Rêgo Monteiro, 1515, Sala 205, Ininga, Teresina-PI. CEP: 64.049-610

Contato: (89) 9 8115-5564; E-mail: acaciaspitti@gmail.com

Cadastro CTF/AIDA: 7880279; Conselho de Classe: CREA 2613035722

3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

O principal objetivo a atividade pecuária de corte (bovinocultura) utilizando-se de tecnologia para o cultivo de forrageiras em regime de sequeiro. Paralelamente, serão adotadas medidas conservacionistas aliadas à proteção da fauna e flora na área de influência do empreendimento. Serão mantidas protegidas as áreas destinadas à reserva legal, bem como, as áreas de preservação permanente.

As justificativas locacionais do empreendimento Fazenda Maravilha levam em conta as condições edafoclimáticas encontradas no município de Flores do Piauí – PI, bem como a logística para comercialização dos produtos de origem animal ali produzidos. O empreendimento dista 11 km de São José do Peixe e 43 km de Flores do Piauí, aproximadamente 396 km da capital Teresina via BR – 343, importante centro consumidor de proteína animal dentre outros alimentos.

No que tange à viabilidade econômica para continuidade das atividades desenvolvidas no empreendimento Fazenda Maravilha, cabe destacar os aspectos relacionados às condições favoráveis ao cultivo de espécies forrageiras, disponibilidade de áreas para criação de animais no regime extensivo e principalmente mercado consumidor. De igual modo, o empreendimento valoriza as áreas em seu entorno pela geração de emprego e renda para a população regional e local, promove melhorias na infraestrutura na zona urbana e rural facilitando o acesso à sede do município e acesso aos sistemas de comunicação.

Ressalta-se que do ponto de vista socioeconômico a consolidação do projeto tem como potenciais a diversificação da cadeia produtiva ligada ao empreendimento, demandando de cada vez mais mão-de-obra, além de, maior geração de receitas para o município.

Outro fator importante é a questão ambiental, uma vez que, sabe-se que a pecuária é responsável por significativa contribuição nas emissões de gases de causadores do efeito estufa. Dentro do setor, aproximadamente 65% das emissões são oriundas da criação de animais para a produção de carne, leite e derivados (Charteris et al., 2021). Com base nessa assertiva, o empreendimento busca o emprego de práticas sustentáveis no campo, tem trabalhado para aquisição de certidões de órgãos competentes bem como o levantamento sistêmico de informações como o presente EIA.

A hipótese de não continuidade das atividades do empreendimento Fazenda Maravilha resultará em prejuízos na geração de emprego e renda para a população regional e local bem como menor oferta de produtos para o mercado consumidor, além

de retardar o desenvolvimento da região através da não arrecadação de impostos que seriam úteis pensando nos benefícios para o município. O empreendimento em questão trará vantagens ambientais, econômicas e sociais a curto, médio e longo prazo.

Figura 2. Características da vegetação na Fazenda Maravilha.

4. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL

O empreendimento apresenta compatibilidade em relação aos dispositivos legais e normas em vigor. São consideradas as Leis, Decretos, Resoluções, Instruções Normativas e Portarias em nível Federal e Estadual, referentes às atividades, à utilização, proteção e conservação dos recursos ambientais, bem como o uso e a ocupação do solo, além da legislação pertinente às Unidades de Conservação. A Legislação Ambiental Brasileira é ampla e completa, abrangendo todos os tópicos referentes à proteção e adequação do uso dos recursos naturais no desenvolvimento econômico e social.

A seguir são apresentados os planos e programas (público, de iniciativa privada e mista) em desenvolvimento, propostos e em implantação com incidência na área de influência do empreendimento, que possam interferir positiva ou negativamente com o empreendimento Fazenda Maravilha. Os mesmos são contemplados no presente Estudo de Impacto Ambiental. São eles: Plano Nacional de Resíduos Sólidos; Plano de Educação Ambiental; Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais e Controle de Queimadas.

A respeito do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, são adotadas medidas conforme legislação a fim de mitigar possíveis impactos ambientais, proporcionando o devido destino aos resíduos. Em resumo, de acordo com a Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos, são resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade; e a logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Com relação às embalagens de agrotóxicos, são adotadas medidas de logística reversa, em que após a utilização, as embalagens vazias retornam para o fornecedor ou entidade nomeada para dar-se o encaminhamento para o local correto. “Os usuários de agrotóxicos e afins devem efetuar a devolução das embalagens vazias e respectivas tampas, nas unidades de recebimento credenciadas pelos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridas, observadas as instruções constantes dos rótulos e das bulas, no prazo de um ano contado da data de compra” (Art. 10, Lei Ordinária Nº 5.626 de 29/12/2006).

A educação ambiental está presente na grade curricular nas escolas, sendo garantida por lei a abordagem desse assunto com as crianças e jovens. Aliado a isso, aulas,

palestras, cursos e treinamentos englobando essa temática são importantes para o bom caminhamento das atividades na fazenda, relembrando os então adultos e também abordando aos que não tiveram acesso às informações no âmbito escolar no passado.

A Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais e Controle de Queimadas são importantes para a segurança ambiental. A iniciativa pública e privada vai de encontro aos mesmos objetivos, de preservar o meio ambiente que compreende a fauna, a flora, as áreas de preservação permanente e reserva legal. Com isso, serão adotadas várias práticas explicadas no presente estudo visando a prevenção e meios para combate ao incêndio nos casos em que esse acontece mesmo com as medidas preventivas. As queimadas geralmente são iniciadas por caçadores, que utilizam a prática e provocam incêndios de grandes proporções. Durante o período crítico, o empreendedor manterá aceiros ao longo das estradas, áreas protegidas e benfeitorias, no sentido de evitar incêndios indesejáveis.

O empreendimento objeto desse relatório de impacto ambiental tem por objetivo a implantação das atividades de forragicultura e criação de gado em regime extensivo. O imóvel possui Reserva legal e APP's, que são duas áreas protegidas pelo Código Florestal atual, a Lei 12.651/12. O regime de proteção da reserva legal é detalhado nos artigos 12 até ao artigo 24. Áreas de proteção permanente são reguladas pelos artigos 4º, 5º, 6º, 7º, 8º e 9º.

Têm-se ainda outras áreas protegidas, como a vegetação nativa, que não pode ser suprimida sem a devida autorização e projeto ambiental/pecuário atestando sua viabilidade técnica e da atividade a ser implementada, como também as áreas de uso restrito que embora não sejam normalmente utilizadas no Piauí, ainda são passíveis de implantação em algumas atividades.

O decreto 11.341/04 regula a outorga de direito de uso de recursos hídricos, a Lei 5.165/00 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a Lei 6.474/13 instituiu o Cadastro Estadual de Fontes e Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Piauí. A Política Nacional de Recursos Hídricos é regulada pela Lei 9.433/97.

O imóvel objeto do presente estudo não está inserido na zona de abrangência da lei da Mata Atlântica, nº 11.428/06.

Sobre os processos administrativos de licenciamento ambiental, o Piauí possui uma rede de leis estaduais e federais interligadas que regulam esse rito, sendo as principais:

I. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
II. Instrução Normativa SEMAR n° 05, de 01 de junho de 2020;

III. Instrução Normativa SEMAR n° 07, de 04 de março de 2021;
IV. Resolução CONSEMA n° 33, de 16 de junho de 2020;
V. Resolução CONSEMA n° 40, de 17 de agosto de 2021.

Regulado pelo CONSEMA 40/21, Cap. III, Art. 10, item IV, o **estudo de impacto ambiental** é um estudo ambiental para atividades enquadradas nas classes 4, 5, 6 e 7 da tabela de atividades sujeitas a licenciamento ambiental. Seu conteúdo mínimo exigido é estabelecido no anexo III da mesma resolução, sendo ainda detalhado pela IN nº 7 da SEMAR, Anexo 14.

Licenciamento ordinário (forragicultura, criação de gado em regime extensivo). O licenciamento ordinário é composto pelas etapas de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação. Em alguns casos específicos, pode ser ainda solicitado o licenciamento ambiental corretivo para a regularização de empreendimentos em operação, denominado Licencia de Operação de Regularização.

Para todo licenciamento é necessário um estudo ambiental que é estabelecido pelo art. 10 do CONSEMA n. 40 de 2021. De acordo com esse artigo o Estudo de Impacto Ambiental, acompanhado de Relatório de Impacto Ambiental devem ser elaborados para licenciamento de empreendimentos enquadrados na classe 4 ou superior.

O licenciamento prévio é concedido e aprovado na fase preliminar do projeto, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental. A licença de instalação autoriza a implantação da atividade de acordo com suas especificações, planos, programas e projetos aprovados na fase de licenciamento prévio. Na etapa de licença de operação é autorizada a operação da atividade após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores. Finalmente há também o licenciamento corretivo, que é emitido para atividades já implantadas sem a devida autorização do órgão ambiental competente. O efetivo licenciamento ainda incide sobre tanques de combustível com mais de 15.000 L, construção de edifícios e outros itens acessórios à efetiva implantação do empreendimento.

A área de reserva legal é uma "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;" conforme estabelecido no art. 3, item III da Lei 12.651/12, denominado de Código Florestal.

No Art. 12, item II, o Código Florestal estabelece que a reserve legal deve ser de 20% nas regiões fora da Amazônia Legal. No estado do Piauí ainda temos a Lei Ordinária 5.699/07, art 1º, § 2º que define uma área de 30% de reserva legal em áreas de Cerrado no estado do Piauí. A área do presente imóvel está em dois biomas, cerrado e caatinga, logo, o cálculo de áreas de sua reserva legal foi proporcional a área inserida em cada bioma, considerando 30% para cerrado e 20% para a caatinga, formando no total 5.638,5128 hectares de reserva legal protegida e que será devidamente sinalizada.

As áreas de preservação permanente representam uma "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas", conforme item II do art.3 da Lei 12.651/12. Essas áreas são representadas por matas ciliares em beiras de rios e olhos d'água, escarpas de chapadas, áreas com inclinação superior a 45%, manguezais, restingas, topo de morros e áreas com altitude superior a 1.800 m.

As áreas são protegidas por legislação federal, sendo vedado sua supressão de vegetação. Caso haja áreas dentro de APPs desmatadas, o proprietário do imóvel é obrigado a recuperar a vegetação desmatada. A Fazenda Maravilha possui 120,4515 hectares que se caracterizam como APPs de mata ciliar.

Áreas de uso restrito são locais sensíveis a degradação, porém não se enquadram em áreas de preservação permanente. Como áreas sensíveis, projetos para exploração nessas áreas devem ser ecologicamente sustentáveis e ter a devida autorização dos órgãos ambientais. Caracterizam-se como áreas de uso restrito os locais com inclinação entre 25º e 45º, pantanais e planícies pantaneiras. As áreas de uso restrito presentes na área não serão objeto de interferência humana no empreendimento em questão.

A supressão vegetal para uso alternativo do solo é um instrumento regulado pelo código florestal, em seu capítulo V, que abrange os artigos 26º, 27º e 28º. O processo de supressão vegetal ocorre no ambiente do SINAFLOR, Sistema Nacional de Controle da Origem de Produtos Florestais e é analisado pelo órgão estadual.

A legislação vigente permite a supressão vegetal para uso alternativo do solo nas áreas de vegetação nativa do imóvel rural que não componham a reserva legal e APPs, contudo ainda há outras situações em que a supressão não é permitida, como acontece em áreas de RPPN (Reserva Privada de Patrimônio Natural), Bioma Mata Atlântica, etc.

Em caso de haver espécies ameaçadas de extinção na zona diretamente afetada, a supressão somente será autorizada com a devida comprovação de que a espécie não

sofrerá os impactos e sua sobrevivência esteja assegurada. O presente imóvel irá requerer supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo, ou seja, para implantação do empreendimento.

Outorga de recursos hídricos. Os recursos hídricos são de propriedade da união e são regulados pela Lei 9.433/97, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos. A legislação vigente define que os recursos hídricos devem ser administrados de maneira coerente, tendo em mente que são um recurso finito e deve ser preservado para as futuras gerações. Assim sendo, os recursos hídricos devem ser usados com responsabilidade, com a principal finalidade de consumo humano e dessedentação de animais.

A perfuração de poços tubulares é permitida, desde que devidamente autorizado pelo órgão ambiental e as devidas taxas pagas, sendo passível de multa a utilização de recursos hídricos sem a devida autorização. O empreendimento objeto deste estudo ambiental, até a data de elaboração do presente relatório, não apresenta poços tubulares, com perfuração prevista para após deferimento de autorização de perfuração de poço tubular e outorga preventiva do órgão ambiental.

A portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 444/14 define a lista de espécies ameaçadas e define a proteção de modo integral, incluindo, entre outras medidas, a proibição de captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização dessas espécies.

A zona de abrangência da Mata Atlântica é definida pela Lei 11.428/06, que estabelece como Mata Atlântica as seguintes formações florestais: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste.

De acordo a referida lei, a permissão para supressão vegetal e uso alternativo do solo nestas formações florestais só serão permitidas em caso de: pequeno produtor rural, população tradicional por meio de atividades de baixo impacto ambiental, pousio, prática preservacionista, exploração sustentável, enriquecimento ecológico, utilidade pública e interesse social. As áreas abrangidas pela lei da Mata Atlântica ainda podem ser utilizadas para projetos de Crédito de Carbono, RPPN e reserva legal.

A reposição florestal obrigatória é um instrumento regulado pela Instrução Normativa do MMA nº 06/2006 e pela Instrução Normativa SEMAR nº 05/2020. Tais instruções normativas ditam que é obrigada à reposição florestal a pessoa física ou

jurídica que detenha autorização de supressão de vegetação natural. A reposição pode ser feita através do plantio de florestas ou aquisição de créditos de reposição florestal, desde que gerados no estado onde foi realizada a supressão vegetal.

Com procedimentos bem estabelecidos, o empreendedor que estabelecer um plantio florestal deverá firmar junto a SEMAR uma série de procedimentos para que os créditos florestais sejam gerados no perfil do empreendedor no sistema DOF. Posteriormente os créditos podem ser comercializados e vinculados a outras pessoas físicas ou jurídicas para cumprimento da reposição florestal obrigatória.

As unidades de conservação são um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

São instituídas pela Lei 9985/00, também conhecida como Lei do SNUC. A referida lei também institui instrumentos de compensação ambiental, zonas de amortecimento e criação de corredores ecológicos entre unidades de conservação. As zonas de amortecimento são áreas no entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais. O presente empreendimento não está em zonas de amortecimento, nem em corredores ecológicos que liguem unidades de conservação.

O instrumento de compensação ambiental está estabelecido na Lei 9985/00, sendo regulado pelos artigos 31, 32, 33 e 34 do decreto 4340/02. A Lei 9985/00 estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

De acordo com a legislação vigente, a compensação ambiental é um valor a ser pago pelos empreendedores de atividades com significativo grau de impacto ambiental, com o intuito de se apoiar a implantação e manutenção das unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral. As atividades com significativo impacto ambiental só podem

ser licenciadas com um estudo de impacto ambiental, o qual conterá os valores estimados de investimento para implantação do empreendimento.

O cálculo da compensação ambiental se dará pela multiplicação do grau de impacto *versus* os custos de implantação do empreendimento. O montante arrecadado será destinado para unidades de conservação que podem ser indicadas pelo empreendedor ou pelo órgão ambiental. A tabela de investimentos se encontra dentro desse estudo e será a base para o cálculo da compensação ambiental devida.

No estado do Piauí a regularização fundiária é administrada pelo INTERPI - Instituto de Terras do Piauí e regida pela Lei Estadual 7294/19 e decreto 19490/21, além da lei complementar 244/19.

A regularização fundiária no estado do Piauí ocorre em todo o território com um processo administrativo discriminatório e tem por objetivo autenticar a validade da cadeia dominial dos imóveis rurais no estado, sendo passível de regularização onerosa em caso de vícios na cadeia dominial serem encontrados. O presente imóvel encontra-se com processo administrativo em análise da cadeia dominial a fim de obter a CRD - certidão de regularidade dominial do imóvel objeto do licenciamento.

5. CARACTERIZAÇÃO GERAL

O empreendimento Fazenda Maravilha está localizado no município de Flores do Piauí, estado do Piauí, com uma parte menor da área em São José do Peixe – PI. A **área total** é de 22.169,7735 hectares. Desses encontram-se consolidados 477,4943 hectares em **operação**; 5.638,5128 hectares da área de **reserva legal** e 120,4515 hectares de áreas caracterizadas como **áreas de preservação permanente** – APP. Área solicitada para supressão visando o uso alternativo do solo (pastagem para pecuária bovina): 15.957,4534 ha.

O empreendimento Fazenda Maravilha é composto pelas Fazendas Riachinho (matrículas 2635 e 2636), Culumim (matrículas 2652 e 2653) registradas na Serventia Extrajudicial do Ofício Único de São Francisco do Piauí e Fazenda Angico (matrículas 1869, 6035, 1871, 1872, 1873, 1874 e 1875) registradas na Serventia Extrajudicial do Ofício Único de Itaueira.

Conforme a Lei 12.651/2012 (Código Florestal), todo imóvel rural em área de cerrado e caatinga deve destinar 20% de vegetação nativa, a título de reserva legal. A legislação estadual do estado do Piauí estabelece 30% como área destinada à reserva legal de imóveis em cerrado, requisito que o empreendimento atende integralmente, tendo 5.638,5128 hectares mantidos como área de reserva legal. O cálculo das áreas de reserva legal levou em conta a quantidade de área presente em cada bioma, chegando ao tamanho correto da reserva legal. Ressalta-se que áreas de preservação permanentes localizadas na área de abrangência do empreendimento estão 100% conservadas e protegidas.

Saindo da sede municipal de São José do Peixe, sentido Flores do Piauí, percorrer 11 km pela PI-244 até a entrada do empreendimento. A estrada é cascalhada e apresenta boas condições de tráfego.

Figura 3. Características dos acessos ao empreendimento Fazenda Maravilha.

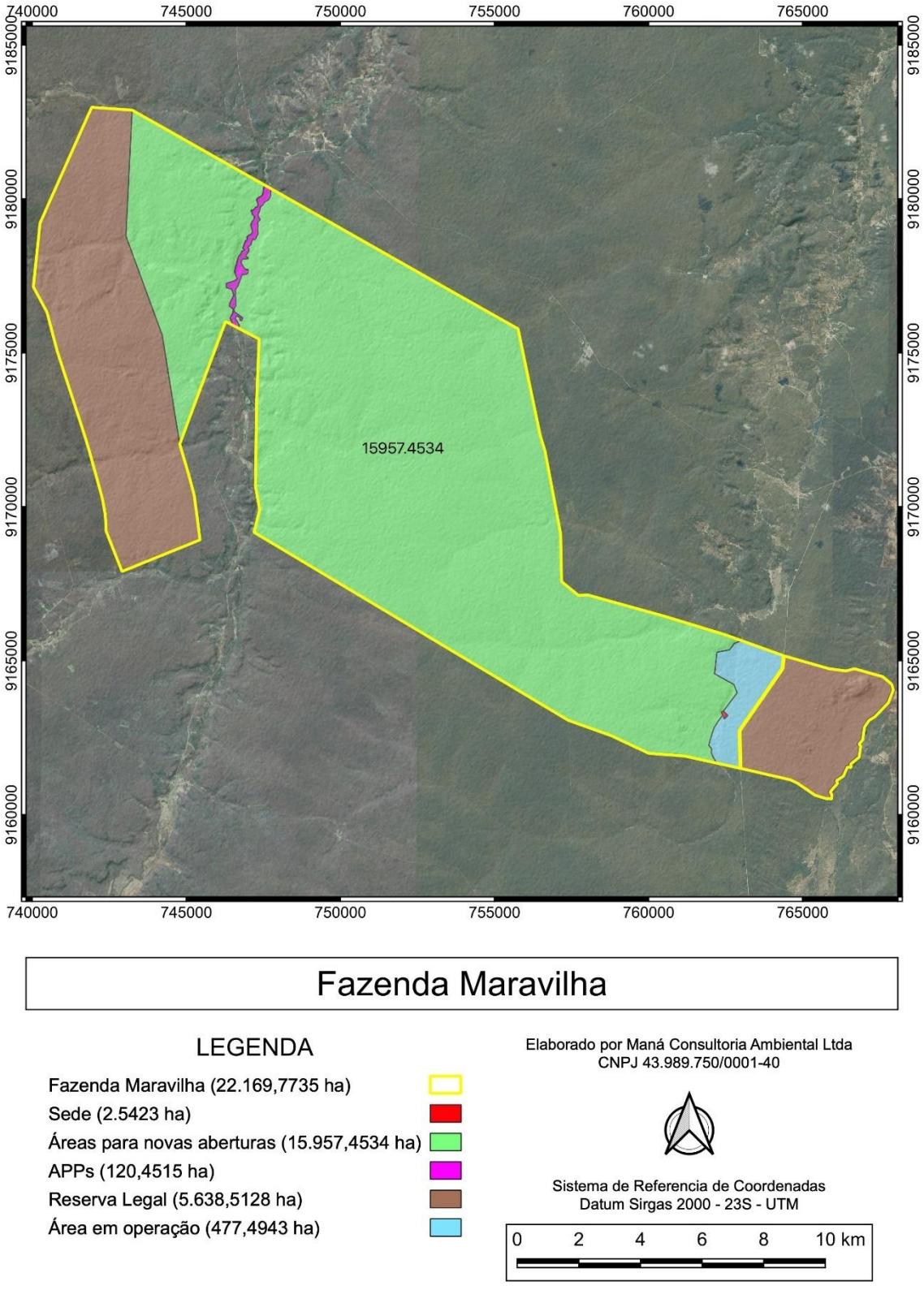
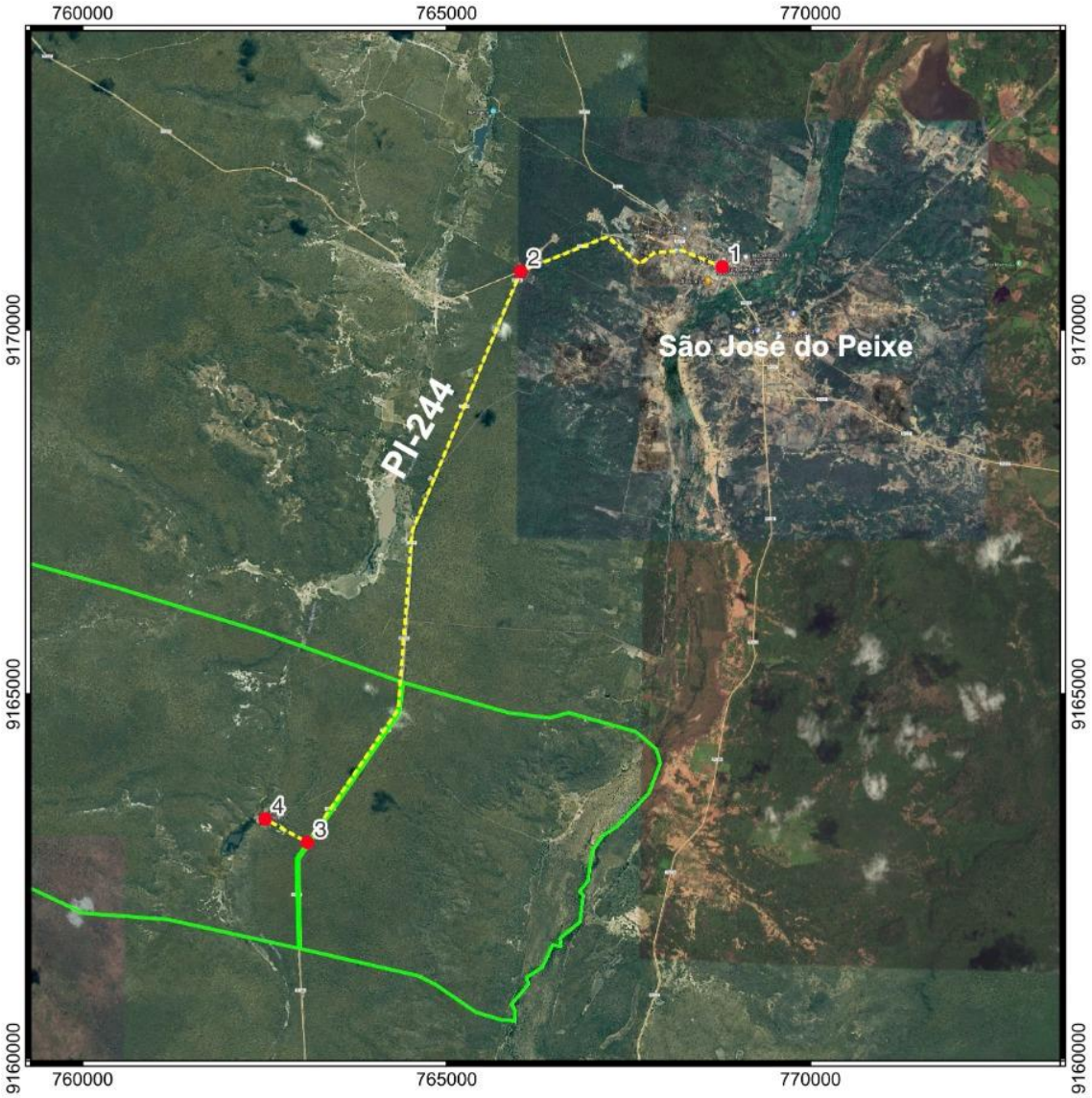


Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo.



Fazenda Maravilha

Coordenadas
Trajeto
Fazenda Maravilha (22.169,7735 ha)

Ponto	X	Y	Descrição
1	-42,5645279	-7,4942873	Sede Municipal
2	-42,5895940	-7,4949653	Bifurção à esquerda
3	-42,6157327	-7,5659690	Entrar à direita
4	-42,6210042	-7,5630796	Sede do empreendimento

Elaborado por Maná Consultoria Ambiental Ltda
CNPJ 43.989.750/0001-40

Sistema de Referencia de Coordenadas
Datum Sirgas 2000 - 23S - UTM

0 1 2 3 4 5 km

Figura 5. Croqui de acesso à Fazenda Maravilha. Distância até a sede do município Flores do Piauí: 43 km.

A sede do empreendimento apresentará casa para morador, alojamento, barracão de máquinas, oficina, tanque de combustível, poço tubular, local de armazenamento de agrotóxicos e outros, placas de sinalização para produtos perigosos, áreas com risco de acidente com eletricidade, sinalização de emergência, entre outros à medida que a construção da sede for finalizada. Os agrotóxicos serão devidamente armazenados em prédio separado, trancado, com contenção, ralos e caixa específica para o caso de derramamentos. As embalagens já vazias serão devolvidas ao posto de coleta do inpEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias).

Haverá um conjunto de tratores terceirizados para efetuar a supressão vegetal, enleiramento, gradagem, distribuição de calcário, plantio de pasto, etc. Os animais serão adquiridos ainda bezerros e serão destinados à engorda para posteriormente abastecer o mercado local.

A fonte de água do empreendimento futuramente virá de um poço tubular, a ser requerido junto ao órgão ambiental, através de processo de outorga preventiva junto à Semar. A água será utilizada para consumo humano e animal, higiene, etc.

Os resíduos sólidos a serem gerados nas atividades do empreendimento serão devidamente descartados no aterro municipal. As casas conterão biodigestor e sumidouro. Os efluentes que serão oriundos dos sanitários serão destinados a sumidouros e os efluentes da cozinha irão para caixas de gordura. Não haverá necessidade de áreas de bota-fora e de empréstimos de volumes de corte e aterro.

As atividades de supressão vegetal para uso alternativo do solo (pecuária) estão previstas para serem executadas aproveitando o período chuvoso de novembro a abril visando minimizar os impactos ambientais no ecossistema local, totalizando em quatro janelas chuvosas. Do primeiro ao quarto ano agrícola serão suprimidos 4 (quatro) mil hectares/ano e no quinto ano, a área restante.

Com relação aos investimentos relacionado às atividades e insumos, o valor ficou em R$ 1.827,00 por hectare, abrangendo supressão vegetal, encoivaramento, gradagem pesada (2x), catação de raízes, calcário (aquisição e aplicação), incorporação/gradagem, gradagem leve e semente.

Estima-se a partir de inventário florestal realizado que com a supressão vegetal para uso alternativo do solo (pecuária) de 15.957,4534 hectares, o volume total de vegetação a ser suprimido será de 647.756,1100 m³. Anteriormente foi apresentado mapa (Figura 4) com as áreas destinadas à APP e reserva legal.

A propriedade não apresenta interferências em Área de Preservação Permanente (APP) e Unidades de conservação, bem como em outras áreas de restrição ambiental.

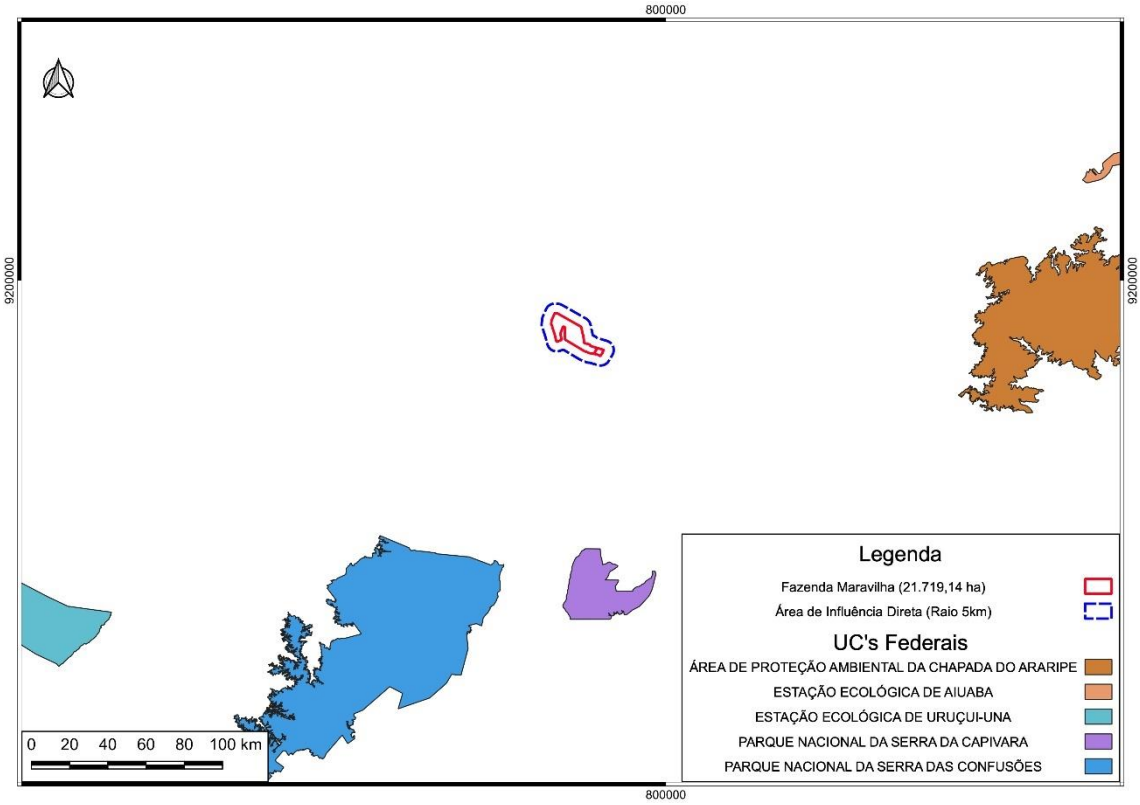


Figura 6. Localização das Unidades de Conservação.

Com relação à acidentes, emergências, nos casos menos complexos Flores do Piauí – PI dispõe de estrutura para prestar os primeiros socorros, atendendo possíveis acidentes e emergências em frentes de trabalho, sendo os casos de maior complexidade atendidos com o transporte disponível para outro município. O empreendimento contará com estrutura para transporte de colaboradores em caso de acidente que necessite de atendimento médico fora da fazenda, kit de primeiros socorros e acompanhamento de profissionais na prevenção de acidentes estarão disponíveis na área de abrangência da Fazenda Maravilha.

O empreendimento Fazenda Maravilha está localizado no município de Flores do Piauí – PI que tem como municípios limítrofes Itaueira, São José do Peixe, Pajeú do Piauí, Ribeira do Piauí e Rio Grande do Piauí (Figura 7). A área de influência da Fazenda Maravilha abrange pequena parte do município de São José do Peixe, Itaueira e Ribeira do Piauí.

Flores do Piauí – PI foi elevado à categoria de município pela Lei Estadual nº 2554, de 09-11-1963. Anteriormente chamava-se apenas Flores, que fazia parte do

município vizinho Itaueira – PI. O município localiza-se na Latitude: 7° 46' 55" Sul, Longitude: 42° 55' 40" Oeste, estando a uma altitude de 300 metros. O item diagnóstico ambiental apresenta mais informações do município.

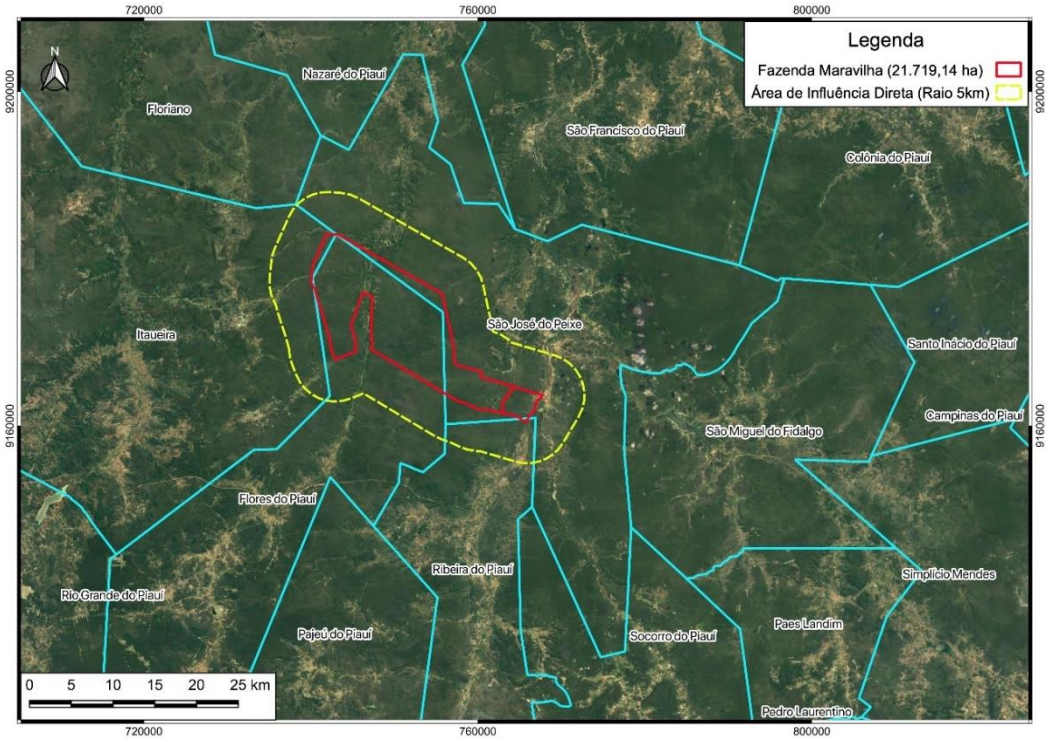


Figura 7. Municípios limítrofes a Flores do Piauí.

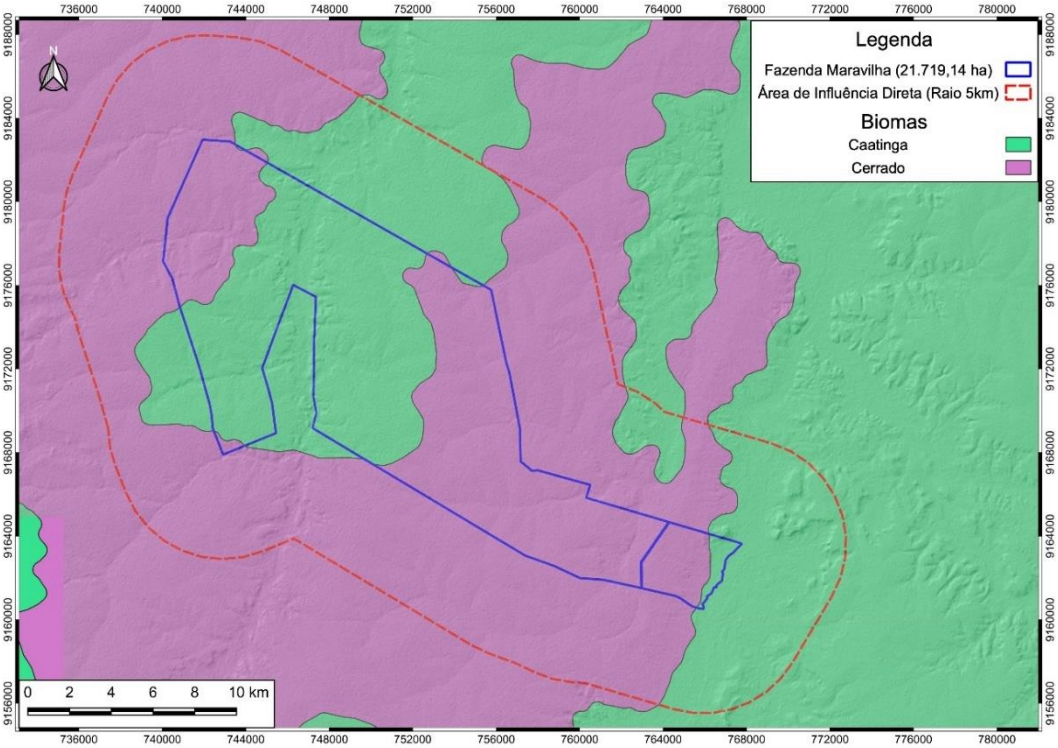


Figura 8. Tipos de Biomas que estão inseridos na área de influência direta da Fazenda Maravilha.

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1. Delimitação das Áreas de Influência

A área de influência é composta por toda a porção territorial passível de ser afetada direta ou indiretamente pelos impactos ambientais, sejam eles positivos e/ou negativos, decorrentes das atividades desenvolvidas pelo empreendimento nas fases prévia, instalação e operação. Foi definida a Área de Influência (Área Diretamente Afetada – ADA); Área de Influência Direta – AID; Área de Influência Indireta – AII. Os limites físicos definidos para essas áreas de influência variam conforme o meio estudado a saber, biótico, abiótico e antrópico.

Área Diretamente Afetada – ADA: É restrita à área onde está prevista as obras de instalação das culturas forrageiras com início pela supressão de vegetação nativa (cerrado), sua remoção, as atividades mecânicas no preparo do solo, semeadura, bem como toda atividade paralela e afim, representadas por tráfego de pessoas e veículos, armazenagem e deslocamento de máquinas e insumos.

Área de Influência Direta – AID: Compreende a área de campo agrícola propriamente dito, as estradas e carreadores, as veredas, a sede do imóvel e seus anexos, onde ocorre praticamente toda a atividade econômica.

Área de Influência Indireta – AII: Área potencialmente atingida pelos impactos indiretos da instalação e operação do empreendimento, decorrente das intervenções previstas para serem empreendidas pela construção e implantação da fazenda, compreendida como toda a microrregião e seus municípios vizinhos.

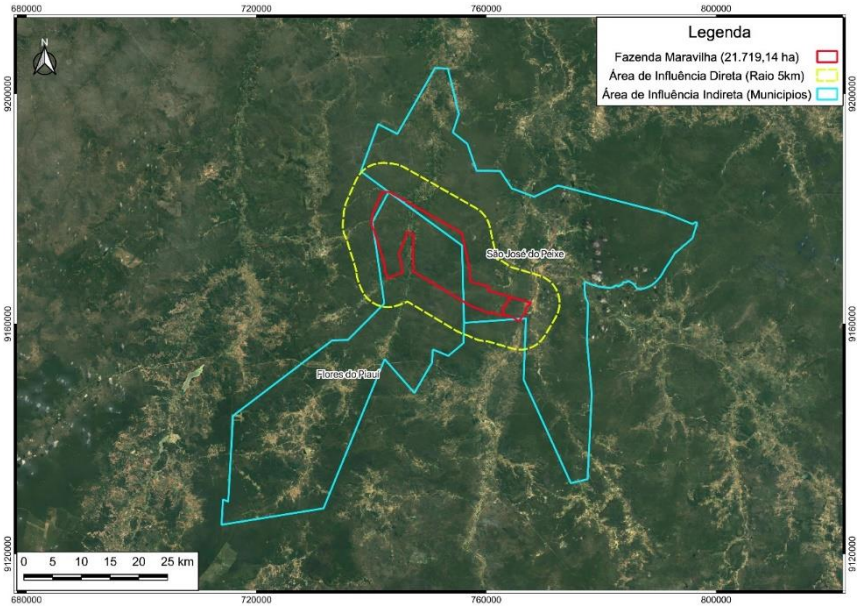


Figura 9. Delimitação da área de influência direta, área diretamente afetada e área de influência indireta.

6.2. Caracterização das Áreas de Influência

A Fazenda Maravilha está em uma área de chapadas e patamares, com geomorfologia Tabuleiros do Parnaíba, Patamares do Parnaíba e uma pequena faixa de Planícies e Terraços Fluviais, com altitude média de 240 metros; relevo suave ondulado à fortemente ondulado. Apresenta na maior parte solos: Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) e Plintossolo Pétrico Concrecionário (FFc) na maior parte da área e em pequena área, Neossolo Litólico Distrófico (RLd) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (RYve).

Flores do Piauí (-7,82; -42,93; 326,7 m) apresenta clima: quente, com janela chuvosa de novembro a abril (classificação climática de Köppen: Aw - clima tropical úmido com inverno seco - clima de savana), com precipitação pluviométrica anual média de 925,52 mm (Anexo 1) considerando o período de 01/03/2000 a 05/03/2022. Em 2020 a soma da precipitação foi de 850,20 mm (Anexo 2) e em 2021 foi de 1.141,40 mm (Anexo 3).

O anexo 4 apresenta dados pluviométricos da estação meteorológica TRMM.6697 (-7,75; -43,00; 312 m) de Flores do Piauí-PI no período de 01/11/2020 a 30/04/2021. A propriedade apresenta cursos d'água na área de preservação permanente (APP) – riacho mimoso. Apresenta poço tubular na sede de apoio da Fazenda Riachinho, que está sendo regularizado junto à SEMAR.

A propriedade está na área rural e apresenta vegetação nativa tipo cerrado e caatinga, com representantes florísticos e faunísticos do bioma e é pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. O empreendimento não apresenta interferências em Área de Preservação Permanente (APP) e Unidades de conservação, bem como em outras áreas de restrição ambiental.

As medidas de conservação têm por objetivo proteger o solo, o que evita o desenvolvimento dos processos erosivos, aumenta a disponibilidade de água e nutrientes, bem como promove a atividade biológica (Pes e Giacomini, 2017). **Conservação de solo**: será adotado o sistema de curvas de nível, com terraços de base larga conforme necessidade e rotação de culturas.

A supressão será realizada de forma a contribuir para melhor conservação do solo e fuga de animais para as áreas de preservação. Segundo Pes e Giacomini (2017), através do planejamento e aplicação correta das práticas de conservação, é possível manter o potencial produtivo do solo evitando problemas como a erosão e a compactação.

As curvas de nível são linhas que, em intervalos iguais, ligam pontos de igual altitude, considerando o nível médio do mar como cota zero; seu espaçamento é variável

de acordo com a escala do mapa (IBGE, 2009). A existência de diferentes propostas de classificação de declividade revela o interesse no estabelecimento de critérios que sejam capazes de orientar o uso adequado do relevo, possibilitando a identificação de áreas suscetíveis aos processos erosivos e a movimentos de massa (IBGE, 2009).

Para fins de planejamento conservacionista, não há necessidade, de modo geral, de discriminar no levantamento os graus de declive do terreno em suas mínimas variações, sendo suficiente delimitar as zonas em que ocorrem determinadas classes de declive e indicar a direção e o sentido das declividades (IBGE, 2009).

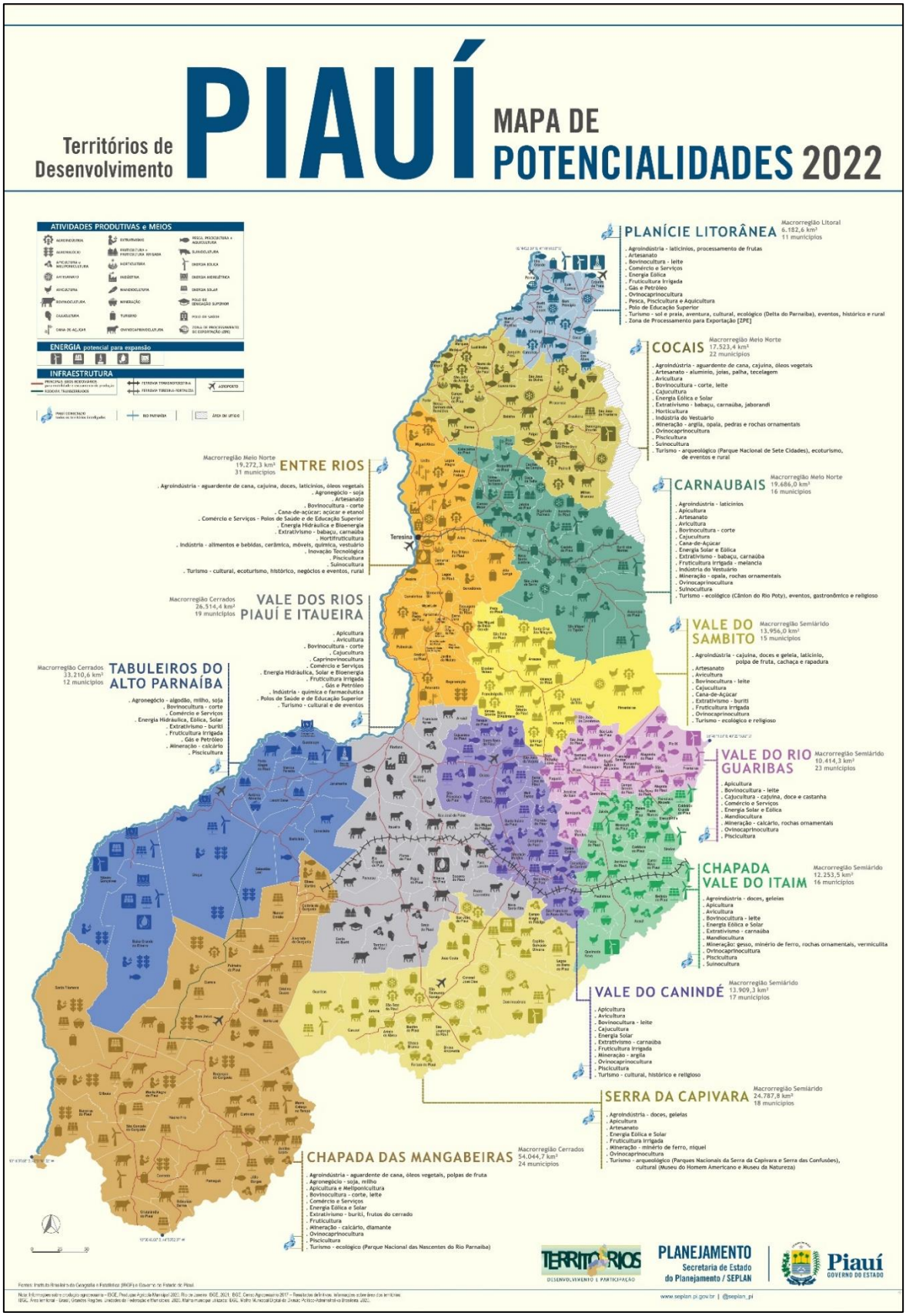
6.2.1 Meio Físico

Identificação, descrição e localização geográfica, através de mapas.

O empreendimento Fazenda Maravilha localiza-se na região sudoeste do Estado do Piauí, na Macrorregião dos Cerrados e no Território de Desenvolvimento do Vale dos rios Piauí e Itaueira que corresponde cerca de 27.293 km², abrangendo 19 municípios, sendo estes: Arraial , Francisco Ayres, Floriano, Nazaré do Piauí, Itaueira, Pavussu, Flores do Piauí, São José do Peixe, São Miguel do Fidalgo, Canto do Buriti, Pajeú do Piauí, Ribeira do Piauí, Socorro do Piauí, Rio Grande do Piauí, Paes Landim, Pedro Laurentino, Nova Santa Rita, Tamboril do Piauí e Brejo do Piauí (Figura 10).

De acordo com o estudo de Potencialidades do Estado do Piauí no território dos Vales do Rio Piauí e Itaueira destacam-se as seguintes atividades econômicas: avicultura, bovinocultura-corte, cajucultura, comércio e serviços, energia hidráulica, solar e bioenergia, fruticultura irrigada, gás e petróleo, indústria de produtos químicos e farmacêuticos e turismo cultural e de eventos. Dessa maneira, o empreendimento corrobora para o desenvolvimento de mais uma atividade econômica a ser desenvolvida no território voltado ao agronegócio com a produção de soja e milho.

Figura 10. Mapa de Potencialidades dos Territórios de Desenvolvimento do Piauí.



Fonte: SEPLAN (2022).

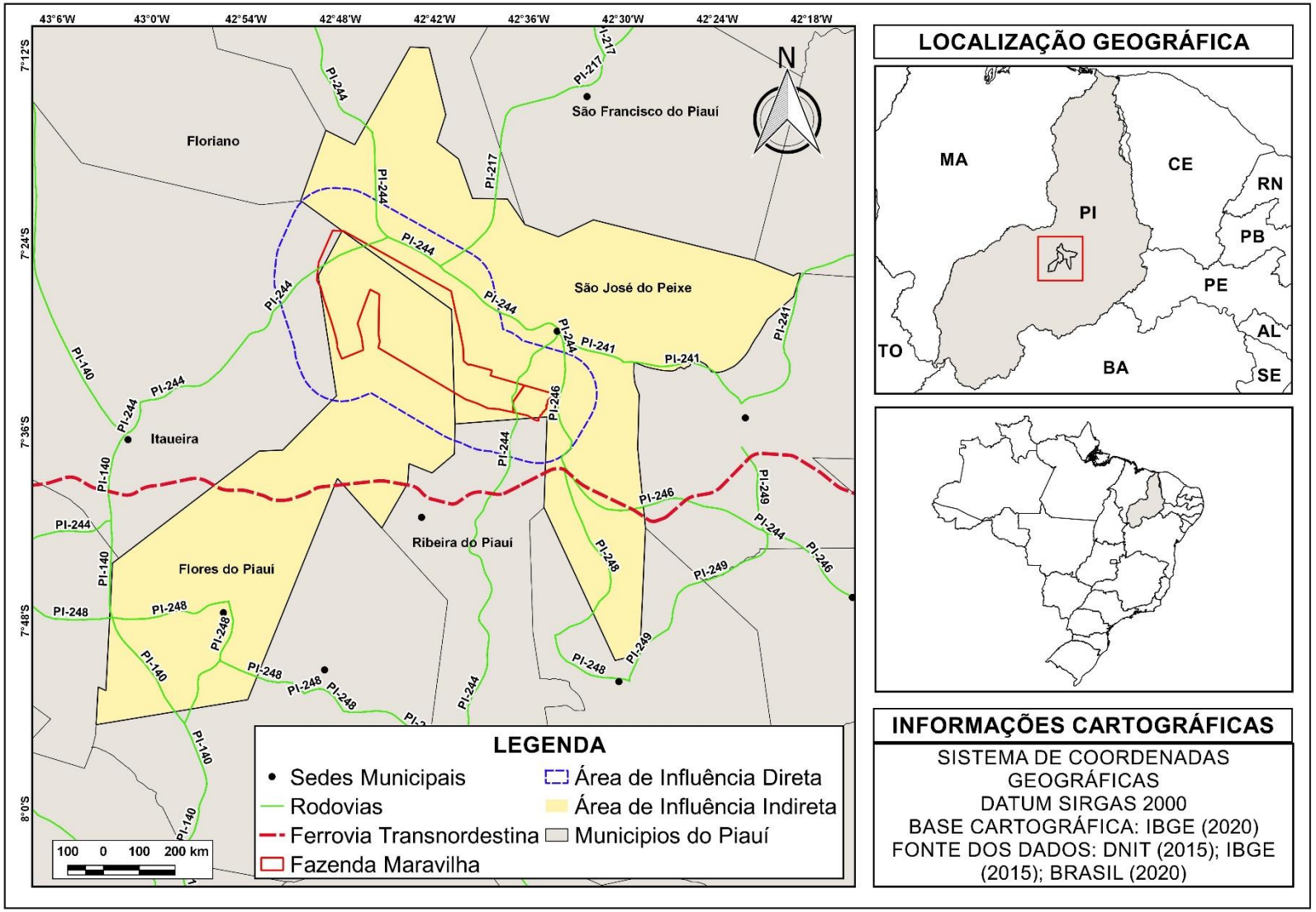
O mapa 1 mostra a localização do empreendimento Maravilha, com o detalhamento do acesso, que se dá pela PI-224 e PI-226, sedes municipais, bem como a Área de Influência Direta (AID), correspondendo a área geográfica afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento que deverá sofrer impactos, tanto positivos quanto negativos, e a Área de Influência Indireta (AII) que abrange o território que é afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos indiretos decorrentes do empreendimento são considerados menos significativos do que nos territórios da área de influência direta (AID), correspondendo os municípios de Flores do Piauí e São José do Peixe.

O mapa de localização foi elaborado a partir da base cartográfica do IBGE (2020), correspondente à malha municipal (Piauí) e a malha estadual. Também foram utilizados arquivos vetoriais de rodovias, baixados do site do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT, 2015), shapefiles de ferrovias do Ministério de Infraestrutura (BRASIL, 2020) e dados das sedes municipais do IBGE (2015).

Cabe destacar que a área do empreendimento fica próxima ao trecho aonde deverá ser implementado a ferrovia Transnordestina, cujo trecho atualmente está sendo chamado de Estrada de Ferro do Sertão, que devido à demora e indefinição sobre a obra, culminou na autorização do Governo Federal a construção de uma nova ferrovia ligando o sudeste do Piauí ao Porto de Suape, em Pernambuco, onde o Ministério da Infraestrutura concedeu permissão para que a mineradora Bemisa dê continuidade a obra, que seguiria o mesmo percurso previsto inicialmente pela Transnordestina.

A Bemisa, no momento, não disponibiliza informações mais detalhadas sobre a Estrada de Ferro do Sertão, apenas detalha que o projeto envolve a mina, a ferrovia e um terminal no Porto de Suape. Sobre o transporte de grãos, como a ferrovia não partirá de Eliseu Martins, mais próxima da região produtora, é necessário a finalização do trecho entre esse município e Paulistana para viabilizar um melhor uso da futura infraestrutura e que haja negociações entre os produtores e a autorizatária.

Mapa 1. Localização geográfica do empreendimento Fazenda Maravilha, Piauí.



a) Clima e Condições Meteorológicas

Balanço hídrico da área de estudo

De acordo com Schiavetti e Camargo (2002), os processos atmosféricos se apresentam influentes em uma série de sucessões de estados ou de mudanças que ocorrem em outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera. Logo, os estudos climáticos são extremamente importantes nas análises ambientais, visto que os mesmos se apresentam integrados à maioria dos fenômenos observados nos ecossistemas existentes e, particularmente, em bacias hidrográficas. O clima torna-se, assim, influente em relação à vegetação, à fauna, ao solo e às atividades antrópicas, sendo um fator limitante a estes.

Ao se desejar implantar e desenvolver qualquer atividade agropecuária ou econômica em uma região, o clima constitui-se um fator de relevante importância principalmente com respeito à aptidão agrícola a ser analisada, embora outras variáveis como o solo e a topografia mereçam igual atenção quanto às limitações e as potencialidades da referida região.

Os fatores climáticos como as massas de ar, associados aos fatores geográficos latitude, relevo e natureza do solo, definem as condições que serão encontradas no estudo da precipitação, temperatura do ar e consequentemente no balanço hídrico (deficiência hídrica e excedente hídrico) de uma determinada área. Para Lima et. al. (2020), o Estado do Piauí, devido sua posição geográfica, é considerado uma típica zona de transição climática entre o Nordeste semiárido e a Amazônia úmida, em que os sistemas climáticos atuantes são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as Linhas de Estabilidade Tropical (LIT), provenientes da Amazônia Oriental e os fenômenos que ocorrem com frequência e com intensidades como o “El Nino” e “La Nina” também influenciam sobre as precipitações no estado.

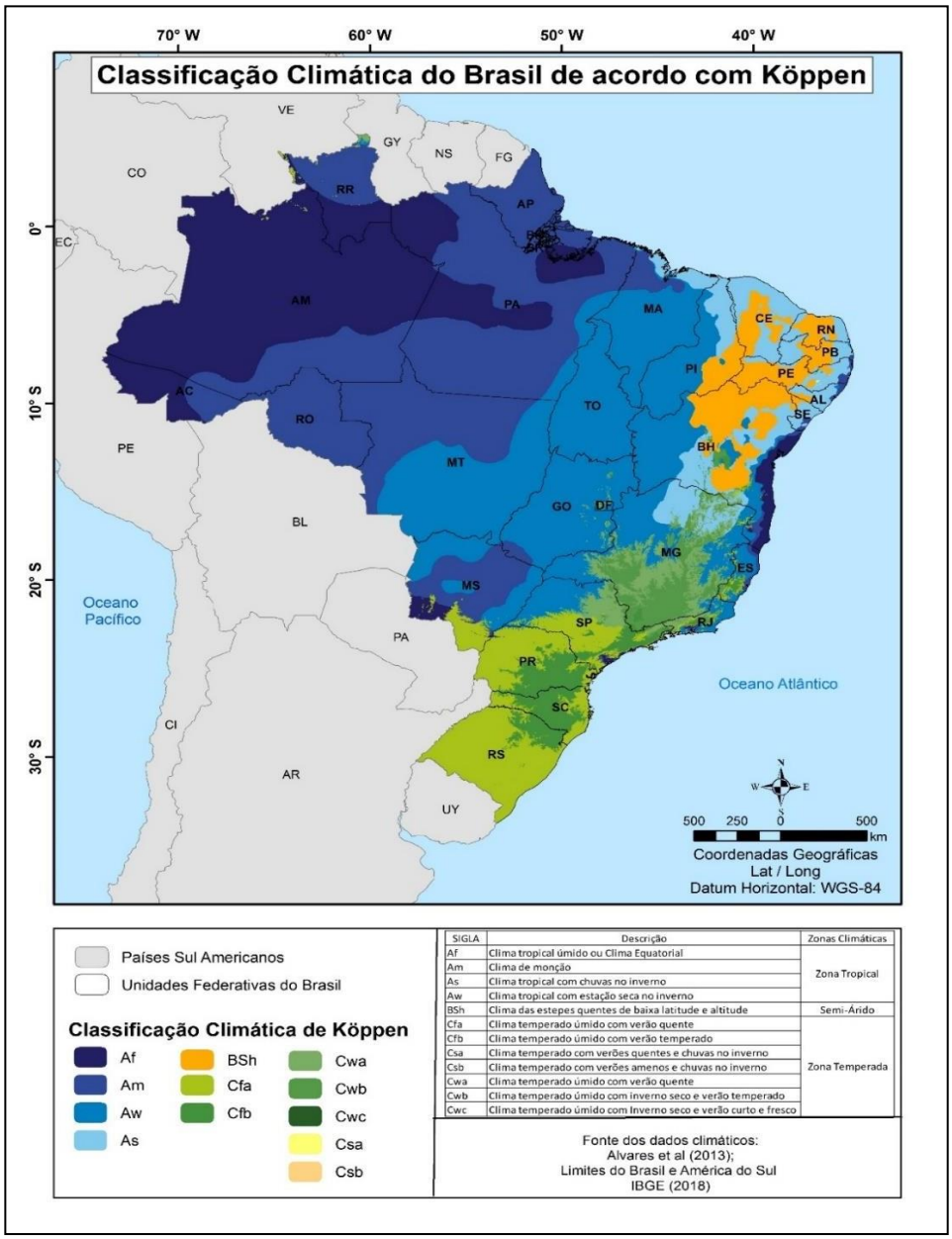
Classificação climática

Entre as classificações climáticas a de W. P. Köppen é uma das mais célebres e uma das mais utilizadas no mundo. Ela foi desenvolvida em 1900 a partir de mapas de vegetação mundiais disponíveis na época. O autor procurava uma correspondência entre os dados climáticos e os limites dos grandes domínios vegetais

A classificação é baseada no pressuposto, com origem na fitossociologia e na ecologia, de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma

expressão do clima nela prevalecente. Assim, os limites entre regiões climáticas foram delimitados para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação, razão pela qual a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresentam elevada correlação. A figura 11 abaixo retrata a classificação climática para o Brasil baseado em Koppen.

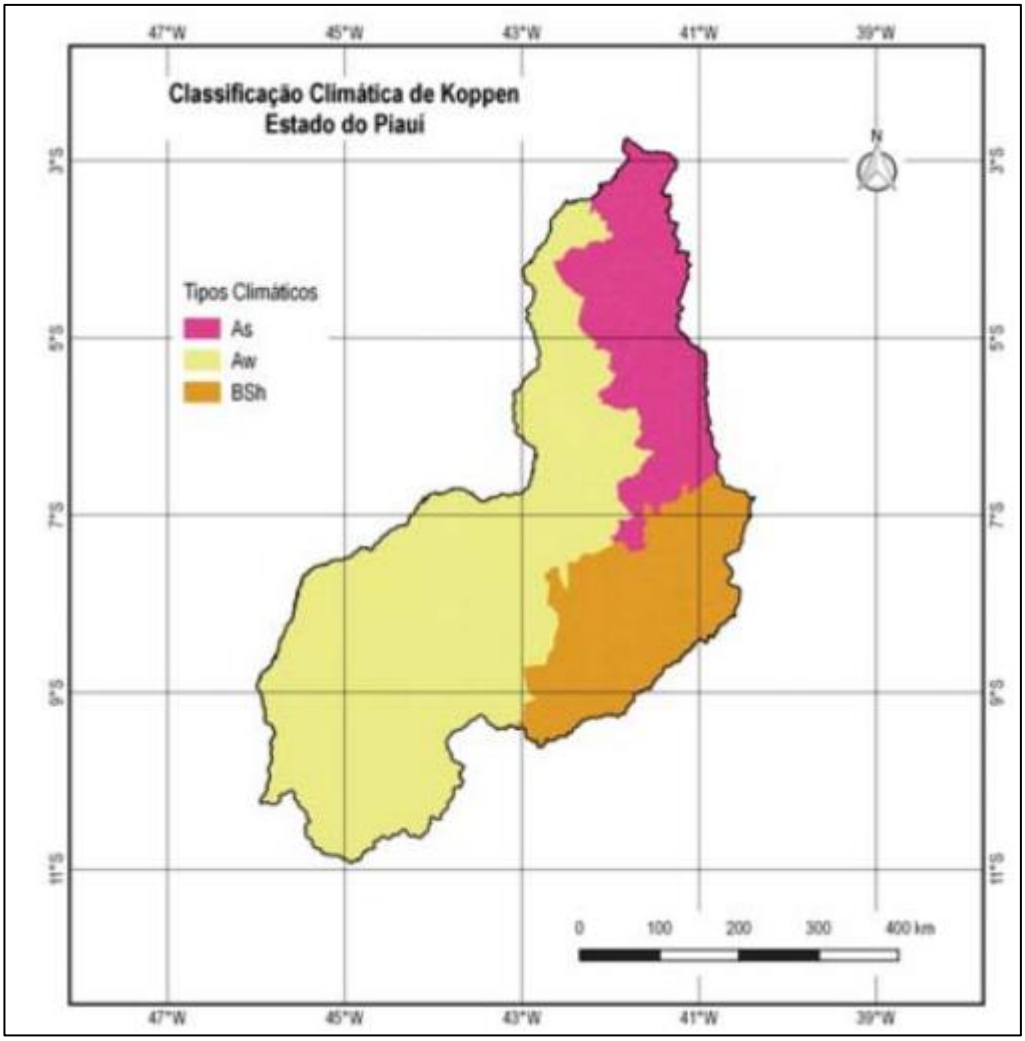
Figura 11. Classificação climática para o Brasil baseado em Koppen.



Segundo a classificação de Köppen, como mostra a figura 12, o Estado do Piauí apresenta dois tipos de clima na zona tropical, sendo o clima tropical com chuvas no

inverno (As) e clima tropical com estação seca no inverno (Aw), e um no semiárido, o clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude (BSh).

Figura 12. Classificação climática de Koppen para o Estado do Piauí.



Fonte: Lima et. al. (2020).

O clima tropical com chuvas no inverno (As) ocorre no norte do Estado, caracterizado por ser quente e úmido com chuvas de verão/outono que, como resultado dos deslocamentos sazonais da Convergência Intertropical (CIT), sob a forma de massa de ar convectiva. A estação chuvosa dessa região estende-se de janeiro a maio, com os meses fevereiro/março/abril formando o trimestre mais chuvoso e agosto/setembro/outubro o trimestre mais seco.

O clima tropical com estação seca no inverno (Aw) caracteriza-se por ser quente e úmido, com chuvas de verão que atingem o centro-sul e sudoeste do estado. As chuvas são determinadas pela massa Equatorial Continental (mEc) de ar quente e nevoento

responsável pela ocorrência de precipitações em forma de aguaceiros. O período chuvoso dá-se de novembro a março e as precipitações pluviométricas variam de 1.000 mm a 1.400 mm, ocorrendo principalmente em dezembro/janeiro/fevereiro. O trimestre junho/julho/agosto é o mais seco.

O clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude (BSh) caracteriza áreas de clima semiárido, caracterizado por curta estação chuvosa no verão, resulta da diminuição das precipitações oriundas da massa de ar Equatorial Continental (mEc), de oeste para leste, acarretando aumento da duração do período seco no leste e sudeste do estado. No Semiárido, as secas se manifestam com maior frequência e intensidade, com impactos mais acentuados, afetando a produção agrícola e o abastecimento de água como pode ser visualizado na Figura 11. As precipitações pluviométricas variam de 400 mm a 1.000 mm; a estação chuvosa no período de dezembro a abril, em especial, no trimestre janeiro/fevereiro/março e os meses de julho/agosto/ setembro, os mais secos.

Balanço Hídrico Climatológico

Para melhor caracterizar o clima da área de estudo, foi elaborado o balanço climatológico pautado na metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). O balanço hídrico tradicional de Thornthwaite e Mather (1955) é um método contábil que fornece o saldo de água disponível no solo. Os estudos sobre o balanço hídrico devem ser desenvolvidos visando à relação cultura/clima, o que possibilita um ajuste do cultivo às condições climáticas, evitando as consequências desastrosas de um planejamento agrícola deficiente com relação ao clima (INMET, 2014).

Segundo D'Angiolella (2005) a estimativa do balanço hídrico surgiu da necessidade de se contabilizar a chuva e a evapotranspiração que ocorre em um ecossistema, objetivando o conhecimento da disponibilidade de água para as plantas. Visando equacionar esta relação, surgiram diferentes métodos de cálculo, dentre eles, o conhecido balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955). Tal modelo baseia-se na estimativa das entradas e saídas de água de um volume de controle, resultante da aplicação do princípio de conservação de massa para um volume de solo vegetado, possibilitando informações sobre ganhos, perdas e armazenamento da água pelo solo.

Através do balanço hídrico mensal, pode se determinar um planejamento integrado dos recursos hídricos da região, que inclui a decisão pela aquisição de sistemas de irrigação e o dimensionamento da lâmina líquida do sistema, em que o irrigante considerando aspectos econômicos deve decidir entre a maior necessidade ou pelo maior

déficit, além permitir o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) com base em dados históricos de evapotranspiração (Santos et al., 2010).

Os dados referentes à precipitação foram obtidos através do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), um sistema de monitoramento meteorológico e agrometeorológico que produz e permite o acesso, via internet, a boletins e mapas com informações sobre estiagem agrícola, precipitação acumulada, tratamentos fitossanitários, necessidade de irrigação, condições de manejo do solo e de aplicação de defensivos agrícolas.

A estação delimitada se encontra dentro do limite do município de Flores do Piauí, código TRMM.6854, estação pluviométrica Flores do Piauí localizada na latitude -7,50, longitude -42,75 e com altitude de 260 metros. Para definição da série histórica foram utilizados os dados de 01/01/2001 a 31/12/2021.

Para estimar as temperaturas mensais da área utilizamos o software CELINA Versão 1.0 (UFC/2007), desenvolvido por Costa e Sales (2007), que é um Programa Computacional de Estimativa das Temperaturas Médias Mensais. Foram inseridas as coordenadas de Latitude e Longitude da estação pluviométrica anteriormente mencionada com sua respectiva altitude local. O software a partir desses dados nos retorna as temperaturas mensais de acordo com os dados inseridos. E por fim foram tiradas as temperaturas mensais de cada estação. Como os dados de temperatura foram estimados os valores serão os mesmos em qualquer série histórica delimitada, portanto, a espacialização da temperatura para o ano seco, habitual, e úmido, é exatamente a mesma.

A partir dos dados obtidos da precipitação pluviométrica a temperatura dos anos-padrão delimitados, a latitude do município, e os valores do CAD (capacidade de água disponível) foi realizado o cálculo do balanço hídrico climatológico empregando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa “BHnorm” elaborado em planilha EXCEL por Rolim et al. (1998). Para o CAD utilizou-se o valor 100, que foi o valor encontrado para o tipo de solo predominante através da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Como resultado de saída, o balanço hídrico fornece as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica na atmosfera (DEF), do excedente hídrico no solo (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês do ano, bem com os índices de aridez, umidade e efetivo de umidade.

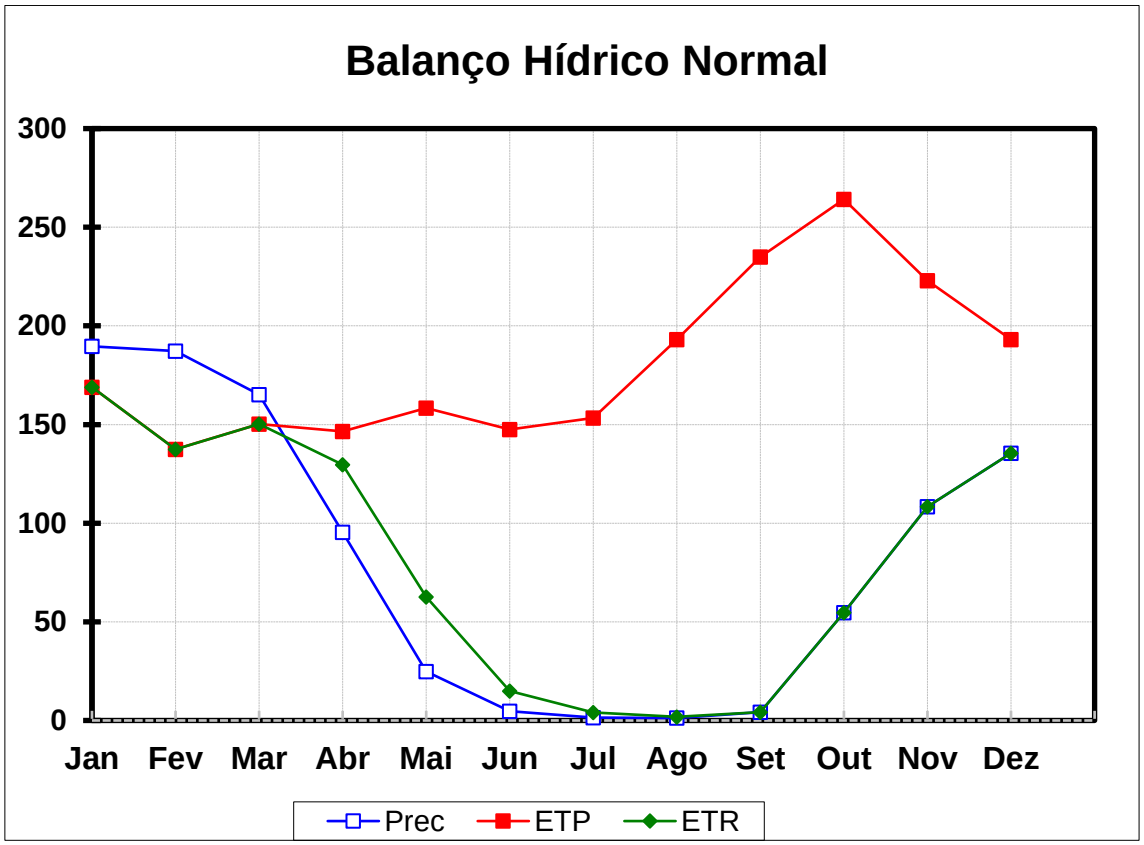
Os resultados do balanço hídrico climatológico podem ser visualizados na Tabela 1 e na Figura 13, onde se verifica que a média anual de precipitação atinge valores de 81,05 mm, com um período de maior precipitação entre os meses de dezembro a março, concentrando acima de 70% da chuva anual nestes meses. Verifica-se um déficit hídrico anual de 99,82. mm, distribuído em quase sua totalidade ao longo do período entre abril a dezembro, período que abrange a estação seca na região.

Tabela 1. Resultado do Balanço Hídrico de Flores do Piauí, segundo Thornthwaite (1955).

Mês	T (ºC)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG.AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan.	27,8	189,62	168,94	20,68	-157,62	20,68	20,7	168,94	0,00	0
Fev.	27,2	187,24	137,50	49,74	-35,07	70,42	49,7	137,50	0,00	0
Mar.	27,2	165,22	150,25	14,97	-15,80	85,39	15,0	150,25	0,00	0
Abr.	27,4	95,40	146,54	-51,14	-66,94	51,20	-34,2	129,59	16,96	0
Maio	27,8	24,90	158,44	-133,54	-200,48	13,47	-37,7	62,63	95,81	0
Jun.	27,6	4,68	147,45	-142,78	-343,26	3,23	-10,2	14,91	132,54	0
Jul.	27,6	1,52	153,25	-151,73	-494,99	0,71	-2,5	4,05	149,21	0
Ago.	29,0	1,24	193,03	-191,79	-686,78	0,10	-0,6	1,85	191,18	0
Set.	30,4	4,15	234,92	-230,77	-917,55	0,01	-0,1	4,24	230,68	0
Out.	30,9	54,74	264,13	-209,39	-1126,94	0,00	0,0	54,75	209,38	0
Nov.	29,9	108,44	222,93	-114,49	-1241,43	0,00	0,0	108,44	114,49	0
Dez.	28,6	135,50	193,08	-57,58	-1299,02	0,00	0,0	135,50	57,58	0
Ano	28,5	81,05	180,87	-99,82	-548,82	20,43	0,0	81,05	99,82	0,00

Fonte: Agritempo (2022).

Figura 13. Resultado do Balanço Hídrico de Flores do Piauí, segundo Thornthwaite (1955) de 1991 a 2021.



Fonte: AGRITEMPO (2022).

A Evapotranspiração Potencial, segundo Penman (1956), seria a quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo e de área, por uma cultura de porte baixo (vegetação rasteira), verde, de altura uniforme e sem deficiência hídrica, que cobre totalmente a superfície do solo.

Pode-se inferir que a Evapotranspiração Potencial (ETP) corresponde a quantidade de água necessária para manter a vegetação sempre verde em função de uma dada temperatura. Nos cálculos do balanço hídrico, a evapotranspiração potencial representa o consumo de água, enquanto a pluviosidade representa o abastecimento. O solo seria o reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa a dinâmica das relações da atmosfera com o sistema solo-planta (Aquino, 2010).

Na área de estudo, a Evapotranspiração Potencial (ETP) anual foi de 2070,47 mm, representando média mensal de 180,87 mm, sendo os meses com maiores e menores evapotranspiração potencial os meses de outubro e fevereiro (264,13 e 137,50 mm) respectivamente.

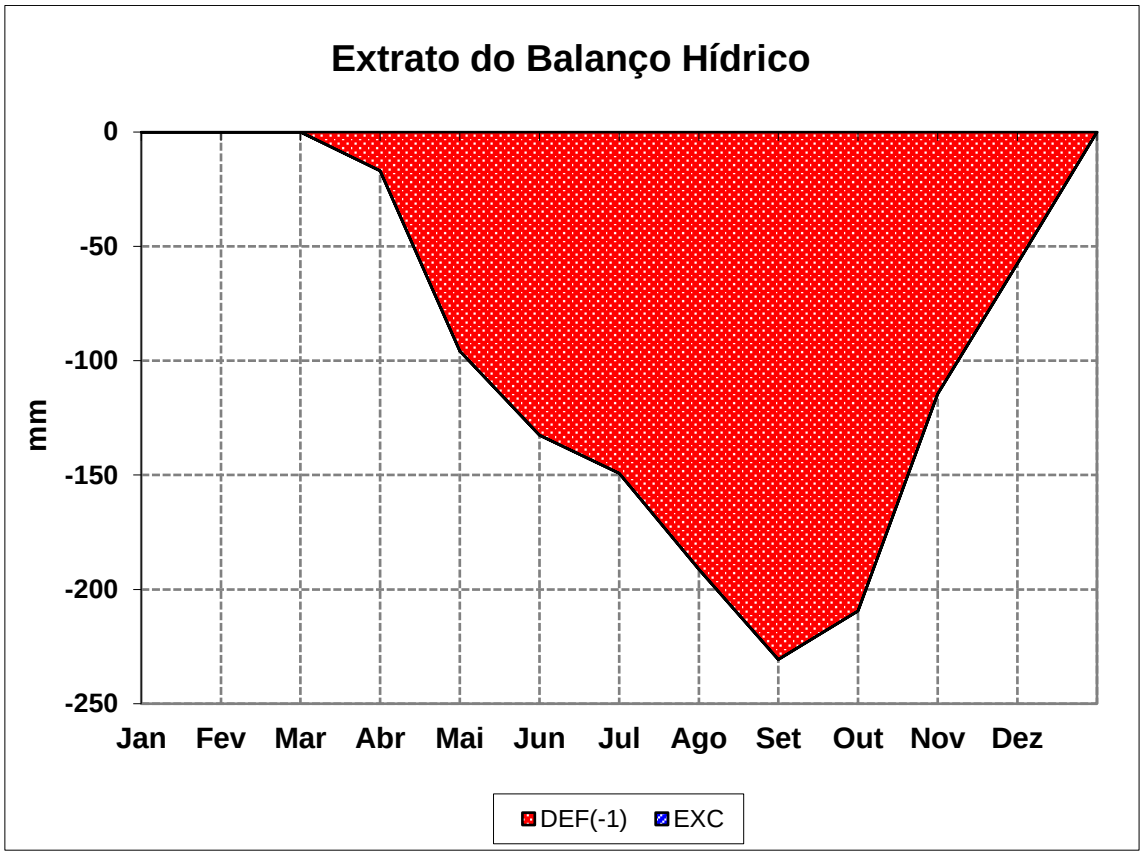
Com relação à Evapotranspiração real (ETR) que é determinada como a quantidade de água transferida para a atmosfera, por evaporação e transpiração, em condições reais de fatores atmosféricos e umidade do solo e considerando o armazenamento de água no solo foi determinado pela capacidade de água disponível, onde se adotou o valor de 100 mm, a evapotranspiração real registrou um total anual de 972,64 mm, com média mensal de 81,05 mm, sendo os meses com maiores e menores evapotranspiração real os meses de dezembro e agosto (135,50 e 1,85 mm) respectivamente.

De acordo com Monteiro (2014), o déficit hídrico é uma variável que depende diretamente do volume pluviométrico, pois ocorre quando o volume das precipitações é menor que os índices de evapotranspiração em determinada área, sendo uma das responsáveis pela queda de produção agrícola, se constituindo dessa maneira um importante parâmetro para um adequado planejamento agrícola a fim de minimizar os impactos negativos em uma determinada área.

Assim, baseado na tabela 1, nota-se que há uma variabilidade de intervalos de déficit hídrico ao longo da área sob influência direta dos índices de evapotranspiração e precipitação, já que nas áreas onde ocorre menores valores pluviométricos e maiores valores de evapotranspiração, correspondem as áreas de maiores déficits hídricos.

O município apresenta deficiência hídrica em 9 dos 12 meses do ano, mesmo havendo uma grande concentração de precipitação no primeiro quatriênio do ano, as elevadas temperaturas provocam um aumento nas taxas evapotranspirativas, fazendo com que o consumo de água pelas plantas seja maior que o disponível no solo, registrando um total anual de 1.197,83 mm, com média mensal de 99,82 mm, sendo o mês com maior deficiência hídrica setembro com 230,38 mm.

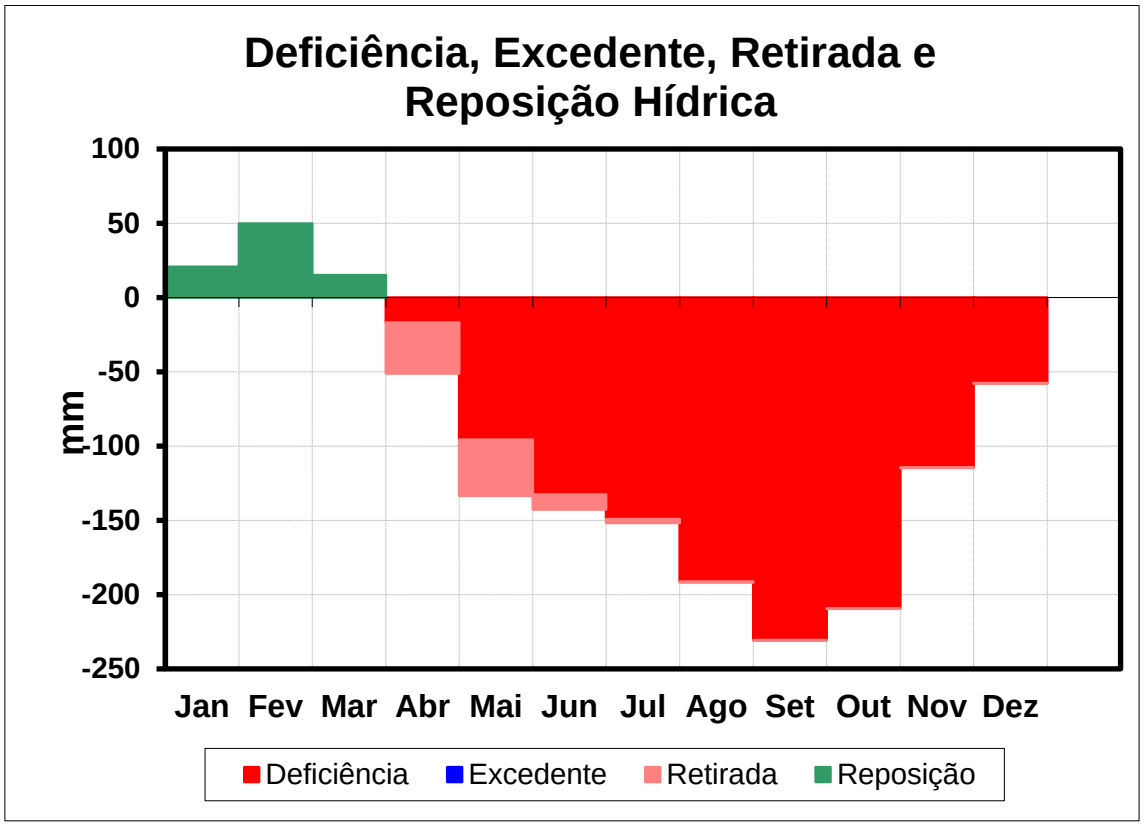
Figura 14. Média anual da Deficiência hídrica do município de Flores do Piauí segundo Thornthwaite (1955) de 1991 a 2021.



Fonte: Agritempo (2022).

O Excedente hídrico, segundo CIIAGRO (2012), consiste na água do solo acima da capacidade de retenção, sujeita à percolação. Logo, quando o solo se encontra no seu estado saturado, a água escoa superficialmente em direção a pontos mais rebaixados, como rios, lagos e açudes. Pode-se inferir a partir da Figura 15 que os valores de excedente hídrico não apresentaram nenhum mês com excedente hídrico.

Figura 15. Média da Deficiência hídrica, excedente, retirada e reposição hídrica do município de Flores do Piauí segundo Thornthwaite (1955) de 1991 a 2021.



Fonte: Agritempo (2022).

Baseado em Aquino (2010), com a determinação do Índice de Aridez (IA) é possível conhecer inicialmente as limitações impostas pelo clima para a realização de atividades biológicas primárias e, consequentemente da produtividade agrícola indispensável ao desenvolvimento das sociedades humanas. Este Índice proposto pelo UNEP (1991) é o quociente entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial anual (P/ETP). A Tabela 2 apresenta os intervalos de Índice de Aridez, e a corresponde zona climática em que as diferentes regiões do globo se enquadram considerando o UNEP (1991). O município apresentou índice de aridez de 0,45 enquadrando-se na Zona Climática Semiárida.

Tabela 2. Zonas climáticas e intervalos de IA de acordo com UNEP (1991).

Tipos de Clima	Amplitude do Índice de Aridez (P/ETP)
Hiper áridos	< 0,05
Áridos	0,05 – 0,20
Semiáridos	0,21 – 0,50
Sub úmido secos	0,51 – 0,65
Sub úmido e úmidos	> 0,65

Fonte: UNEP (1991).

O índice efetivo de umidade (Thornthwaite & Mather, 1955) é utilizado para determinar quão úmido ou seco é o clima de uma determinada região, através da combinação dos valores de evapotranspiração potencial, do excedente e do déficit hídrico do balanço através do emprego da equação (1).

$$\mathbf{IM = [(EXC - DEF) \times 100] / EP} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde: EXC é o Excedente Hídrico Anual; DEF é a Deficiência Hídrica Anual; EP é a Evapotranspiração Potencial Anual.

Na Tabela 3 pode-se observar as tipologias climáticas, quanto à umidade, de acordo com Thornthwaite e Mather (1955). Estes autores consideram a existência de dois tipos climáticos: i) úmidos e ii) secos. Os úmidos conforme a Tabela 3 apresentam os seguintes subtipos, super úmidos, úmidos, sub úmidos úmidos, com valores variando de 0 a >100. Os secos são representados pelos subtipos: sub úmidos seco, semiárido e árido, com (IM) variando de valores de 0 a maiores que < -66,6. O município apresentou Índice Efetivo de Umidade (IM) de -0,55 enquadrando-se no Tipo Climático úmido com subtipo semiárido.

Tabela 3. Classificação dos Climas segundo o Índice Efetivo de Umidade (IM) de Thornthwaite e Mather (1955).

Tipos Climáticos	Subtipos	Índice Efetivo de Umidade (IM)
	Supe rúmido	> 100
	Úmido	20 a 100
Úmidos	Sub úmido úmido	0 a 20
	Sub úmido seco	0 a -33,3
	Semiárido	-33,3 a -66,6
Secos	Árido	< -66,6

Fonte: Aquino (2010).

b) Geologia, geomorfologia e geotecnia

Caracterização das unidades geológicas presentes na área de estudo e seu entorno

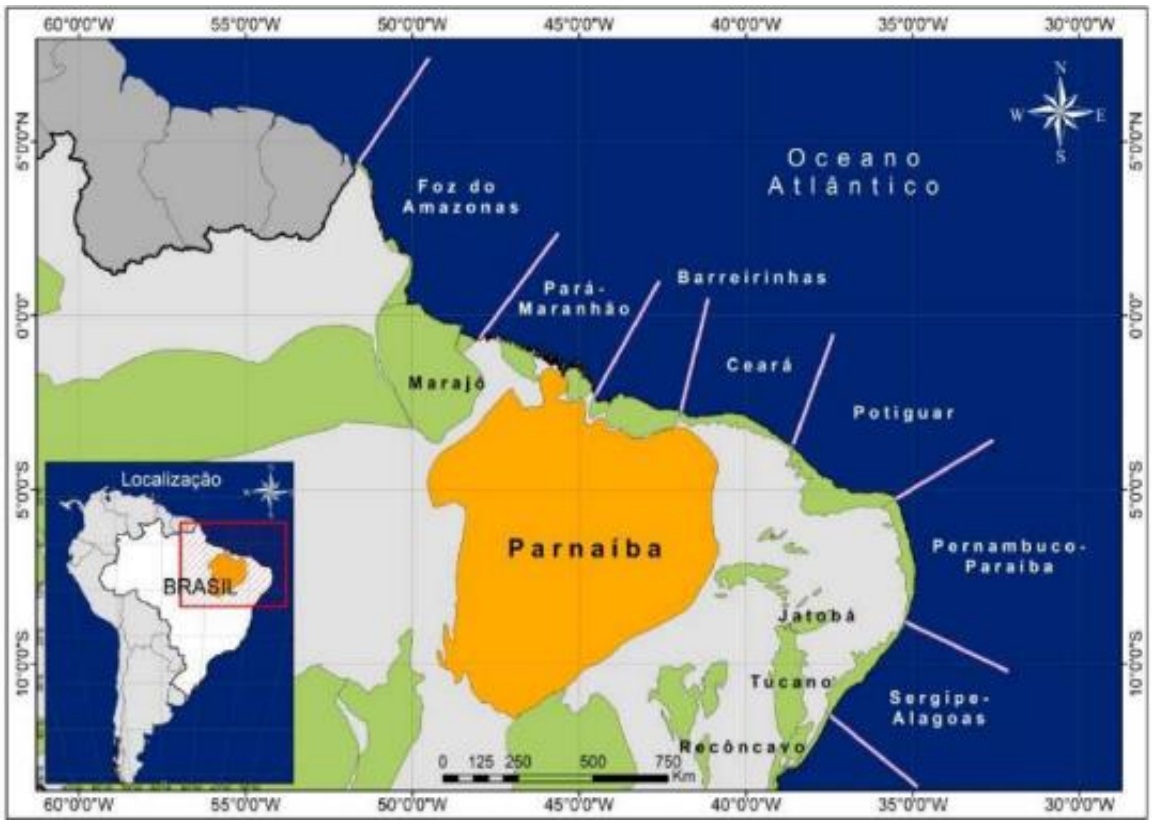
A caracterização da estrutura geológica permite conhecer a fragilidade das rochas às intempéries naturais, pois na análise e definição da morfodinâmica da paisagem, a geologia compreende as informações relacionadas à história da evolução geológica do ambiente, bem como o grau de coesão das rochas, ao passo que em rochas pouco coesas ocorre morfogênese, por outro lado, em rochas bastante coesas predomina a pedogênese (Valeriano, 2008).

O Estado do Piauí, localizado no Nordeste Brasileiro, é formado por quatro grandes unidades estruturais: o Escudo Cristalino, a Bacia Sedimentar do Araripe, Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí e os Depósitos Sedimentares recentes (LIMA, 2006).

A Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí abrange os estados do Maranhão e do Piauí, com uma área total de cerca de 600.00 km². Na área piauiense tem aproximadamente 209.000 km², representado 35% de toda a bacia sedimentar e aproximadamente 84% do território Piauiense (Lima, 2006).

De acordo com Bizzi et. al. (2003), a formação dessa bacia sedimentar ocorreu durante o Paleozoico e Mesozoico a partir do desgaste dos escudos cristalinos circunvizinhos. Esses escudos passaram a sofrer intensas erosões através das chuvas, ventos e rios antigos, transportando e depositando sedimento nas depressões onde em épocas passadas existiam grandes mares. Esses depósitos originaram as rochas sedimentares que foram sendo empilhadas umas sobre as outras ocasionando subsidência do centro e consequentemente o soerguimento das bordas. Daí o fato que a bacia sedimentar do Maranhão – Piauí ser denominada como uma Bacia de Subsidência (CEPRO, 1990).

Figura 16. Mapa de localização da bacia sedimentar do Parnaíba, no Nordeste, Meio-Norte e Norte do Brasil, bem como das bacias marginais e das bacias intracontinentais.



Fonte: Sales et. al. (2020).

As unidades estratigráficas da Bacia Maranhão-Piauí, vão desde o Paleozoico inferior (Siluriano) até ao Mesozoico superior (Cretáceo). O Paleozoico representado pelas Formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Piauí, Pedra do Fogo, aflora nas margens da bacia e nas calhas dos rios principais, enquanto o Mesozoico, representado pelas Formações Sambaíba, Orozimbo e Itapecuru, recobre discordantemente todas as unidades mais antigas (Batista, 1975).

As características litológicas estão diretamente relacionadas a estrutura do solo, bem como do seu material de origem, que irão influenciar os processos de infiltração, percolação, escoamento superficial e erosão hídrica em determinada área da bacia hidrográfica. Logo a sua caracterização e análise é de suma importância para determinar um manejo adequado.

Na elaboração do mapa de geologia, foi utilizado *shapefiles* da base de dados que se encontram disponíveis no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018). Esses dados consistem em uma atualização dos estudos de RADAMBRASIL, correspondente às Folhas SB.23 – Teresina e SB.24 Jaguaribe, em escala 1.250.000. No

mapa geológico encontra-se detalhado as informações de unidades geológicas e os falhamentos. No Qgis, os arquivos vetoriais das características acima destacadas foram recortados com base na ferramenta Vetor > Geoprocessamento > Recortar, utilizando como arquivo de entrada os *shapes* dos aspectos e como arquivo de recorte o *shapefile* do limite da área.

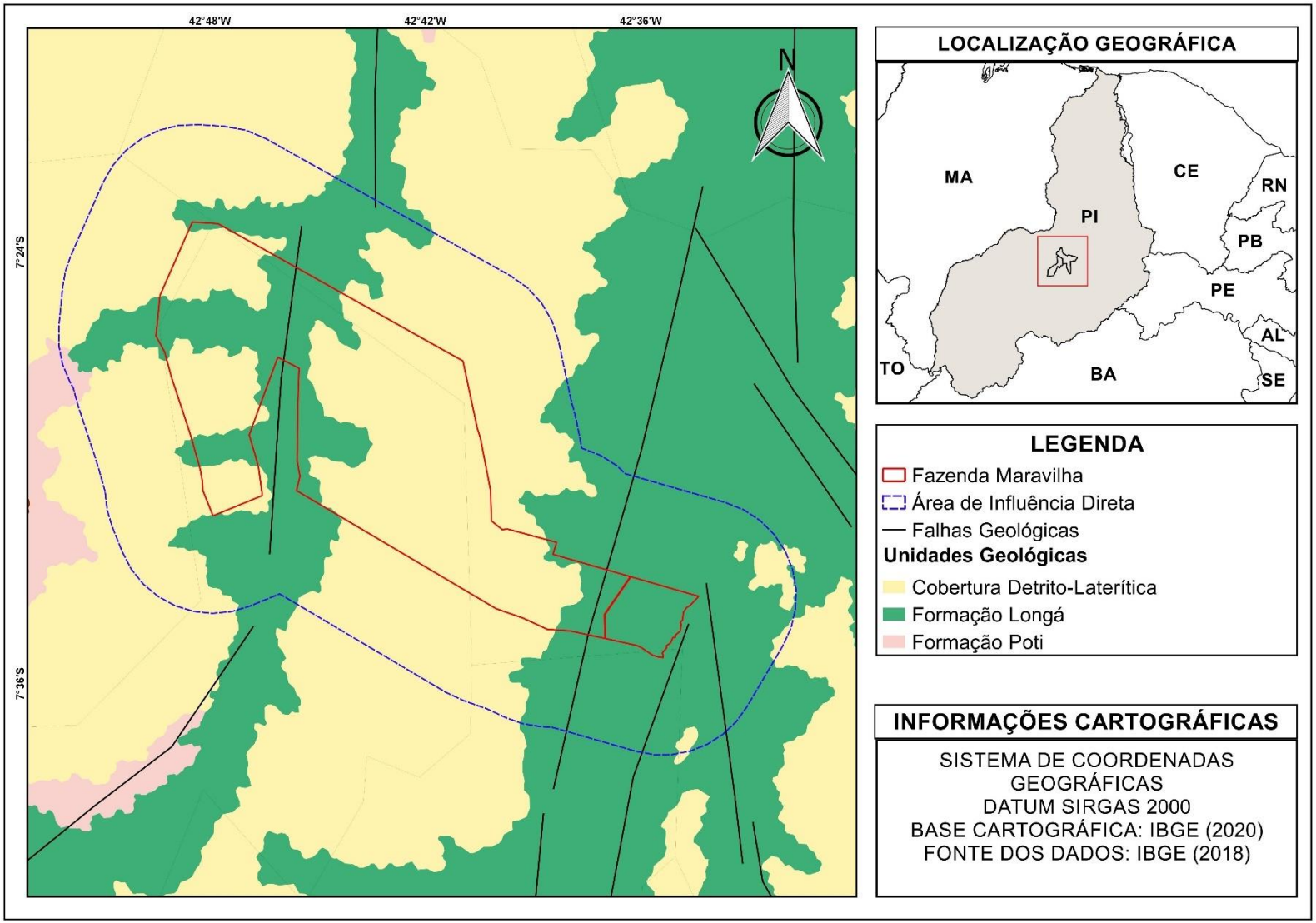
Com relação à área de estudo, baseado nos dados atualizados do RADAMBRASIL pelo IBGE (2018), as formações geológicas do empreendimento e da Área de Influência Direta (AID) são: Cobertura Detrito lateríticas, que constitui a unidade mais representativa, abrange 59,35% da área, ou seja, 420,89 km² da área de influência direta; Formação Poti, que se estende por 2,0 km², correspondendo 0,3% da área de estudo e a Formação Longá, com 286,13 Km² da área, correspondendo apenas 40,35% da área. O Quadro 1 e a Mapa 2 apresentam uma síntese das formações geológicas e da litologia das mesmas.

Quadro 1. Unidades geológicas da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Era	Período	Grupo	Formação	Litologia	Área (km²)	%
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO (Pleistoceno)		Coberturas Detrito-lateríticas	Sedimentos arenosos, areno-argilosos e lateríticos	420,89	59,35
PALEOZÓICO	CARBONÍFERO	CANINDÉ	Poti	Arenitos, siltitos e folhelhos.	2,00	0,3
	DEVONIANO		Longá	Folhelhos e siltitos.	286,13	40,35

Fonte: IBGE (2018).

Mapa 2. Unidades geológicas da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



Constata-se que na área de estudo grande parte é constituída por depósitos detrito-lateríticos aflorantes, compostos por sedimentos predominantemente arenosos, o que favorece o processo de infiltração hídrica nestas áreas (Figura 17). Esses depósitos são constituídos por sedimentos que datam da era Cenozóica e do Período Quaternário, cuja formação é recente e são constituídos por cascalhos, sedimentos areno-argilosos não consolidados e conglomeráticos, carregados pelos rios, originando lagoas temporárias, ocorrendo em estreitas faixas do rio Parnaíba (Brasil, 1973; CPRM, 2006).

Figura 17. Afloramento de depósitos detrito-lateríticos na fazenda Maravilha, Piauí.

A Formação Longá é datada do Paleozóico e Período Devoniano Superior. Sua denominação deriva do fato de primeiro ter sido descrita numa seção do rio Longá. É composta por folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, em geral carbonosos, apresentando intercalações de arenitos finos com cores branco-amareladas, laminados. Essa formação apresenta inflexões para sudoeste, não está bem exposta como as demais, mas aparece em ambiente marinho raso (Brasil, 1973; CPRM, 2006). Esta formação ocupa 286,13 km^2, o que representa em valores percentuais 40,35 %. Destaca-se que essa formação tem sua deposição associada a um ambiente nerítico plataformal, sob condições de mais baixa energia deposicional (CPRM, 2006; Lima; Brandão, 2014).

Campelo (2010, p. 74) destaca que na Formação Longá “seus afloramentos situam-se em uma faixa que se estende de sul a norte do estado, [...]. Na parte sul, essa faixa é estreita, alargando-se para o norte a partir de São José do Peixe até Luzilândia”. Essa formação geológica apresenta uma potencialidade hidrogeológica não muito relevante, variando de regular a fraca, devido a sua composição litológica, com predominância de folhelhos, logo essa característica é condicionada pela baixa permeabilidade de suas rochas.

A Formação Poti abrange 0,3% da área o que representa 2,0 km^2, sendo composta por arenitos finos-médios, subangulosos e argilosos, além de siltitos cinza, ocorrendo também folhelhos pretos micáceos. Essa unidade litoestratigráfica foi depositada em ambiente deltaico e em planície de maré, no início do Carbonífero (CPRM, 2006; Lima; Brandão, 2014).

Identificação, descrição e localização geográfica, através de mapas, de ocorrência mineral de valor econômico e inclusive de jazidas que poderiam ser exploradas para as obras;

Segundo a Agência Nacional de Mineração (ANM), a mineração corresponde à uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração, lavra (extração) e beneficiamento de minérios presentes no subsolo. Essa atividade é uma das grandes responsáveis pela atual configuração da sociedade em que vivemos, visto que diversos produtos e recursos utilizados por nós são provenientes dessa atividade, como computadores, cosméticos, estradas, estruturas metálicas, entre outros.

Dessa maneira, a mineração representa uma das atividades econômicas e industriais que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento socioeconômico do país, em que a exploração de recursos minerais no Brasil está ligada com a sua própria história, desde o seu período de ocupação em busca pelo ouro no interior do país. Assim, é possível dizer que a mineração é indispensável ao desenvolvimento socioeconômico.

A mineração ocupa um papel de destaque na economia do Piauí e o crescimento tende a continuar por conta não somente da conjuntura econômica do país, como também devido a ações governamentais focadas em dois grandes empreendimentos: a Ferrovia Transnordestina, que dotará o Piauí de acesso ferroviário aos portos de Pecém (Ceará) e Suape (Pernambuco), e a Zona de Processamento de Exportação (ZPE) de Elizeu Martins, a qual contribuirá para o desenvolvimento das potencialidades locais e regionais.

Os recursos minerais, por princípio constitucional, constituem propriedades distintas do solo e pertencem à União (Artigo 176 da Constituição Federal). Daí derivam-se as modalidades legais ou formas de aproveitamento, com os procedimentos necessários para a exploração mineral legalizada.

Considerando a diversidade de substâncias minerais, o grau de dificuldade de seu aproveitamento, o destino da produção obtida, além de aspectos de caráter social, a exploração mineral é realizada pelas modalidades legais ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais abaixo relacionados:

Regimes de Autorizações e Concessões – previstos para todas as substâncias minerais (Artigo 2º do Código de Mineração);

- **Regime de Licenciamento** – para substâncias de emprego imediato na construção civil, argila vermelha, e calcário para corretivo de solos; e facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele obtiver expressa autorização (Artigo 2º do Código de Mineração);
- **Regime de Permissão de Lavra Garimpeira** – aplicado ao aproveitamento das substâncias minerais garimpáveis (Artigo 2º do Código de Mineração);
- **Regime de Extração** – restrito a substâncias de emprego imediato na construção civil, por órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, para uso exclusivo em obras públicas por eles executadas diretamente (Parágrafo Único do Artigo 2º do Código de Mineração).

Em todas essas modalidades de exploração mineral, o objetivo é a obtenção de um título que credencie seu possuidor ao aproveitamento do recurso mineral.

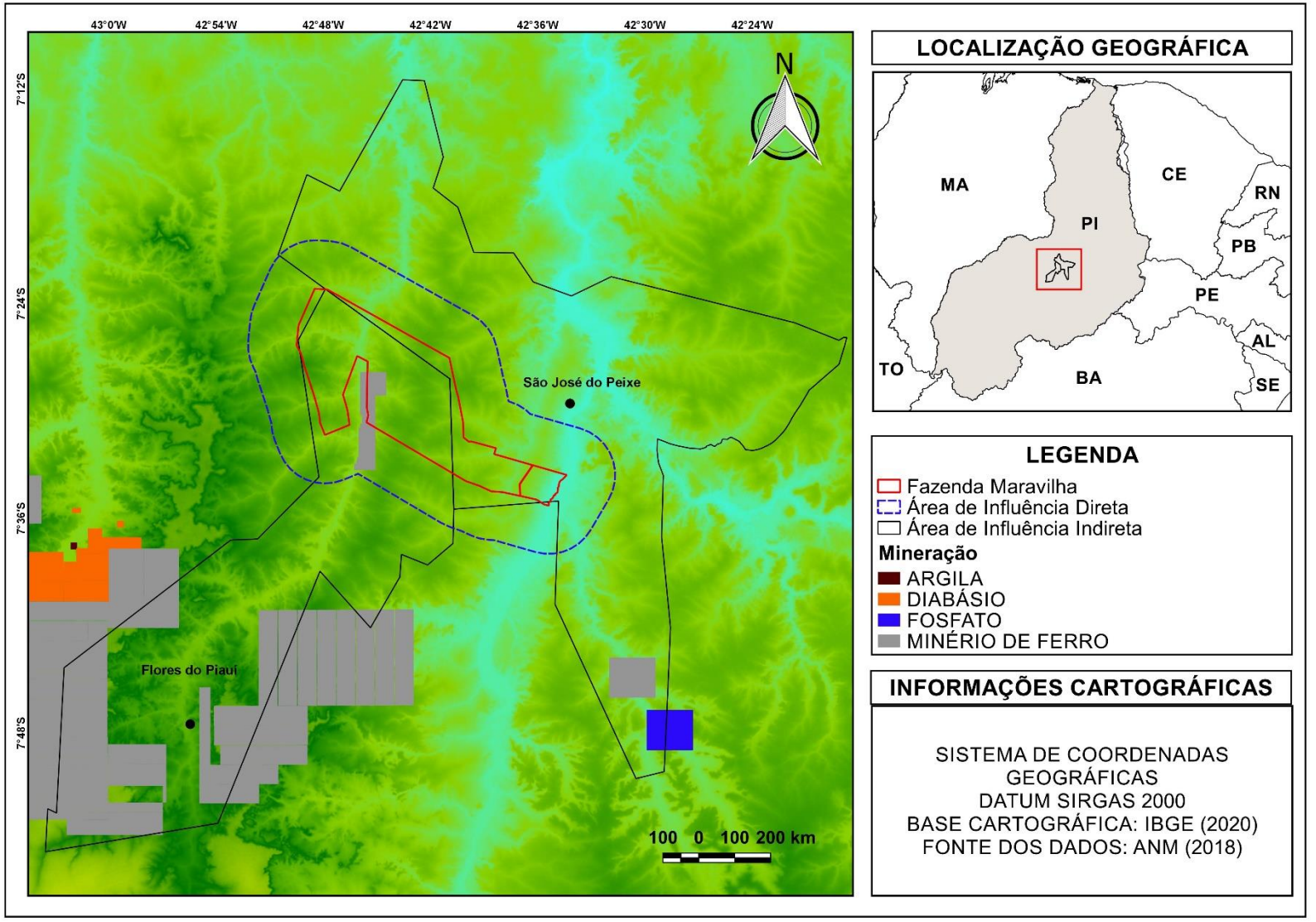
Assim, realizou- se a identificação junto a ANM dos processos de extração de minerais existentes na Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) com a localização geográfica das diferentes áreas registradas, incluindo informações sobre a situação dos processos (requerimento/ autorização de pesquisa ou lavra), que contam no Mapa 3.

Na área de estudo realizou-se uma análise e um mapeamento da potencialidade mineral e que foram identificados que na AID encontra-se um processo voltado para a exploração do minério de ferro que está na fase de autorização para a pesquisa.

Na AII encontram se processos voltados a exploração de minério de ferro, argila, fosfato e diabásio. Com relação a exploração de minério de ferro, os processos encontram-se na fase de autorização para a pesquisa. A exploração de argila já se encontra na fase

de licenciamento. A exploração de fosfato, voltado para a produção de fertilizantes, encontra-se na fase de autorização para a pesquisa. E a exploração de diabásio também se encontra na fase de autorização para a pesquisa.

Mapa 3. Potencialidade mineral da Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) da Fazenda Maravilha, Piauí.

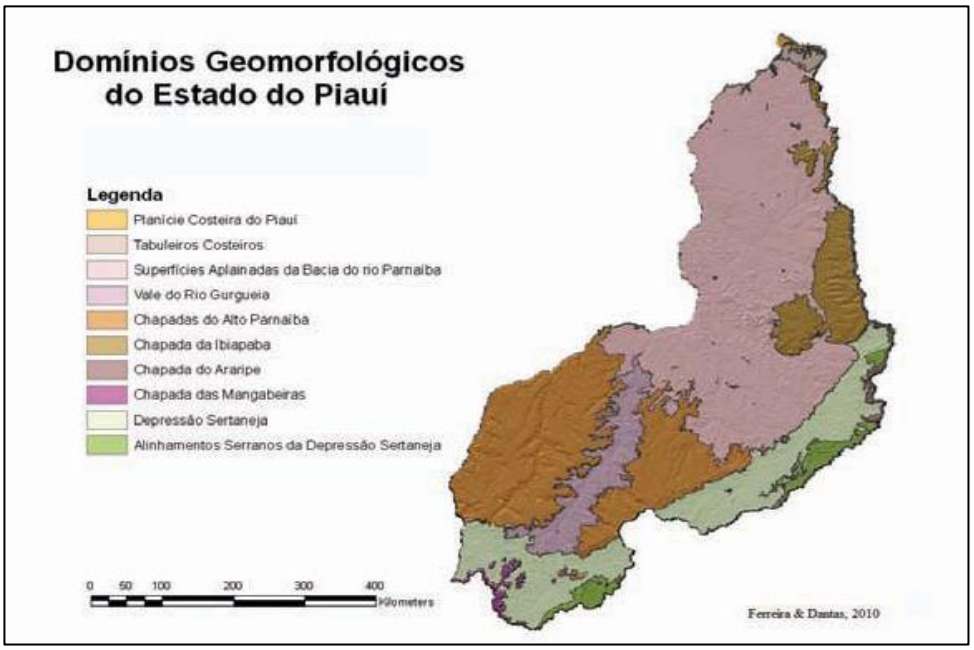


Caracterização das unidades geomorfológicas presentes na área de estudo e seu entorno, a declividade das vertentes e a presença ou a propensão a ocorrência de processos erosivos ou de assoreamento e inundações sazonais;

O estudo geomorfológico reveste-se de grande importância em estudos ambientais, pois procura mostrar a distribuição espacial dos conjuntos de formas que compõem cada compartimento estrutural-topográfico, suas origens e características evolutivas, dados estes indispensáveis, principalmente, aos trabalhos de levantamento e exploração de recursos naturais renováveis (Lima, 1987).

Com base na classificação dos domínios morfoclimáticos do Brasil (Ab´Saber, 1969), o relevo do estado do Piauí insere-se nos Domínios das depressões intermontanhas e interplanálticas das caatingas; Domínio dos chapadões semiúmidos tropicais do cerrado estas separadas por uma faixa de transição. Segundo CPRM (2010) o Piauí foi compartimentado em nove domínios, sendo que a área de estudo está inserida no domínio das Chapadas do Alto Parnaíba e no domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba.

Figura 18. Domínios geomorfológicos do estado do Piaui.



Fonte: Ferreira e Dantas (2010)

Unidades geomorfológicas

Para a realização da análise e do mapeamento das características do relevo, foram desenvolvidos procedimentos para os mapas com base no Modelo de Elevação do Terreno SRTM. Para cada uma, foi aplicado uma metodologia de classificação e técnica de geoprocessamento específica, com uso de ferramentas do software QGis 2.18.1.

O mapa de unidades de relevo foi elaborado a partir do cruzamento das informações de declividade e hipsometria. Foi estabelecida uma classificação da altitude no MDE considerando o intervalo de 50 metros. Com o mapa de declividade classificado, realizou-se uma reclassificação dos arquivos raster e em seguida foi feita a composição das duas variáveis. As informações do relevo sombreado também foram levadas em consideração para realizar essa caracterização. As definições das unidades tomaram-se como base a CPRM (2014).

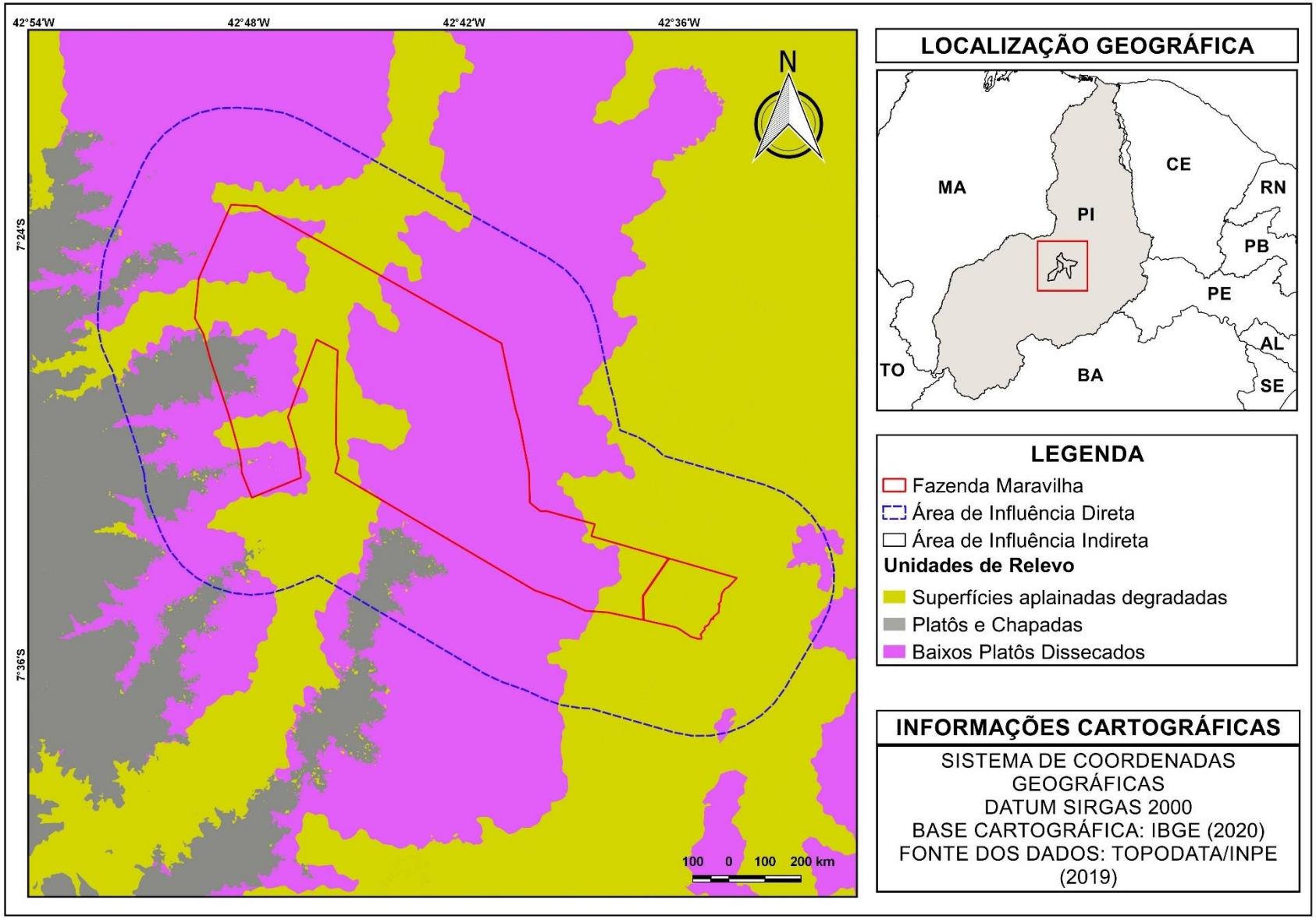
No domínio das Chapadas do Alto Parnaíba e no domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba identificaram-se as seguintes unidades de relevo (Tabela 4 e Mapa 4): Baixos Platôs Dissecados, a unidade mais representativa, com a extensão de 540,61 Km², cerca de 76,24% da área total; unidade de relevo chapadas e Platôs, com 13,86 Km², ou seja, 1,95 % da Bacia; unidade Superfícies Aplainadas Degradadas, com a abrangência de 154,56 Km², representando 21,79 da área. A seguir discorremos sobre estas unidades de acordo com CPRM (2010).

Tabela 4. Unidades de relevo da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Unidades de relevo	Área (km²)	%
Planaltos e baixos platôs	13,86	1,95
Baixos platôs dissecados	540,61	76,24
Superfícies aplainadas degradadas	154,56	21,80

Fonte: IBGE (2020).

Mapa 4. Unidades de relevo da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



A unidade dos baixos platôs dissecados, de acordo com CPRM (2010), consiste em relevos de degradação em rochas sedimentares, com superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, fracamente dissecadas em forma de colinas tabulares, que apresentam um sistema de drenagem constituído por uma rede de canais com baixa densidade de drenagem, que gera um relevo pouco dissecado de amplos topos tabulares e sulcado por vales encaixados com vertentes retilíneas e declivosas, resultantes da dissecação fluvial recente.

Os baixos platôs dissecados é a mais representativa da área de influência direta, ocupando uma área de 540,61 km^2, o que representa 76,25 % em valores percentuais. Compreendem relevos de degradação, concentrados em terrenos sedimentares paleozoicos, apresentando superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas em forma de colinas tabulares (Ferreira; Dantas, 2010).

Baseado em CEPRO (2006), as Superfícies Aplainadas Degradadas são representadas por vasta superfície arrasada por processos erosivos em diferentes níveis altimétricos, variando entre 50 e 300 metros, sendo superfícies suavemente onduladas, promovidas a partir de arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente, assim suas altitudes são muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade, variando de 0° a 5°.

As superfícies aplainadas degradadas abrangem uma área de aproximadamente 154,56 km^2, o que corresponde a 21,80 % da área de estudo. Compreendem conforme Ferreira e Dantas (2010, p. 51) em “superfícies de aplainamento, suavemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente”.

As chapadas e platôs se concentram em 13,86 km^2, correspondendo a 1,95 % da área total de estudo. As chapadas e platôs são relevos de degradação, que apresentam superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, com topos planos ou aplainados, pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas (Ferreira; Dantas, 2010).

Unidades de paisagens

O mapa de Unidades de Paisagens possibilita uma melhor compreensão da área de estudo, a partir desse mapeamento é possível fazer diversas análises e avaliações, dependendo do objetivo proposto. Para estabelecer os critérios que serão levados em consideração no momento da análise é necessário estabelecer os objetivos e a escala de trabalho, visto que dependendo da escala, há mudanças em um mesmo critério de avaliação.

Para Amorim e Oliveira (2008), o mapa de Unidades de Paisagens possibilita uma melhor análise da área de estudo, a partir desse mapeamento é possível fazer diversas análises e avaliações, dependendo do objetivo proposto. Para estabelecer os critérios que serão levados em consideração no momento da análise é necessário estabelecer os objetivos e a escala de trabalho, visto que dependendo da escala, há mudanças em um mesmo critério de avaliação.

A delimitação de Unidades de Paisagem apresenta grande complexidade, pois a interação entre os diversos atributos do sistema natural e do sistema antrópico permite a identificação dos atributos responsáveis pela dinâmica da paisagem, como também identificar as principais fragilidades ambientais de cada unidade, elemento essencial na gestão do território

Dessa maneira, para a confecção do mapa de unidades de paisagem tomou-se como base o relevo como elemento chave, sendo utilizada a mesma base SRTM dos mapas de hipsometria, declividade e relevo sombreado. As características de geologia também foram usadas para a definição. A denominação das unidades foi feita a partir da toponímia e também considerando aspectos topográficos (tabela 5 e Mapa 5).

A unidade de paisagem superfície dissecada aplainada é a mais representativa, ocupando uma área de 414,70 km^2, o que representa 58,48% em valores percentuais. Esta unidade, de acordo com IBGE (2018), está assentada sobre as Coberturas Detrito-lateríticas que representa 99,44%, em seguida tem-se a Formação Longá ocupando 0,51% e a Formação Poti que ocupa 0,05%.

A superfície dissecada aplainada apresenta como solos mais representativos os Latossolos Amarelos Distróficos que abrange 80,91% da unidade e os Neossolos Litólicos Distróficos que representam 10,23%. Também se encontram os Plintossolos Pétrico Concrecionários perfazendo 8,86% do total de solos da unidade.

Já a unidade vale do rio Piauí abrange uma área de aproximadamente 156,63 km^2, o que corresponde a 22,10% da área. Essa unidade segundo IBGE (2018) está predominantemente assentada sobre a Formação Longá, que ocupa 95,64%, e em menor extensão as Coberturas Detrito-lateríticas, com 4,36% da área.

Apresenta segundo (IBGE, 2018) os seguintes tipos de solos: Plintossolos Pétrico Concrecionários, que compreende os mais representativos na área da unidade, com 36,13%; o segundo solo mais representativo são os Latossolos Amarelos Distróficos, com 29,57% do total de solos desta unidade. Os Neossolos Litólicos Distróficos representam 18,70%, enquanto os Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos e os Neossolos Quartzarênicos Órticos ocupam 12,50% e 3,10% respectivamente.

A unidade de paisagem vale do rio Mucaitá se concentra em 137,70 km^2, correspondendo a 19,42% da área total. De acordo com IBGE (2018), a maior parte da referida unidade assenta-se sobre a Formação Longá, que abrange 97,62% da unidade, a Formação Poti, ocupa 1,35% e as Coberturas Detrito-lateríticas que representam 1,03% da unidade.

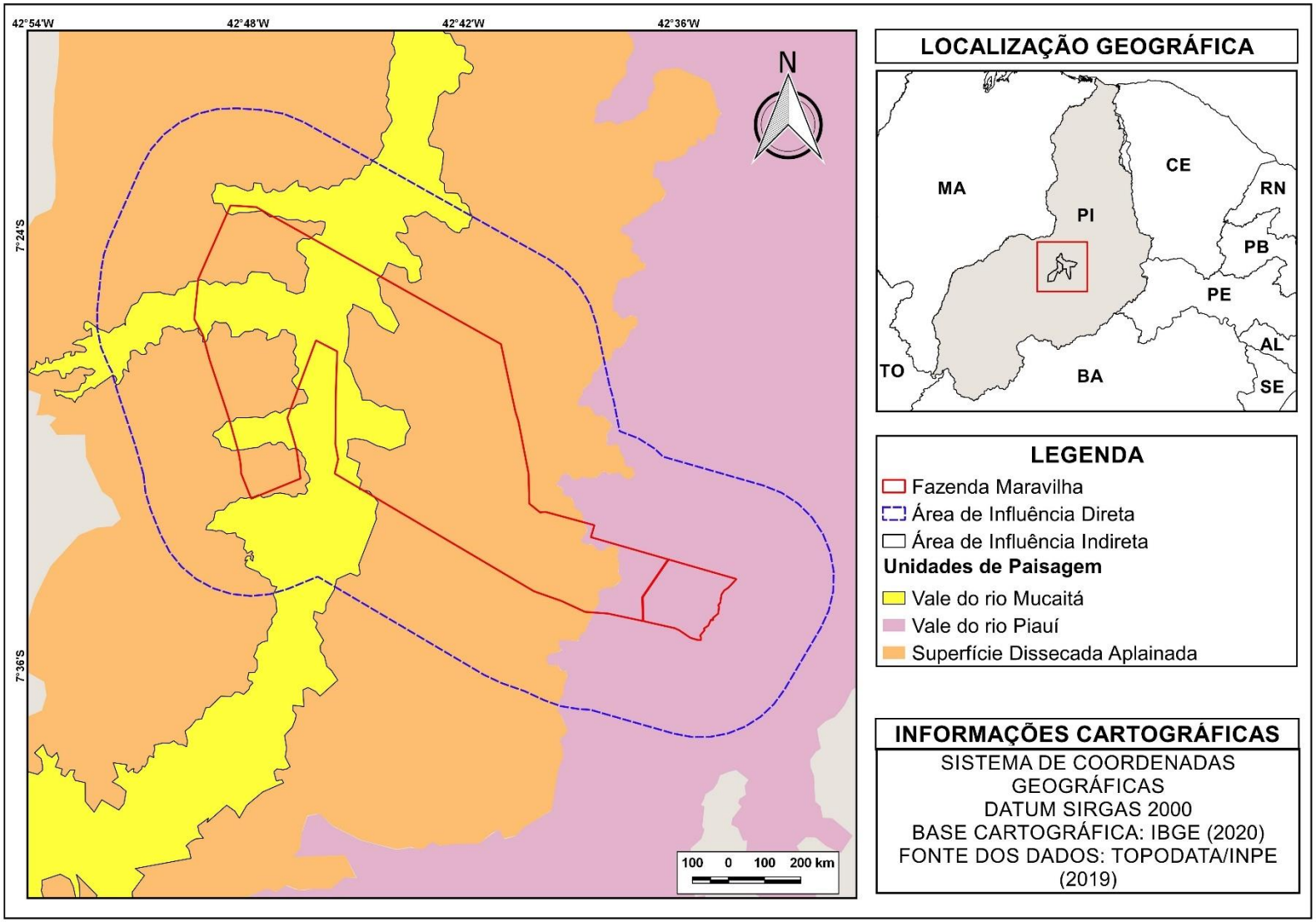
Os tipos de solos presentes segundo IBGE (2018) são os Plintossolos Pétrico Concrecionários que correspondem a 54,23%, em seguida vem os Latossolos Amarelos Distróficos que representam 37,38%, os Neossolos Litólicos Distróficos que ocupam 6,29%, e os Plintossolos Argilúvico Distrófico perfazendo 2,10% da totalidade dos solos.

Tabela 5. Unidades de paisagem da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Unidades de paisagem	Área (km²)	%
Superfície Aplainada Dissecada	414,70	58,48
Vale do Rio Piauí	156,63	22,10
Vale do Rio Mucaitá	137,70	19,42

Fonte: IBGE (2020).

Mapa 5. Unidades de relevo da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



Declividade

Conforme Santos (2015), é de fundamental importância ter conhecimento da declividade, que juntamente com a tipologia dos solos e a cobertura vegetal possibilitam determinar a maior ou menor velocidade de escoamento, infiltração, umidade do solo e armazenamento de água no subsolo. Assim, tem-se a possibilidade de realizar prognóstico sobre a maior ou menor vulnerabilidade à erosão ou o nível de fragilidade ambiental.

De acordo com Carvalho e Silva (2006), a declividade de uma área é considerada um parâmetro do relevo de grande importância para o manejo, pois determina o escoamento de água bem como o tempo de concentração desta ao longo da área. Logo, quanto maior for determinada declividade de um terreno, maior será a velocidade de escoamento e menor o tempo de concentração de água sobre o solo e consequentemente maior será as perspectivas de picos de enchentes e menor a infiltração.

Assim, a probabilidade de ocorrência de enchente ocasionada pelo desigual gradiente de infiltração da água traz como consequências diretas a maior ou menor grau de erosão hídrica no solo, sendo influenciada pela declividade média (determina a maior ou menor velocidade do escoamento superficial), juntamente com as características e configurações da cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra.

Para Gonçalves et al. (2007), sendo o tempo de concentração o período do percurso da água precipitada de um ponto mais elevado para o nível de base mais afastado, é considerado uma grandeza fundamental para a compreensão do escoamento produzido e também para o dimensionamento de sistemas de drenagem, armazenamento e controle, a sua determinação deve ser tão rigorosa quanto possível.

Para Porto e Filho (1999) a declividade dos terrenos tem uma relação importante e também complexa com a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo e a contribuição de água subterrânea ao escoamento do curso d'água. É um dos fatores mais importantes que controla o tempo do escoamento superficial e da concentração da chuva e tem uma importância direta em relação à magnitude da enchente. Assim, quanto maior a declividade, maior a variação das vazões instantâneas.

A declividade de encostas é um elemento muito estudado, sendo um dos fatores que contribuem em diversos processos de vertente, como movimentos de massa, e processos erosivos, além de interferirem nos processos de uso do solo, pois os mapeamentos possibilitam evidenciar a distribuição das inclinações do terreno na paisagem ao demonstrar as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal (Prina et. al, 2016).

Analisando a legislação ambiental brasileira no Brasil, junto a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), tem-se que todas as áreas que possuírem declividade acima de 45° ou 100% devem ser preservadas. Além disso, é importante analisar as áreas que possuem inclinações acima de 15%, pois, a partir desse valor, há a probabilidade de ocorrência de escorregamentos e movimentos de massa (Trentin; Robaina, 2005).

Logo, a declividade é um parâmetro importante, pois está diretamente associada ao tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água. Assim, é importante conhecer tais características para a empregabilidade de equipamentos agrícolas mecanizados e possibilitar interferências antrópicas observando a suscetibilidade dos solos à erosão.

Desse modo, têm-se as seguintes classes de relevo, conforme EMBRAPA (2009).

- Plano, com topografia horizontal, com desnivelamentos muito pequenos e declividades variáveis de 0 a 3%;
- Suave ondulado, com a superfície de topografia pouco movimentada e declives suaves de 3 a 8%;
- Ondulado, constituindo de superfícies topográficas pouco movimentadas, apresentando declives moderados de 8 a 20%;
- Forte ondulado, com superfícies de topografia movimentadas com declives fortes de 20 a 45%;
- Montanhoso, topografia com predomínio formas acidentadas, constituída por desnivelamentos grandes, declives fortes ou muito fortes de 45 a 75%;
- Escarpado, com predominância de formas abruptas, de superfícies muito íngremes, geralmente ultrapassando 75%.

A Tabela 6 apresenta os Intervalos de Declividade Média (DM) com respectivas denominações das classes.

Tabela 6. Intervalos de Declividade Média (DM) com respectivas denominações das classes

Intervalos de DM (%)	Classes
0 a 3	Plano
3 a 8	Suave ondulado
8 a 20	Ondulado
20 a 45	Forte Ondulado

Fonte: EMBRAPA (2009).

Em relação a declividade, o mapeamento foi realizado com base no Modelo de Elevação do Terreno SRTM. A elaboração do mapa com as características de declividade se baseou na classificação da EMBRAPA (2009), considerando a variação de relevo plano a ondulado.

Com relação a área do empreendimento constata-se se predomínio de baixas declividades variando de plano a suave ondulado (Figura 19 e Mapa 6).

Mapa 6. Unidades de relevo da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

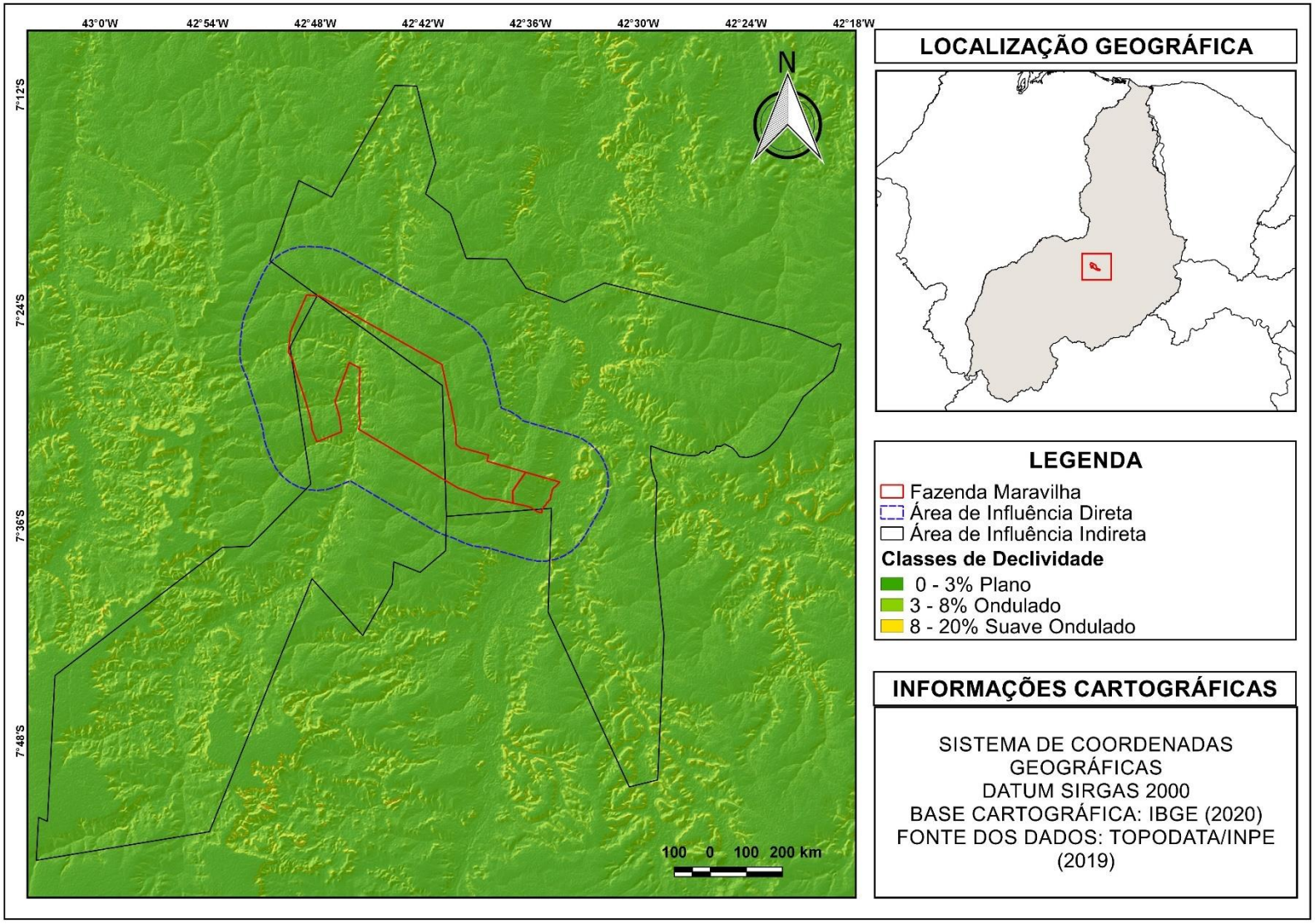


Figura 19. Relevo da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Através da Tabela 7 pode-se inferir que a primeira classe mais representativa diz respeito a Plano, com declives entre 0 a 3%, correspondendo a 97,65% da área em estudo; 2,15% da área possui declividades classificada como Suave Ondulado, com declives entre 3 a 8%, sendo a segunda classe mais representativa; com 0,2%, a terceira classe mais expressiva é a Ondulado, com declives entre 8 a 20%.

Tabela 7. Intervalos de Declividade Média (DM) com respectivas denominações das classes, áreas e porcentagens correspondentes a Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Intervalos de DM (%)	Classe atribuída	Área (km²)	%
0 a 3	Plano	692,40	97,65
3 a 8	Suave Ondulado	15,30	2,15
8 a 20	Ondulado	1,33	0,2

Fonte: EMBRAPA (2009).

Caracterização dos solos, com a identificação da suscetibilidade à erosão e do potencial erosivo da área diretamente afetada pela atividade;

Segundo EMBRAPA (2006), o solo representa uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte da superfície continental da Terra, podendo ser interferidos pela ação antrópica e pela ação hídrica.

De acordo com Demattê e Demétrio (1995), a água consiste em uma substância fundamental para todos os seres vivos e embora simples quimicamente tem a capacidade de promover uma variedade de processos físicos, químicos e biológicos que influenciam consideravelmente quase todos os aspectos do desenvolvimento e comportamento do solo, desde o intemperismo dos minerais à decomposição da matéria orgânica e, do crescimento das plantas à contaminação do lençol freático.

No solo, a água promove a expansão e contração das partículas do solo, a aderência e a formação estrutural dos agregados, participa de reações químicas que liberam ou retêm nutrientes, criam acidez ou intemperizam minerais de modo que seus elementos constituintes eventualmente contribuem para a salinidade dos oceanos.

As interações entre o solo e a água influenciam muitas funções ecológicas e práticas de manejo do solo. Estas interações determinam quanto da água da chuva infiltra através do solo ou escorre sobre sua superfície. O controle desses processos determina o movimento de substâncias químicas para os lençóis subterrâneos e de substâncias químicas e partículas erodidas para rios e lagos. As interações afetam a taxa de água perdida através da lixiviação e evapotranspiração, o balanço entre ar e água nos poros do solo, a taxa de variação na temperatura do solo, a taxa e o tipo de metabolismo dos organismos do solo e a capacidade do solo em armazenar e disponibilizar água para as plantas.

Dessa maneira, em uma determinada área, a água irá influenciar diretamente, pois nas regiões em que os solos são pouco permeáveis, como áreas que predominam os neossolos litólicos, apresentam grande quantidade de canais de drenagem. Por outro lado, baixas densidades de drenagem, indicam solos profundos e permeáveis, ou seja, com altas taxas de infiltração e drenagem como os latossolos. Desse modo, os tipos de solo irão determinar as taxas de infiltração e escoamento superficial.

Classificação dos tipos de solos

Com relação ao Estado do Piauí, de acordo com Aquino (2010), a diversidade mineralógica das rochas existentes associada aos mecanismos naturais de intemperismo origina diversos tipos de solo.

Para o Estado do Piauí, temos como base o levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Piauí, realizado com o apoio da Embrapa e SUDENE, em 1986, apresentando uma visão geral dos diversos solos existentes no estado. Jacomine et al. (1986) relatam que o trabalho objetiva um levantamento dos recursos relativos nos solos, como vista a confecção de um mapa de solos de todo o Brasil, em escala 1:1.000.000. Estudos mais recentes retratam uma atualização dos solos, tendo como base os mapeamentos realizados pelo projeto RADAMBRASIL, seguindo a nova caracterização do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SIBCS), publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estáticas (IBGE), através da Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

A pesquisa realizou levantamentos de solo com o nível de detalhamento de 1:250.000 (Diretoria de Geociências - DGC / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – CREN, 2013), através de imagens de satélites e verificação no campo. Na elaboração do mapa de solos, foi utilizado *shapefiles* da base de dados que se encontram disponíveis no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018). Esses dados consistem em uma atualização dos estudos de RADAMBRASIL, correspondente às Folhas SB.23 – Teresina e SB.24 Jaguaribe, em escala 1.250.000. mapa pedológico apresenta-se dados sobre os tipos de solos.

No Qgis, os arquivos vetoriais das características acima destacadas foram recortados com base na ferramenta Vetor > Geoprocessamento > Recortar, utilizando como arquivo de entrada os *shapes* dos aspectos e como arquivo de recorte o *shapefile* da área. No mapa pedológico foram identificados os tipos de solos da primeira ordem de classificação.

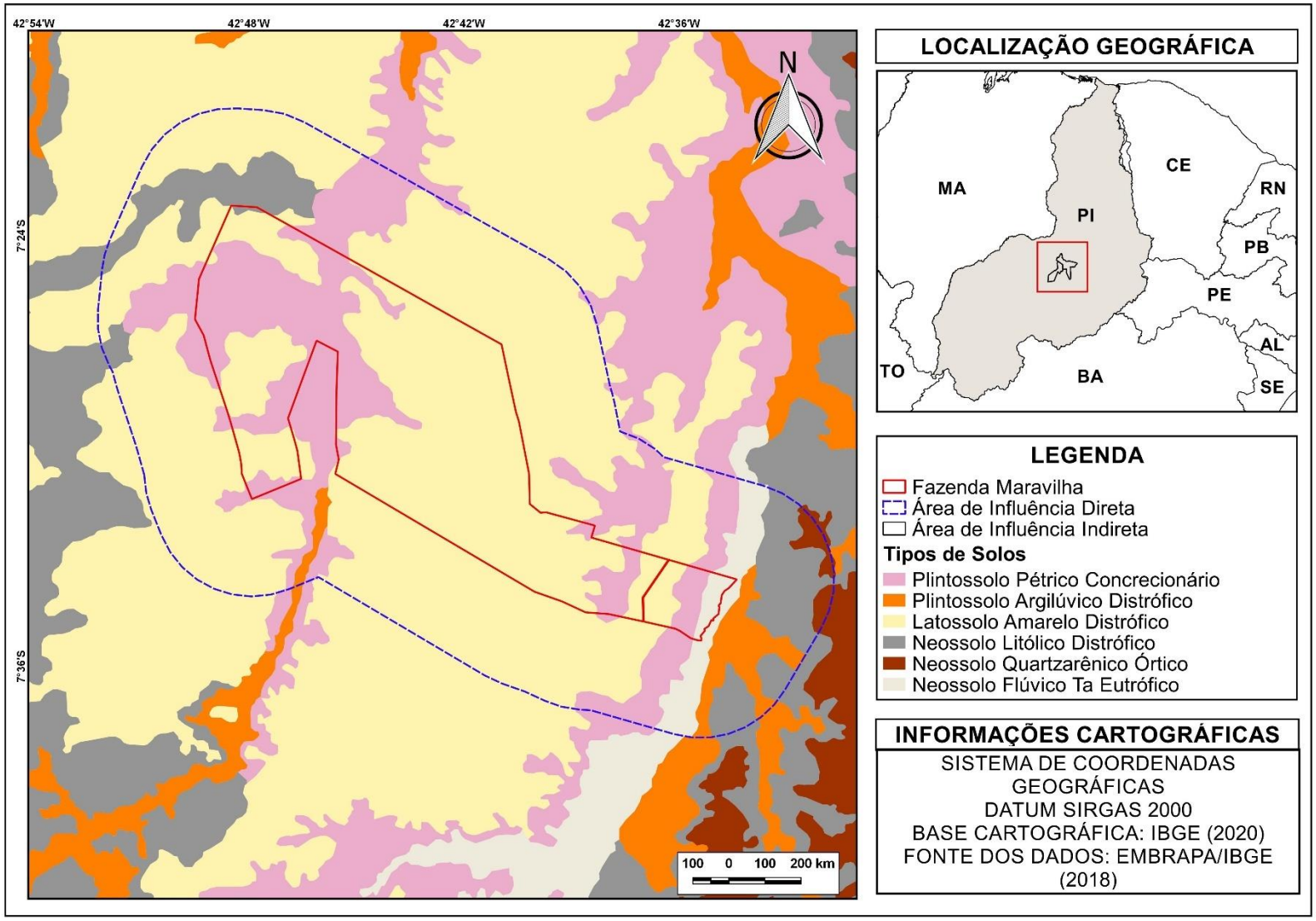
Para a área de estudo, pautando-se no Sistema de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), identificaram-se as seguintes classes de solos, até o **3º nível** categórico de classificação: LATOSSOLO AMARELO distrófico, PLINTOSSOLO PÉTRICO concrecionário, NEOSSOLO LITÓLICO distrófico, NEOSSOLO FLÚVICO ta eutrófico, PLINTOSSOLO ARGILÚVICO distrófico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ortico.

Tabela 8. Classificação pedológica para a Área de Influência Direta da Fazenda Maravilha, Piauí.

Tipos de solo	Área (km²)	%
Latossolo Amarelo Distrófico	457,63	64,57
Plintossolo Pétrico Concrecionário	153,57	21,66
Neossolo Litólico Distrófico	55,35	7,80
Neossolo Flúvico Ta Eutrófico	19,59	2,76
Plintossolo Argilúvico Distrófico	18,27	2,57
Neossolo Quartzarênico Ortico	4,57	0,64

Fonte: IBGE (2020).

Mapa 7. Tipos de solos da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



O solo Latossolo Amarelo, corresponde a classe de solo predominante na área de estudo, com cerca de 457,63 km² e 64,57% da área total. Segundo EMBRAPA (2006), os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, não apresentando minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e o Latossolo Amarelo, especificamente são formados por material mineral, cujo horizonte B Latossólico encontra-se imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico.

A classe de solo Neossolos, compreende solos constituídos por material mineral que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos. Na área em estudo, encontra-se os Neossolos Litólicos, a terceira classe mais significativa, abrangendo cerca de 55,35 Km² e os Neossolos Quartzarênicos, com 4,57 Km².

Os Neossolos Litólicos são solos formados por material mineral, não apresentando alterações significativas relacionadas ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos ou devido às características inerentes ao próprio material de origem, como forma de resistência ao intemperismo ou composição química, ou outros fatores de formação, que podem resultar no impedimento ou limitação da evolução dos solos (EMBRAPA, 2009). Esses solos constituem-se de material mineral ou material orgânico pouco espesso, geralmente, com menos de 30 cm de espessura, não apresentando horizonte B diagnóstico (IBGE, 2007).

Os Neossolos Quartzarênicos são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

Os Plintossolos distribuem-se por 24,23% da área em estudo, sendo Plintossolos Pétrico (21,66%) e Plintossolo Argilúvico (2,57%). São solos minerais, constituídos em condições de restrição à percolação da água, são suscetíveis ao efeito temporário de excesso de umidade, geralmente, são imperfeitamente ou pouco permeáveis e caracterizam-se por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas), são fortemente ácidos. Em geral, esses tipos de solos ocorrem em terrenos de várzeas, com relevo plano ou suavemente ondulado e, menos frequentemente, ondulado (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2009).

Suscetibilidade dos solos à erosão hídrica

Para Barbosa (2011) a erosão do solo compreende um conjunto de fenômenos naturais envolvendo a remoção e o transporte de sedimentos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e dos solos. Condicionada pela ação da gravidade e tendo como agentes a ação dos ventos e da chuva, além disso, influenciada pelas características do terreno tais como tipo de solo, declividade do terreno e não menos importante, pela ação antrópica, age continuamente na superfície do terreno em diversas escalas e representa um dos principais agentes naturais de transformação fisiográfica da paisagem.

O escoamento superficial provoca a chamada erosão laminar, ocorre em geral quando a remoção de partículas do solo se dá uniformemente na superfície do terreno, esse processo ganha maior magnitude quando a ausência de cobertura do terreno, podendo chegar a estágios bem mais acelerados como a erosão em sulcos, ravinas e voçorocas, essas ocorrem quando o processo erosivo é gerado pelo fluxo de água concentrado.

Dessa maneira, para melhor caracterizar os processos erosivos bem como a vulnerabilidade a erosão com relação as chuvas da área do empreendimento realizaram-se análises voltadas ao estudo da suscetibilidade à erosão hídrica da área diretamente afetada pela atividade e do potencial erosivo da área diretamente afetada pela atividade a partir da análise da erodibilidade dos solos.

Segundo Waltrick (2010), a erosão hídrica é uma das principais causas de perdas de solo na maioria das regiões do planeta. Nas regiões tropicais e subtropicais estas perdas são maiores, devido à elevada Erosividade das chuvas. A Erosividade da chuva se define pela sua capacidade potencial em causar erosão através do impacto das gotas das águas pluviais em camadas superficiais do solo. A energia cinética empregada em tal processo é resultante, não apenas da intensidade, como também da duração e frequência dos episódios pluviais.

O índice de Erosividade da chuva, também conhecido como (R), é considerado o principal elemento na determinação das quantidades de solo perdidos por erosão, e que segundo Freire et.al. (2001), responde por cerca de 90% desta perda. O fator R, é um valor numérico que representa o potencial da chuva e escoamento superficial para proporcionar erosão hídrica em uma área descoberta, podendo variar com as características e, portanto, com a variabilidade espacial e temporal das chuvas (Wischmeier; Smith, 1978).

A erosividade da chuva depende da intensidade na qual ocorre e da sua energia cinética, que determinam o trabalho erosivo das gotas de chuva sobre a superfície do solo. Segundo Wischmeier (1959), a energia cinética total da chuva (E) e a sua intensidade máxima em 30 minutos (I^{30}), expressa como índice EI^{30}, são os parâmetros pluviométricos que melhor se correlacionam às perdas de solo por erosão hídrica. O somatório dos valores mensais de EI^{30}, de um período de vinte ou mais anos, é denominado fator R (MJ mm $ha^{-1}h^{-1}$), sendo um índice numérico que expressa a capacidade de a chuva provocar erosão em um solo sem cobertura (Bertoni; Lombardi Neto, 1999).

Com relação ao mapa do potencial dos Solos à Erosão Hídrica, este corresponde a sensibilidade dos solos à erosão hídrica em sua ambiência, ou seja, considerando a situação topográfica e as condições climáticas às quais se encontram. Foram utilizados como arquivos de entrada, o mapa de erodiblidade dos solos em arquivo vetor, o mapa de Erosividade das chuvas da Embrapa Solos e o mapa de declividade da área de estudo

O mapa de Erosividade da Chuva tem suas bases baseou-se nas estimativas anuais do Fator R para todo o Brasil, considerando os dados mensais de precipitação da rede de Zoneamento Agrícola do Risco Climático (ZARC) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). No total, foram utilizados dados de 3.659 estações pluviométricas, sendo 3.294 da rede ZARC e 365 da CPRM.

De acordo com com Embrapa (2020) a erosividade para o Brasil foi determinada a partir das equações do índice de erosividade estimado conforme Equação (1) proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992). O referido método estima com relativa precisão os valores de Erosividade para longos períodos. A equação a seguir baseia-se em regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva.

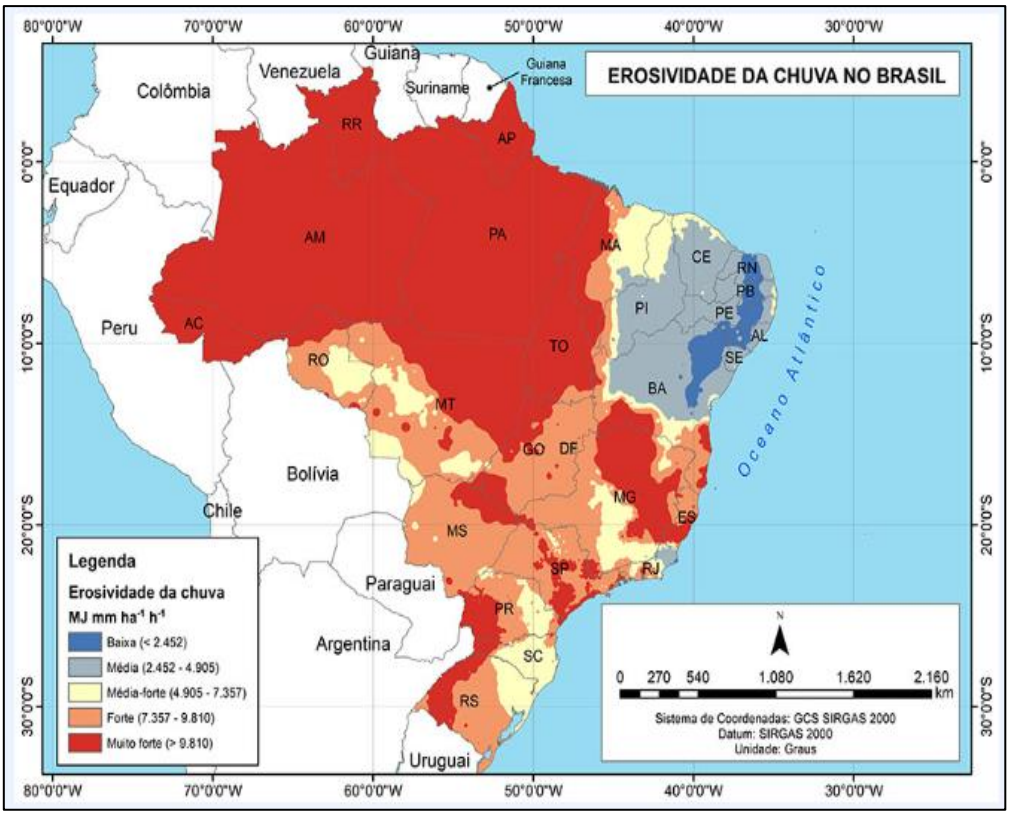
$$\mathbf{E = 67{,}355\ (R^2/P)^{0{,}85}} \qquad \text{Eq. 1}$$

Em que: E = média mensal do índice de erosão(t/ha.mm/h); R = precipitação média mensal em mm; P = precipitação média anual em mm.

Essas equações deram origem a pontos no ambiente SIG do ArcGIS, um sistema de informações geográficas para trabalhar com mapas. Com o estabelecimento dos vínculos entre as equações utilizadas e as estações pluviométricas, o próximo passo foi calcular, na planilha eletrônica, o índice de erosividade para cada um dos meses e estações

pluviométricas. O somatório do índice de erosividade de cada mês resultou na erosividade da chuva anual de cada estação e divididas em cinco classes de erosividade anual: baixa, média, média-forte, forte e muito forte (Figura 20).

Figura 20. Mapa da Erosividade da chuva para o Brasil.



Fonte: EMBRAPA (2020).

Os procedimentos metodológicos para o mapeamento foram desenvolvidos com base na integração dos mapas. Inicialmente foi transformado o mapa de erodibilidade dos solos em arquivo raster, sendo feito uma reclassificação, enquanto os mapas de erosividade das Chuvas e o Modelo Digital do Terreno já estavam no formato raster, foi feito apenas uma reclassificação. Estes foram então integrados, gerando os níveis de suscetibilidade em Muito Baixa; Baixa; Média; Alta; Muito Alta.

Com relação à área de estudo, a Fazenda Maravilha e seu entorno apresenta valores de Erosividade das chuvas com o potencial de erosão hídrica variando de muito baixa a muito alta. Os valores da Tabela 9 e Mapa 8 permitem afirmar que na área de estudo a maior parte de seu território estão situados na classe de baixa erosividade, correspondendo a 58,23% da área, que em valores absolutos representa 415,52 km².

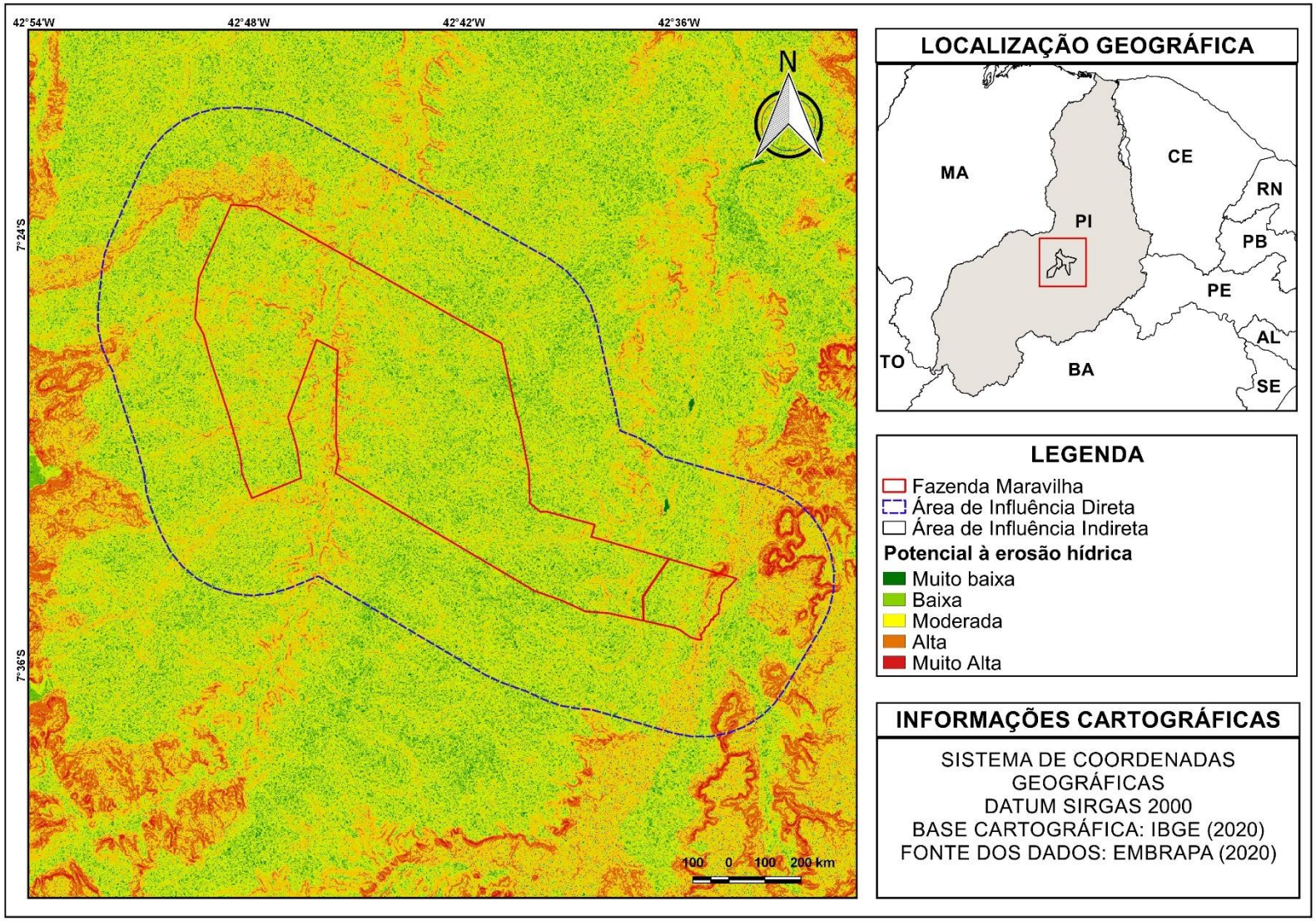
Tabela 9. Intervalos e classes de Erosividade das chuvas com respectivas áreas em porcentagens na Fazenda Maravilha e entorno, Piauí.

Classes de Erosividade	Área (km²)	%
Muito baixa	131,99	18,61
Baixa	415,52	58,23
Moderada	138,51	19,53
Alta	19,91	2,80
Muito alta	3,10	0,43
	709,03	100

Fonte: Embrapa (2020).

Dessa maneira, constata-se que as classes com maiores valores de Erosividade, moderada, alta e muito alta, se concentraram nas áreas em que há predomínio de solos do tipo PLINTOSOLOS, áreas que apresentam declividade suave ondulado e concentram-se nas proximidades do leito do Rio Mucaitá e do Rio Piauí, correspondendo cerca de 22,8% do total da área.

Mapa 8. Erosividade hídrica de solos da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



Erodibilidade dos solos

Para Vitte e Mello (2007) a Erodibilidade do Solo é o efeito conjunto dos processos que responsáveis pela recepção da chuva e a resistência do solo para desagregação de partículas e posterior infiltração. Esses processos são influenciados pelas propriedades do solo, assim como a distribuição do tamanho das suas partículas, estabilidade estrutural, conteúdo de matéria orgânica, natureza dos minerais de argila e constituintes químicos.

Crepani et al. (2001) afirmam que o processo de erosão dos solos ocorre de forma integrada e sofre influência de múltiplos fatores, onde as condições físicas e químicas dos vários tipos de solo revelam maior ou menor resistência aos processos erosivos da ação das águas, topografia, cobertura vegetal. Dessa maneira, a erodibilidade dos solos é resultante da interação entre as condições intrínsecas do solo, tais como a composição mineralógica e granulométrica, características físicas e químicas, além das condições externas relacionadas ao manejo.

Assim, pode-se afirmar que a Erodibilidade dos Solos (K) é representada pela suscetibilidade à erosão para determinado tipo de solo, sendo influenciada pelos fatores sumariados a seguir: a textura do solo, que indica os teores de areia, de silte e de argila; a densidade das partículas e do solo, que controla a erodibilidade e afeta outros elementos; a porosidade, que é inversa a densidade do solo; o teor dos agregados, quantidade de agregados em relação a outros elementos do solo; a estabilidade dos agregados, influenciado pela argila e matéria orgânica existente no solo (Santos, 2015).

Bertoni e Lombardi Neto (2005) apontaram que as propriedades do solo que influenciam sua erodibilidade são aquelas que afetam a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade total de armazenamento de água, e que promovem a resistência às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva e escoamento.

O Mapa de suscetibilidade à erosão expressa a capacidade do solo em resistir aos processos erosivos. Corresponde ao fator K da Equação Universal de Perda de Solo (USLE - Universal Soil Loss Equation; Wischmeier) (Wischmeier e Smith, 1978; Renard et al., 1997), onde esse fator é influenciado pelos atributos intrínsecos do solo, como a granulometria, a estrutura, o conteúdo de carbono orgânico, a permeabilidade, a profundidade, a presença ou ausência de camada compactada e a pedregosidade (Wischmeier; Smith, 1978; Ramalho-Filho; Beek, 1995).

Desse modo, os atributos das condições climáticas, do relevo e cobertura vegetal (Ramalho-Filho; Beek, 1995) não foram avaliados para a elaboração do mapa de

erodibilidade dos solos. Portanto, os níveis de erodibilidade foram representados em cinco (05) classes de intensidade para a erosão, sendo: Muito Baixa; Baixa; Média; Alta; Muito Alta, tendo como base a classificação estabelecida pela EMBRAPA (2020) em escala de 1:250.000.

Com relação a área de estudo, de acordo com as propriedades físicas e químicas do solo correspondente, constata-se que Erodibilidade está variando de média a alta (Tabela 10).

Tabela 10. Classes de Erodibilidade dos solos (K) com respectivas áreas em porcentagens para a Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.

Classes de Erodibilidade(K)	Área (km²)	%
Média	629,51	88,78
Alta	79,52	11,21
Total	709,03	100

Fonte: Embrapa (2020).

Quanto a Erodibilidade dos solos na área de estudo, identificados no Mapa 9, apresentam 88,8% de sua área situada na classe de Média Erodibilidade e 11,2% na classe de Alta Erodibilidade.

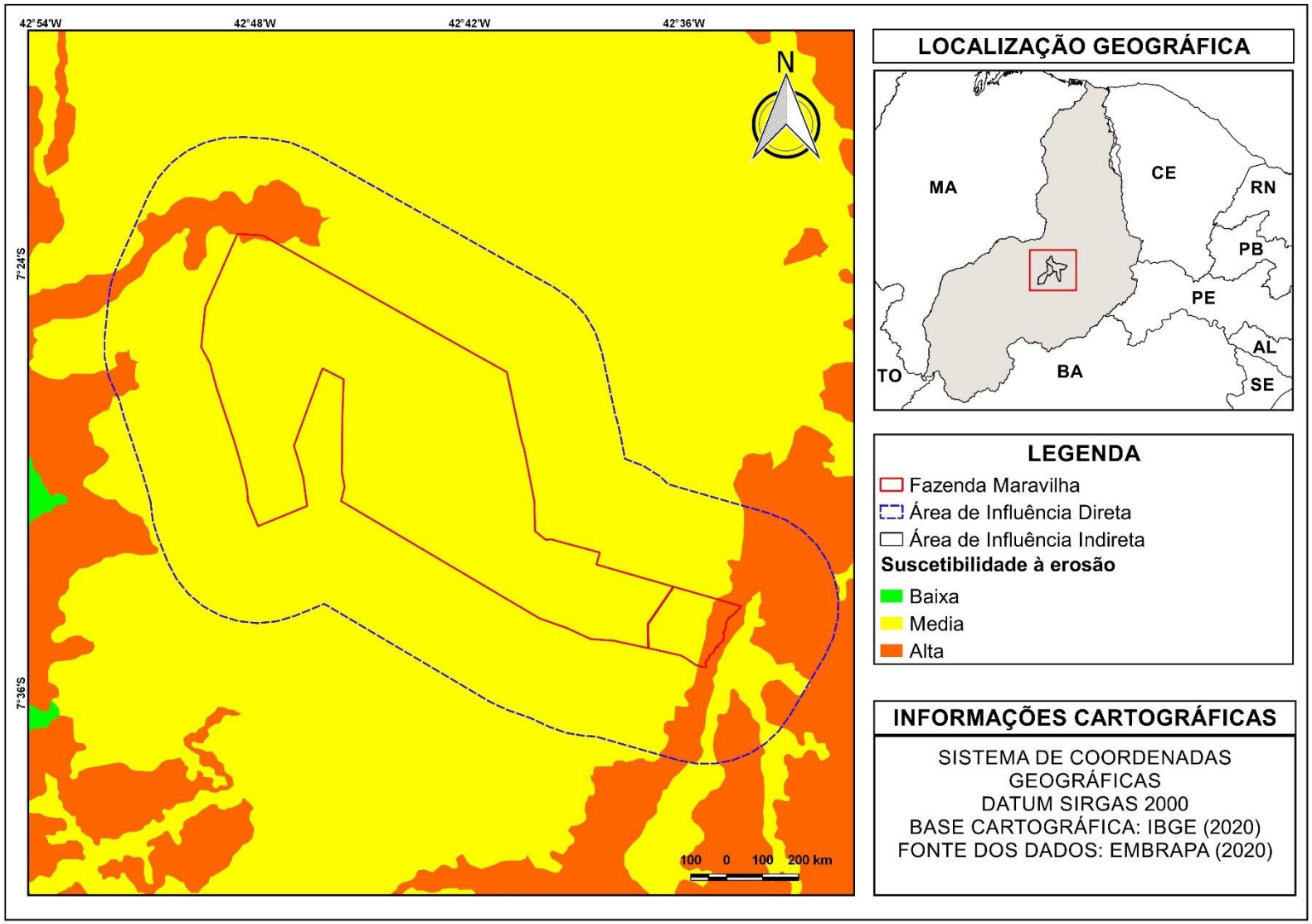
Observa-se no Mapa 9 que o predomínio da classe de média Erodibilidade na área está diretamente relacionado a predominância da ordem de solos dos Latossolos, que se caracterizam por ser solos intemperizados, profundos, bem drenados e com baixa capacidade de troca de cátions, com textura média ou mais fina (argilosa, muito argilosa), o que acarreta uma menor vulnerabilidade com relação aos processos erosivisos, abrangendo grande parte na área.

Vale ressaltar que a presença das classes que indicam uma maior suceptibilidade aos processos erosivos, a classe alta de Erodibilidade dos solos na área em análise pode ser explicada pela ocorrência da ordem de solos dos Plintossolos e Neossolos.

Os solos do tipo PLINTOSOLOS pétrico ou argiluvico são solos minerais, constituídos em condições de restrição à percolação da água, são suscetíveis ao efeito temporário de excesso de umidade, geralmente, são imperfeitamente ou pouco permeáveis e caracterizam-se por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas), são fortemente ácidos.

Os Neossolos Litólicos possuem alta suscetibilidade à erosão, principalmente, devido sua constituição dar-se por material mineral ou material orgânico pouco espesso. Os Neossolos Quartzarênicos apresentam em sua composição textural frações de areia grossa e areia fina. Esses solos aliados à concentração das precipitações, especificamente de janeiro a abril, e o alto a muito alto potencial de erosividade das chuvas, contribuem para aumentar a fragilidade da área em estudo.

Mapa 9. Erodibilidade solos da Área de Influência Direta (AID) da Fazenda Maravilha, Piauí.



c) Recursos hídricos

Caracterização e o mapeamento do sistema hidrográfico da área de influência com detalhamento da área de influência direta;

Caracterização do sistema hidrográfico como um todo e, em detalhe, do corpo hídrico principal, considerando-se suas características morfo-fluviais e sua dinâmica;

Mapeamento da rede hidrográfica, identificando a localização pretendida para a atividade, as características físicas da bacia hidrográfica e estruturas hidráulicas existentes.

Segundo Teodoro et. al. (2007), a caracterização hidrológica, bem como o levantamento morfométrico de uma bacia hidrográfica, é um procedimento importante para as análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo proporcionar o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.

A Bacia Hidrográfica, segundo Barrella (2001) é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático, sendo fundamental a análise dos parâmetros morfométricos a fim de identificar as principais características hidrológicas da Bacia Hidrográfica, compreendendo seu equilíbrio dinâmico e as vulnerabilidades naturais e potenciais com relação a ação antrópica, já que, qualquer modificação no sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

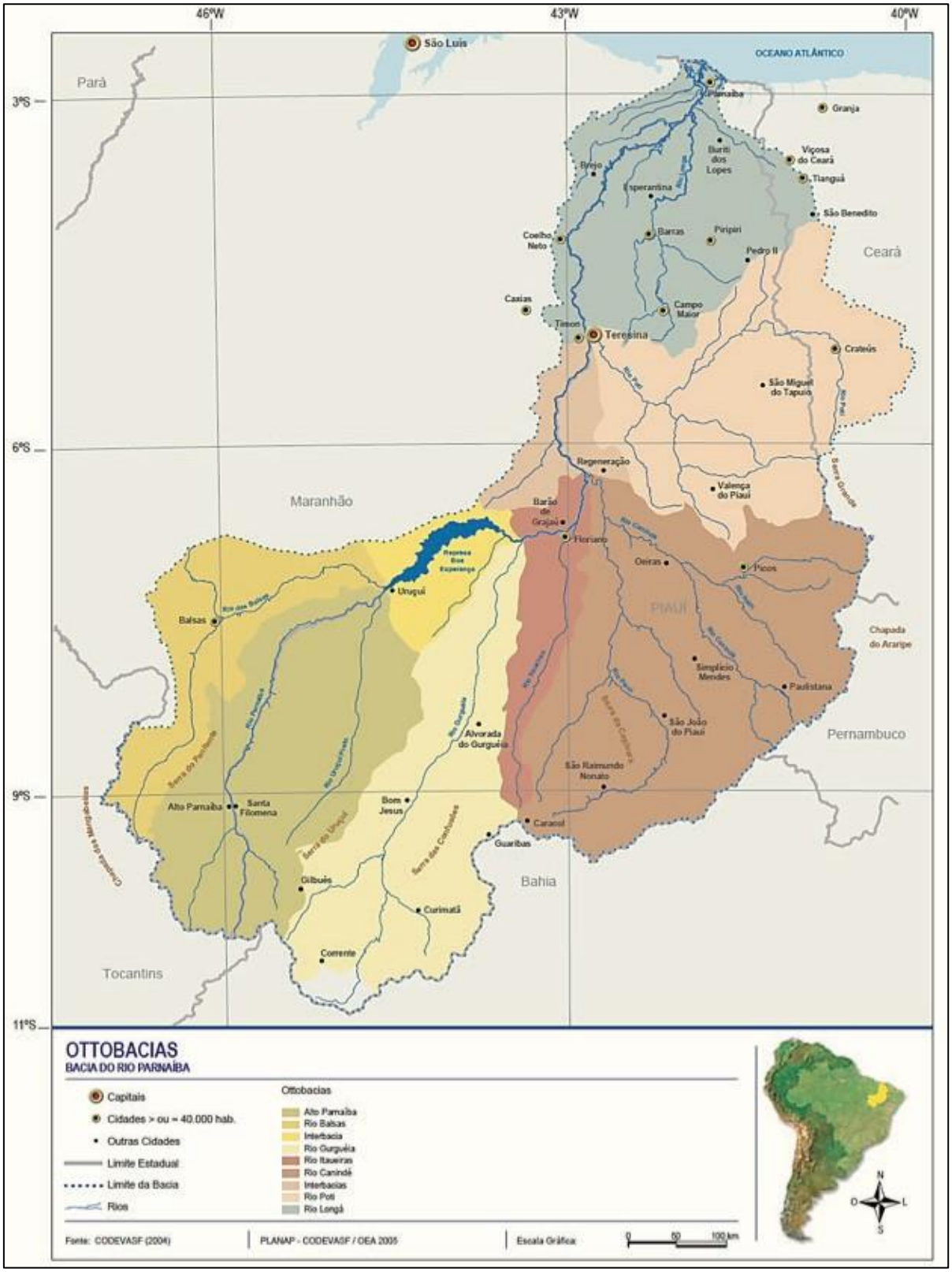
Vale ressaltar que o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é diretamente proporcional a suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e do tipo da cobertura vegetal existente (Lima, 1976). Assim, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração e quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, os escoamentos superficiais e sub superficial. Além disso, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (Tonello, 2005).

De acordo com Lima (2017), os principais rios que compõem o sistema de drenagem do Estado do Piauí correspondem aos rios da bacia hidrográfica do rio Parnaíba que podem ser considerados como sistemas hidrográficos sub-regionais, pela grande

abrangência espacial e complexidade ambiental que caracterizam suas bacias hidrográficas. Com relação ao rio Parnaíba, o trecho de sua bacia que se classifica como alto curso recebe os fluxos d'água desde suas nascentes principais até a foz do rio Gurgueia; como médio curso o trecho entre a foz do rio Gurguéia e a foz do rio Poti; e o trecho da foz do Poti até o delta é considerado como seu baixo curso (Baptista, 1974).

Baseado em Rivas (1993), o trecho que abrange o Vale do Alto Parnaíba é de rios totalmente perenes, que abrange uma área de 77.100 km² com uma vazão média anual de 253 m³/s, tendo uma disponibilidade hídrica livre de 7,9 bilhões de m³/ano para as descargas e realimentação dos aquíferos, cujos deflúvios diretos são de cerca de 15%. No Vale do Médio Parnaíba o espaço perene corresponde a uma área de 160.200 km^2, com uma vazão média em torno de 1.505 m³/s tendo uma disponibilidade hídrica livre de 47,5 bilhões de m³ de água anual para a circulação superficial e recarga dos aquíferos, dos quais o deflúvio direto é da ordem de 27,4%. No Vale do Baixo Parnaíba o estirão perene envolve uma área de 93.100 km^2, com uma vazão anual em torno de 2.455 m³/s tendo uma disponibilidade hídrica livre de 77,3 bilhões de m³ de água para a recarga e descarga dos aquíferos, dos quais o escoamento direto é da ordem de 36,7%.

Figura 21. Divisão hidrográfica da bacia do rio Parnaíba.



Quadro 2. Principais sub-bacias da região hidrográfica do rio Parnaíba.

Sub 1	Sub 2	Rio Principal	Estado / Área				Área Total
			Ceará	Maranhão	Piauí	Litígio Ceará/Piauí	
			(Km²)	(Km²)	(Km²)	(Km²)	(Km²)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas		25.570,6			25.578,3
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba		21.915,0	37.119,8		59.052,6
	Parnaíba 03	Gurguéia		159,0	52.140,5		52.315,3
	Parnaíba 04	Itaueiras		2.257,2	12.468,3		14.729,9
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé			75.067,2		75.089,9
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	12.121,2	6.179,4	41.667,8	1.965,2	61.951,7
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	1.568,9	9.410,5	31.033,7	797,3	42.823,1
Total			**13.690,1**	**65.491,7**	**249.497,2**	**2.762,4**	**331.441,5**

Fonte: CODEVASF, 2016

A área do empreendimento abrange duas sub- bacias hidrográficas, a bacia hidrográfica do Rio Piauí, um rio torrencial e intermitente, que nasce no sudeste piauiense, na divisa do estado da Bahia e percorre cerca de 380 km até desembocar no rio Canindé, alimentando ao longo de seu trajeto algumas lagoas importantes, como as de Nazaré, Quartel e Jenipapo (MMA, 2006), ocupando uma área de aproximadamente 37.716,0 km², representando 14,2% da área total do Estado, abrangendo, total ou parcialmente, 42 municípios e a bacia hidrográfica do Rio Mucaitá, que se localiza no sudoeste piauiense, ocupando uma área de aproximadamente 2127 km², representando 3,8% da área total do Estado, como pode ser visualizado no Mapa 10. A bacia abrange, total ou parcialmente, 9 municípios sendo: Flores do Piauí, Itaueira Floriano, Nazaré do Piauí, São Francisco do Piauí, São José do Peixe, Pajeú do Piauí, Canto do Buriti e Rio Grande do Piauí.

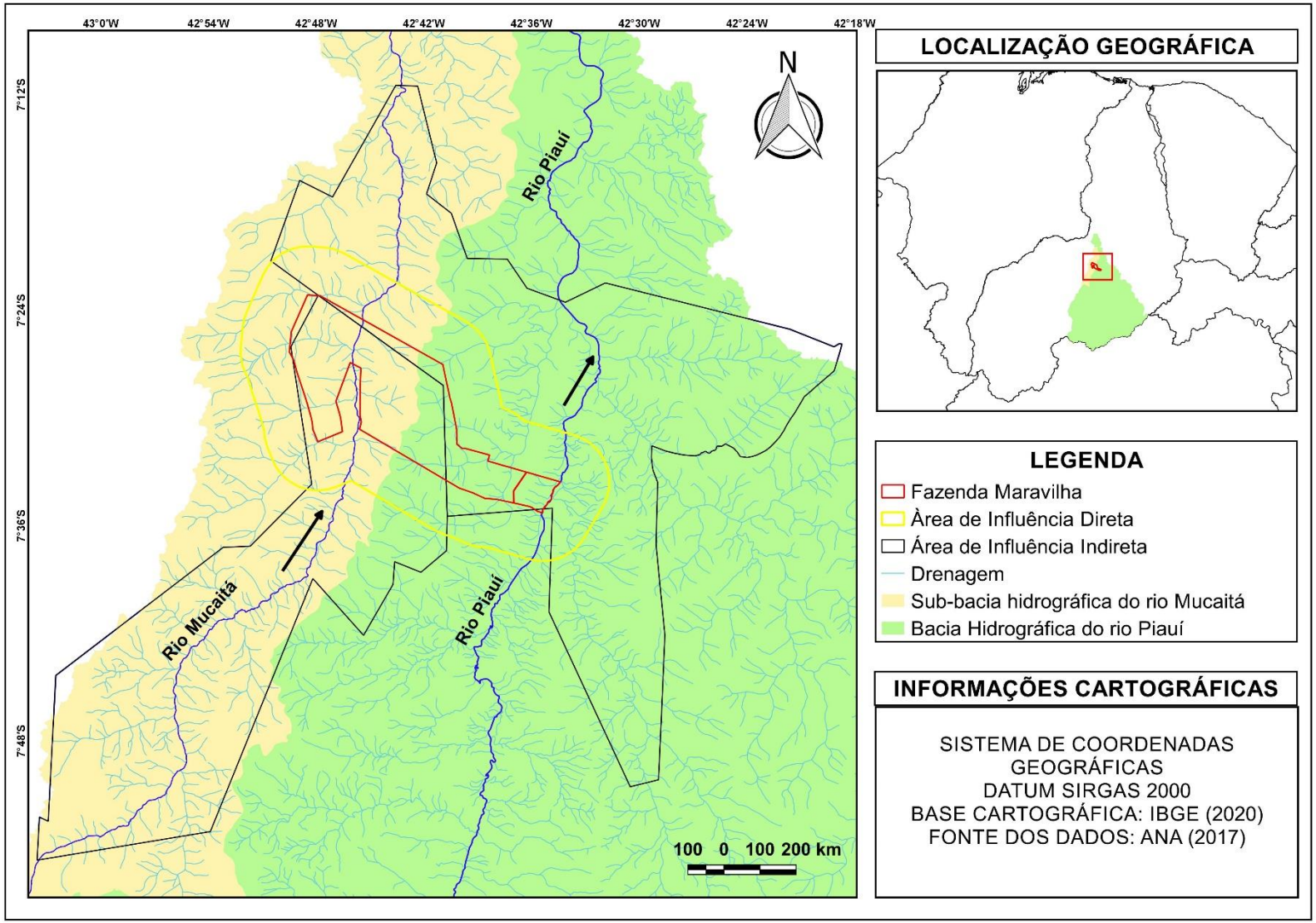
Para o levantamento e caracterização morfométrica das bacias hidrográfica realizou-se as seguintes etapas: i) pesquisa bibliográfica sobre o tema, baseando-se principalmente em Barrella (2001), Tonello (2005), Teodoro et. a.l (2007); ii) preparação da base cartográfica da rede de drenagem, modelo digital de elevação para a área de estudo e cálculos dos parâmetros morfométricos e iii) Tabulação e análise dos dados. Destaca-se que os procedimentos operacionais foram realizados com auxílio das ferramentas do software QGis 2.18.1, possibilitando organizar, processar, analisar e

interpretar os dados geográficos pertinentes à bacia, a partir das características geográficas, geométricas, da rede de drenagem e de relevo.

Para a delimitação das bacias hidrográficas da área de estudo (rio Piauí e rio Mucaitá) o mapeamento foi realizado com base no Modelo de Elevação do Terreno SRTM. Nessa etapa aplicou-se as ferramentas "*r.watershed*" e "*r.water.outlet*" do QGis para identificação das bacias, tomando como base as coordenadas geográficas da foz dos rios, gerando com esses plugins informações da direção de drenagem e os segmentos. Após a identificação foi feito uma vetorização manual das bacias hidrográficas no software QGis

Destaca-se que foram utilizados também os *shapefiles* da Bacia Hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba (ANA, 2017) para identificar e localizar os rios Piauí e Mucaitá, importantes cursos de água que drenam a área de estudo. Salienta-se a importância da utilização das cartas DSG do Exército como suporte nos procedimentos. Para o cálculo da área, perímetro, comprimento dos canais fluviais, número de rios e altitude, foram obtidas pelas calculadoras de campo e raster do software.

Mapa 10. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí e da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuitá na Fazenda Maravilha, Piauí.



Quadro 3. Parâmetros morfométricos utilizados na análise da bacia hidrográfica do Rio Piauí e Rio Mucaitá, Piauí.

VARIÁVEL	PARÂMETRO	EQUAÇÃO	DEFINIÇÃO	UNIDADE
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	Área (A)	A	A= área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal.	Km²
	Perímetro (P)	P	P = comprimento da linha imaginária ao longo dos divisores de águas.	Km²
	Fator forma da bacia (Ff)	$Ff = \frac{A}{L^2}$	A = área da bacia em km2; L = comprimento do eixo (km).	
	Índice de circularidade (Ic)	$IC = \frac{12,57\ A}{P^2}$	A = área da bacia em km². P = perímetro da bacia em km².	
	Coeficiente de compacidade (Kc)	$Kc = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	A = área da bacia em km². P = perímetro da bacia em km².	
CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM	Comprimento total dos cursos d'água (L total)	L	L = comprimento total dos cursos d'água (L total em km)	Km
	Densidade de drenagem (Dd)	$Dd = \frac{Lt}{A}$	Lt = comprimento total dos canais em km; A = área da bacia em km².	Km/Km²
	Ordem dos cursos de água		Horton (1945)	
	Densidade Hidrográfica	$Dh = \frac{N}{A}$	N= número de rios ou cursos d'água; A= área de drenagem.	
CARACTERÍSTICAS DO RELEVO	Altitude máxima	Hmáx	Hmáx = altitude máxima	M
	Altitude mínima	Hmín	Hmin = altitude mínima	M
	Altitude media	$\frac{Hmín+Hmáx}{2}$	Hmin = altitude mínima Hmáx= altitude máxima	M
	Amplitude altimétrica	Ht	Ht=amplitude altimétrica	M
	Índice de rugosidade	Ir = Ht x Dd	Ht = amplitude altimétrica em m; Dd = densidade de drenagem em km/km².	
	Declividade		EMBRAPA (2009)	%

Fonte: Tonello (2005).

A caracterização e análise das características fisiográficas e morfométricas das bacias hidrográficas proporciona um melhor entendimento dos diversos fatores que determinam a vazão e a drenagem de um rio, sendo importante para fazer comparações entre bacias bem como avaliar os fenômenos passados e fazer extrapolações dinâmicas. Desse modo, o aproveitamento dos recursos hídricos pode ser feito de maneira mais racional, com maiores benefícios à sociedade em geral.

Baseado em Teodoro et al. (2007) e Tonello (2005), calculou-se as principais características morfométricas para as Bacias Hidrográficas do Rio Piauí e Mucaitá, que foram divididas em: características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem (Quadro 4).

Quadro 4. Características morfométricas analisadas da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí e Rio Mucaitá, Piauí.

Variável	Parâmetro	Rio Piauí	Rio Mucaitá
Características geométricas	Área (A)	37716 Km²	2127,61 Km²
	Perímetro (P)	1249,94 Km	353,00 Km
	Fator forma da bacia (Ff)	0,12	0,41
	Índice de circularidade (Ic)	0,303	0,214
	Coeficiente de compacidade (Kc)	18,021	21,428
Características da rede de drenagem	Comprimento total dos cursos d'água (L total)	5100,19 Km	146,18 Km
	Densidade de drenagem (Dd)	0,1352 Km/Km²	0,0687 Km/Km²
	Ordem dos cursos de água	5	3
	Densidade Hidrográfica (Dh)	0,0094	0,0094
Características do relevo	Altitude máxima (Hmáx)	738 m	466 m
	Altitude mínima (Hmín)	90,8 m	129,65 m
	Altitude média	414,5 m	403 m
	Amplitude altimétrica (Ht)	647 m	297,82 m
	Índice de rugosidade (Ir)	874,744	568,519
	Declividade	Plano e suave ondulado	Plano e suave ondulado

Fonte: Tonello (2005).

Com relação às características geométricas, obteve-se que a Área Total da Bacia (A), ou seja, toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, sendo elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos (Tonello, 2005) é de 37716,0 Km², para o Rio Piauí e de 1249,94 Km² para o Rio Mucaitá, representando bacias hidrográficas de grande extensão territorial para o Estado do Piauí e consequentemente de grande importância econômica e social de acordo com Piauí (2010).

O Perímetro total (P), que consiste no comprimento da linha imaginária ao longo dos divisores de águas, é de 1249,94 Km, para o rio Piauí e de 353,00 Km para o rio Mucaitá.

O fator forma da bacia é uma análise importante considerando a influência que a mesma exerce no tempo de transformação da chuva em escoamento e sua identificação na seção de controle. O estudo possibilitou identificar que a bacia hidrográfica do rio Piauí exibe fator forma (Ff) de 0,12, considerado um valor baixo e, desse modo, pode-se afirmar que a BHRP apresenta uma forma irregular (Quadro 4). Ressalta-se que uma forma mais irregular dificulta o acúmulo rápido da água das chuvas e, por conseguinte, menor predisposição a eventos extremos de inundações.

Com relação ao rio Mucaitá exibe fator forma (Ff) de 0,411, considerado um valor médio e, desse modo, pode-se afirmar que apresenta uma forma intermediária (Quadro 4). Logo, o índice aponta relativa probabilidade a eventos em que o aporte hídrico no canal fluvial tende a se concentrar em um menor espaço de tempo (com o pico de vazão ou deflúvio).

O Índice de Circularidade (Ic), assim como o coeficiente de compacidade, mostra a relação da forma da bacia com um círculo, mas o índice de circularidade tende para uma unidade à medida que a bacia se aproxima à forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. O Ic da bacia em análise foi 0,303, para o Rio Piauí e de 0,214 para o Rio Mucaitá, indicando que ambas possuem uma forma mais alongada que circular, não favorecendo processos de inundação, pois esse tipo de forma produz um escoamento mais bem distribuído no tempo e, consequentemente, baixo potencial a enchentes.

O Coeficiente de compacidade (Kc), assim como Ic, também faz a correlação da forma da bacia com um círculo, que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Assim, um coeficiente mínimo igual a uma unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um (Porto; Porto

2008). Com relação a Bacia do rio Piauí, seu Kc foi 1,8021 e do rio Mucaitá Kc de 2,1428, indicando que ambas possuem formatos alongados, devendo haver uma preocupação com relação a inundações no baixo curso e nas proximidades da foz do rio Principal.

No que diz respeito às características da rede de drenagem (comprimento total dos cursos de água (L total); ordem dos cursos de água; Densidade de drenagem (Dd); densidade hidrográfica (Dh)) é possível destacar que é composta pelo rio principal e seus tributários, pode se afirmar ainda que são importantes parâmetros que permitem compreender o caminho percorrido pela água na bacia hidrográfica. Assim, constatou-se que o comprimento total dos cursos de água foi de 5100,19 Km, para o rio Piauí e de 146,18 Km para o rio Mucaitá.

A Ordem dos cursos d'água foi baseado em Horton (1945) e consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra, sendo os canais de primeira ordem aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem só recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também receber de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e também de ordem inferior e assim sucessivamente.

A Bacia Hidrográfica do rio Piauí, apresenta 356 canais fluviais, entre estes rios e riachos, pode-se identificar que grande parte corresponde a canais de 1º ordem, ou seja, que não possuem tributários. Na Bacia Hidrográfica do Rio Mucaitá, considerando os 20 canais fluviais, entre estes rios e riachos, pode-se identificar que grande parte corresponde a canais de 1º ordem, um total de 17 canais, como pode ser identificado no Mapa 11.

Segundo Christofoletti (1980), a Densidade hidrográfica (Dh), objetiva comparar a quantidade de cursos d'água existentes em uma área de tamanho padrão, como por exemplo o quilômetro quadrado. Assim, a Dh consiste na relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica, e para as bacias hidrográficas da área de estudo foi de 0,0014.

A Densidade de drenagem, que segundo Christofoletti (1980), correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica, e para calcular o comprimento devem ser medidos tanto os rios perenes como os temporários, definida por Horton (1945). Para as bacias hidrográficas da área de estudo foram respectivamente 0,1352 Km/Km² para o Rio Piauí e 0,0687 Km/Km² para o Rio Mucaitá, podendo-se inferir tratar-se de uma Dd baixa.

Vale ressaltar, que o comportamento hidrológico das rochas, em um mesmo ambiente climático, vai repercutir a densidade de drenagem, ou seja, onde a infiltração é mais dificultada há maior escoamento superficial, gerando possibilidades maiores para esculturação de canais permanentes e consequentemente densidade de drenagem mais elevada. Na área de estudo, como há o predomínio de rochas sedimentares, pode-se inferir que a baixa Dd está relacionada a alta capacidade de infiltração das rochas na área, bem como a irregularidade das precipitações, que confere a maior parte dos riachos identificados caráter de perenidade.

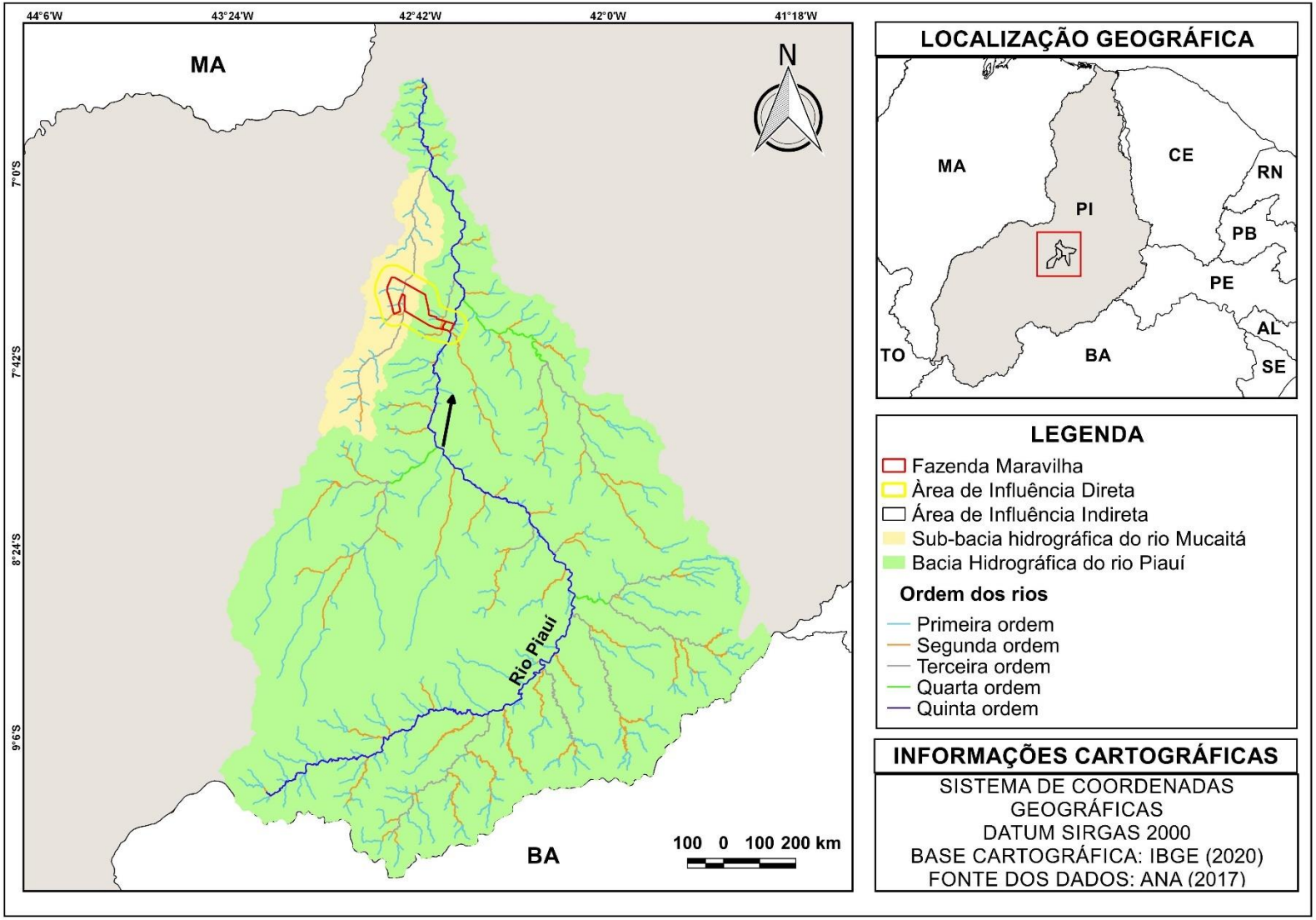
A análise das características do relevo de bacias hidrográficas é importante pois está diretamente relacionado com o risco de erosão do solo e com a mecanização, apresenta-se como um aspecto ambiental significativo por estar diretamente relacionado ao escoamento superficial e a velocidade da água, portanto, ao transporte do solo, nutrientes, dejetos e agrotóxicos para os cursos de água.

Com relação às características de relevo, destaca-se a Altitude, que corresponde a distância relativa do relevo com relação ao nível do mar, sendo um parâmetro importante pois a variação de altitude, acarreta diferenças significativas na temperatura média, por sua vez, causa variações na evapotranspiração e nas precipitações, bem como da taxa de infiltração do solo e no escoamento superficial da água. A Amplitude altimétrica é a variação entre a altitude máxima e altitude mínima.

Para o rio Piauí, a altitude máxima foi de 738 metros, nas áreas próximas a nascente, e a altitude mínima é 90,8 metros, na foz do rio Piauí com o rio Parnaíba, apresentando uma variação altimétrica de 647 metros e altitude média de 414,5 metros. No que tange ao índice de rugosidade (Ir) foi de 87,4744 mostrando que a área apresenta um relevo suave a ondulado, o que define baixa predisposição a enchentes abruptas (Figura 19).

Para o rio Mucaitá a altitude máxima foi de 466 metros, nas áreas próximas a nascente, e a altitude mínima é 129,65 metros, na foz do rio Piauí com o rio Parnaíba, apresentando uma variação altimétrica de 337 metros e altitude média de 297,82 metros. No que tange ao índice de rugosidade (Ir) foi de 56,8519 mostrando que a área apresenta um relevo suave a ondulado.

Mapa 11. Rede de drenagem e ordem dos canais fluviais da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí e da Bacia Hidrográfica do Rio Mucaitá na Fazenda Maravilha, Piauí.



Com base na literatura científica, caracterizou-se os tipos e intensidades de ruídos e vibração a serem gerados pelas atividades de implantação e durante a operação do empreendimento (níveis e suas fontes), detalhando a metodologia, o que consiste na operação de máquinas e motores agrícolas.

A operação com tratores e máquinas agrícolas pode comprometer a saúde do operador devido sua exposição a condições ergonômicas desfavoráveis (Silva et al. 2017). Silva et al. (2017) determinaram os níveis de vibração e de ruído na base do posto de operação de um trator agrícola, em função da pressão de insuflação dos pneus e da velocidade operacional. Santos et al. (2014) avaliaram os níveis de ruído e vibração de um conjunto mecanizado trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho. Cunha et al. (2009) avaliaram os níveis de vibração e ruído emitidos por um trator em operação de aração e gradagem, comparando-se os resultados com as normas vigentes.

Silva et al. (2017) concluíram que a pressão de insuflação dos pneus e a velocidade do trator influenciaram o ruído e a vibração na base do posto de operação do trator e em todas as condições o nível de ruído emitido pelo trator superou o limite estabelecido pela NR-15 e a vibração na base do posto de operação foi superior ao valor sugerido pela diretiva europeia 2002/44.

Santos et al. (2014) determinaram os níveis de ruído e vibração transmitida ao corpo inteiro do operador utilizando um dosímetro e um acelerômetro triaxial. As velocidades de trabalho utilizadas foram de 4,0; 5,0; e 7,0 $km.h^{-1}$ e os resultados obtidos para os níveis de ruído foram 98,2 dB (A) para a velocidade de 4,0 $km.h^{-1}$, 98,1 dB(A) para 5,0 $km.h^{-1}$ e 97,4 dB(A) para 7,0 $km.h^{-1}$; na análise da vibração os resultados encontrados foram 0,58 (4,0 $km.h^{-1}$); 0,60 (5,0 $km.h^{-1}$); e 0,60 (7,0 $km.h^{-1}$) $m.s^{-2}$ (Santos et al. 2014).

Os autores concluíram que os níveis de ruído encontrados foram superiores ao estabelecido pela norma NR-15 de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas por dia, sendo que o aumento da velocidade culminou na redução dos níveis de ruído (Santos et al. 2014). A vibração do trator-pulverizador obteve valores acima dos definidos pelos limiares da Diretiva europeia de 0,5 $m.s^{-2}$ em todas as velocidades avaliadas, também sendo influenciada pela velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado (Santos et al. 2014).

Cunha et al. (2009) realizaram as avaliações de ruído com medidor de pressão sonora (decibelímetro) no posto de operação da máquina e as avaliações de vibração foram realizadas no assento do trator, utilizando-se sistema de aquisição automática de

dados, com três acelerômetros, nos sentidos vertical e horizontal. Cunha et al. (2009) concluíram que as operações de aração e gradagem apresentaram níveis de ruído acima do limite de 85 dB(A), para 8 horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15.

Dessa forma, utilizar-se-á dispositivos de proteção auricular (EPI's) durante a execução das atividades com tratores visto que nas operações supracitadas o tratorista é exposto a níveis de vibração que comprometem sua saúde, segurança, conforto e eficiência (Cunha et al. 2009).

O maquinário utilizado não operará fora do horário comercial e seu ruído não conseguirá chegar nas residências mais próximas, que distam de 5 a 7 km. Ressalta-se ainda que tais maquinários serão utilizados somente na implantação das atividades e seus trabalhadores serão resguardados com os devidos EPI's, inclusive os protetores auriculares.

Durante o estudo na área, não foram identificadas a presença de cavidades na Fazenda Maravilha, portanto, dispensa-se a apresentação de avaliação do potencial espeleológico ao longo da área de influência do empreendimento, de modo a garantir a proteção das mesmas. Espeleologia (do latim: *spelaeum* – caverna; *logia* – estudo) é a ciência que se dedica ao estudo das cavidades naturais subterrâneas – cavernas.

6.2.2. Meio Biótico

a) Flora

O imóvel pertence ao **Bioma Caatinga e Bioma Cerrado**, sendo considerada como tipologia a fitofisionomia de **Savana Arborizada sem floresta-de-galeria e Savana Estépica Arborizada**, com presença de vegetação nativa. A figura 21 apresenta tipologia vegetal e a figura 22 as fitofisionomias na Fazenda Maravilha. A área não está sujeita à Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, pois não apresenta vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Segundo Ribeiro e Walter (2008), a vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em formações savânicas, o Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades, sem que se forme um dossel contínuo (Ribeiro e Walter, 2008).

Figura 20. Vegetação nativa na Fazenda Maravilha.

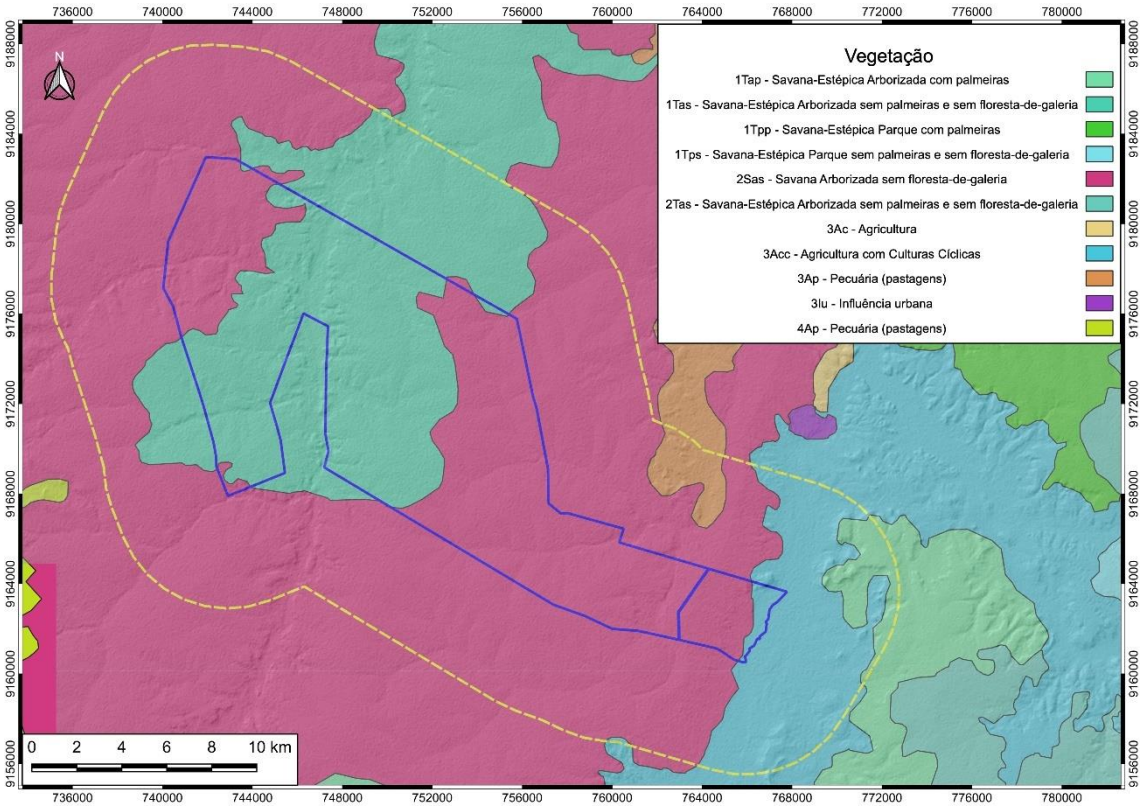


Figura 21. Tipologia vegetal na Fazenda Maravilha.

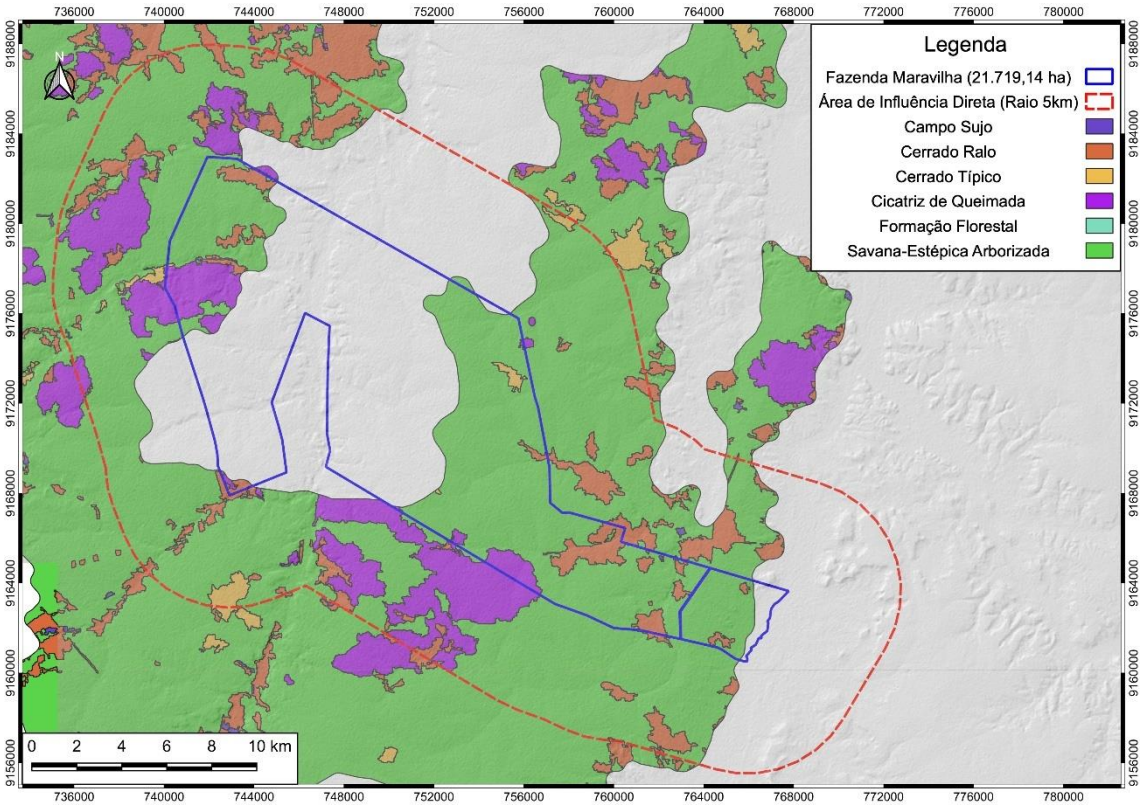


Figura 22. Fitofisionomias na Fazenda Maravilha.

Foi realizado inventário florestal (que será acostado ao Sistema Nacional de Controle dos Produtos Florestais – SINAFLOR juntamente com a planilha contendo a descrição de todos os indivíduos levantados nas parcelas com identificação da espécie e dados de diâmetro, altura, área basal e volume; e demais documentos pertinentes para autorização de supressão vegetal visando o uso alternativo do solo) com base em amostragem aleatória visando caracterizar a área da Fazenda Maravilha obtendo-se informações quantitativas e qualitativas das espécies, com 15 parcelas de 20 x 20 m (400 m²).

A escolha do processo de amostragem e os métodos aplicados foram realizados visando atender um limite de erro de no máximo 20% para a variável resposta volume. O nível de probabilidade mínimo foi de 90%. A intensidade amostral satisfez o erro requerido de 20%, para um nível de significância de 10%. Portanto, não foi necessário amostrar mais parcelas.

A tabela 11 apresenta a composição florística da área amostrada com identificação botânica ao nível de família e espécie, bem como as espécies florestais a serem aproveitadas como produto e subproduto obtidos com a supressão (lenha) e as respectivas

volumetrias por hectare. O material lenhoso poderá ser utilizado para produção de mourões e estacas para cercas e outros usos dentro da propriedade.

Figura 23. Instalação das unidades amostrais.

Considerando a fitofisionomia da área de supressão de Cerrado ser Savana Arborizada e Caatinga Savana Estépica Arborizada, o volume para reposição pode ser de 20,12 m³/ha ou 43,01 m³/ha, respectivamente, de acordo com o valor de referência do Snif (2020) ou 40,5927 m³/ha de acordo com o resultado do inventário florestal (IF).

As espécies inventariadas no presente trabalho não constam na lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (Anexo 1 – Portaria 443/2014) (MMA, 2014; Brasil, 2020).

A figura 24 apresenta o índice de valor de importância por espécie (soma de densidade, dominância e frequência relativa). As espécies com maior Índice do Valor de Importância foram: *Terminalia fagifolia* (caatinga-de-porco), *Combretum glaucocarpum* (Canela-de-velho) e *Pityrocarpa moniliformis* (Sipaúba). A densidade foi de 350,0 árvores por hectare e a área basal de 3,8249 m²/ha.

A figura 25 apresenta o gráfico de acumulação de espécies. Foi utilizado o método *Bootstrap* para estimar o número total extrapolado de espécies na área, com 1000 permutações. O sombreamento em volta da linha representa o intervalo de confiança de 95% a partir do desvio-padrão.

Tabela 11. Lista de espécies com identificação botânica em nível de famílias e espécies (nome científico e popular), volume lenhoso por espécie por hectare e status de conservação de espécies identificadas a partir do inventário florestal realizado no empreendimento Fazenda Maravilha.

Família	Nome Científico	Nome Comum	Volume/hectare (m^3)	Status de conservação
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium*	Gonçalo-alves	2,6776	LC
Apocynaceae	*Aspidosperma pyrifolium*	Pereiro	3,1421	LC
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius*	Ipê-amarelo	1,1144	EN; LC
Combretaceae	*Combretum glaucocarpum*	Sipaúba	3,5677	LC
Combretaceae	*Terminalia fagifolia*	Caatinga-de-porco	14,1595	LC
Fabaceae	*Anadenanthera colubrina*	Angico	0,2024	LC
Fabaceae	*Bauhinia forficata*	Miroró	0,1779	LC
Fabaceae	*Cenostigma macrophyllum*	Canela-de-velho	5,1046	LC
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Jatobá	0,0443	LC
Fabaceae	*Pityrocarpa moniliformis*	Jurema-de-bezerro	3,4190	LC
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*	Candeia	0,1402	LC
Fabaceae	*Poincianella bracteosa*	Catingueira	0,9164	LC
Indeterminada	Indeterminada 1	Indeterminada 1	0,1719	-
Indeterminada	Indeterminada 2	Indeterminada 2	0,0543	-
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Muricí	0,1427	LC
Malvaceae	*Luehea divaricata*	Açoita-cavalo	0,0563	DD
Moraceae	*Brosimum rubescens*	Conduru	1,1106	-
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	Guabiroba	2,1384	LC
Myrtaceae	*Eugenia dysenterica*	Cagaita	2,0947	LC
Myrtaceae	*Psidium sp.*	Araçá-bravo	0,1578	LC
Total			40,5927	

Fonte: IUCN - LC: pouco preocupante; VU: vulnerável. MMA - LC: pouco preocupante; NT: quase ameaçada. DD: dados insuficientes.

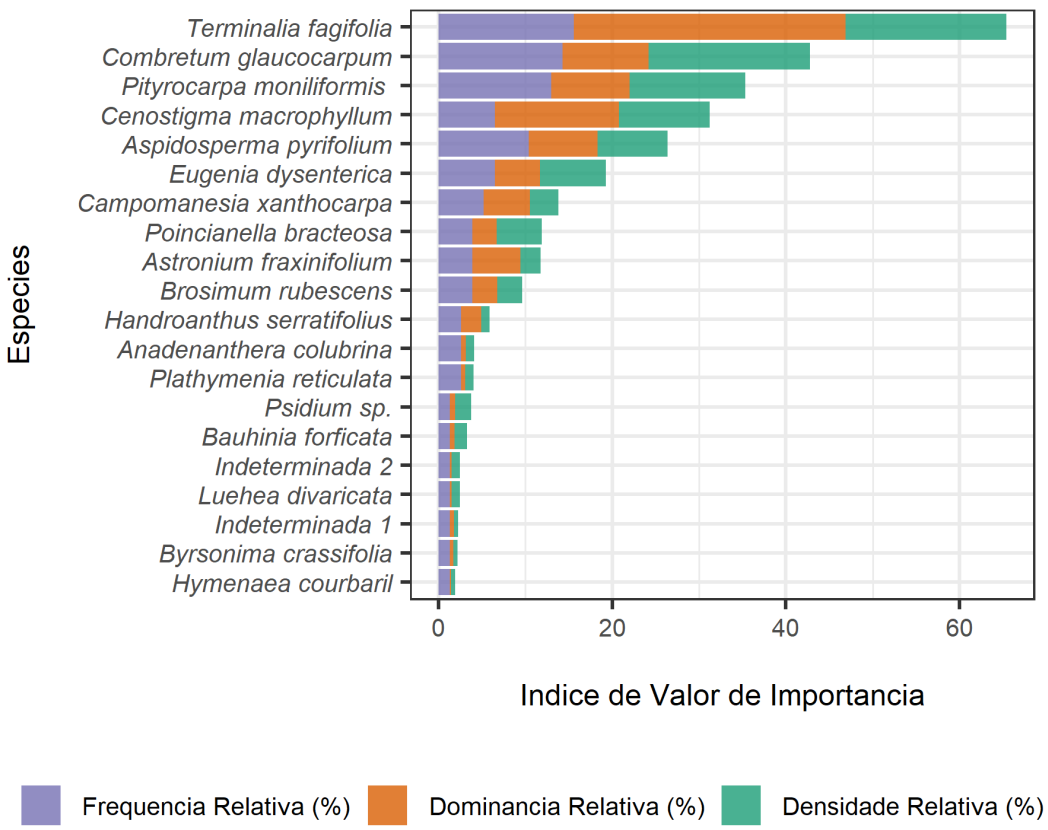


Figura 24. Índice de Valor de Importância por espécie (soma de densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa).

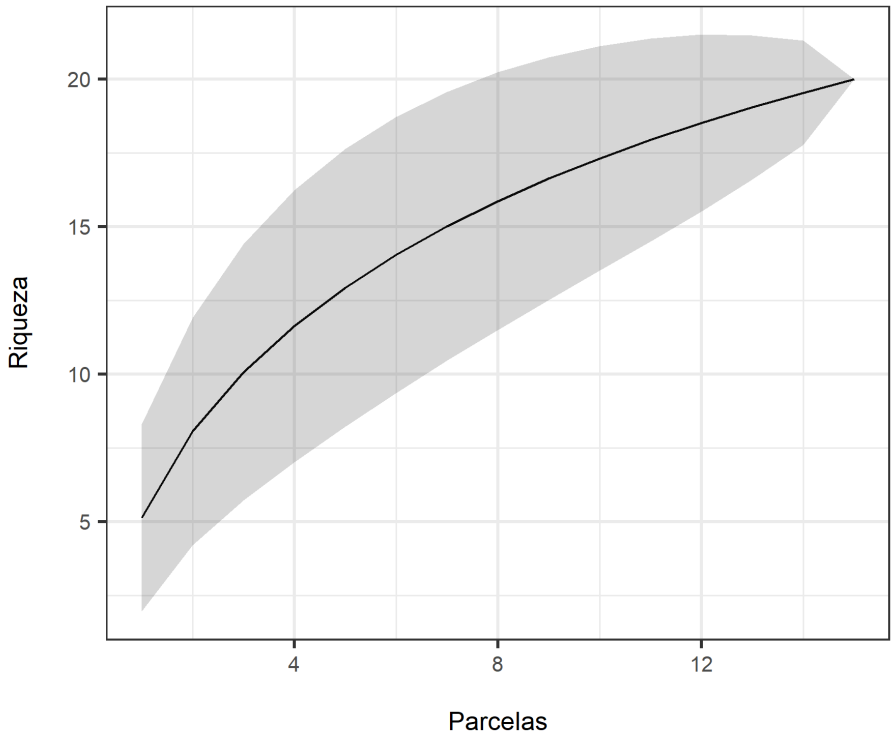


Figura 25. Curva de acumulação de espécies.

Caracterização ambiental das espécies

A partir do capítulo 6 "Fitofisionomias do bioma cerrado" de Ribeiro e Walter (2008) do livro "Cerrado: ambiente e flora", seis (6) das espécies identificadas no empreendimento Fazenda Maravilha foram registradas e classificadas em quatro (4) fitofisionomias distintas, são elas Formações Savânicas de Cerrado Sentido Restrito e Cerradão e Formação Florestal de Matas de Galerias e Mata Seca.

O empreendimento localiza-se em uma área que abriga dois biomas, Cerrado e Caatinga, sendo sua vegetação considerada formação savânica para ambos onde o Cerrado é conhecido como Savana Arborizada e a Caatinga como Savana Estépica Gramíneo-lenhosa, sendo assim já era esperado que a maioria das espécies identificadas fossem típicas dessa fitofisionomia. As espécies classificadas para Cerrado Sentido Restrito de acordo com Ribeiro e Walter (2008) foram *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves); *Eugenia dysenterica* (cagaita); e *Plathymenia reticulata* (candeia), sendo gonçalo-alves e candeia também classificadas para a fitofisionomia Cerradão.

Para Matas de Galerias, Ribeiro e Walter (2008) registraram a espécie *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o gênero *Aspidosperma* sp., sendo *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) a espécie identificada na Fazenda Maravilha. Enquanto para Mata Seca apenas a espécie *Anadenanthera colubrina* (angico) foi classificada de acordo com os autores.

Outras sete (7) espécies identificadas no empreendimento não apareceram no capítulo 6 de Ribeiro e Walter (2008) do livro "Cerrado: ambiente e flora", sendo utilizado dados do site Reflora para identificar suas fitofisionomias típicas. A partir disso, foi identificado três fitofisionomias diferentes, sendo as espécies *Cenostigma macrophyllum* (canela-de-velho); *Combretum glaucocarpum* (sipaúba); *Poincianella bracteosa* (catingueira); *Byrsonima crassifolia* (murici); *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) para Cerrado Sentido Restrito; enquanto *Terminalia fagifolia* (caatinga-de-porco) é típica de Campo Rupestre e açoita-cavalo que também aparece para essa fitofisionomia.

As espécies *Pityrocarpa moniliformis* (jurema-de-berrezo); *Cenostigma macrophyllum* (canela-de-velho); *Combretum glaucocarpum* (sipaúba); *Poincianella bracteosa* (catingueira); *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro); e *Anadenanthera colubrina* (angico) foram identificadas para fitofisionomia Caatinga Xerófita, sendo que sipaúba e catingueira também foram registradas em Cerrado Sentido Restrito. A espécie jurema-de-berrezo é considerada endêmica do bioma da Caatinga, por isso apareceu relacionada somente à última fitofisionomia citada. A espécie *Poincianella bracteosa* (catingueira) só foi identificada nas plataformas digitas IUCN e Reflora a partir de seu nome sinônimo,

Cenostigma bracteosum.

Para identificação de mais espécies do empreendimento que também possuem registro no bioma da Caatinga, foi utilizado o arquivo "Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da Caatinga" de Giulietti et al (2002). As espécies classificadas neste arquivo foram *Eugenia dysenterica* (cagaita); *Plathymenia reticulata* (candeia); *Hymenaea courbaril* (jatobá); *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro); e *Anadenanthera colubrina* (angico), sendo cagaita uma espécie endêmica do Brasil dos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, e pereiro também identificada como endêmica da Caatinga de acordo com Giulietti et al (2002).

Espécies de interesse para a conservação

Das 20 espécies identificadas no empreendimento da Fazenda Maravilha, nove (9) são consideradas de interesse para conservação, sendo elas endêmicas, ameaçadas ou não, descritas para região. Outras vinte e uma (21) espécies foram identificadas por meio de dados bibliográficos, para fins de complementar o estudo, de ocorrência nos biomas Cerrado e Caatinga sendo elas ameaçadas e/ou endêmicas.

Para as devidas identificações e classificações das espécies foram utilizados registros e dados de acordo com a IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais), Livro Vermelho da Flora do Brasil (2013) - CNCFlora (Centro Nacional de Conservação da Flora), Lista de Espécies Ameaçadas do Brasil (2020) e Flora Funga do Brasil (Reflora 2022). A CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção) foi utilizada como parâmetro, porém nenhuma espécie aqui citada apresentou registro nos apêndices do site.

As espécies endêmicas dos biomas Cerrado e Caatinga identificadas no empreendimento Fazenda Maravilha foram *Hymenaea courbaril* (jatobá); *Poincianella bracteosa* (catingueira); e *Eugenia dysenterica* (cagaita). O jatobá também é uma espécie considerada endêmica do bioma da Amazônia enquanto a cagaita também é do bioma da Mata Atlântica. Já as espécies *Pityrocarpa moniliformis* (jurema-de-bazerro) e *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) endêmicas do bioma Caatinga, porém pereiro aparesenta como endêmica de acordo com Giulietti et al. (2002) mas não pela Reflora e IUCN. A espécie *Terminalia fagifolia* (caatinga-de-porco) é considerada endêmica do Brasil, encontrada nos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica de acordo com a plataforma digital IUCN, porém apresenta possível registro recente na Bolívia.

As espécies que não estão descritas para a região do empreendimento do presente estudo são *Bauhinia forficata* (miroró) e *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba), de acordo com as plataformas digitais Reflora e IUCN. A espécie miroró é presente na Caatinga baiana de acordo com Giulietti er al. (2002), enquanto que guabiroba está presente no bioma Mata Atlântica, mas aparece no trabalho da autora como sendo uma espécie frutífera do Nordeste brasileiro.

As espécies aqui citadas apresentaram seu status de conservação como pouco preocupante de acordo com a IUCN e/ou CNCFlora, todavia apenas *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) apresenta seu status como em perigo de acordo com a IUCN.

As espécies identificadas por meio de dados secundários (registros bibliográficos) foram selecionadas a partir da Lista de Espécies Ameaçadas do Brasil (2020) e do Livro Vermelho da Flora do Brasil (2013) - CNCFlora (Centro Nacional de Conservação da Flora), sendo escolhidas apenas espécies ameaçadas de extinção com ocorrência nos biomas Cerrado e Caatinga e registradas no Estado do Piauí.

Das vinte e uma (21) espécies selecionadas, dezesseis (16) aparecem como endêmicas do país. As espécies endêmicas do bioma Cerrado são *Attalea barreirensis* (catole); *Strophopappus bicolor*; *Anemopaegma mirabile*; *Fridericia crassa*; e *Discocactus catingicola*, onde *A. barreirensis*, *F. crassa* e *D. catingicola* apresentam seu status de conservação como vulnerável, enquanto *S. bicolor* e *A. mirabile* apresenta seu status como em perigo e criticamente em perigo, respectivamente, de acordo com o CNCFlora.

Para as espécies endêmicas do bioma Caatinga, foram registradas *Stilpnopappus suffruticosus*; *Discocactus bahiensis* (frade-de-cavalo); e *Diplopterys sepium*, que apresentam seu status de conservação como criticamente em perigo, vulnerável e em perigo, respectivamente, de acordo com o CNCFlora.

Há também registros de espécies que apresentam endemismo para os dois biomas do presente estudo (Cerrado e Caatinga), que são *Adenocalymma dichilum*; *Erythroxylum bezerrae* (muçarenga); *Erythroxylum tianguanum*; *Pilocarpus trachylophus* (catiguá); e *Pouteria furcata* (goiaba-leiteira), onde apenas *E. tianguanum* apresenta seu status de conservação como criticamente ameaçada, enquanto as outras aparecem como em perigo, de acordo com o CNCFlora.

As espécies *Griffinia gardneriana*; *Handroanthus spongiosus*; e *Byrsonima microphylla*, também apresentam endemismo para a região Nordeste do país, abrangendo

os biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica. Essas três espécies possuem seu status de conservação como em perigo de acordo com o CNCFlora.

Por fim, as espécies *Zeyheria tuberculosa* (ipê branco); *Apuleia leiocarpa* (grapia); *Cedrela fissilis*; *Virola surinamensis* (mucuíra); e *Luziola brasiliensis* possuem ampla distribuição no país, porém todas possuem seu status de conservação como vulnerável de acordo com a CNCFlora.

Tabela 12. Lista de espécies ameaçadas da flora que ocorrem no bioma cerrado, com ocorrência no Piauí.

Família	Nome Científico	Nome Comum	Status de conservação
Amaryllidaceae	*Griffinia gardneriana*	-	EN
Arecaceae	*Attalea barreirensis*	Catole	VU
Asteraceae	*Stilpnopappus suffruticosus*	-	CR
Asteraceae	*Strophopappus bicolor*	-	EN
Bignoniaceae	*Adenocalymma dichilum*	-	EN
Bignoniaceae	*Anemopaegma mirabile*	-	CR
Bignoniaceae	*Fridericia crassa*	-	VU
Bignoniaceae	*Handroanthus spongiosus*	-	EN
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa*	ipe branco; buxo de boi; culhoes de bode	VU
Cactaceae	*Discocactus bahiensis*	frade-de-cavalo	VU
Cactaceae	*Discocactus catingicola*	-	VU
Erythroxylaceae	*Erythroxylum bezerrae*	muçarenga; pirunga	EN
Erythroxylaceae	*Erythroxylum tianguanum*	-	CR
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	grapia; amarelão; garapa; cumaru cetim; mitaroá	VU
Malpighiaceae	*Byrsonima microphylla*	-	EN
Malpighiaceae	*Diplopterys sepium*	-	EN
Meliaceae	*Cedrela fissilis*	-	VU
Myristicaceae	*Virola surinamensis*	mucuíra; ucuúba; ucuuba-de-baixio; ucuúba-de-igapó	VU
Poaceae	*Luziola brasiliensis*	-	VU
Rutaceae	*Pilocarpus trachylophus*	catiguá; jaborandi	EN
Sapotaceae	*Pouteria furcata*	goiaba-leiteira; tuturuba	EN

Fonte: MMA - VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo

Uso e valor econômico das espécies

Para identificação de espécies com uso e valor econômico, foi utilizado o livro "Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial *Plantas para o Futuro: Região Nordeste*" do Ministério do Meio Ambiente de 2018, as

plataformas digitais do CNCFlora (Centro Nacional de Conservação da Flora) e Árvores do Bioma Cerrado.

Das 20 espécies identificadas no empreendimento Fazenda Maravilha, foram encontrados registros de uso e valor econômico para onze (11) espécies. Dessas espécies identificadas, nove (9) estão registradas no livro do MMA 2018, que são *Eugenia dysenterica* (cagaita); *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba); *Hymenaea courbaril* (jatobá); *Psidium* sp. (araça-bravo); *Byrsonima crassifolia* (murici); *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo); *Poincianella bracteosa* (catingueira); *Pityrocarpa moniliformis* (jurema-de-bezerro); e *Anadenanthera colubrina* (angico), de uso alimentício, ornamental, forrageira e madeireira.

A maioria delas (5) foram identificadas para uso prioritário alimentício, que são *Eugenia dysenterica* (cagaita); *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba); *Hymenaea courbaril* (jatobá); *Psidium* sp. (araça-bravo); e *Byrsonima crassifolia* (murici), onde é utilizado a polpa do fruto ou a fruta *in natura* para fabricação de doces, tortas, farofas etc. O ipê-amarelo é a única árvore que possui seu uso prioritário ornamental, pois na época de floração que ocorre na estação de inverno, a árvore perde todas as folhas fazendo com que suas flores amarelas fiquem bem expostas sendo uma espécie muito utilizada para arborização urbana.

As espécies catingueira e jurema-de-bezerro, possuem seu uso prioritário como forrageira, ou seja, na alimentação de animais da agropecuária, como bovinos, caprinos e ovinos principalmente na estação seca, também possuem potencial de uso madeireiro. Já a árvore do angico possui seu uso prioritária madeireiro, tendo sua madeira muito utilizada em carpintaria, marcenaria e até mesmo construções civis em áreas rurais e urbanas.

Das espécies utilizadas para esse tópico, apenas duas foram identificadas em outras plataformas digitais, sendo uma na CNCFlora e Árvores do Bioma Cerrado foram que são *Plathymenia reticulata* (candeia) e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) respectivamente. Essas duas espécies possuem uso e valor econômica devido a sua madeira, onde açoita-cavalo é utilizada em construções civis nas áreas rurais e urbanas devido a sua madeira resistente, enquanto a da árvore candeia é própria para marcenaria e acabamentos internos em construções civis também sendo uma espécie com potencial para ser utilizada em projetos de reflorestamento.

b) Fauna

Os animais apresentados a seguir foram registrados por meio de fotografias (dados primários), em sua maioria, porém outras espécies foram identificadas por meio de registros bibliográficos (dados secundários) a fim de proporcionar um estudo mais completo, uma vez que não é possível avistar todas as espécies existentes em um local.

As espécies identificadas por meio de registros fotográficos *in loco* são apresentadas na Tabela 13 com a ordem, a família, nome vulgar, bem como apresenta o status de conservação das espécies amostradas de acordo com a lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA) sob a coordenação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção).

O estudo foca com maior detalhe em espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras de se encontrar na natureza considerando o município de Flores do Piauí, na região Nordeste do Brasil. Para tal, tomou-se como base dados secundários.

Das 47 espécies identificadas na área do empreendimento (Tabela 13), somente uma apresentou seu status de conversação como quase ameaçada de acordo com a IUCN e vulnerável de acordo com a MMA, sendo todas as outras apresentando status pouco preocupante ou com dados deficientes.

A espécie que apresentou seu status de conversação diferente das demais é a *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) que de acordo com Paula et al. (2013) na "Avaliação do Estado de Conservação do Lobo-guará", vêm sofrendo com a pressão decorrente do desmatamento do seu habitat devido a ocupação humana e também convivência com animais domésticos, sendo exposta a doenças por exemplo, o que ocasionará um declínio da população desse animal.

A fim de complementar o estudo, foram utilizadas espécies registradas nas Unidades de Conservação Parque Nacional Serra da Capivara e Parque Nacional Serra das Confusões, com base no estudo de Unidades de Conservação do Estado do Piauí, realizado pela Universidade Federal do Piauí. Optou-se por utilizar espécies (Tabela 14) que possuem status de conservação como ameaçadas de extinção e com possível ocorrência para a região do município de Flores do Piauí, de acordo com o registro da IUCN.

Tabela 13. Espécies registradas por meio de fotografias (dados primários) no município de Flores do Piauí, na região da Fazenda Maravilha.

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Aracnídeo	Araneae	Lycosidae	*Lycosa erythrognatha*	Aranha-de-grama	LC
Aracnídeo	Araneae	Theraphosidae	*Acanthoscurria natalensis*	Caranguejeira	DD
Aracnídeo	Scorpiones	Buthidae	*Tityus serrulatus*	Escorpião-amarelo	DD
Avifauna	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavião-carijó	LC
Avifauna	Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato-do-mato	LC
Avifauna	Cariamiformes	Cariamidae	*Cariama cristata*	Seriema	LC
Avifauna	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana jacana*	Jaçanã	LC
Avifauna	Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Quero-quero	LC
Avifauna	Columbiformes	Columbidae	*Columbina squammata*	Rolinha-fogo-apagou	LC
Avifauna	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Juriti-pupu	LC
Avifauna	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas picazuro*	Pomba-asa-branca	LC
Avifauna	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga major*	Anu-coroca	LC
Avifauna	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Carcará	LC
Avifauna	Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Falcão-de-coleira	LC
Avifauna	Galbuliformes	Bucconidae	*Nystalus maculatus*	Rapazinho-dos-velhos	LC
Avifauna	Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carão	LC
Avifauna	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax cyanopogon*	Gralha-cancã	LC
Avifauna	Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes angustirostris*	Arapaçu-de-cerrado	LC
Avifauna	Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	Arapaçu-verde	LC
Avifauna	Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius leucopus*	Casaca-de-couro-amarelo	LC

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Avifauna	Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius rufus*	João-de-barro	LC
Avifauna	Passeriformes	Icteridae	*Icterus jamacaii*	Corrupião	LC
Avifauna	Passeriformes	Icteridae	*Icterus pyrrhopterus*	Encontro	LC
Avifauna	Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Japu	LC
Avifauna	Passeriformes	Mimidae	*Mimus saturninus*	Sabiá-do-campo	LC
Avifauna	Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus margaritaceiventer*	Sebinho-de-olho-de-ouro	LC
Avifauna	Passeriformes	Thamnophilidae	*Compsothraupis loricata*	Tiê-caburé	LC
Avifauna	Passeriformes	Thraupidae	*Coryphospingus pileatus*	Tico-tico-rei-cinza	LC
Avifauna	Passeriformes	Thraupidae	*Myrmorchilus strigilatus*	Tem-farinha-aí	LC
Avifauna	Passeriformes	Thraupidae	*Paroaria dominicana*	Galo-de-campina	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonomus varius*	Peitica	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Fluvicola nengeta*	Lavadeira-mascarada	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Neinei	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus ferox*	Maria-cavaleira	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Bem-te-vi-rajado	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bem-te-vi	LC
Avifauna	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Suiriri	LC
Avifauna	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garça-grande-branca	LC
Avifauna	Piciformes	Picidae	*Campephilus melanoleucos*	Pica-pau-de-topete-vermelho	LC
Avifauna	Piciformes	Picidae	*Colaptes melanochloros*	Pica-pau-verde-barrado	LC
Avifauna	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Mergulhão-pequeno	LC

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Avifauna	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula cactorum*	Periquito-da-caatinga	LC
Avifauna	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Coruja-buraqueira	LC
Herpetofauna	Squamata	Teiidae	*Cnemidophorus ocellifer*	Calanguinho-listrado	LC
Herpetofauna	Squamata	Tropiduridae	*Tropidurus hispidus*	Lagartixa-preta	LC
Mastofauna	Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	Cachorro-do-mato	LC; Anexo II
Mastofauna	Carnivora	Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	Lobo-guará	NT; Anexo II; VU
Mastofauna	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Tatu-galinha	LC

Fonte: IUCN - LC: pouco preocupante; NT: quase ameaçada; DD: dados deficientes. MMA - LC: pouco preocupante; VU: vulnerável. CITES - Anexo II: inclui espécies que não estão necessariamente em perigo de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado para evitar utilização incompatível com a sua sobrevivência.

Tabela 14. Espécies da fauna utilizadas no estudo por meio de dados secundários.

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Avifauna	Galliformes	Cracidae	*Penelope jacucaca*	Jacucaca	VU
Avifauna	Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Xiphocolaptes falcirostris*	Arapaçu-do-nordeste	VU
Avifauna	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus yarrellii*	Pintassilgo-do-nordeste	VU
Avifauna	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila maximiliani*	Bicudo	VU; CR
Avifauna	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus noctivagus*	Jaó-do-sul	NT
Herpetofauna	Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena frontalis*	Cobra-de-duas-cabeças	EN
Mastofauna	Carnivora	Felidae	*Leopardus tigrinus*	Gato-do-mato	VU; EN; Anexo I
Mastofauna	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Gato-maracajá	NT; VU; Anexo I
Mastofauna	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Onça-pintada	NT; VU; Anexo I
Mastofauna	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Onça-parda	LC; VU; Anexo II
Mastofauna	Cingulata	Chlamyphoridae	*Priodontes maximus*	Tatu-canastra	VU; Anexo I
Mastofauna	Cingulata	Chlamyphoridae	*Tolypeutes tricinctus*	Tatu-bola	VU; EN
Mastofauna	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Morcego-vampiro-comum	LC
Mastofauna	Pilosa	Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	Tamanduá-bandeira	VU; Anexo II
Mastofauna	Rodentia	Caviidae	*Kerodon rupestris*	Mocó	LC; VU

Fonte: IUCN - LC: pouco preocupante; NT: quase ameaçada; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo. MMA - LC: pouco preocupante; NT: quase ameaçada; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo. CITES - Anexo I: inclui todas as espécies ameaçadas de extinção. O comércio de espécimes dessas espécies é autorizado apenas em circunstâncias excepcionais; Anexo II: inclui espécies que não estão necessariamente em perigo de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado para evitar uma utilização incompatível com sua sobrevivência.

Das quinze (15) espécies selecionadas para serem utilizadas, apenas uma não apresenta status de conservação como ameaçada de extinção, *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro-comum). Esta espécie foi escolhida pois apresenta risco epidemiológico, uma vez que pode ser o vetor de uma das variantes do vírus da raiva.

A espécie *Crypturellus noctivagus* (jaó-do-sul) é endêmica da Mata Atlântica e possui seu status de conservação como quase ameaçada, porém foi selecionada para o estudo pois foi registrada em uma das UC's utilizadas, mesmo não havendo registro de sua distribuição na área do município de acordo com a IUCN.

Devido ao fato dessas espécies (Tabela 14) com status de conservação como ameaçadas de extinção estarem em Parques Nacionais, que são classificados como Unidades de Proteção Integral, elas possuem maior proteção para evitar a extinção. Assim, faz-se necessário que sejam monitoradas para que as populações existentes se mantenham.

Caracterização ecológica dos ambientes

Ambiente Aquático

O município de Flores do Piauí possui vegetação correspondente aos biomas da Caatinga e do Cerrado nordestino, sendo abrigo para diversas espécies da fauna brasileira, entre elas muitas aves, répteis e mamíferos.

Para o ambiente aquático, foi possível o avistamento com registro fotográfico de diversas espécies da avifauna que utilizam esse recurso na região da Fazenda Maravilha. Esse ambiente pode ser utilizado por essas espécies como forma de alimentação e nidificação.

As aves avistadas no local e registradas por meio de fotografia que utilizam dos rios e lagos para alimentação foram o carão (*Aramus guarauna*), que se alimenta de caramujos aquáticos, e o pato-do-mato (*Cairina moschata*), que consome plantas aquáticas e invertebrados por meio da filtragem da lama do fundo desses locais.

Para nidificação, houve registro da jaçanã (*Jacana jacana*) que utiliza os caules de plantas aquáticas flutuantes para confeccionar o ninho, e o anu-coroca (*Crotophaga major*) que pode ter seu ninho avistado nas margens de rios e lagos. Há também espécies com a garça-branca-grande (*Ardea alba*), lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*) e o mergulhão-pequeno (*Tachybaptus dominicus*) que além de utilizarem esse local para nidificação, também utilizam para alimentação.

Algumas aves podem ser avistadas com frequência próximo a margens de rios e lagos, mas sem utilizar os recursos de forma direta, como é o caso do bem-te-vi (*Pitangus*

sulphuratus) e do tiê-caburé (*Compsothraupis loricata*), que possuem uma alimentação preferencialmente insetívora, e a gralha-cancã (*Cyanocorax cyanopogon*) que é onívora, podendo assim se alimentar de praticamente tudo.

Todas as aves citadas anteriormente possuem seu status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e o MMA, sendo a gralha-cancã (Figura 26) e o tiê-caburé (Figura 27) animais endêmicos da região Nordeste, enquanto o anu-coroca (Figura 28) não tolera ação antrópica em seu ambiente, necessitando assim uma maior atenção para sua preservação.

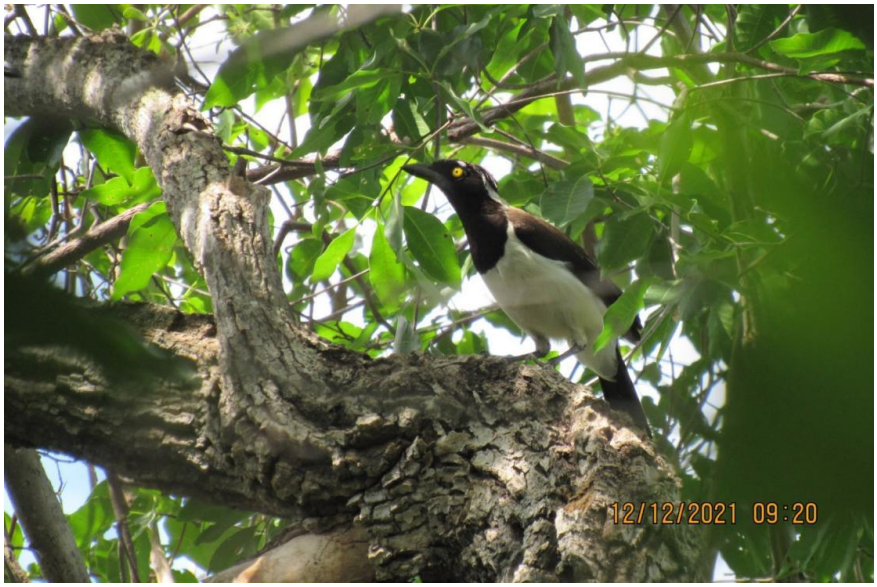


Figura 26. Registro fotográfico da espécie gralha-cancã (*Cyanocorax cyanopogon*).

Figura 27. Registro fotográfico da espécie tiê-caburé (*Compsothraupis loricata*).

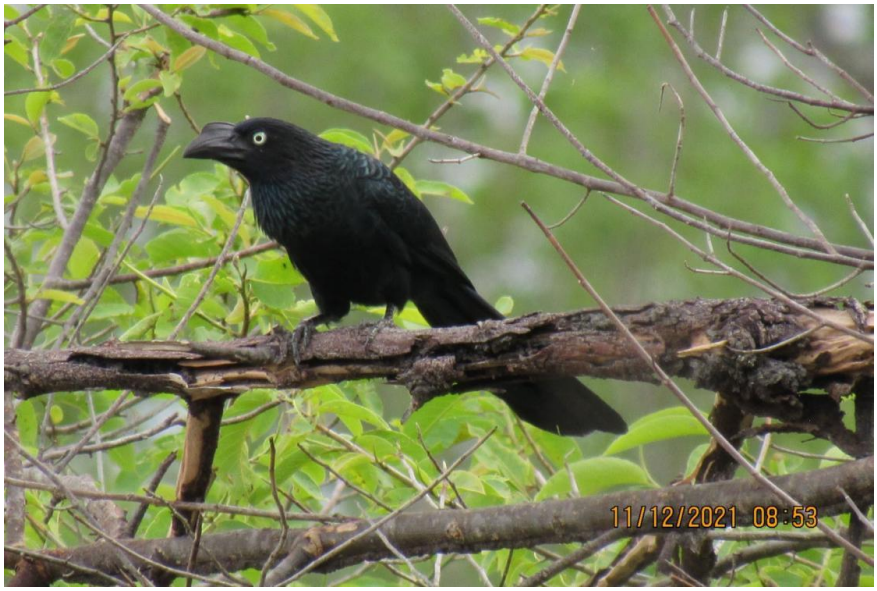


Figura 28. Registro fotográfico da espécie anu-coroca (*Crotophaga major*).

Ambiente seco

Para ambiente seco, com poucas árvores e vegetação baixa, foram registradas por meio fotográfico espécies da avifauna, herpetofauna e pegadas de mastofauna.

As aves registradas nesse ambiente apresentaram uma alimentação, em sua maioria, principalmente de insetos, que são arapaçu-do-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*), casaca-de-couro-amarelo (*Furnarius leucopus*), peitica (*Empidonomus varius*), rapazinho-dos-velhos (*Nystalus maculatus*), sebinho-de-olho-de-ouro (*Hemitriccus margaritaceiventer*) e tem-farinha-aí (*Myrmorchilus strigilatus*), mas também podendo consumir frutos e até pequenos vertebrados, como é o caso do arapaçu-do-cerrado.

As espécies citadas anteriormente possuem seu status de conservação pouco preocupante de acordo com o registrado pela IUCN e pelo MMA. O bem-te-vi-rajado (Figura 29) foi avistado no empreendimento, no entanto de acordo com a IUCN é uma espécie não descrita para a região, possuindo apenas aparições ocasionais na estação outono/inverno.

Figura 29. Registro fotográfico da espécie bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*).

Foram registradas duas espécies que possuem hábito carnívoro-insetívoro, coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) e a seriema (*Cariama cristata*), que se alimentam de pequenos vertebrados e insetos. A coruja-buraqueira (Figura 30) utiliza estrume ao retorno do seu ninho para atrair insetos pelo odor, facilitando no momento da busca por alimento. Esse rapinante, de acordo com a IUCN, não é descrito para a região do município estudado. Apresenta status de conservação pouco preocupante de acordo com o registrado pela IUCN e pelo MMA.

Figura 30. Registro fotográfico da espécie coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*).

Já as espécies pomba-de-asa-branca (*Patagioenas picazuro*), galo-de-campina (*Paroaria dominicana*) e tico-tico-rei-cinza (*Coryphospingus pileatus*) possuem alimentação baseada em sementes e frutos. O tico-tico-rei-cinza e o galo-de-campina se tornam insetívoros ocasionalmente. Todas essas espécies citadas anteriormente, possuem seu status de conservação pouco preocupante de acordo com o registrado pela IUCN e MMA, porém o *Paroaria dominicana* (Figura 31) é uma espécie registrada como endêmica da região Nordeste que só se reproduz uma vez por ano, na estação chuvosa. Sendo assim, esse animal necessita de maior atenção para se manter na região.

Figura 31. Registro fotográfico da espécie galo-de-campina (*Paroaria dominicana*).

Apresentando uma alimentação mais diversificada, considerada onívora, foram registradas por meio fotográfico as espécies corrupião (*Icterus jamacaii*) e sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), onde essa última atua como um possível dispersor de sementes para a região em que residente. As duas espécies citadas anteriormente, possuem seu status de conservação pouco preocupante de acordo com o registrado pela IUCN e MMA, porém a *Icterus jamacaii* (Figura 32) é endêmica dos biomas da Caatinga e Cerrado.

A maioria das espécies de aves citadas anteriormente nidificam nos altos das árvores ou em ocos de árvores mortas, como é o caso da peitica e arapaçu-do-cerrado, enquanto a coruja-buraqueira e rapazinho-dos-velhos fazem ninhos em buracos no solo ou galerias.

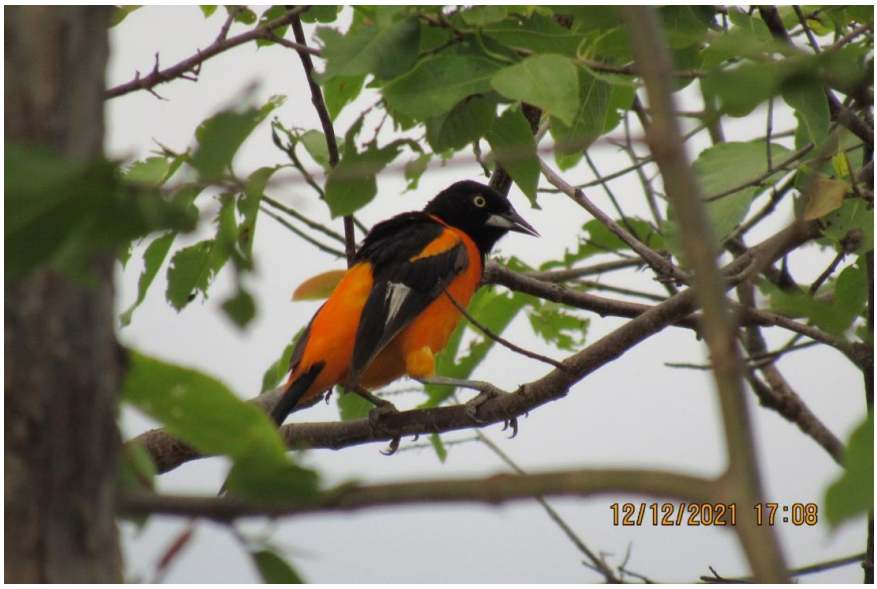


Figura 32. Registro fotográfico da espécie corrupião (*Icterus jamacaii*).

Para herpetofauna, foram registradas duas espécies diferentes de lagartos, sendo elas calanguinho-listrado (*Cnemidophorus ocellifer*) (Figura 33) e o lagartixa-preta (*Tropidurus hispidus*) (Figura 34), que possuem seu status de conservação registrado como pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA.

Figura 33. Registro fotográfico da espécie calanguinho-listrado (*Cnemidophorus ocellifer*).

Figura 34. Registro fotográfico da espécie lagartixa-preta (*Tropidurus hispidus*).

Já para mastofauna, foram registradas pegadas na região do estudo, que foram identificadas como sendo, provavelmente das espécies tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), que são animais que possuem sua distribuição para a região. As espécies *Dasypus novemcinctus* (Figura 35) e *Cerdocyon thous* (Figura 36) apresentam status de conservação pouco preocupante de acordo com a lista da IUCN e MMA, enquanto que a espécie *Chrysocyon brachyurus* (Figura 37) é descrita como quase ameaçada.

Figura 35. Registro fotográfico da espécie tatu-bola-galinha (*Dasypus novemcinctus*).

Figura 36. Registro fotográfico da espécie cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).

Figura 37. Registro fotográfico da espécie lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).

Ambiente úmido

Para uma área com ambiente mais úmido, foram registradas por meio fotográfico mais espécies da avifauna da região, que costumam utilizar as árvores desse local como abrigo, procura de alimentos e nidificação.

Espécies como maria-cavaleira (*Myiarchus ferox*), pica-pau-de-topete-vermelho (*Campephilus melanoleucos*), pica-pau-verde-barrado (*Colaptes melanochloros*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) e tem-farinha-aí (*Myrmorchilus strigilatus*), são exemplos de espécies que se alimentam principalmente de insetos. Algumas como os pica-paus caçam

o alimento em troncos de árvores, enquanto outras como a maria-cavaleira capturam em pleno voo. O *Falco femoralis* (falcão-de-coleira) é uma espécie considerada carnívora-insetívora, pois se alimenta desde cupins em revoada e até mesmo de jararacas. Todas as espécies citadas anteriormente possuem o status de conservação pouco preocupante, de acordo com o registrado pela IUCN e MMA, porém *Furnarius rufus* foi uma espécie que não apresentou registros na região também de acordo com a IUCN.

Há também espécies mais generalista, que se alimentam de invertebrados, frutos e flores, como é o caso do *Icterus pyrrhopterus* (encontro), e do *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), que consomem desde insetos até aves e lagartos. As espécies citadas anteriormente apresentam seu status de conservação pouco preocupante de acordo com o registrado pela IUCN e MMA.

O *Caracara plancus* (carcará) é uma espécie considerada onívora e muito comum tanto em áreas rurais como urbanas, pois consegue se alimentar de animais vivos ou mortos e até mesmo, infelizmente, de lixo humano. O *Vanellus chilensis* (quero-quero) se alimenta de invertebrados aquáticos e até pequenos peixes encontrados em poças de lama, mesmo com essa alimentação, ele dificilmente é encontrado a margens de rios e lagos, preferindo campos alagados. As espécies supracitadas possuem o status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA.

Foram identificadas duas espécies que se alimentam majoritariamente de frutos e sementes para ambientes úmidos. São elas: *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga), que se alimenta principalmente do fruto do umbuzeiro e da fruta de oiticica e carnaúba, que são típicas do sertão nordestino; e *Psarocolius decumanus* (japu), que consome banana, mamão, tangerina, dentre outros frutos. Essas espécies possuem o status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA. Destaca-se que o periquito-da-caatinga (Figura 38) é uma espécie endêmica da região Nordeste.

A nidificação dessas espécies dá-se nas árvores, seja em buracos feitos nos troncos como da maria-cavaleira (*Myiarchus ferox*), ou no topo de árvores grandes, como gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*).

Figura 38. Registro fotográfico da espécie periquito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*).

Espécies de interesse para a conservação

Das espécies identificadas na Fazenda Maravilha por meio de dados primários (registros fotográficos), seis (6) espécies são de interesse para a conservação e estão descritas a seguir. Outras espécies (14) foram identificadas por meio de dados secundários (pesquisa bibliográfica) com base nas unidades de conservação (UC's) próximas ao empreendimento.

As espécies identificadas por meio de dados primários são endêmicas da região Nordeste, são elas gralha-cancã (*Cyanocorax cyanopogon*), tiê-caburé (*Compsothraupis loricata*), galo-de-campina (*Paroaria dominicana*), corrupião (*Icterus jamacaii*) e o periquito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*). Essas espécies apresentam seu status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA, mas ainda assim se faz necessário manter atenção com relação à conservação devido sua distribuição geográfica ser mais restrita.

Destaca-se a espécie anu-coroca (*Crotophaga major*) também registrada por dados primários, pois apesar de ser uma espécie de distribuição abrangente e ter seu status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA, é um animal que não tolera ação antrópica em seu ambiente.

Para espécies encontradas em UC's, foram utilizados dados encontrados no plano de manejo das Unidades de Conservação do estado do Piauí, realizado pela Universidade Federal do Piauí. As Unidades de Conservação consultadas na busca de dados faunísticos são o Parque Nacional Serra da Capivara e o Parque Nacional Serra das Confusões, que

estão inseridos no bioma da Caatinga.

Dividiu-se a fauna em grupos, a saber: avifauna, herpetofauna e mastofauna; apresentando cinco (5), uma (1) e oito (8) espécies respectivamente.

No grupo avifauna foram identificadas *Penelope jacucaca* (jacucaca), espécie endêmica da região da caatinga e do cerrado; e *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste), endêmica da região da caatinga arbórea nordestina. De acordo com a IUCN e MMA, o estado de conservação para essas espécies é vulnerável, ou seja, estão em risco de extinção, sendo o arapaçu-do-nordeste o que mais corre perigo, visto que a IUCN identifica essa espécie com chances de extinção na região do presente estudo.

Também foram identificadas *Spinus yarrellii* (pintassilgo-do-nordeste), *Sporophila maximiliani* (bicudo) e *Crypturellus noctivagus* (jaó-do-sul). O pintassilgo-do-nordeste possui seu status de conservação vulnerável de acordo com a IUCN e MMA; o bicudo está classificado como em perigo, de acordo com a IUCN, e criticamente em perigo, pelo MMA, sendo também uma espécie registrada como raro de se ver na natureza. Já com relação ao jaó-do-sul, é uma espécie endêmica da Mata Atlântica, mas que está localizado no Parque Nacional Serra da Capivara e possui seu status de conservação como quase ameaçada pela IUCN e MMA.

A espécie de réptil encontrada foi *Amphisbaena frontalis* (cobra-de-duas-cabeças) que é descrita como endêmica da Caatinga, sendo encontrada na região sul da Bahia e no Parque Nacional Serra da Capivara. Seu status de conservação é descrito como em perigo de acordo com a IUCN e MMA.

No grupo mastofauna foram identificadas duas espécies endêmicas, sendo a *Kerodon rupestris* (mocó) endêmica da Caatinga; e *Tolypeutes tricinctus* (tatu-bola) endêmica com distribuição restrita à Caatinga e ao Cerrado. O mocó, apesar de endêmico, possui seu status de conservação pouco preocupante de acordo com a IUCN e MMA; enquanto o tatu-bola tem seu status de conservação vulnerável pela IUCN e em perigo pelo MMA.

Outros mamíferos identificados, por meio de dados secundários, foram *Priodontes maximus* (tatu-canastra) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), que apresentam seus status de conservação como vulnerável de acordo com a IUCN e MMA; *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato), apresenta seu status de conservação como vulnerável de acordo com a IUCN e em perigo pelo MMA; *Leopardus wiedii* (Gato-maracajá) apresenta status de conservação como quase ameaçado de acordo com a IUCN e vulnerável pelo MMA; *Panthera onca* (onça-pintada) apresenta seu status de conservação

como quase ameaçada de acordo com a IUCN e vulnerável pelo MMA; e a *Puma concolor* (onça-parda) apresenta seu status de conservação como pouco preocupante de acordo com a IUCN e vulnerável pelo MMA.

Espécies cinegéticas

Espécies cinegéticas são aquelas que são predadas ou que sofrem grande pressão em função da retirada de um animal selvagem do seu habitat natural para fins comerciais, como a venda como animal de estimação ilegal, alimentação ou caça esportiva.

As espécies identificadas como sendo cinegéticas já foram mencionadas anteriormente, tendo como evidentes as endêmicas ou ameaçadas de extinção. São elas *Paroaria dominicana* (galo-de-campina), *Crypturellus noctivagus* (jaó-do-sul), *Penelope jacucaca* (jacucaca), *Kerodon rupestris* (mocó), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Panthera onca* (onça-pintada), *Puma concolor* (onça-parda), *Priodontes maximus* (tatu-canastra).

Espécies como *Patagioenas picazuro* (pomba-asa-branca), *Ardea alba* (garça-branca-grande), *Vanellus chilensis* (quero-quero), *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã), *Furnarius rufus* (joão-de-barro), *Fluvicola nengeta* (lavadeira-mascarada), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi) com ampla distribuição geográfica e com status de conservação pouco preocupante, também podem ser cinegéticas. Sendo as aves as mais visadas para fim de se usarem como animais domésticos.

Risco epidemiológico

Com relação ao risco epidemiológico, consultou-se o Manual de Vigilância, Prevenção e Controle de Zoonoses elaborado pelo Ministério da Saúde, onde identificou-se espécies para os riscos epidemiológicos descritos a seguir.

Como possíveis vetores do vírus da raiva, identificou-se, via dados secundários, duas espécies que ocorrem na região do estudo: *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro-comum), conhecido como o vetor da raiva da variante AgV3; e *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), vetor da variante AgV2.

Espécies migratórias

Para análise de espécies de aves migratórias da região da Fazenda Maravilha, foram utilizadas aquelas registradas por meio de fotografias (dados primários).

Foram identificadas 40 espécies de aves na região que, de acordo com Somenzari

e Amaral (2018) sobre espécies de aves migratórias brasileiras, somente sete (7) das identificadas são consideradas migratórias; sendo sete (7) parcialmente migratórias e uma (1) classificada como não definida. São elas: *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado), *Empidonomus varius* (peitica), *Anthracothorax nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta), *Hydropsalis parvula* (barucau-chintã), *Zenaida auriculata* (avoante) e *Tyrannus melancholicus* (suiriri).

De acordo com a IUCN, essas espécies de aves identificadas como migratórias são residentes da região do presente estudo. Entretanto, segundo Somenzari e Amaral (2018), as espécies *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado) e *Anthracothorax nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta) apresentam-se como migratórias de altitudes.

Espécies como *Empidonomus varius* (peitica) e *Zenaida auriculata* (avoante), aparentemente, apresentam sua distribuição na região Nordeste do Brasil na estação chuvosa. Porém, há registros de que a espécie *Z. auriculata* também apresenta distribuição na região durante todo o ano, assim como *Hydropsalis parvula* (barucau-chintã). Já a espécie *Tyrannus melancholicus* (suiriri) apresenta distribuição em todo o território nacional ao longo do ano.

No entanto, não foi possível elaborar mapa com as rotas migratórias específicas para as espécies citadas, assim como, no artigo de Somenzari e Amaral (2018) e no Plano de Manejo do Parque Estadual Campina do Encantado (IBDF/FBCN, 2008) que não apresentam mapas com rotas migratórias para fins de ilustração.

Em resumo, conclui-se que se faz necessário o cuidado com a conservação da fauna local na região da Fazenda Maravilha visto que há ocorrência de diversas espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.

c) Ecossistemas Aquáticos

Os animais da ictiofauna apresentados a seguir são comumente encontrados na região, segundo relatos de moradores das imediações (dados primários), porém outras espécies foram identificadas por meio de registros bibliográficos (dados secundários) a fim de proporcionar um estudo mais completo, uma vez que não é possível avistar todas as espécies da ictiofauna existentes em um local.

As espécies identificadas por meio de dados primários são apresentadas na Tabela 15 com a ordem, a família, nome vulgar, bem como apresenta o status de conservação das espécies amostradas de acordo com a lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN

(União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais) e Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA) sob a coordenação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), visto que nenhuma delas foi listada pela CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção).

O estudo foca com maior detalhe em espécies possivelmente endêmicas, introduzidas na região, com interesse comercial e migratórias considerando o município de Flores do Piauí, na região Nordeste do Brasil. Para tal, tomou-se como base dados secundários.

As espécies citadas a seguir são ou podem ser encontradas nos recursos hídricos localizados na área de influência da Fazenda Maravilha, sendo eles conhecidos como riachinho, Riacho Mucaitá e Rio Piauí. Não foram realizadas coleta de água nos recursos hídricos, portanto não foi possível qualificar e/ou quantificar a existência de espécies planctônicas e bentos desses locais.

Foram identificadas 7 espécies na Fazenda Maravilha, onde *Leporinus piau* (piau) e *Hoplias malabaricus* (traíra) apresentam registro na IUCN, sendo seu status de conservação pouco preocupante, enquanto as outras espécies apresentaram status de conservação de acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA) como pouco preocupante.

Para o peixe identificado como mandi, foram encontradas duas espécies com possível ocorrência na região do empreendimento, que são elas *Pimelodella parnahybae* e *Pimelodus blochii*.

A fim de complementar o estudo, foram utilizadas espécies registradas em duas teses, sendo de Ramos (2012) com o título “Ictiofauna de Água Doce da Bacia do Rio Parnaíba” e Soares (2016) intitulada “Composição e estrutura da ictiofauna do único reservatório da bacia do Rio Parnaíba, Brasil”, assim como um estudo da Embrapa desenvolvido por Rosa (2010) intitulado “Diversidade e conservação dos peixes da Caatinga”.

Optou-se por utilizar espécies (Tabela 16) que são possivelmente endêmicas da região do nordeste brasileiro, de acordo com o descrito por Rosa (2003), assim como espécies de interesse comercial, migratórias e introduzidas na região do município de Flores do Piauí.

Tabela 15. Espécies da ictiofauna informadas por meio de funcionários (dados primários) no município de Flores do Piauí, na região da Fazenda Maravilha.

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Ictiofauna	Characiformes	Anostomidae	*Leporinus piau*	Piau ou piau-gordura	LC
Ictiofauna	Characiformes	Characidae	*Pygocentrus nattereri*	Piranha	não consta; LC
Ictiofauna	Characiformes	Curimatidae	*Prochilodus lacustris*	Curimatã	não consta; LC
Ictiofauna	Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias malabaricus*	Traíra	LC
Ictiofauna	Siluriformes	Heptapteridae	*Pimelodella parnahybae*	Mandi	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Pimelodidae	*Pimelodus blochii*	Mandi	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Pimelodidae	*Pseudoplatystoma punctifer*	Surubim	não consta; LC

Fonte: IUCN - LC: pouco preocupante; não consta. MMA - LC: pouco preocupante.

Tabela 16. Espécies da ictiofauna identificadas por meio de dados secundários.

Grupo	Ordem	Família	Nome científico	Nome vulgar	Status de conservação
Ictiofauna	Characiformes	Anostomidae	*Leporinus obtusidens*	Piapara	LC
Ictiofauna	Characiformes	Anostomidae	*Schizodon dissimilis*	Piau-galo	não consta; LC
Ictiofauna	Characiformes	Characidae	*Triportheus signatus*	Sardela	não consta; LC
Ictiofauna	Characiformes	Curimatidae	*Curimata macrops*	Branquinha	não consta; LC
Ictiofauna	Characiformes	Hemiodontidae	*Hemiodus parnaguae*	Voador	não consta; LC
Ictiofauna	Perciformes	Cichlidae	*Cichla monoculus*	Tucunaré	não consta; LC
Ictiofauna	Perciformes	Sciaenidae	*Plagioscion squamosissimus*	Corvina	LC
Ictiofauna	Siluriformes	Auchenipteridae	*Ageneiosus inermis*	Palmito	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Auchenipteridae	*Auchenipterus menezesi*	Peixe-gato	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Loricariidae	*Loricaria parnahybae*	Bodó	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Pimelodidae	*Hemisorubim platyrhynchos*	Jurupoca	não consta; LC
Ictiofauna	Siluriformes	Pimelodidae	*Sorubim lima*	Bico-de-pato	não consta; LC

Fonte: IUCN - LC: pouco preocupante; não consta. MMA - LC: pouco preocupante.

Das 12 espécies da possível ictiofauna local, apenas duas apresentam registro pela IUCN, sendo seu status de conservação dado como pouco preocupante, assim como pelo MMA, sendo elas *Leporinus obtusidens* (piapara) e *Plagioscion squamosissimus* (corvina), enquanto todas as outras (10) são listadas somente pelo MMA na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção apresentando seu status como pouco preocupante.

Composição da ictiofauna

Espécies de interesse comercial

Foram identificadas seis espécies que possuem interesse comercial de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo duas registradas por meio de dados primários e quatro por dados secundários.

As espécies identificadas por meio de dados primários são *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Pseudoplatystoma punctifer* (surubim). Enquanto as de dados secundários são *Plagioscion squamosissimus* (corvina), *Ageneiosus inermis* (palmito), *Hemisorubim platyrhynchos* (jurupoca) e *Sorubim lima* (bico-de-pato). As seis espécies apresentaram seu status de conservação como pouco preocupante de acordo com o MMA, e não constam nos registros da IUCN; apenas traíra e corvina são listadas na IUCN como pouco preocupante.

Espécies migratórias

Foram identificadas três espécies migratórias de acordo com o que foi consultado em pesquisas bibliográficas, sendo uma registrada com por meio de dados primários e duas por dados secundários.

A espécie identificada por meio de dados primários foi *Pseudoplatystoma punctifer* (surubim), de acordo com a WWF (World Wide Fund for Nature). Enquanto as espécies identificadas por meio de dados secundários foram *Leporinus obtusidens* (piapara) e *Cichla monoculus* (tucunaré), de acordo com a IUCN e a WWF respectivamente. Todas as três espécies apresentaram seu status de conservação como pouco preocupante de acordo com a MMA, sendo apenas a piapara registrada pela IUCN também como pouco preocupante.

Espécies endêmicas

Foram identificadas nove (9) espécies possivelmente endêmicas para a região Nordeste do Brasil de acordo com o descrito por Rosa (2003), sendo três identificadas por meio de dados primários enquanto as outras (6) por meio de dados secundários.

As espécies identificadas por meio de dados primários foram *Leporinus piau* (piau), *Prochilodus lacustris* (curimatã) e *Pimelodella parnahybae* (mandi), sendo curimatã e mandi possivelmente endêmicas somente da ecorregião maranhão-piauí. Para dados secundários foram identificadas as seguintes espécies: *Schizodon dissimilis* (piau-galo); *Triportheus signatus* (sardela); *Curimata macrops* (branquinha); *Hemiodus parnaguae* (voador); *Auchenipterus menezesi* (peixe-gato); e *Loricaria parnahybae* (bodó), sendo piau-galo, branquinha, peixe-gato e bodó possivelmente endêmicas somente da ecorregião Maranhão-Piauí.

Todas as espécies citadas aqui anteriormente possuem seu status de conservação como pouco preocupante de acordo com o MMA e não constam registradas na IUCN, com exceção de piau que é listada como pouco preocupante pela IUCN.

Devido a ocorrência de espécies endêmicas, faz-se necessário que haja um maior cuidado e manejo com o local do empreendimento pois esse pode vir a interferir diretamente a existência da ictiofauna nos recursos hídricos.

Espécie introduzida e/ou invasora

Identificou-se uma espécie descrita como introduzida na região do estudo de acordo com Rosa (2003), sendo ela *Plagioscion squamosissimus* (corvina). Essa espécie é classificada como introduzida na ecorregião Maranhão-Piauí e como já citada anteriormente, possue seu status de conservação como pouco preocupante, de acordo com a IUCN e o MMA.

Plantas aquáticas

São encontrados três diferentes recursos hídricos na área de influência da Fazenda Maravilha, um riachinho, o riacho Mucaitá e o Rio Piauí, sendo este último citado a maior fonte de água do local.

Apenas o Rio Piauí apresentou plantas aquáticas, que devido a registros fotográficos e a não coleta do material ali encontrado, não foi possível a identificação precisa da vegetação flutuante. Porém, por meio de dados secundários (pesquisas bibliográficas) acredita-se que as plantas ali encontradas (2) são chamadas *Salvinia*

auriculata (mururé carrapatinho) e *Limnobium laevigatum* (amazon frogbit), comumente encontradas nos recursos hídricos do estado do Piauí.

É importante ressaltar que os recursos hídricos possuem vegetação ao seu redor, chamada de mata ciliar, que exercem um papel importante para a manutenção e qualidade desses recursos, assim como retenção de sedimentos nas margens evitando assoreamento e servindo de abrigo e fonte de alimentação para a fauna em geral. Sendo assim, faz-se necessário a não interferência nessa área de vegetação na região do empreendimento.

d) Unidades de Conservação

Não existem Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais na área de influência direta do empreendimento, conforme mapa apresentado anteriormente, em que se evidencia que o empreendimento não apresenta interferências nas UC's da região. No entanto, foram utilizadas duas Unidades de Conservação como fonte de dados secundários na seção de meio biótico, que são os Parques Nacionais Serra das Confusões e Serra da Capivara. Essas UC's apresentam vegetação característica do bioma Caatinga, que podem sofrer impactos indireto principalmente em sua fauna que possivelmente ocorre na região da Fazenda Maravilha.

6.2.3. Meio Socioeconômico

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a **população** estimada no ano de 2021 no município de Flores do Piauí – PI é de 4.461 habitantes distribuídos pela área territorial do município que é de 946.719 km^2, com densidade demográfica de 4,61 habitantes/km^2.

De acordo com o mesmo levantamento o salário médio mensal no município é de 1,3 salários-mínimos. Ressalta-se que 54% da população possui renda mensal de até meio salário-mínimo por pessoa.

Figura 39. Área comercial do Município de Flores do Piauí - PI.

Flores do Piauí – PI possui três **escolas** da rede municipal e duas da rede estadual de ensino. As escolas estaduais são a Unidade Escolar Santo Antônio e a Unidade Escolar Professora Agda Gonzaga que, de acordo com informações da Secretaria de Estado da Educação – SEDUC, encontra-se desativada por problemas estruturais. Já as escolas municipais são a Unidade Escolar Moderno Lucídio Portela, a Unidade Escolar Tia Isabel e a Unidade Escolar Tia Eulália.

Figura 40. Secretária de Educação, Esporte e Lazer do município de Flores do Piauí - PI.

Figura 41. Unidade Escolar Santo Antonio no município de Flores do Piauí – PI.

O município dispõe de dois postos de **saúde** para atender a população das áreas urbanas e rurais a saber, a Unidade Mista de Saúde Enfermeira Maria de Fátima e a Unidade Básica de Saúde Raimundo Martins Ferreira (Figura 42). A taxa de mortalidade infantil média no município, conforme dados do IBGE, é de 60 para 1.000 nascidos vivos. Conforme o levantamento de informações, um dos principais problemas de saúde que acometem com mais frequência os moradores do município e que requerem internação são os problemas estomacais (diarreia).

Figura 42. Unidade Básica de Saúde Raimundo Martins Ferreira no município de Flores do Piauí - PI.

No município apenas 34% dos domicílios apresentam serviços de **esgoto** sanitário adequado, registrados apenas na zona urbana da cidade.

Figura 43. Águas e Esgotos do Piauí S/A - AGESPISA no município de Flores do Piauí - PI.

Quanto às formas de **lazer**, no município observa-se que estão associadas aos balneários que servem com locais de práticas de esportes e atividades físicas disponíveis para população. Segundo o Governo do Estado do Piauí, foram destinados recursos para revitalização do Balneário do Municipal, bem como a construção de uma praça para realização de eventos de maior porte no município.

Figura 44. Registro de recurso hídrico no município de Flores do Piauí – PI.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de investimentos em diversos setores bem como o potencial que novos empreendimentos podem trazer para população do município, o que favorecerá a geração de empregos e renda, além de melhor qualidade de vida em função das oportunidades geradas com a chegada de investidores.

O município de Flores do Piauí está localizado na zona de ecótono (zona de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga) e faz fronteira com municípios que nos últimos anos tem se destacado na produção de commodities e criação de bovinos a saber, as cidades de Canto do Buriti, Itaueira, São José do Peixe, Rio Grande do Piauí e Ribeira do Piauí. Ademais, ressalta-se que a maior parte da mão-de-obra empregada nesses empreendimentos agrícolas é oriundo do município de Flores do Piauí.

São inúmeras as transformações ocorridas na paisagem do Cerrado piauiense nas últimas décadas impulsionadas por subsídios e investimentos estatais ao desenvolvimento do mercado de *commodities* e de toda a cadeia produtiva que engloba esse segmento.

Nota-se que as empresas/empreendimentos agrícolas que buscam a região do Cerrado no Piauí tem como prioridade as áreas de vegetação nativa e com sua gradual transformação tem-se um novo status para áreas altamente produtivas graças aos pacotes tecnológicos adequados para região visando o desenvolvimento sustentável.

No tocante ao município de Flores do Piauí, no que diz respeito a utilização das terras, observou-se que houve redução da área de exploração de lavouras permanentes e no número de empreendimentos destinados à produção dessas culturas; por outro lado, houve aumento de 34,44% na área cultivada com lavouras temporárias (Gráficos 1 e 2).

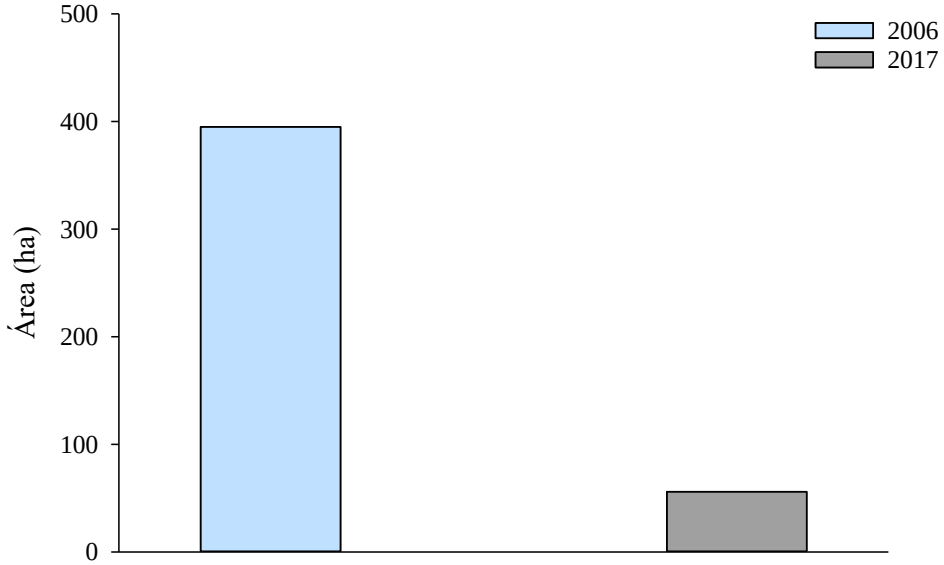


Gráfico 1. Área cultivada com culturas permanentes (hectares) no município de Flores do Piauí - PI de acordo com os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017.

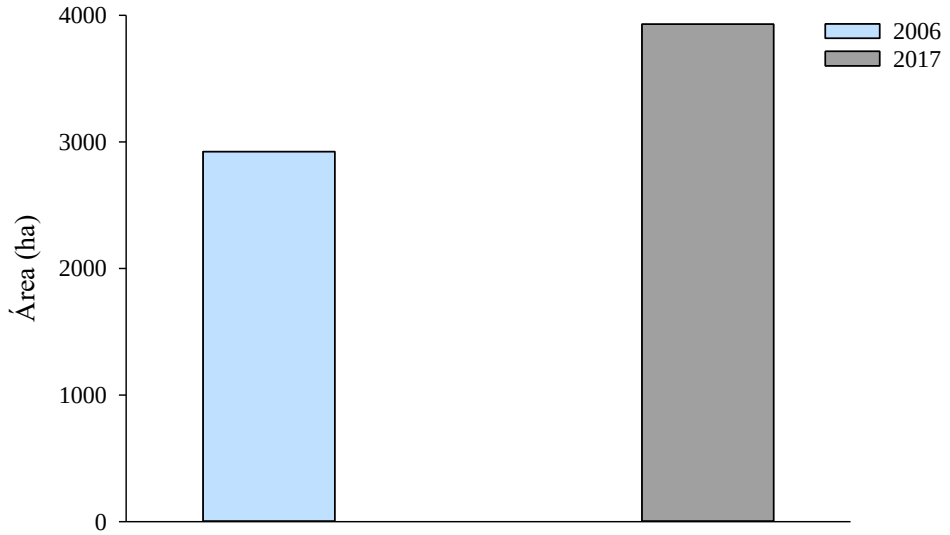


Gráfico 2. Área cultivada com culturas temporárias (hectares) no município de Flores do Piauí - PI de acordo com os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017.

Ressalta-se que houve aumento de 16,47% na área considerada com pastagem de boa qualidade, no entanto, ressalta-se que houve aumento de 452% passando de 150 para 828 hectares na área caracterizada como pastagens em más condições (Gráfico 3).

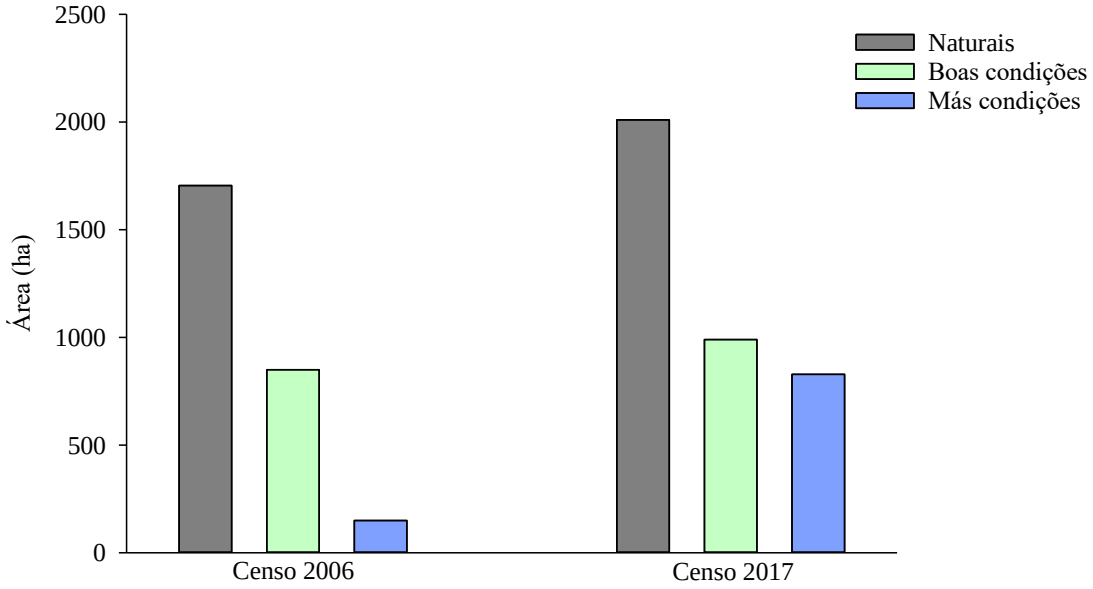


Gráfico 3. Condição das pastagens segundo dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 no município de Flores do Piauí – PI.

As pastagens pelo território nacional estão sujeitas à degradação, devido ao manejo inadequado e a falta de assistência técnica em etapas fundamentais do planejamento dos empreendimentos agrícolas (Gráfico 4). Fatores como número excessivo de animais e ausência do manejo de reposição nutricional dessas áreas tem levado à extensas áreas degradadas.

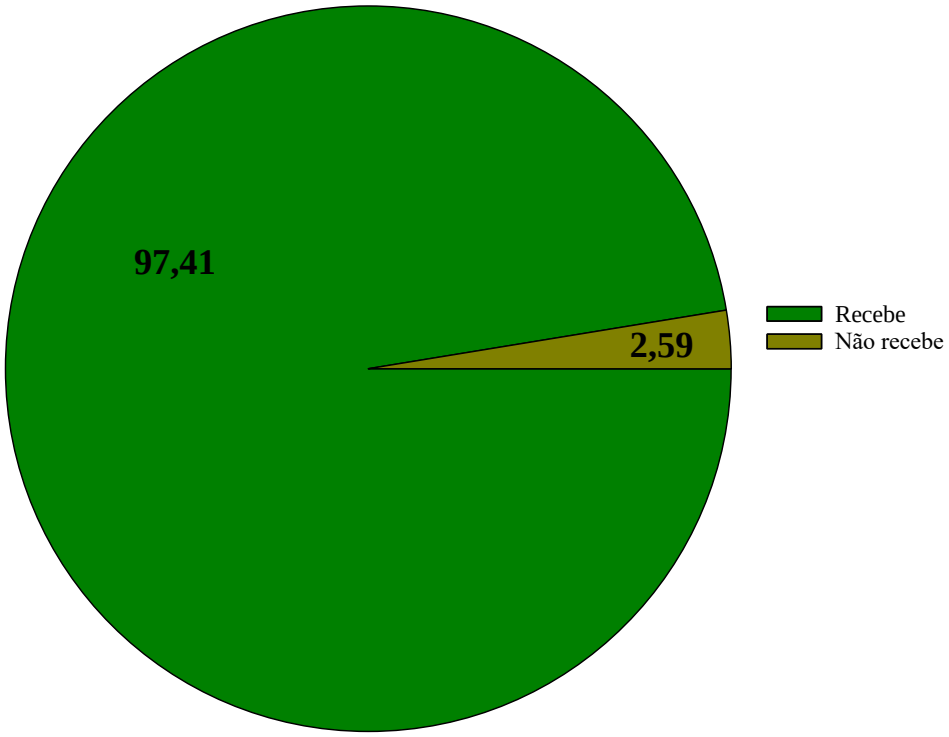


Gráfico 4. Percentual de produtores que recebem ou não assistência técnica segundo dados do Censo Agropecuário de 2017 para o município de Flores do Piauí – PI.

As práticas agropecuárias empregadas na agricultura moderna nessas regiões de fronteiras agrícolas têm intensificado as alterações nas características do solo refletindo na qualidade deste recurso, surgindo a necessidade do emprego de técnicas de manejo sustentáveis. O processo de degradação no município de Flores do Piauí – PI tem levado à perda de vigor e produtividade de forrageiras conforme mencionado anteriormente, culminando na degradação do solo e dos recursos naturais neste ecossistema.

Visando o crescimento econômico e sustentável da agricultura e pecuária na região é fundamental considerar a área dos empreendimentos bem como o bem-estar de se entorno, logo, o melhor conhecimento passa pelo levantamento preciso de informações para tal. Diante disso foi realizado o levantamento de campo em comunidade rural nas proximidades da Fazenda Maravilha.

O Povoado Riachinho está localizado na área de abrangência da Fazenda Maravilha e é composto por 11 famílias contabilizando 21 habitantes identificados por meio de levantamento em campo de informações.

Figura 45. Moradores do Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

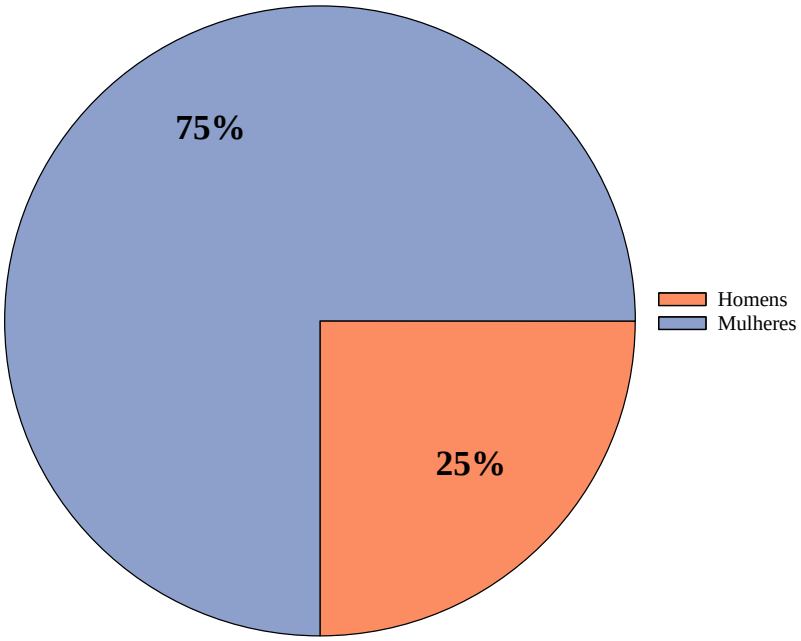


Gráfico 5. Percentual de moradores identificados do sexo masculino e feminino na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí - PI.

Ressalta-se que a média de idade entre os entrevistados (em anos) é superior para os homens (52,5 anos) quando comprado as mulheres entrevistadas no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha.

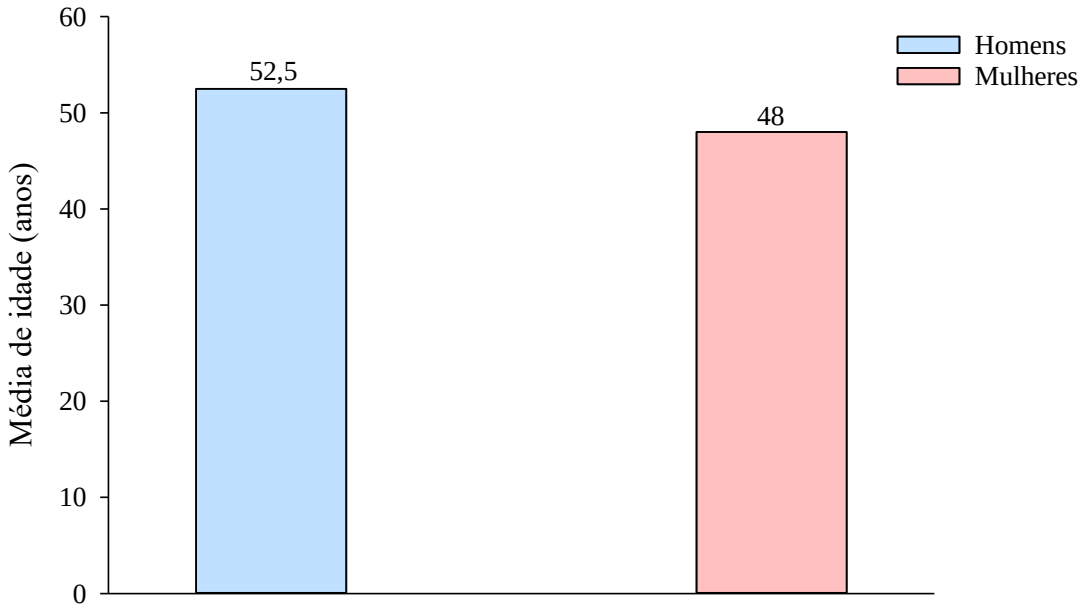


Gráfico 6. Média de idade (anos) para homens e mulheres entrevistados na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Algumas famílias são compostas por mais de dois indivíduos e para melhor conhecimento sobre as **características da população** contabilizou-se o total de indivíduos em cada família que vive na área de abrangência da Fazenda Maravilha bem como a faixa etária. Observou-se que 14 pessoas que vivem no local possuem 18 anos ou mais e 7 possuem menos de 18 anos. Dos entrevistados, quatro são solteiros, três informaram que são casados e um entrevistado é viúvo.

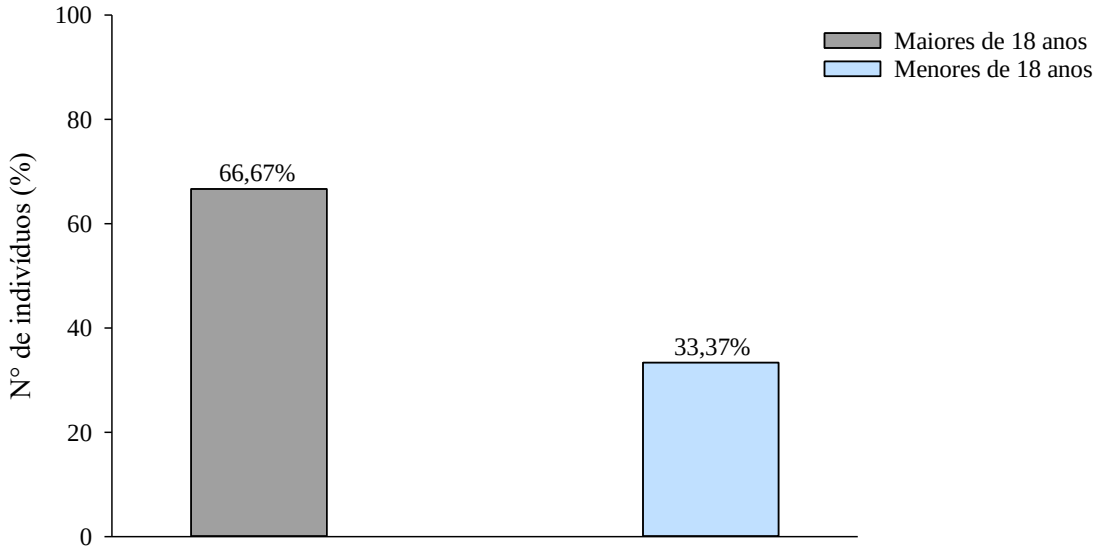


Gráfico 7. Quantidade de indivíduos maiores e menores de 18 anos.

Figura 46. Estrutura familiar em domicílio no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Vale ressaltar que 50% dos entrevistados informaram que não haviam estudado (4 moradores) e apenas três informaram que tinham frequentado a escola, porém, sem concluir o ensino fundamental e um que cursou até o 6° ano.

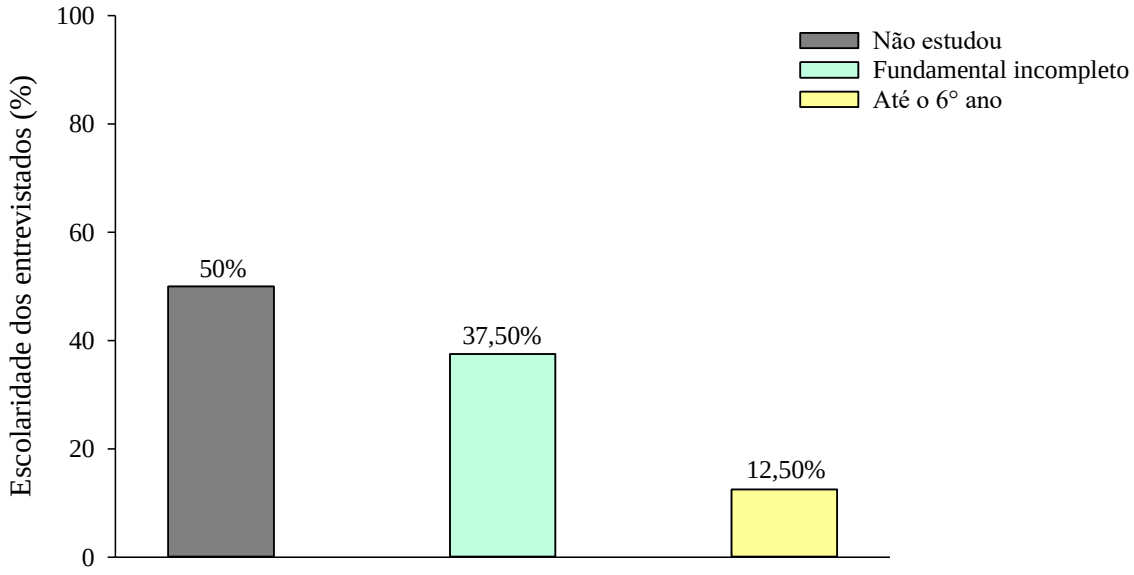


Gráfico 8. Grau de escolaridade da população na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

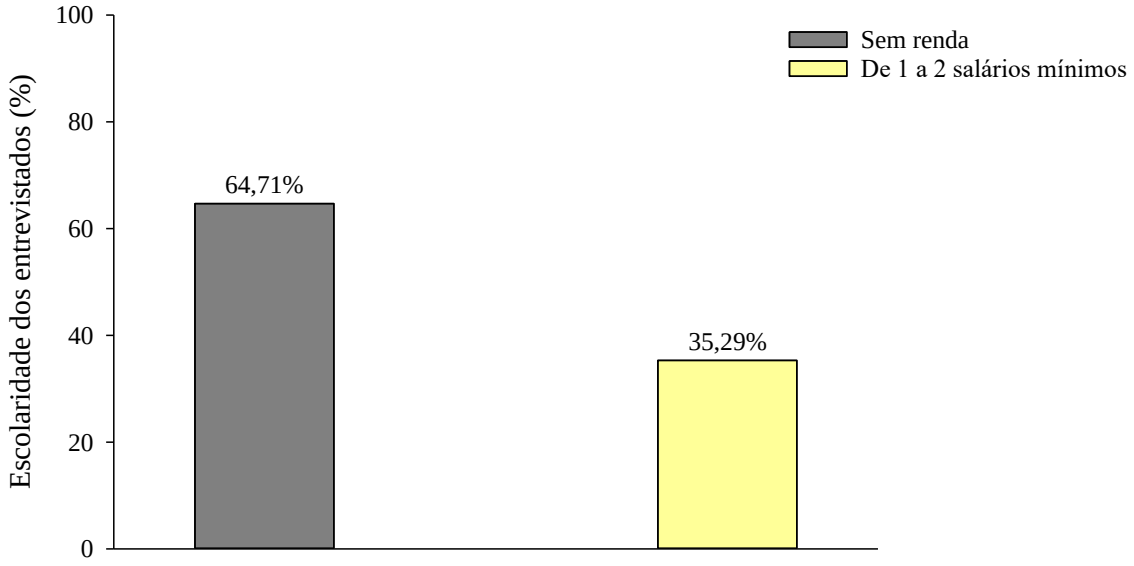


Gráfico 9. Renda mensal declarada pelos moradores na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Quanto à profissão dos entrevistados observa-se que 54% dos entrevistados (12 moradores) declararam-se como agricultores. Na Povoado Riachinho foram identificados aposentados, donas de casa, estudantes e outros (Tabela 17).

Tabela 17. Principal atividade desenvolvida pelos moradores do Povoado Riachinho em Flores do Piauí - PI.

Atividade principal	N°	%
Agricultor	12	54,55
Aposentado	4	18,18
Dona de casa	3	13,64
Estudante	2	9,09
Outro	1	4,55
Total		100

Evidenciou-se a existência de **escola** próxima para os estudantes do povoado. No entanto, por se tratar de uma escola de ensino infantil não atende às necessidades de todos os estudantes do povoado, logo, observa-se a carência de escolas em zonas rurais espalhadas pelo território nacional que contemplem os estudantes nas suas necessidades.

Conforme a Tabela 18, observa-se que 50% dos entrevistados vivem no local há mais de 20 anos, em moradias próprias, conforme declarado pelos entrevistados no povoado situado na área de abrangência da Fazenda Maravilha.

Tabela 18. Tempo de residência no domicílio declarado pelos entrevistados.

Tempo de residência declarado	N°	%
De 1 a 5 anos	2	25,00
De 10 a 15 anos	2	25,00
Mais de 20 anos	4	50,00
Total		100

As moradias do povoado em sua maioria são de paredes de tijolos (75%), com pisos de cerâmica (62,50%), reboco da maioria dos domicílios é parcial (50%) e todos cobertos com telhas. Conforme observado *in loco* os domicílios possuem acesso à **energia elétrica**, com banheiros e com predomínio de cinco a oito cômodos (62,5%).

Figura 47. Moradia com paredes revestidas com reboco no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Figura 48. Moradia construída com adobe sem revestimento de cimento nas paredes e com piso de chão batido no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Figura 49. Serviço de distribuição de energia elétrica no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

O **abastecimento de água** nos domicílios do Povoado Riachinho é oriundo de poço. Segundo os moradores entrevistados nenhum tratamento é feito antes do consumo da água. As moradias dispõem de fossas/privadas e os principais resíduos gerados na comunidade identificados pelos moradores são o papel, plástico e outros materiais. Quanto à destinação final dos resíduos gerados a prática da queima do material é a forma utilizada por todos os entrevistados.

Figura 50. Reservatório de água que abastece o Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Sabe-se que grandes volumes de **resíduos** são gerados e descartados de forma inadequada como no caso da incineração (queima do lixo) mencionada pelos moradores e isso representa uma forma potencial de provocar impactos negativos ao ambiente e à saúde pública quando mal executada. É válido ressaltar que o serviço de **saneamento** é fundamental para a saúde da população, principalmente, a que vive nas zonas rurais, possibilitando trazer o impacto positivo no ambiente explorado por essas comunidades.

O levantamento de informações identificou que a **doença** que mais acomete os entrevistados é a dengue. Outra informação importante é que existem o acompanhamento de **profissionais de saúde** por meio de visitas ao povoado. Porém, quando há necessidade de atendimento mais especializado os moradores de Flores do Piauí recorrem a outros municípios.

Conforme ainda os moradores entrevistados os mesmos não dispõem de tratamentos odontológicos no povoado.

A Secretaria de Estado da Saúde do Piauí (Sesapi) alertou sobre o aumento no número de casos de dengue pelos municípios piauienses, aumento este de 221% em relação ao mesmo período do ano de 2021. Durante esse mesmo período no ano de 2021, o total de 41 municípios informaram casos de dengue, em 2022 já foram registrados casos em 67 municípios.

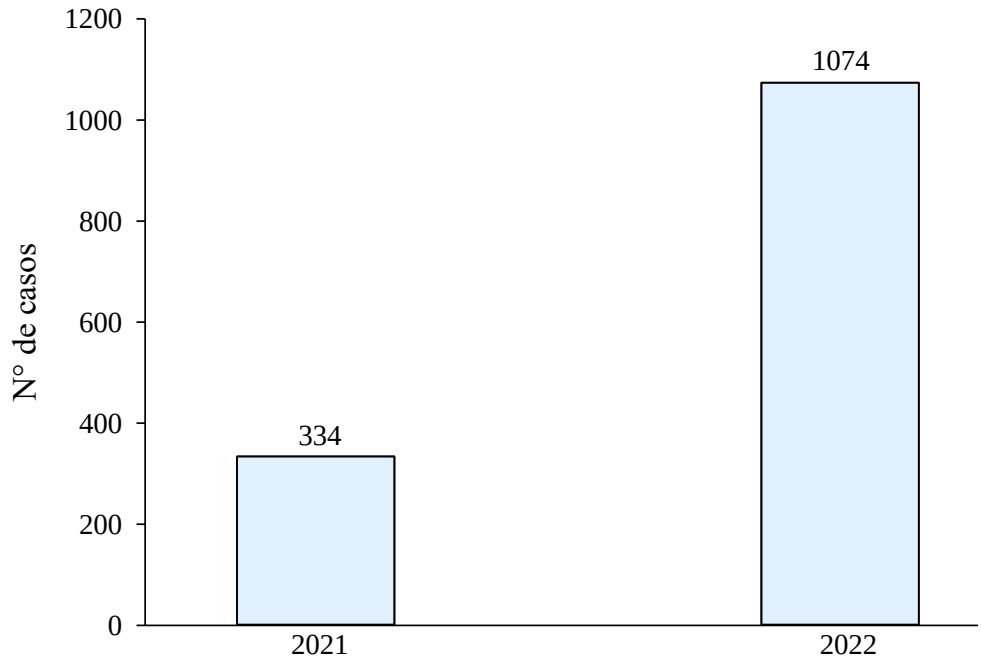


Gráfico 10. Número de casos de dengue no Piauí. Fonte: Adaptado de Sesapi (2022).

Conforme observou-se no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha não existem formas de **organizações sociais** entre os indivíduos que compõem o Povoado Riachinho em Flores do Piauí – PI.

Entretanto, existem **problemas sociais** que trazem preocupação aos moradores da área de influência da Fazenda Maravilha como o alcoolismo e o desemprego. A dependência de álcool é um sério problema de **saúde pública** em vários países, inclusive no Brasil, e atinge pessoas de cenários urbanos e rurais. Problemas relacionados ao consumo excessivo de álcool afeta não somente o dependente (risco para o desenvolvimento de várias doenças não transmissíveis), mas também para o ambiente que este individuo está inserido. Logo, surge a necessidade de um plano de conscientização das comunidades para evitar problemas futuros.

De igual modo, cita-se a geração de **empregos** com a intensificação das atividades agrícolas por meio da chegada de novos empreendimentos, uma vez que, a chegada de investidores ligados ao setor diversifica as oportunidades de rendas para comunidades que vivem no entorno tanto ligadas diretamente às atividades de campo como as não agrícolas (zona urbana).

Quanto às **atividades produtivas** na região de abrangência da Fazenda Maravilha no Povoado Riachinho foram identificados cultivos com culturas perenes (banana e manga) e temporárias (milho, feijão, fava, mandioca e arroz).

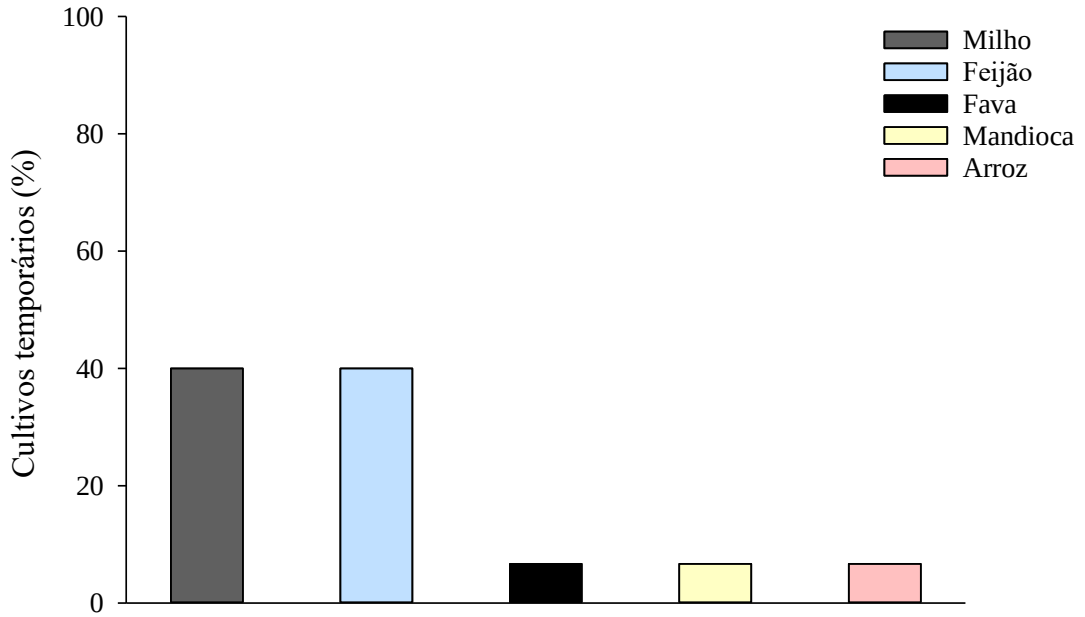


Gráfico 11. Principais culturas anuais cultivadas no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

As informações sobre a **produção animal** no município de Flores do Piauí – PI dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 são observadas no Gráfico 12. Observa-se que houve redução de 12,32% no efetivo de bovinos no município, crescimento de 123,63% no rebanho de caprinos, crescimento expressivo dos galináceos e redução de 6,43% no número de suínos de 2006 a 2017.

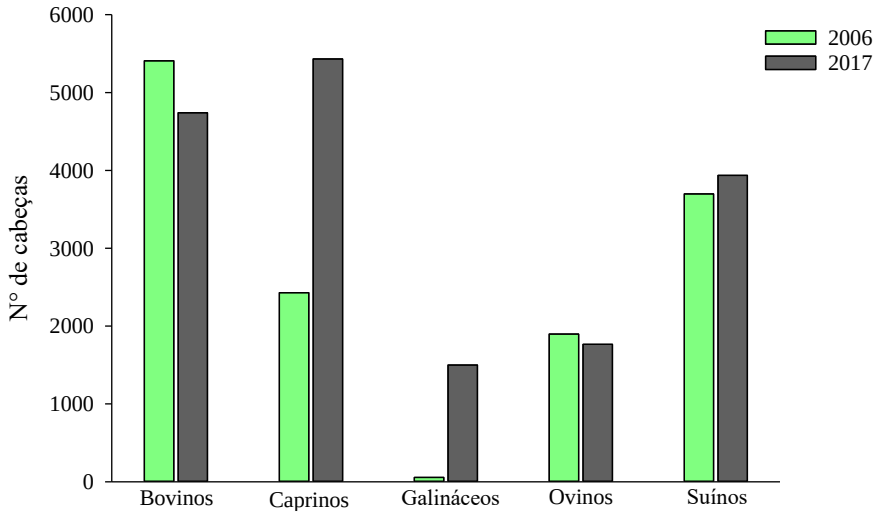


Gráfico 12. Rebanho (cabeças) segundo dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 para o município de Flores do Piauí – PI.

Quanto ao número de animais observou-se que 75% dos moradores entrevistados possuem de 1 a 20 cabeças (seis moradores) e apenas dois moradores entrevistados no Povoado Riachinho possuem entre 80 a 100 cabeças.

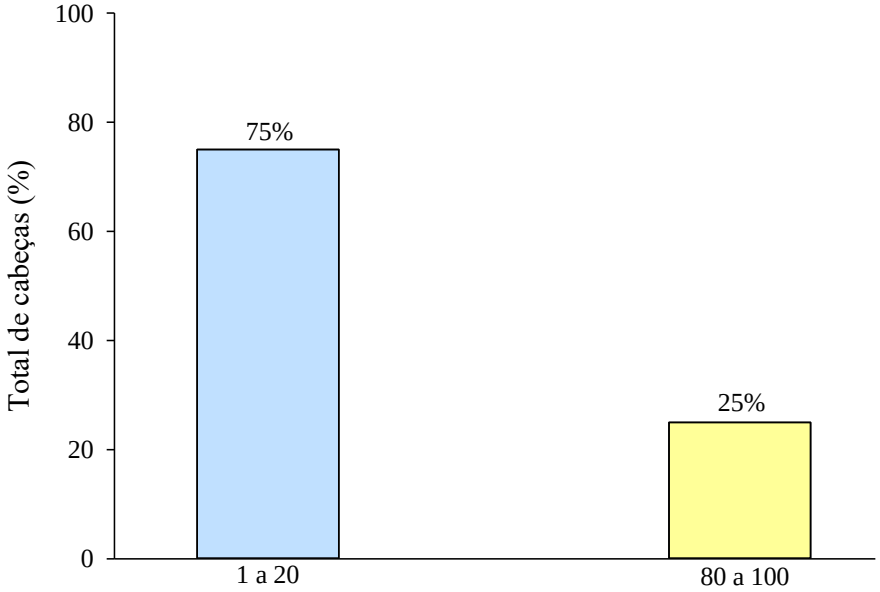


Gráfico 13. Total de cabeças do rebanho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Figura 51. Criação de caprinos no Povoado Riachinho na área de abrangência da Fazenda Maravilha em Flores do Piauí – PI.

Apesar de apenas 25% dos moradores entrevistados possuírem rebanhos com mais de 80 cabeças de animais, a região do município de Flores do Piauí – PI apresenta-se com potencial para expansão da criação de animais, principalmente, rebanhos de bovinos pelas características de solo e clima para produzir pastagem, desde que seja adotado o manejo adequado.

Destaca-se que as estratégias voltadas para intensificação da pecuária nos cerrados brasileiros estão relacionadas com o desenvolvimento de cultivares capim melhoradas geneticamente às condições de solos de baixa fertilidade e ácidos, saúde animal e manejo adequado são fundamentais para consolidação dessa atividade em municípios como o de Flores do Piauí – PI.

Neste contexto, regiões de cerrado como a área de abrangência da Fazenda Maravilha tem um papel central na sustentabilidade e expansão da agropecuária nacional. Solos profundos, bem drenados, com relevo plano a levemente ondulados, água disponível, clima ameno, período chuvoso definido favorecem cultivos anuais como as *commodities* assim como a pecuária a pasto.

Aliado a isso, com a aplicação do questionário na comunidade foi possível verificar que os moradores da área de abrangência da Fazenda Maravilha são a favor da

instalação e consolidação do empreendimento e que vislumbram que tal ação poderá trazer benefícios para a comunidade.

Com relação à **Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico**, o empreendimento não apresenta interferências com sítios históricos, arqueológicos e/ou edificações de interesse cultural, considerando também os que se encontram em processo de tombamento no âmbito federal, estadual e municipal, sendo assim, não foram realizados estudos nesse sentido. A figura 52 apresenta mapa com a ocorrência de sítios arqueológicos, em que se evidencia que o empreendimento não ocasiona interferência ao patrimônio arqueológico.

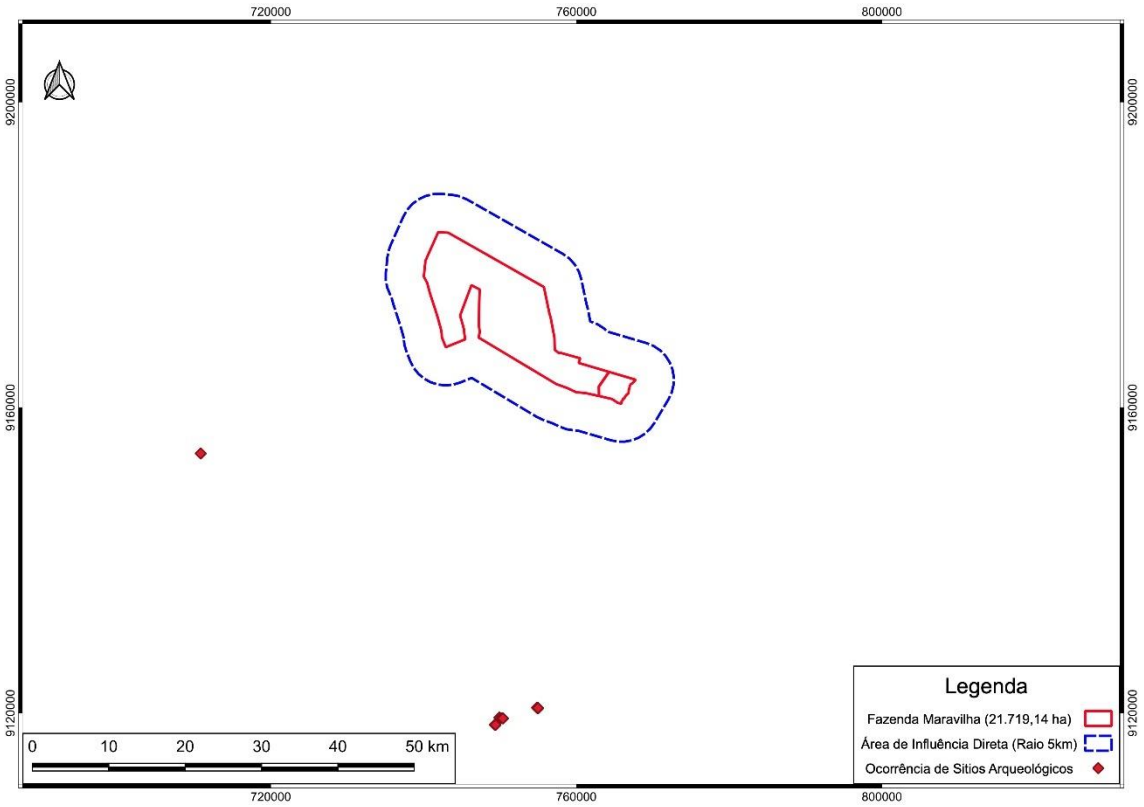


Figura 52. Ocorrência de sítios arqueológicos.

Não existe na área de influência do empreendimento (Fazenda Maravilha) a presença de **comunidades tradicionais** (indígenas ou quilombolas). Nesse sentido, é dispensado a apresentação de mapeamento e caracterização de terras indígenas, territórios ou áreas afetadas.

7. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Durante o processo de avaliação dos impactos ambientais para o projeto agropecuário, diferentes métodos foram modificados e adaptados para o caso específico do empreendimento Fazenda Maravilha (métodos ad hoc, listagens de controle – descritivas, matrizes de interação), cujo objetivo dessas modificações foi de diminuir a subjetividade e limitações. Trata-se de inter-relações entre os componentes ambientais e as intervenções previstas no empreendimento, cujo produto foi uma matriz de valoração de impactos ambientais.

Ressalta-se que a identificação dos impactos ambientais decorrentes das atividades desenvolvidas pelo empreendimento é fundamental para o conhecimento do desempenho ambiental de uma atividade e sua posterior avaliação. Para a identificação dos impactos ambientais do projeto de criação de animais na Fazenda Maravilha, optou-se por definir os indicadores tanto do meio natural quanto do meio antrópico, seguida pela caracterização de cada indicador listado.

Os atributos avaliados foram definidos da seguinte forma: **natureza** – identifica os efeitos benéficos (positivos) ou adversos (negativos) dos impactos sobre os ecossistemas; **reversibilidade** – reversível ou irreversível; **duração** – permanente, temporário ou cíclico; **abrangência** – classifica os impactos cujos efeitos se fazem sentir ao nível local ou regional.

Meio Físico

O processo de degradação dos recursos naturais tem se agravado nas últimas décadas. Dentre os recursos naturais renováveis, o solo está perdendo sua capacidade de suporte para a exploração agrícola em um ritmo acelerado, sendo considerado um dos principais problemas ambientais da atualidade (Reyes-Palomo et al., 2022). Entretanto, as atividades agrícolas/agropecuárias são vitais na geração de benefícios como a oferta de alimentos, a geração de empregos e a garantia de permanência do homem no campo.

A implantação/consolidação do empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha trará mudanças no ambiente a ser explorado em suas características paisagísticas em virtude de mudanças no uso do solo nesse ecossistema. Sob o ponto de vista dos aspectos físicos, a região terá alterações/modificações na paisagem, uma vez que, a vegetação nativa será suprimida, decorrente da implantação das obras de infraestrutura (sede, poço, depósitos, cercas, acessos, entre outros) bem como pela implantação das áreas cultivadas com forrageiras.

Supressão da vegetação nativa e implantação de pastagens

Impacto: A remoção de vegetação nativa para implantação de pastagem provocará modificações nas características naturais do ambiente.

Análise: O uso do solo pelas atividades humanas vem alterando drasticamente os ecossistemas por meio da eliminação das áreas com vegetação nativa e consequente substituição por extensas áreas de monocultivos e/ou formações agropastoris (Skidmore et al., 2021; Zioti et al., 2022; Sales et al., 2022).

É importante destacar que quando bem manejadas, as pastagens apresentam potencial de elevar o teor de carbono estocado no solo, reduzindo as emissões de gases do efeito estufa em decorrência do desmatamento e das queimadas. Segundo Sales et al. (2022) a supressão vegetal é a principal força que altera tanto quantitativa como qualitativamente as paisagens nos biomas brasileiros, principalmente o Cerrado.

Sabe-se que após a década de 1970 houve ocupação intensiva no Cerrado brasileiro visando a expansão da produção de grãos voltados à exportação como as *commodities* soja, milho e mais recente o algodão (Trigueiro et al., 2020). De igual modo, foram observados aumento nas áreas destinadas às pastagens cultivadas.

A rápida expansão da fronteira agrícola nos Cerrados teve como atrativos as condições edafoclimáticas favoráveis, relevo que facilita a agricultura mecanizada, proximidade de importantes mercados consumidores e, principalmente, o baixo valor das terras (Trigueiro et al., 2020).

A retirada da vegetação e consequente exploração agropecuária está diretamente associada a severos danos aos ecossistemas e afeta a curto prazo a produção de alimentos (Rahman; Islam, 2021; López, 2022). Os programas de melhoramento genético de plantas trazem mais produtividade, no entanto, tais cultivares são extremamente dependentes de agrotóxicos e fertilizantes minerais, sendo requeridos em quantidades cada vez maiores.

Em síntese, os impactos ambientais no bioma Cerrado são evidenciados pela redução da disponibilidade dos recursos hídricos, com o aumento da produção animal (bovinos, principalmente) observa-se o aumento das emissões de gases causadores do efeito estufa, além de, recordes em áreas suprimidas ligados às atividades agropecuárias que convertem a cobertura nativa em áreas agrícolas (López, 2022).

Medidas mitigadoras: As pastagens, quando bem manejadas, apresentam enorme potencial para mitigar as mudanças climáticas por meio da absorção e armazenamento de CO_2. Ressalta-se que o potencial de sequestro de carbono das pastagens favorece o aumento da retenção de água no solo, fornecimento de nutrientes com a decomposição da

matéria orgânica, melhorias na qualidade físicas do solo e boas produtividades (Lin et al., 2020).

Preparo do solo, plantio e tratos culturais.

Impacto: Substituição de áreas como vegetação natural por diversos tipos de uso do solo.

Análise: Ações antrópicas têm gerado impactos nas paisagens por meio do intenso processo de substituição de áreas naturais por diversos tipos de uso do solo (Yue et al., 2021). Desta forma, o uso do solo com condições de umidade inadequadas bem como intensa movimentação de máquinas, implementos e pisoteio animal contribuem para a compactação do solo (Dörner et al., 2022).

A grande maioria das áreas agrícolas brasileiras tem como um dos principais problemas que limitam sua produção a compactação do solo. O termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados quando uma determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas ou pisoteio animal (Richart et al., 2005; Liu et al., 2022).

Sabe-se que a compactação do solo pelo manejo inadequado de áreas cultivadas ou utilizadas pela pecuária altera uma série de fatores como a aeração do solo (Huang et al., 2022), a capacidade de o solo armazenar água, resistência à penetração das raízes das plantas, podendo inclusive, aumentar a suscetibilidade do solo aos processos erosivos (Liu et al., 2022).

A compactação do solo está associada também à movimentação intensa de máquinas/implementos agrícolas e animais no campo e possui ligação direta com os atributos que são considerados na indicação da qualidade física do solo (Liu et al., 2022). Porosidade do solo, aumento de densidade do solo, aeração do solo, baixa quantidade de água disponível, aumento da resistência à penetração das raízes das plantas e consequente diminuição do crescimento radicular estão associadas aos solos compactados principalmente nas camadas superficiais (Huang et al., 2022).

Medida mitigadora: O uso de técnicas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva favorece a qualidade do solo, permitindo que ele continue atuando como uma importante fonte de serviços ecossistêmicos. Para tal, o manejo adequado respeitando a capacidade de suporte do solo explorado com a pecuária é fundamental.

Processos erosivos e carreamento de sedimentos.

Impacto: Perda progressiva de solo e nutrientes contribuindo para o assoreamento de rios e lagos, contaminação das águas dos rios e a acentuação dos efeitos de inundações em cotas mais baixas do relevo.

Análise: A erosão do solo é um processo natural que vem sendo acelerado pelas atividades antrópicas desenvolvidas de forma inadequada, resultando na degradação de extensas áreas e na redução das funções do solo (Thomas et al., 2018). Como impacto direto observa-se a formação de sulcos nas áreas cultivadas bem como em acessos decorrentes do escoamento superficial da água da chuva.

A erosão hídrica dos solos apresenta grande variabilidade, e é relacionada a vários fatores. Os principais fatores estão relacionados com as condições climáticas, de relevo, uso e cobertura do solo e as práticas conservacionistas utilizadas na área (Wolka et al., 2021).

É importante mencionar que a erosão é um grave problema para áreas agrícolas/agropecuárias, sendo consequência direta do manejo inadequado dos solos nesses ambientes (Panagos et al., 2021). A erosão do solo é um fenômeno irreversível que causa degradação do solo e deterioração no seu entorno com graves reflexos socioeconômicos a nível regional (Wolka et al., 2021).

Sabe-se que os processos erosivos provocam prejuízos de ordem ambiental e econômica, uma vez que, juntamente com a perda de solo e sua camada superficial (mais fértil) são perdidos sementes e fertilizantes minerais (Wang et al., 2022). Com as operações de campo referentes ao preparo do solo para implantação de pastagens, a superfície do solo fica exposta aos agentes do clima como as precipitações favorecendo os processos erosivos e/ou carreamento de partículas em suspensão para os cursos d´água (Donovan; Monaghan, 2021).

Medidas mitigadoras: Ressalta-se que práticas conservacionistas exercem papel fundamental na redução dos processos erosivos, pois tem como princípios reduzir a velocidade de escoamento e a capacidade de transporte do escoamento, além de, estabelecer a relação entre as perdas de solo de uma determinada área (Wolka et al., 2021). No empreendimento Fazenda Maravilha serão adotadas curvas de nível e proteção da cobertura do solo até a formação do dossel das plantas forrageiras diminuindo o impacto direto das gotas de chuva na superfície do solo descoberto.

Risco de contaminação por agrotóxico.

Impactos: Uso indiscriminado de agrotóxicos leva à contaminação do meio ambiente e colaboradores.

Análise: Agricultura brasileira tem se desenvolvido em ritmo acelerado, uma vez que, a modernização dos maquinários e implementos agrícolas, bem como a consolidação do setor de insumos tem contribuído para a rápida expansão do setor. Sabe-se que os agrotóxicos estão no mercado sob a forma de inseticidas, pesticidas, fungicidas, formicidas, dentre outros, e a larga utilização desses produtos observada nas últimas duas décadas ao longo das cadeias produtivas tem impactado em modificações ambientais.

Medidas mitigadoras: capacitação de colaboradores que manipulam os agrotóxicos para uso racional. Serão utilizados equipamentos de aplicação adequados. Os bicos do aplicador serão calibrados para evitar que ocorra a deriva, que consiste na saída do agrotóxico para além da propriedade agrícola que ele está sendo aplicado. A proteção contra deriva impede que o agrotóxico saia para comunidades vizinhas (habitações, escolas); bem como também impede que invada outras culturas causando uma intoxicação e/ou contaminação cruzada de culturas que não deveriam utilizar o agrotóxico. Assim, deverá ser utilizado na velocidade, temperatura e umidade adequada, conforme recomendado por profissional habilitado.

Em síntese: será aplicado em altura apropriada, com pulverizador autopropelido, evitando horários de ventos intensos, sempre em horário comercial para não incomodar os moradores com barulhos noturnos, seguindo estritamente o receituário agronômico para a devida segurança do aplicador e demais funcionários envolvidos na aplicação.

Qualidade da água.

Impacto: Contaminação de reservatórios de superfície e subsuperfície.

Análise: As ações antrópicas e consequente exploração intensa dos recursos naturais tem contribuído para uma crise ambiental, ocasionando desequilíbrios e eventos de contaminação de ecossistemas aquáticos (Loi et al., 2022).

O uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes minerais em regiões agrícolas e agropecuárias, tem comprometido a qualidade das águas superficiais e de subsuperfície. As atividades agropecuárias têm aumentado consideravelmente na região, resultando em geração de poluentes como o nitrato (NO_3^-), que é uma preocupação não somente ambiental como social em escala global, sendo uma ameaça para o abastecimento de água potável (Zhang et al., 2022).

A contaminação da água pode ser via fontes poluidoras distintas, como a poluição via resíduos sólidos de atividades ligadas ao setor agropecuário, contaminação por substâncias químicas empregadas em áreas agrícolas (fertilizantes, adubo orgânico, pesticidas, inseticidas dentre outros) e contaminação por resíduos atmosféricos (Wu et al., 2022). Ademais, os contaminantes podem ser derivados do escoamento seguido pelo transporte de poluentes em suspensão em águas da chuva.

Ressalta-se que o uso de água contaminada de reservatórios para suprir necessidades básicas, bem como, seu uso na agricultura via irrigação, torna a análise desse recurso indispensável para a manutenção da qualidade de vida da população e para assegurar o homem no campo (Alberti et al., 2022).

Medidas mitigadoras: A preservação dos reservatórios superficiais e de subsuperfície é fundamental para o fornecimento de água de qualidade para consumo humano e animal.

No empreendimento Fazenda Maravilha serão tomadas providências para evitar uso excessivo de fertilizantes em áreas de pastagens visando minimizar os riscos de contaminação dos lençóis freáticos com nitrato. Para tal, haverá a boa gestão de fertilizantes em áreas cultivadas com forrageiras bem como a gestão eficiente do poço tubular, no que se refere à demanda desse recurso natural.

Qualidade do ar.

Impacto: Emissões de gases causadores do efeito estufa bem como partículas de solo pelas operações de campo com máquinas em áreas do empreendimento.

Análise: A expansão das atividades agropecuárias está diretamente relacionada ao aumento do desmatamento e das queimadas, potenciais geradores de gases nocivos ao ambiente. De igual modo, a criação de animais gera enorme volume de dejetos, que por sua vez, liberam grandes quantidades de gases poluentes atmosféricos (Kwak et al., 2019).

Ressalta-se que as emissões de gases pelo emprego de queimadas em áreas agrícolas/agropecuárias possuem vários efeitos no equilíbrio climático e biogeoquímico do planeta. Além do dióxido de carbono (CO_2), são observadas grandes emissões de metano e óxido nitroso para atmosfera contribuindo para acelerar o efeito estufa na atmosfera (Wang et al., 2022).

Não menos importante, a queima de combustíveis fósseis por máquinas agrícolas e outros veículos está entre os principais causadores das mudanças climáticas e sua

aceleração (Kongboon et al., 2022). A poluição do ar consiste na liberação de gases poluentes na atmosfera, processo este que pode ser oriundo de causas naturais e/ou antrópica, como a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão mineral), além de, produtos diversos como plástico, madeira, álcool dentre outros. Esse problema ambiental cresce exponencialmente sem quaisquer sinais de uma eventual redução. Os efeitos destas emissões excedem a escala local e afetam regionalmente toda a composição e propriedades de ordem física, química e biológica do planeta.

Medidas mitigadoras: Evitar o emprego de queimadas, aplicações de produtos químicos nas quantidades adequadas e conforme a recomendação do profissional especializado, fornecimento de alimentos para reduzir a emissão de gases por animais criados no empreendimento, manejar o solo com a umidade adequada evitando, desta forma, o desprendimento de partículas de solo e formação de "nuvens" de poeira.

Emissão de gases causadores do efeito estufa.

Impacto: Emissão de gases como o metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O).

Análise: A pecuária de corte é um dos setores-chave do agronegócio brasileiro, representando aproximadamente 9% do Produto Interno Bruto (PIB). Nas últimas décadas com o emprego de tecnologia no sistema produtivo e animais com genética melhorada, tem se produzido mais rápido, de forma mais eficiente, com ganhos expressivos de redução de gases do efeito estufa por quilo de produto produzido (Tongwane e Moeletsi, 2021).

O sistema de emissões de gases causadores do efeito estufa da pecuária começa pelo pasto, que utiliza CO_2 presente no ar atmosférico para realizar a fotossíntese. Ao ser consumida pelos animais, que transforma o CO_2 em metano durante a digestão, libera-o novamente para a atmosfera. Entre as principais fontes de emissão de metano na agropecuária estão as fezes dos animais e a fermentação entérica.

Em suma, o controle eficiente e a redução dessas emissões relacionadas à pecuária passam pelo manejo do sistema de pastejo, fornecimento de pastagens de qualidade nutricional, suplementação em períodos-chave das fases de criação bem como a redução da idade média dos animais que vão para o abate, uma vez que, se o intervalo fosse reduzido, haveria uma menor emissão de metano pelos animais (Ku-Vera et al., 2020).

Medidas mitigadoras: A intensificação dos sistemas de produção animal, bem como a melhoria e/ou aumento de produtividade por unidade animal, contribui para

redução das emissões de CH_4 por unidade animal (kg de carne). De igual modo, a qualidade da alimentação e a alteração na população de microrganismos ruminais permitem maior retenção de energia, diminuindo as perdas por CH_4 para a atmosfera.

Produção de ruídos e vibrações.

Impacto: Desconforto e problemas de saúde em colaboradores, aumentando a possibilidade de acidentes de trabalho.

Análise: A movimentação de veículos no interior e nas vias de acesso produzem ruídos e vibrações diversas nesses ambientes, quando estas ocorrem em níveis indesejados e por longos períodos de exposição, superiores ao considerado suportável, podem causar sérios problemas de saúde aos colaboradores do empreendimento.

A ergonomia tem contribuído para melhorias nas condições de trabalho, fornecendo o colaborador quanto a sua saúde física e mental, seu bem-estar e sua segurança e produtividade.

Medidas mitigadoras: Fornecer os equipamentos de proteção individual e coletiva para os colaborares bem como manter as máquinas e veículos com a devida manutenção para melhor funcionamento.

Meio Biótico

Na maioria dos casos os impactos ambientais não acarretam a total eliminação da comunidade vegetal, no entanto, modificam a sua composição estrutural. Frequentemente isto implica na redução da diversidade de espécies nativas, que é um dos parâmetros mais empregados como indicativo de impactos ambientais sobre as comunidades. Com o uso das queimadas há expressiva redução do extrato lenhoso e/ou favorecimento de espécies mais resistentes ao fogo nesses ambientes contribuindo para redução da biodiversidade.

Fauna e flora.

Impacto: Redução de espécies nativas pela supressão da vegetação nativa e implantação de áreas agrícolas.

Análise: O avanço do desmatamento em extensas áreas em municípios piauienses devido à expansão da produção agropecuária tem levado a redução da flora nativa pela implantação de monocultivos e formação de pastagens (Parente et al., 2021).

É importante mencionar que a dificuldade de enfrentar o desmatamento ilegal está associada à complexidade de sua dinâmica pelo país. A ocupação territorial, subsídios

fiscais, agricultura e pecuária e o valor de terras em áreas denominadas como novas fronteiras são comumente relacionados à perda de fauna e flora pelos biomas brasileiros (Françoso et al., 2015).

O processo de desmatamento em biomas como o Cerrado e a Caatinga está associado ao processo de vulnerabilidade de espécies animais e vegetais e consequente redução da sua biodiversidade. Ademais, tais consequências negativas não se limitam apenas ao aspecto ambiental, mas incluem aspectos socioeconômicos pela dificuldade criada de para exploração de forma sustentável desses ambientes para geração de produção e renda.

Medidas mitigadoras: Áreas destinadas à preservação/conservação de elementos típicos da paisagem (reserva legal e áreas de preservação permanentes).

Destruição dos habitats.

Impacto: Destruição do ambiente.

Análise: Sabe-se que a quantidade de habitats disponíveis é determinante para a persistência das espécies em uma paisagem que sofreu alguma perturbação antrópica, e que as interações entre o fragmento remanescente e a matriz influenciam as consequências ecológicas dessas mudanças para a vida das espécies (Nakagiri et al., 2010). Logo, a degradação do habitat pode contribuir para redução da biodiversidade e para composição e sobrevivência das espécies nesses ambientes.

A biodiversidade engloba todas as espécies de plantas e animais, microrganismos e processos ecológicos (Kubo et al., 2021). A ocupação de áreas em municípios piauienses promoveu a supressão de grande parte da vegetação nativa desses locais, surgindo a necessidade de medidas visando eliminar as contradições trazidas por esse modelo de expansão agropecuária e proteger efetivamente esses habitats mantendo o equilíbrio ambiental.

Medidas mitigadoras: O empreendimento Fazenda Maravilha fará o controle de supressão respeitando à legislação vigente, preservando ao máximo a fauna e a flora nativas.

Quebra do equilíbrio entre as espécies.

Impacto: Desequilíbrio das relações no ambiente.

Análise: Sabe-se que um ecossistema equilibrado tem a tendência a se manter assim, desde que não sejam realizadas alterações de nenhuma ordem. Modificações na

sua estrutura original, como as que ocorrerão na área do empreendimento, é difícil de ser mensurada vista a complexidade das inter-relações existentes nos ambientes (Nakagiri et al., 2010).

A quebra do equilíbrio pode provocar morte de espécies e alterar drasticamente as condições ambientais de uma determinada região, provocando danos à comunidade biológica ali residente. Ressalta-se que em determinadas situações, os impactos oriundos da alteração do ambiente pelas atividades agrícolas/agropecuárias podem ser tão intensos que o período de recuperação pode demorar milhares de anos, uma vez que, quando um elemento (animal e/ou vegetal) de determinado ecossistema é adicionado, retirado ou reduzido, ocorre o desequilíbrio ecológico que, por sua vez, pode gerar uma reação em cadeia que repercute no perfeito funcionamento do ecossistema.

Poluição atmosférica, desmatamento, caça e a pesca ilegal, efeito estufa, expansão demográfica são atividades humanas que favorecem a quebra do equilíbrio entre espécies num ecossistema (Kubo et al., 2021).

Medidas mitigadoras: A manutenção do equilíbrio em casos de áreas agropecuárias visando mitigar os impactos gerados pela exploração dessas áreas. Ademais, o uso controlado de produtos químicos (agrotóxicos), uso controlado do fogo (com autorização prévia), diversificação de cultivos, manutenção de áreas de reserva legal e APP's, como mencionado anteriormente, minimizam os impactos.

<u>Evasão da fauna e coleta de animais e aumento da atividade de caça</u>.

Impacto: Perda da diversidade da fauna local.

Análise: A implantação do projeto agropecuário promoverá a migração de espécies animais para outros ambientes, o que acarretará alterações nos aspectos ambientais do local.

A escassez de áreas com vegetação nativa faz com que a fauna local busque outros ambientes em busca de alimento e abrigo. Diante do exposto, em áreas agrícolas/agropecuárias faz-se necessária a conciliação entre a produção sustentável e a conservação da biodiversidade (White et al., 2020).

Outro ponto que merece ser destacado é a caça de animais silvestres. O elevado número de animais abatidos em biomas brasileiros vem dizimando algumas populações e levando a extinção de espécies, principalmente, em regiões com grandes desigualdades sociais, uma vez que, nesses ambientes os animais silvestres servem como fonte de proteína e renda (Bragagnolo et al., 2019).

Medidas mitigadoras: Recomenda-se que durante o processo de supressão vegetal, não haja interferências bruscas favorecendo a fuga dos animais. Para tal, será necessário a realização de palestras em prol de conscientização ecológica dos colaboradores, visando a proteção da fauna local.

Meio Socioeconômico

A população situada no entorno do empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha anseia por melhorias geradas em razão da efetivação das atividades desenvolvidas pelo projeto do empreendimento. As expectativas estão diretamente relacionadas à geração de empregos, aumento da renda familiar, aumento na oferta alimentar, melhoria na qualidade de vida, surgimento de novos setores econômicos, variação da demanda para serviços sociais básicos.

Interferências no cotidiano da comunidade.

Impacto: Mudanças no cotidiano da população que reside na área de influência direta do empreendimento.

Análise: A expansão da fronteira agrícola, sobretudo nas últimas décadas, impulsionou um novo ordenamento territorial observado tanto na organização do espaço agrícola quando no meio urbano (Garrett et al., 2018). Observou-se nas áreas urbanas o crescimento expressivo voltado para atender as atividades produtivas do campo (Santos et al., 2021).

Com a implantação das atividades de um novo empreendimento surgem incertezas temporários à comunidade pelo aumento na movimentação de pessoas e serviços, atividades modificadoras do ambiente e sobrecarga do precário sistema de saúde local.

Um dos desafios das cidades que estão localizadas em regiões produtoras é proporcionar a inclusão da população por meio do acesso à saúde e a educação investindo na qualidade de vida dessas pessoas por meio de suas ações. Ademais, é fundamental qualificar a mão-de-obra local, uma vez que, o setor enfrenta dificuldades para encontrar colaboradores qualificados.

Medidas mitigadoras: Considerar o espaço ocupado por comunidades tradicionais no entorno do empreendimento, encurtar as relações entre os diversos agentes e promover uma mudança gradual do espaço a ser explorado com agricultura.

Saúde de colaboradores.

Impacto: Riscos à saúde em virtude de produtos utilizados em empreendimentos agropecuários, bem como das atividades de campo no manejo dos animais.

Análise: Sabe-se que colaboradores satisfeitos com o ambiente e as condições de trabalho rendem mais e melhor. De igual modo, os cuidados com a saúde dos colaboradores se revertem em várias vantagens para o próprio colaborador, para o ambiente de trabalho e para os resultados dos empreendimentos agropecuários. As melhores formas de promover a saúde dos colaboradores passa por ações de prevenção, o bom clima organizacional, ações voltadas para o bem-estar físico e mental (Schaefer et al., 2019).

Vale salientar que a saúde do trabalhador rural é um aspecto que escasseia da atenção e do comprometimento público que se concretize em políticas de saúde voltadas à população que vive e trabalha no campo, logo, os empreendimentos agrícolas/agropecuários devem disponibilizar um ambiente de trabalho em conformidade com a legislação vigente, tornando-se situação essencial para garantir a segurança e a saúde de todos os colaboradores ali envolvidos.

Sabe-se que a maioria dos produtos químicos utilizados nas atividades produtivas são potencialmente tóxicos e poluentes, podendo causar severos danos à saúde humana como intoxicações, alergias bem como outras enfermidades (Mu et al., 2022). Logo, faz-se necessário frequentes treinamentos/capacitações de colaboradores para o manuseio correto de substâncias tóxicas evitando o absenteísmo de colaboradores do empreendimento e danos ao ambiente pelo uso incorreto dessas substâncias tóxicas ou poluentes.

As atividades relacionadas ao manejo dos animais passam pelas vacinações, separação, marcação, limpeza das instalações, ordenhas e outras requerem cuidados e conhecimento prático por parte dos colaboradores visando a redução dos acidentes no campo com animais.

Medidas mitigadoras: Deve-se realizar inspeções de saúde preventiva dos colaboradores antes da contratação, proporcionar capacitação dos colaboradores quanto aos cuidados de saúde, uso de EPIs e equipamentos de proteção coletiva, além de, treinamentos quanto ao manejo correto ao cuidar dos animais.

Promoção do desenvolvimento sustentável.

Impacto: Fornecimento de bens de consumo e menor impacto ao ambiente explorado.

Análise: O desenvolvimento sustentável do setor agropecuário é feito com base em ações concretas de respeito ao meio ambiente, uma vez que, a agropecuária sustentável não é mais uma opção, mas uma necessidade, sobretudo diante das evidencias cada vez mais frequentes de mudanças climáticas (Torres et al., 2020).

A expansão da atividade na região nordeste do país pelas condições de clima, solo, relevo, baixos preços de terras, boas condições para criação de bovinos e adaptação das principais espécies forrageiras cultivadas e boas produtividades de massa verde reduzindo, desta forma, custos foram fatores que contribuíram para rápida expansão da atividade. Outro aspecto relevante foi a crescente demanda por parte de frigoríficos instalados em regiões próximas aos locais de produção de animais.

Diante desse cenário, para que seja alcançado o desenvolvimento sustentável do setor no país é fundamental o emprego de tecnologia e formas mais sustentáveis de se organizar a produção, produzindo mais em menos área e reduzir a necessidade de abertura de novas áreas para cultivo de forrageiras e com isso diminuir a pressão em áreas de vegetação nativa.

Medidas mitigadoras: Executar as medidas de controle ambiental em concordância com as propostas para os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos, em conformidade com o estabelecido no estudo ambiental.

Destinação de resíduos sólidos e embalagens.

Impactos: Riscos à saúde humana e poluição/contaminação do ambiente.

Análise: Por ser um procedimento complexo, a destinação final das embalagens de defensivos agrícolas requer participação efetiva de todos os agentes envolvidos (Jin et al., 2018).

A destinação adequada de resíduos sólidos e embalagens de agrotóxicos, apesar de consolidada na lei há alguns anos, ainda é uma problemática latente no campo brasileiro. É importante mencionar que a situação do armazenamento de agrotóxicos em diversas propriedades pelo país é preocupante. Além de causar danos à saúde dos colaboradores o inadequado descarte de embalagens dos produtos químicos causa graves danos a fauna e a flora (Li et al., 2022).

Face ao exposto evidencia-se que o destino das embalagens é uma preocupação da sociedade, uma vez que, o manejo e o descarte desses passivos não vêm sendo realizado de forma adequada, tornando-se um grave problema ambiental e de saúde pública.

Medidas mitigadoras: Utilizar agrotóxicos com a indicação do receituário agronômico, orientação técnica para a aquisição e preparo de dosagens de produtos químicos bem como formas adequadas para as aplicações, pulverizadores devem ser guardados limpos, substâncias tóxicas deverão ser armazenadas em local isolado e, as embalagens de produtos tóxicos devem ser feitas com a tríplice lavagem e armazenadas em locais sinalizados até o descarte em local apropriado (logística reversa, retorno ao posto de coleta do InpEV).

Melhorias dos acessos ao empreendimento.

Impacto: Facilidade de deslocamento entre as áreas exploradas pelo empreendimento bem como chegada e saída de produtos.

Análise: Melhorar a trafegabilidade de acessos aos empreendimentos rurais favorece o escoamento da produção, evita erosões, além de, melhorias no fornecimento de insumos para os empreendimentos. Ressalta-se que o investimento em melhorias em estradas vicinais facilita a logística, uma vez que, sem a devida logística os produtores não conseguem escoar a produção (Nautiyal e Sharma, 2021).

Acessos bem conservados são fundamentais para o funcionamento das atividades dos empreendimentos, garantindo uma série de funcionalidades como tráfego de colaboradores em busca de necessidades básicas (saúde, educação, trabalho e lazer) e escoamento da matéria-prima, logo, faz-se necessário manter viáveis estradas e acessos ao empreendimento para movimentação de animais e pessoas no interior da Fazenda Maravilha garantindo o conforto e redução no tempo de deslocamento entre as áreas no interior da fazenda e do seu entorno.

Medidas mitigadoras: Ações que minimizem os processos erosivos bem como manutenção periódica dos acessos.

Geração de emprego e renda.

Impacto: Novas oportunidades de inserção no mercado de trabalho e melhoria da renda.

Análise: O setor agropecuário é responsável pela geração de empregos diretos e indiretos em diversas regiões do país. Esse segmento é um dos que mais contribui para contratação de mão-de-obra formal tanto em lavouras temporárias como em lavouras permanentes. No Piauí, pela dinamicidade do setor, empregos são gerados com a expansão da pecuária garantindo oportunidades de trabalho para a população economicamente ativa no município.

É importante destacar que mesmo com os desafios enfrentados pelos produtores rurais a cada nova safra, como a alta dos preços de insumos básicos para a produção e a quebra de safras devido às frequentes alterações climáticas, o setor do agronegócio teve a maior geração de empregos nos últimos 10 anos (Pellegrina, 2022). Indo contra as adversidades o setor vem mantendo o histórico de bons resultados no que tange a criação de novos postos de trabalho, sendo um dos poucos setores nacionais a apresentar saldo positivo no acumulado do ano.

Medidas mitigadoras: O empreendimento Fazenda Maravilha irá valorizar a mão-de-obra local, oferecendo para os colaboradores melhores condições.

Especulação fundiária.

Impacto: Procura por novas áreas com potencial agropecuário e agrícola.

Análise: Com a modernização da agricultura brasileira e abertura de novas fronteiras agrícolas observou-se elevação do preço de terras, favorecida por políticas de créditos subsidiados que ampliaram o seu uso especulativo (Vieira et al., 2021). Observa-se que no final da década de 1960 e início da década de 1970 maior organização dos mercados visando manter a produção em ascensão valorizando ainda mais as terras agrícolas (Reydon e Fernandes, 2017).

A terra além de ser um ativo fundiário é um ativo líquido que tem sido utilizado como reserva de valor. Cabe destacar que o aumento nos preços de terras não é relacionado apenas pelo aumento da produtividade agrícola, mas também, pelo aumento da procura por novas áreas por agentes econômicos alheios à agricultura, interessados em ter acessos às políticas públicas de acesso ao crédito (Oliveira, 2013). Assim sendo, a flutuação dos preços das terras deve-se a sua função como geradora de riquezas, uma vez que serve como base para a produção de alimentos e outros insumos.

Ressalta-se que com a consolidação das atividades produtivas no empreendimento Fazenda Maravilha, abrem-se novas oportunidades e demandas por novas áreas com potencial agropecuário/agrícola, como resultado direto o aumento desproporcional no

preço de terras, ocupações ilegais e pressão sobre comunidades tradicionais bem como aumento nos conflitos no meio rural.

Medida mitigadora: Acelerar o processo de regularização fundiária no estado por meio de estratégias integradas entre órgãos ligados à temática.

Aumento na arrecadação de impostos.

Impacto: Maior receita no município oriunda das atividades ligadas ao setor agropecuário.

Análise: O setor agropecuário nos municípios, além da importância para o desenvolvimento econômico e social, tem relevante participação na arrecadação tributária. Tal setor é considerado como um dos motores da economia estadual e nacional, com participação em mais de 20% no Produto Interno Bruto (PIB) do país, sendo também responsável pela geração de renda dos municípios.

Com a consolidação das atividades desenvolvidas pelo empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha haverá o incremento substancial na arrecadação de impostos tanto no município como na região.

Alocação de negócios comerciais voltados para suprir demandas de maquinário, produtos agrícolas, fármacos, suplementação animal e outros insumos necessários para os sistemas produtivos no município traz recursos para o município na forma de arrecadação cada vez mais expressiva de impostos.

Medidas mitigadoras: Facilitar o acesso ao crédito no município, capacitação para formações de empreendedores no município e, incentivos para atrair investimentos externos.

Abertura para novos investimentos.

Impacto: Alterações no ambiente pela implantação de projetos agrícolas.

Análise: Sabe-se que a agropecuária tem papel relevante no desenvolvimento da economia do país. Suas contribuições vão desde o fornecimento de proteína animal até a geração de emprego e renda bem como a abertura para o mercado consumidor de bens industrializados oriundos desta atividade.

O conflito internacional entre Rússia e Ucrânia expuseram a fragilidade da cadeia de abastecimento de insumos e produtos e transformaram tanto a produção atual como as futuras como tendências para o novo modelo de produção. Diante disso, têm-se buscado alternativas para o setor agregando valor aos produtos e viabilizando o desenvolvimento

sustentável. Surge neste cenário oportunidades para entender melhor as tendências futuras do setor agropecuário e compreender de forma mais eficaz os desafios e oportunidades que se apresentam.

Medidas mitigadoras: Buscar executar as medidas de controle ambiental em concordância com as propostas para os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos, em conformidade com o estabelecido no estudo.

Difusão de tecnologias.

Impactos: Desenvolvimento nas atividades agropecuárias na região.

Análise: O setor agropecuário é cada vez mais dinâmico, complexo e incerto para a tomada de decisão. Tal complexidade exige dos produtores um conjunto de ferramentas de inovação para a tomada de decisão assertiva num ambiente cada vez mais desafiador. Os desafios vão desde a natureza sazonal da agropecuária até a destinação final dos produtos via comercialização (Pellegrina, 2022).

Logo, novas tecnologias são requeridas a cada ano nas atividades agropecuárias visando a melhoria da qualidade do produto final, garantindo dessa maneira, maior satisfação aos consumidores e para tal, faz-se importante levar em consideração os fatores relacionados a produção como a qualidade da terra, boas instalações, pastagens com qualidade nutricional para determinado fim, bem-estar animal, mão-de-obra qualificada dentre outros que irão ser a base do sistema utilizado para a produção.

Deste modo, a capacitação tecnológica e os esforços concentrados e sistemáticos no campo visando aumento da produtividade, são relevantes para o desenvolvimento da região.

Medidas mitigadoras: Disponibilizar ferramentas para o acesso à educação, aos meios de comunicação e pacotes tecnológicos maximizam o aproveitamento racional dos recursos disponíveis melhorando significativamente os resultados.

Análise da matriz de avaliação de impactos

Com o processo de avaliação dos impactos foram identificadas relações, sendo elas negativas e positivas. Tais relações representam impactos potenciais que ocorrem em função das intervenções do empreendimento durante as suas fases. O quadro 5 apresenta a matriz de valorização dos impactos ambientais.

A primeira fase consiste na contratação e mobilização de mão-de-obra, visando a elaboração dos estudos e projetos. A segunda fase consiste na instalação do projeto agropecuário, em que são realizadas a supressão da vegetação e construção da infraestrutura para o desenvolvimento da atividade pecuária. A terceira fase consiste na operação e manutenção do processo produtivo no empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha.

Quadro 5. Matriz de valoração dos impactos ambientais.

	Identificação do impacto	Natureza		Reversibilidade		Duração			Abrangência	
		Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível	Permanente	Temporário	Cíclico	Local	Regional
Prévia	Geração de empregos diretos	■		■			■			■
	Geração de empregos indiretos	■		■			■			■
	Aumento da arrecadação de tributos	■		■			■			■
	Supressão da vegetação nativa		■		■		■		■	
	Alterações no uso do solo		■		■		■		■	
Instalação	Alteração da qualidade do ar		■	■			■		■	
	Emissão de gases causadores do efeito estufa		■	■				■	■	
	Produção de ruídos e vibrações		■	■			■		■	
	Geração de resíduos sólidos	■	■		■			■	■	
	Geração de processo erosivos		■	■			■		■	
	Mudança na estrutura do solo		■		■		■		■	
	Evasão da fauna		■		■	■			■	
	Aumento da caça		■	■			■		■	
	Destruição de habitats		■		■		■		■	
	Aumento da fragmentação		■		■	■			■	
	Problema de saúde com colaboradores		■	■			■		■	
	Riscos de acidentes com colaboradores	■	■		■		■		■	
	Geração de empregos diretos	■		■			■			■
	Geração de empregos indiretos	■		■			■			■
	Aumento da arrecadação de tributos	■		■			■			■
	Incremento na dinâmica da renda local	■		■			■			■
	Geração de expectativas	■		■			■			■
Operação	Alterações no uso do solo		■		■		■		■	
	Perda de solo (processos erosivos)		■	■			■		■	
	Alteração da qualidade do ar		■	■				■	■	
	Emissão de gases causadores do efeito estufa		■	■				■	■	
	Produção de ruídos e vibrações		■	■			■		■	
	Geração de resíduos sólidos		■		■	■			■	
	Saúde dos colaboradores		■	■			■		■	
	Geração de emprego e renda	■		■			■			■
	Aumento da arrecadação de impostos	■			■	■				■
	Melhorias dos acessos ao empreendimento	■		■			■		■	
	Atração de novos investimentos	■			■	■				■
	Incremento na dinâmica da renda local	■			■	■				■
	Difusão de tecnologia	■			■	■				■
	Geração de expectativas	■			■	■			■	

8. MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIA

A proposição de medidas mitigadoras deve ser realizada considerando cada uma das atividades potencialmente impactantes ao ambiente. Com a devida identificação e classificação dos impactos ambientais, suas consequências decorrentes das ações nas diversas fases do processo de introdução da atividade agropecuária no empreendimento Fazenda Maravilha, é possível acompanhar a evolução da qualidade ambiental bem como a adoção de medidas eficazes de controle no empreendimento.

8.1. Conservação do solo e da água

A implantação de áreas de pastagens e consequente criação de animais envolvem impactos diretos sobre a vegetação, a fauna regional, os recursos hídricos e a qualidade do solo.

Manejo do solo considerando sua capacidade de suporte, manutenção periódica de estradas e acessos ao empreendimento, recuperação de áreas em processo de degradação, uso racional de fertilizante e produtos químicos, manutenção da cobertura da superfície do solo, taxa de lotação adequada minimizam a degradação do solo e contaminação dos recursos hídricos. A justificativa para adoção dessas medidas baseia-se em minimizar e prevenir os impactos sobre o ambiente.

8.2 Uso sustentável de insumos agrícolas

Objetiva-se o uso racional de insumos agrícolas minimizando os impactos destes nos ambientes. Uso de técnicas que otimizem as operações sem causar danos ao ambiente bem como tornar seu uso o mais sustentável possível. Ademais, implantação do programa de manuseio, uso e descarte de embalagens dos insumos utilizados no empreendimento de forma a manter a integridade dos colaboradores envolvidos nas operações de campo e evitar as consequências negativas associadas ao descarte inadequado desses materiais nos agroecossistemas.

Tais ações são justificadas quando se propõe alternativas para o desenvolvimento sustentável do setor.

8.3 Priorização de mão-de-obra local

Fornecer a qualificação de pessoas para desempenhar funções durante a operação do empreendimento Fazenda Maravilha em diversos setores. Profissionais bem-preparados atendem ao demandado para o bom funcionamento de um empreendimento

agropecuário como o objeto de estudo, sanando a busca por mão-de-obra em outras localidades pelo país.

A capacitação por meio de cursos/treinamentos contribuirá para o desenvolvimento da mão-de-obra no município, além de gerar renda, elevando os índices de empregabilidade na região e em municípios vizinhos.

9. PROGRAMAS AMBIENTAIS

A seguir são indicados programas ambientais de acompanhamento e monitoramento das medidas de mitigação/controle/compensação/potencialização. Cabe destacar que é de responsabilidade do empreendimento prevenir, minimizar e mitigar os possíveis danos ambientais durante a execução das atividades agropecuárias, de forma a preservar os recursos naturais restringindo sua intervenção às áreas estritamente necessárias. São propostos os seguintes programas ambientais:

Uso de agrotóxicos

Os agrotóxicos podem causar inúmeros danos à saúde, seja pelo manuseio, contato direto e/ou através de consumo de alimentos ou água contaminados. É importante mencionar que a regulagem correta e a boa manutenção dos equipamentos de pulverização são fundamentais para redução dos riscos. Não menos importante é o uso de produtos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, o local de armazenamento deve possuir boa circulação de ar e estar localizado distante das residências. No que tange ao uso, recomenda-se a aplicação desses produtos em dias ensolarados, observar a velocidade e direção do vento, evitar a aplicação nas horas mais quentes do dia e contra o vento, bem como, evitar dias chuvosos.

A pressão adequada ao objetivo a que se destina a pulverização é fundamental na obtenção de uma distribuição uniforme do produto utilizado, uma vez que, o tamanho das gotas diminui com o aumento da pressão, logo, pressão excessiva no equipamento utilizado causa deriva e perda do produto que está sendo aplicado.

Justifica-se a implantação do programa de uso e manuseio de agrotóxicos dado a relevância da orientação de colaboradores sobre os riscos à saúde e ao ambiente relacionados ao uso irregular de agrotóxicos nas atividades agropecuárias.

Objetiva-se com esse programa a capacitação de colaboradores quanto ao manuseio e armazenamento de agrotóxicos, uso correto de equipamentos de proteção

individual e coletiva, instruções para possíveis ações em caso de intoxicações e tópicos relacionados aos cuidados com o meio ambiente.

Para alcançar tais objetivos o empreendimento deverá contar com apoio de profissionais da área visando a **realização** palestras, capacitações, cursos de curta duração visando o combate a desinformação e a segurança do colaborador.

Como **público-alvo** beneficiado com o programa podemos citar os colaboradores que estão envolvidos direta ou indiretamente nas atividades do empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha.

Gerenciamento de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos gerados nos empreendimentos agrícolas/agropecuários são um grave problema ambiental a ser tratado pela sociedade. Cabe destacar que os resíduos gerados nesses estabelecimentos são diversos como papel, madeira, arame, peças metálicas, seringas, plástico de embalagens, restos alimentares, fezes de animais entre outros.

Logo, **justifica-se** a implantação do programa de gerenciamento de resíduos sólidos dada a severidade que a deposição inadequada desses resíduos pode trazer ao meio ambiente. Tal programa tem como objetivos a proteção e preservação do meio ambiente por meio de ações em todas as etapas de trabalho do empreendimento.

Para alcançar os **objetivos**, o empreendimento deve buscar profissionais qualificados na área para elaboração de documentação técnica e implantação de ações assertivas para o adequado manejo de resíduos sólidos. A **etapas** para construção da documentação técnica devem incluir informações sobre o diagnóstico do problema, conhecimento e caracterização dos resíduos ali gerados em todas as fases de execução das atividades e, não menos importante, a definição ambientalmente correta para destinação dos resíduos ali produzidos conforme definido no programa de educação ambiental.

Sabe-se que esse programa de gerenciamento de resíduos sólidos tem como **público-alvo** todos os colaboradores envolvidos direta ou indiretamente nas fazes do projeto agropecuário da Fazenda Maravilha.

Recuperação de áreas degradadas

A recuperação de áreas degradadas busca fornecer condições favoráveis e reestruturação de vida num ambiente degradado. O uso indiscriminado de substâncias

químicas e a ausência de manejo adequado são colocadas como fatores importantes da degradação de extensas áreas agrícolas/agropecuárias.

É importante mencionar que o programa de recuperação de áreas degradadas compreende uma série de medidas destinadas ao monitoramento de áreas cultivadas ou manejadas nas fases de implantação e operação das atividades do empreendimento.

Justifica-se a implantação desse programa visto que, a conservação e manutenção do solo deve ser tratada como prioridade nos empreendimentos agropecuários, evitando-se assim a depauperação desse recurso e a necessidade de procura por novas áreas.

O **objetivo** desse programa é o monitoramento das áreas do empreendimento Fazenda Maravilha por meio de avalições da qualidade física e química do solo e qualidade e quantidade de massa verde produzida ao longo de cada ciclo de cultivo.

Para **realização** desse monitoramento faz-se necessário a contratação de profissionais qualificados para coleta de solo e avaliação da fertilidade bem como acompanhamento de zootecnistas no monitoramento da produção de forragem e ganho de peso animal.

Ressalta-se que se tem como **público-alvo** os colaboradores envolvidos nas atividades de campo no empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha.

Saúde e segurança em frentes de obra

A prevenção de acidentes e o monitoramento da saúde dos colaboradores do empreendimento é fundamental para o bom rendimento no campo. É importante mencionar que mesmo com a legislação rígida, muitos são os empreendimentos agrícolas/agropecuários que descumprem as normas e regras vigentes na atual legislação.

Os acidentes de trabalho no campo estão ligados a três fatores, a saber: condições inseguras ou defeitos em dispositivos de segurança individuais ou coletivos; ações imprudentes por parte de colaboradores, como a recusa em utilização de equipamentos de segurança e; ausência de condições físicas de trabalhadores para execução de atividades de rotina no empreendimento.

Deste modo, é imprescindível um programa de saúde e segurança em frentes de obras com medidas preventivas eficazes que exponham cada vez menos os colaboradores aos riscos das atividades ali desenvolvidas.

Justifica-se tal programa pelo fato de que os colaboradores estão diariamente expostos às intempéries climáticas, uso de máquinas e implementos agrícolas e manejo de animais no campo que se constituem em fontes de risco potencial contra a segurança

e saúde dos mesmos. Com a boa execução do programa de saúde e segurança o empreendimento diminui riscos e o bom funcionamento das atividades e, como resultado, reduz despesas futuras com tratamentos de saúde e/ou indenizações.

A **construção desse programa** tem como base os treinamentos periódicos com agentes de segurança do trabalho bem como através de visitas de agentes públicos de saúde nas instalações no empreendimento Fazenda Maravilha. Outras medidas relevantes são a manutenção periódica de máquinas e veículos utilizados nas atividades diárias do empreendimento, treinamentos de primeiros socorros, uso racional e consciente de defensivos agrícolas e manejo de animais peçonhentos. Ademais, o empreendimento renovar dentro das especificações os equipamentos de proteção individual e coletiva disponibilizados aos colaboradores.

Ressalta-se que todas as ações/medidas preventivas tem como **público-alvo** os colaboradores que estão envolvidos direta e indiretamente nas etapas de trabalho executadas pelo empreendimento Fazenda Maravilha.

Monitoramento e controle de supressão vegetal

Para implantação de áreas cultivadas com pastagens a atividade de supressão vegetal faz parte do projeto agropecuário. É importante mencionar que com a supressão da vegetação nativa há quebra do equilíbrio no ecossistema pela alteração em habitats já estabelecidos no local. Diante dessa assertiva, faz-se necessário garantir que tal mudança seja precedida por ações como resgate de animais silvestres e manutenção em áreas adjacentes de vegetação nativa para preservação da fauna local.

As **justificativas** para esse programa são oriundas do impacto sobre a fauna local, uma vez que, ao suprimir a vegetação nativa, há o afugentamento de inúmeras espécies que ficam em risco no processo de procura por outra área para se fixar.

O **objetivo** principal desse programa é garantir o resgate e/ou salvamento de animais silvestres na etapa de supressão vegetal. Para chegar a esse objetivo, deve ser construído por equipe técnica especializada um plano para resgate da fauna, sendo este aprovado pelo órgão competente, a SEMAR, a ser implementado durante o processo de supressão da vegetação na área a ser explorada por pastagens e/ou cultivos agrícolas.

É fundamental que todos os colaboradores tenham ciência do programa e de sua relevância para preservação de espécies e conservação da biodiversidade regional.

Plano de Supressão Vegetal

Serão executadas ações e estratégias para a supressão vegetal visando minimizar os impactos causados, tais como: demarcação prévia da área a ser suprimida e aplicação de procedimentos de corte adequados conforme orientações técnicas.

A supressão vegetal será feita por mão de obra especializada, seguindo em faixas a fim de permitir o deslocamento dos animais para a área de reserva legal, sem obstruir os corredores ecológicos. Serão utilizados artifícios para o afugentamento da fauna como o uso de sirene e buzina quando a máquina for realizar a derrubada das árvores. O corte manual do material lenhoso será realizado com motosserras com intuito de ir abrindo caminho e afugentando animais, empilhados momentaneamente e transportados para o pátio.

Paralelo a isso, uma equipe especializada fica acompanhando a máquina para garantir que não haja animais na linha de corte. O material lenhoso resultante poderá ser utilizado para produção de mourões e estacas para cercas e outros usos dentro da propriedade.

Plano de Resgate e Manejo de Fauna

Serão aplicadas medidas de mitigação de impactos sobre a fauna e treinamento com os colaboradores sobre como proceder quando do encontro com animais, visando tanto a proteção da fauna quanto a segurança dos colaboradores. Será realizado o resgate de espécies endêmicas e das ameaçadas de extinção, caso alguma seja encontrada durante a atividade.

Tem-se como objetivo principal realizar o resgate e o monitoramento da fauna silvestre durante as atividades de supressão da vegetação para a limpeza das áreas para uso alternativo do solo (pecuária). Para tal, serão seguidos alguns pontos como: afugentar a fauna silvestre por meio de métodos passivos não invasivos (barulhos estridentes); resgatar o maior número possível de espécimes afetados. Será evitado o máximo possível a captura da fauna, sendo realizado ações de resgate no caso em que animais não conseguirem se deslocar. Para tal, serão realizadas atividades de afugentamento prévio anteriormente às atividades de supressão da vegetação, em que consiste em afugentar passivamente a fauna com maior capacidade de deslocamento para as áreas no entorno, antes das atividades de supressão de vegetação.

Para tanto, deverá ser feita uma análise prévia das áreas objeto das atividades de supressão de vegetação. Na sequência, uma hora antes do início das atividades de

supressão propriamente ditas na área a equipe de afugentamento deverá seguir na mesma direção, emitindo ruídos estridentes e verificando a efetividade do afugentamento de aves, e demais animais. Caso a equipe visualize pequenos animais, como lagartos, serpentes, e outros, deverão ser capturados e mantidos em caixas de transporte ventiladas e umidificadas até que possam ser soltos em áreas próximas não afetadas. A equipe de resgate será composta por um biólogo com experiência no manejo de animais silvestres e dois ajudantes.

Monitoramento e controle de processos erosivos

Dentre as consequências da erosão estão o empobrecimento do solo e a perda da capacidade produtiva de extensas áreas agrícolas, além de, desajustes ambientais aos cursos hídricos e a biota aquática. Cabe destacar que a erosão é um processo de desgaste acelerado do solo, impulsionado pela utilização inadequada deste recurso. Em áreas destinadas à pecuária, a degradação provocada pelos processos erosivos tem sido um dos principais entraves para o bom desempenho da atividade.

Justifica-se a implantação do programa de monitoramento e controle de processos erosivos visto a importância da qualidade do solo para o bom desempenho da atividade agropecuária, evitando-se assim, a perda de áreas e custos para aquisição e implantação da atividade em novas áreas.

Tem-se como **objetivo** realizar o monitoramento periódico dessas áreas destinadas à criação de animais e cultivo de forrageiras e, emprego de manejo que respeite a capacidade de suporte do solo para tal finalidade.

Para diminuir as consequências graves dos processos erosivos recomenda-se a adequada taxa de lotação animal mesmo em regime de criação extensiva, utilização de curvas de nível ou plantio em contorno em áreas com declividade que favoreça a enxurrada em eventos de chuva e/ou irrigação, construção de terraços e utilização de rotação de cultivos.

Como **público-alvo** do programa estão os colaboradores envolvidos diretamente nas atividades de campo no empreendimento agropecuário Fazenda Maravilha.

Educação ambiental

O Programa de Educação Ambiental consiste na junção de ações adotadas pelo empreendimento voltadas para o desenvolvimento sustentável, com a base na ferramenta da educação ambiental.

Ressalta-se que as operações dos empreendimentos agrícolas/agropecuários causam alterações nos ecossistemas onde estão inseridos, logo, a difusão da educação ambiental por parte de proprietários e colaboradores adquire papel estratégico de fortalecer diretamente os grupos sociais impactados. A legislação brasileira exige a realização de Planos de Educação Ambiental (Lei 9.795 de abril de 2019).

O **objetivo** central deste programa é desenvolver ações socioeducativas juntos aos colaboradores bem como da população que reside no entorno do empreendimento Fazenda Maravilha, buscando a conscientização sobre temas relevantes ligados às atividades desenvolvidas pelo empreendimento, além de, consequências de tais ações ao meio ambiente.

Para o sucesso do programa **faz-se necessário** uso de instrumentos como campanhas tratando sobre a questão da educação ambiental, entrega de materiais, reuniões, palestras desenvolvidas junto à sociedade civil abordando temas pertinentes como qualidade do ar, importância da conservação do solo e de recursos hídricos, biodiversidade, riscos associados ao desmatamento ilegal e uso indiscriminado de agrotóxicos, compostagem, gestão de resíduos sólidos, saúde, gestão financeira, economia entre outros.

Diante do exposto, o **público-alvo** é composto não somente por colaboradores do empreendimento Fazenda Maravilha, mas pela sociedade que está direta ou indiretamente impactada pelas alterações no ambiente provocadas pela implantação do projeto do empreendimento em questão.

Plano de Combate e Prevenção de Incêndios

A legislação brasileira autoriza o uso do fogo em algumas situações especificadas no artigo 38 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

> Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:
>
> I - Em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do Sisnama[3], para cada imóvel rural ou de forma regionalizada, que estabelecerá os critérios de monitoramento e controle;

[3]Sistema Nacional do Meio Ambiente

> II - Emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;
>
> III - Atividades de pesquisa científica vinculada a projeto de pesquisa devidamente aprovado pelos órgãos competentes e realizada por instituição de pesquisa reconhecida, mediante prévia aprovação do órgão ambiental competente do Sisnama.

Segundo Durigan e Ratter (2016), o Cerrado é uma savana dependente do fogo que exige uma política de manejo e revisaram os princípios básicos da ecologia do Cerrado para demonstrar que o manejo do fogo deve ser uma parte essencial de uma estratégia mais ampla para conservar o bioma. Os autores afirmam que os ecossistemas do Cerrado dependem do regime histórico de queimadas para manter sua estrutura, biodiversidade e funcionamento. A supressão do fogo transformou a vegetação de savana em florestas, causando perdas de biodiversidade e mudanças drásticas nos processos ecológicos (Durigan e Ratter, 2016).

Na Fazenda Maravilha serão parte do Plano de Combate e Prevenção de Incêndios algumas ações, tais como: desenvolver trabalho educativo objetivando sensibilizar e esclarecer sobre a necessidade e importância da prevenção dos incêndios florestais; divulgar informações relativas aos perigos dos incêndios florestais (Silva, 1998).

Medidas e ações para evitar a ocorrência e propagação dos incêndios são de vital importância no trabalho de combate aos incêndios, e a colaboração de todos é fundamental. As atividades de prevenção começam com a construção de acessos livres, caminhos, picadas, na mata para facilitar a segurança e penetração de brigadas nas áreas de ocorrência dos incêndios (Silva, 1998).

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (2017) desenvolveu um manual sobre prevenção e combate aos incêndios florestais, com enfoque no Bioma Cerrado, que serve como base para medidas mitigadoras de impactos relacionados ao fogo. O empreendimento contará com monitoramento remoto para identificação precoce de incêndios, que podem ter origem natural no Cerrado ou mesmo humana/criminosa por parte de caçadores.

As consequências dos incêndios florestais podem ser particularmente negativas em paisagens fragmentadas, onde o habitat como um todo pode ser queimado simultaneamente, dificultando a fuga de animais para locais não queimados e eliminando temporariamente todas as fontes de alimento para os consumidores primários (Durigan e Ratter, 2016).

O empreendimento dispõe de dois bombeiros, caminhão pipa bombeiro, carreta bombeiro, trator com pipa bombeiro, extintor específicos em todas as máquinas e alojamentos e na caldeira há sistema específico de segurança e prevenção.

10. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

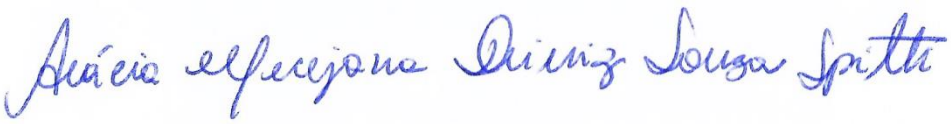
Considerando a fitofisionomia da área de supressão de Cerrado ser Savana Arborizada e Caatinga sendo Savana Estépica Arborizada, o volume para reposição pode ser de 20,12 m³/ha ou 43,01 m³/ha, respectivamente, de acordo com o valor de referência do Snif (2020) ou 40,5927 m³/ha de acordo com o resultado do inventário florestal (IF). Ressalta-se que não haverá supressão de área de preservação permanente – APP. Propõe-se reposição florestal indireta (compra de créditos de reposição florestal) a ser realizada em valores monetários conforme orientação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR/PI). Indica-se a unidade de conservação Estação Ecológica de Uruçuí – Una para receber os valores monetários da compensação ambiental.

11. CONCLUSÕES

O empreendimento Fazenda Maravilha está localizado em uma região com boas condições edafoclimáticas favorecendo o desenvolvimento de atividades ligadas ao setor agropecuário. Ressalta-se que devem ser observadas as normas legais vigentes, voltadas à conservação e preservação dos ecossistemas influenciados pelas atividades ali desenvolvidas.

12. EQUIPE TÉCNICA

Flores do Piauí, 27 de setembro de 2022.



Acácia Mecejana Diniz Souza Spitti; Engenheira Agrônoma (Coordenadora)

CREA 2613035722; CTF/AIDA: 7880279

Marielle Azevedo de Castro Lopes Secco; Bióloga

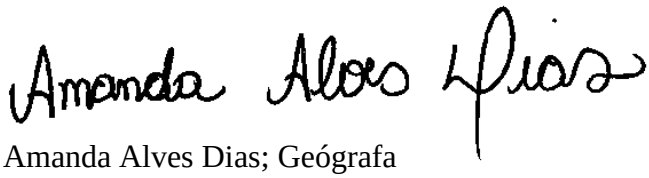
CRBio 132100; CTF/AIDA: 8120523

Euvaldo de Sousa Estrela; Engenheiro Florestal

CREA 0715748564; CTF/AIDA: 7214869

Lucas de Sousa Oliveira; Engenheiro Agrônomo

CREA 1920937692; CTF/AIDA: 8100652



Amanda Alves Dias; Geógrafa

CTF/AIDA: 8189065

13. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Agritempo. (2022a). Estações meteorológicas para o estado de PI. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Estatísticas. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/pesquisaAvancada.jsp?siglaUF=PI>

Agritempo. (2022b). Estações meteorológicas para o estado de PI. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Gráficos. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Grafico/graficoEstacao.jsp?siglaUF=PI>

Almeida, S. P., Proença, C. E. B., Sano, S. M., Ribeiro, J. F. (1998). Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. 464 p.

Bombeiros Goiás. (2017). Manual Operacional de Bombeiros: Prevenção e Combate a Incêndios Florestais. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Goiânia, 260 p. https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/MOB-FLORESTAL.pdf

Brasil. (2012). Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1.

Brasil. (2016). Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses: normas técnicas e operacionais / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 121 p.

Brasil. (2020). Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Portal Brasileiro De Dados Abertos. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/portaria_443>

Brazil Flora Group (2021). Brazilian Flora 2020 project - Projeto Flora do Brasil 2020. Versão 393.287. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Checklist dataset https://doi.org/10.15468/1mtkaw

Carvalho, G. (2020). Flora: Tools for Interacting with the Brazilian Flora 2020. R package version 0.3.4. https://CRAN.R-project.org/package=flora

Castro, J. L. S.; Fernandes, L. S.; Ferreira, K. E. J.; Tavares, M. S. A.; Andrade, J. B. L. (2017). Mata Ciliar: importância e funcionamento. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-016.pdf>. Acesso em 17 abril 2022.

Chagas, M. C. (1998). Direito ao meio ambiente como direito fundamental à vida. Dissertação – Mestrado em Direito. Universidade Federal do Ceará (UFC). Fortaleza. 175 p.

CITES (2022). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>. Acesso em 12 fev. 2022.

Codevasf. (2016). Plano Nascente Parnaíba: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba / Eduardo Jorge de Oliveira Motta e Ney E. Wanderley Gonçalves (organizadores). Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) / Editora IABS, Brasília-DF. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/planos/plano-nascente-parnaba.pdf

Cunha, J. P. A. R., Duarte, M. A. V., Rodrigues, J. C. (2009). Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355.

Durigan, G., Ratter, J. A. (2016). The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. Journal of Applied Ecology 53, 11–15. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12559

Flora e Funga do Brasil. (2022). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 17 abr. 2022.

IBGE. (2009). Manual técnico de geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. (Manuais técnicos em geociências, n. 5). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2. ed., 182 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf

ICMBio/MMA. (2018). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade / Ministério do Meio Ambiente. 1. ed. Brasília, DF. 492 p.

IBDF/FBCN. (2008). Plano de Manejo do Parque Estadual da Campina do Encantado. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal / Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. São Paulo. 342 p.

IBGE. (2022). Flores do Piauí. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/flores-do-piaui/panorama>. Acesso em: 10 fev. 2022.

iNaturalist (2022). Disponível em: <https://www.inaturalist.org/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

Iucnredlist (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em 12 fev. 2022.

Ivanov, M. M. M. (2020). Unidades de Conservação do Estado do Piauí. Organizadora: Marlete Moreira Mendes Ivanov - Teresina: EDUFPI. 429 p. Disponível em: https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf

Jaafari, A., Janizadeh, S., Abdo, H.G., Mafi-Gholami, D. (2022). Understanding land degradation induced by gully erosion from the perspective of different geoenvironmental factors. Journal of Environmental Management, v. 315, n. 115181, p. 1-16. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115181

Leite, R. S.; Ivanov, M. M. M. (2020). Caracterização das Unidades de Conservação do Estado do Piauí. (Capítulo 1). In: Unidades de Conservação do Estado do Piauí. Marlete Moreira Mendes Ivanov (Organizadora). Teresina: EDUFPI. 429 p. Disponível em: https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf

MAPA (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 53, de 1º de setembro de 2020. Diário Oficial da União, 04/09/2020, Seção 1, p. 2. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-53-de-1-de-setembro-de-2020-275906964>.

Mattos, J. M. F. (2017). Espécies cinegéticas utilizadas por comunidades rurais na caatinga – revisão bibliográfica. Anais II CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/33487>. Acesso em: 20 fev. 2022

MMA. (2014). Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, 18/12/2014, Seção 1, p.110-121. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf>

MMA. (2020). Lista de Espécies Ameaçadas - 2020. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://dados.mma.gov.br/dataset/especies-ameacadas/resource/1f13b062-f3f6-4198-a4c5-3581548bebec

Naturatins. (2003). Plano de Manejo do Parque Estadual do Lajeado. Instituto Natureza do Tocantins. Tocantins. 275 p.

Nowak, B., Michaud, A., Marliac, G. (2022). Assessment of the diversity of crop rotations based on network analysis indicators. Agricultural Systems, v. 199, n. 103402, p. 1-6. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103402

Paula, R. C.; Rodrigues, F. H. G.; Queirolo, D.; Jorge, R. P. S.; Lemos, F.G.; Rodrigues, L. A. (2013). ICMBio. Avaliação do Estado de Conservação do Lobo-guará. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/carnivoros/lobo-guara_chrysocyon_brachyurus.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022

Pes, L. Z.; Giacomini, D. A. (2017). Conservação do solo. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico; Rede e-Tec Brasil. 69 p.

Piauí. (2020). Resolução CONSEMA nº 33 de 16 de junho de 2020. Estabelece o enquadramento dos empreendimentos e atividades passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Piauí, destacando os considerados de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental e dá outras providências. Diário Oficial do Piauí. Teresina, PI, n. 111, 18 de junho de 2020, p. 20-62.

Piauí. (2021). Instrução normativa SEMAR nº 07 de 02 de março de 2021. Estabelece os procedimentos, informações e documentos necessários à instrução de processos de licenciamento ambiental, além de outros atos e instrumentos emitidos pela SEMAR e dá outras providências. Diário Oficial do Piauí, Teresina, PI, n. 44, 4 de março de 2021, p. 56-129.

Policarpo, I. S. (2013). Uso de aves silvestres no Brasil: aspectos etnozoológicos e conservação. TCC (Graduação) - Curso Licenciatura e Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 68 p. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2749/1/PDF%20-%20Iamara%20da%20Silva%20Policarpo.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>

Ramos, T. P. A. (2012). Ictiofauna de água doce da Bacia do Rio Parnaíba. Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN, João Pessoa. 215 P. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9824/2/Arquivototal.pdf>. Acesso em: 15 abril 2022.

Reptile-database. (2022). The Reptila Database. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

Resoluções CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Rezende, A. V. (2002). Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um Cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina. p.151 -212.

Rosa, R. (2003). Diversidade e conservação dos peixes da Caatinga. Recife, PE: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. p. 150-161. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/catalogo/REC000gdbz9ch902wx5ok0rofsmqpf290r0.html>. Acesso em: 15 abril 2022

Santana, E. J.; Dias, M. A. M.; Lobato, O. L.; Targino, M. F.; Ivanov, M. M. M. (2020). Fauna ameaçada de extinção em Unidades de Conservação do Estado do Piauí. (Capítulo 4). In: Unidades de Conservação do Estado do Piauí. Marlete Moreira Mendes Ivanov (Organizadora). Teresina: EDUFPI. 429 p. Disponível em: https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf

Santos, L. N. dos, Fernandes, H. C., Souza, A. P. de, Furtado Júnior, M. R., Figueiredo Silva, R. M. (2014). Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho. Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG, 22(2), 112–118. https://doi.org/10.13083/reveng.v22i2.468

SFB. (2016). Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Distrito Federal / Serviço Florestal Brasileiro (SFB). – Brasília: SFB, 2016. (Série Relatório Técnico) 66 p. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/inventario-florestal-nacional-ifn/resultados-ifn/1793-relatorio-inventario-florestal-nacional-df/file>

SFB. (2019). Manual de campo: procedimentos para coleta de dados biofísicos e socioambientais. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, jul. 2019. 90 p. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/inventario-florestal-nacional-ifn/documentos/manual-de-campo-ifn/3028-manual-de-campo/file>

SEMAR. (2020). Instrução normativa SEMAR nº 05 de 01 de junho de 2020. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semar.pi.gov.br/download/202008/SM18_03f772110f.pdf>

Silva, A. C., Furtado Júnior, M. R., Ribeiro, L. C., Fernandes, H. C., Teixeira, R. R. D. (2017). Ruído e vibração no posto de operação de um trator agrícola em função da pressão dos pneus e velocidade operacional. Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG, 25(5), 454–458. https://doi.org/10.13083/reveng.v25i5.842

Silva, R. G. (1998). Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais / Romildo Gonçalves da Silva. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-de-prevencao-e-combate-aos-incendios-florestais.pdf

Snif. (2020). Estoque das Florestas - Referências – Metadados. Serviço Florestal Brasileiro. Sistema Nacional de Informações Florestais. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/estoques-das-florestas/627-metadados>

Soares, R. R. (2016). Composição e estrutura da ictiofauna do único reservatório da bacia do rio Parnaíba, Brasil. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 52 p. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4985/1/000223781.pdf>. Acesso em: 15 abril 2022.

Somenzari, M. et al. An overview of migratory birds in Brazil. Papéis Avulsos da Zoologia, MZUSP, v. 58., n. 20185803, p. 1-66, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paz/a/Xy5ds9JJYwjX6K4TSVr6CBj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em 20 fev. 2022.

Souza, D. V.; Oliveira, T. W. G.; Piva, L. R. O.; Santos, J. X. V.; Sanquetta, C. R.; Dalla Corte, A. P. (2018). Introdução ao R: aplicações florestais. Curitiba: Ed. do Autor. 136 p.

Vitt et al. (2008). Guia de Lagartos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central = Guide to the Lizards of Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia. Manaus: Áttema Design Editorial. 176 p.

Wikiaves. (2022). Wiki Aves. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/index.php>. Acesso em: 13 fev. 2022.

WWF (2022). World Wide Fund for Nature. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/bioma_amazonia/especies_aguadoce/>. Acesso em 12 abril 2022.

Zhang, Y., Wang, L., Jiang, J., Zhang, J., Zhang, Z. (2022). Application of soil quality index to determine the effects of different vegetation types on soil quality in the Yellow River Delta wetland. Ecological Indicators, v. 141, n. 109116, p. 1-11. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109116

Diagnóstico geoambiental

Ab´Saber, A. N. (2003). Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas. 3. ed. São Paulo, Atiliê.

Ab´Saber, A. N. (1969). Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia. n.18, IG-USP, São Paulo.

Albuquerque, Emanuel Lindemberg Silva. Avaliações das condições socioambientais em bacias ambientais costeiras: contribuição ao ordenamento territorial do setor leste da região metropolitana de Fortaleza, Ceará, CE/BRASIL. 2015. 259f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.

Aquino, C. M. S. de. Estudo da degradação / desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2010.

Aquino, C. M. S. de; Oliveira, J. G. B. de; Sales, M. C. L. Estimativa da Erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.3, p.287-291, 2006.

Aquino, C. M. S. de; Valladares, G. S. Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental. Revista de Geografia. Londrina, v.22, n.1, p. 117-138, jan./abr. 2013.

Aquino, C. M. S.; Oliveira, J. G. B. Emprego do Método de Thornthwaite-Mather (1955) para Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico do Núcleo de Degradação de São Raimundo Nonato-Piauí. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n.1, p. 79-90, 2013.

Bacani, Vitor Matheus; Luchiari, Ailton. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS. GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, v.18, n.1, p. 184-197, 2014.

Barbosa, Ronaldo dos Santos. Análise da suscetibilidade e da potencialidade à erosão laminar da bacia hidrográfica do riacho Açaizal em Senador La Rocque-MA. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1471

Barrella, W. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. *In*: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho; H.F. (Org.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

Barros, J.S. Compartimentação Geoambiental do Complexo de Campo Maior, PI: Uma área de Tensão Ecológica. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

Barros, J.S.; Castro, A.A.J.F. Compartimentação geoambiental no complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. Revista Internacional de Desenvolvimento Local. v.8, n.13, p.119-130, 2006.

Batista, J. G. Geografia Física do Piauí. Teresina: COMEPI, 1975.

Batista, Rosana de Oliveira Santos. Teoria e Método da Geografia. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2015.

Beltrame, Ângela da Veiga. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

Bertalanffy, Ludwig Von. Teoria Geral dos Sistemas. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes 1973.

Bertoni, J.; F. Lombardi Neto. Conservação do solo. São Paulo; Ícone Ed., 1999.

Bertrand, Georges. Paisagem e geografia física global - esboço metodológico. RA'E GA, n.8, p. 141-152, 2004.

Betiol, Vinicius de Moraes. Sistemas, complexidade e os sistemas ambientais na prática no Brasil. Revista Geonorte, v.1, n.4, p. 91-10, 2012.

Bizzi, L.A. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-cenozoicas Interiores. *In*: BIZZI, L.A. (Org.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília: CPRM, 2003.

Brasil, Instituto Nacional de Meteorologia. Agricultura. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>. Acesso em: 10 jan. 2018.

_____. Decreto Nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 20 jun. 2017.

_____. Lei nº 9.433, de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 10 out. 2017.

_____. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAB; Síntese Executiva: Atlas da Bacia do Parnaíba. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba- CODEVASF. Brasília-DF. TDA Desenho & Arte Ltda., 2006.

Britto, Monique Cristine; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. Revista de Geografia. v.2, n.1, 2011.

Cabral, João Batista Pereira; Rocha, Isabel Rodrigues; Martins, Alécio Perini; Assunção, Hildeu Ferreira; Becegato, Valter Antônio. Mapeamento da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. GeoFocus, n.11, p.51-69, 2011.

Camargo, M.B.P.; Camargo, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. Bragantina, Campinas, v.52, n.2, 1993.

Cardoso, C.A. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. Árvore, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

Carvalho, Ana Gabriela Bueno Melo de. Análise em bacias hidrográficas: contribuição metodológica para o diagnóstico ambiental. 2013. 131 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

Carvalho, Rodrigo Guimarães de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. Caderno Prudentino de Geografia. Presidente Prudente, n. 36, p. 26-43, 2014.

Christofoletti, Antônio. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

_____. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p.21-35, abr./jun. 1990.

Corti, Adrielen Moraes. Mapeamento da vulnerabilidade natural à perda de solos na sub-bacia do rio Cascavel, município de Cascavel, Paraná. 2016. 199f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2016.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Mapa Geológico do Estado do Piauí. Teresina, 2006.

_____. Mapas Estaduais de geodiversidade: Piauí. Rio de Janeiro: CPRM. 2006.

_____. Programa de água subterrânea para o semiárido brasileiro. CPRM/SGB, 2004.

Costa, F. G. R. Geotecnologias aplicadas ao monitoramento da cobertura vegetal do Maciço de Baturité - CE. 2008. 221 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

Crepani, Edson. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: INPE, 2001.

Crepani, Edson. Zoneamento Ecológico-Econômico. *In*: Florenzano, Teresa Gallotti (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.285-318.

Cruz, Lísia Moreira; Junior, José Fernando Pinese; Rodrigues, Silvio Carlos. Abordagem cartográfica na bacia hidrográfica do Glória-MG. Revista Brasileira de Cartografia, n. 62, 2010.

Cunha, Elias Rodrigues; Bacani, Vitor Matheus; Ayach, Lucy Ribeiro. Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental. Revista da ANPEGE, v. 9, n. 12, p. 89-105, jul./dez. 2013.

Demattê, J.A.M.; Demétrio, V.A. Fotointerpretação de padrões de drenagem de bacias hidrográficas na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas no estado do Paraná. Scientia Agrícola, v.52, p.569-577, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013.

Ferreira, Rogério Valença; Dantas, Marcelo Eduardo. Relevo. *In:* Pfaltzgraff, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda; BRANDÃO, Ricardo de Lima (Org.). Geodiversidade do estado do Piauí. Recife: CPRM, 2010, p. 73-76.

Florenzano, Teresa Gallotti (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008.

Florenzano, Teresa Gallotti. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p.24-29, 2005.

Fournier, F. The effect of climatic factors on soil erosion estimates of solids transported in suspension in runoff. Association Hydrologic, v.38, 1956.

França, Luciano C. J; Puiuzana, Danielle; Ross, Jurandy L.S. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí). Revista Espacios. v.38, n.31, 2017.

Fundação CEPRO. Piauí em números. 10. ed. Teresina, 2013.

_____. Piauí em Números. 8. ed. Teresina, 2011.

Góes, A. M. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. 1995. 171f. Tese (Doutorado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

Gomes, Edvânia Torres Aguiar. Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica. São Paulo: Universidade de São Paulo (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas), 1997.

Gonçalves, Geula Graciela Gomes. Procedimentos metodológicos para determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. 2010. 130f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós- Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

Gonçalves, G. G. G.; Daniel, O.; Arai, F. K.; Pereira, S. B.; Pezzoni, T.; Vitorino, A. C. T. Espacialização da erosividade na Bacia do Rio Dourados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32., 2007, Fortaleza- CE. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2007a. p. 1–5.

Guerra, A. T.; Guerra, A. J. T. Novo Dicionário geológico-geomorfológico. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

Hesp, P.A., Giannini, P.C.F., Martinho, C.T., Miot dA Silva, G., Asp Neto, N.E. The Holocenebarrier system ofthe Santa Catarina coast, Southern Brazil. *In*: DILLENBURG, S.R. & HESP, P.A. (Org.). Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Berlin, Heidelberg, Springer, 2009.

Hollanda, Maycon Patricio; Campanharo, Wesley Augusto; Cecilo, Roberto Avelino. Manejo de bacias hidrográficas e a Gestão sustentável dos recursos naturais. *In*: Martins, L.D.; Hannas, T.R.; Ventura, R.C.M.O.; Alvim-Hannas, A.K.; Mendonça, J.A.; Fúcio, L.H.; Longo, L.B.F.; Lamas, L.P.A.; Silva, L.B.; Furtado, L.B.; Costa, M.O.; Silva, R.C.S. (Org.). Atualidades em desenvolvimento sustentável, 2008.

Horton, R.E. Erosinal development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. America Bulletin, v.3, n.56, 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados: Censo 1991. 2000. 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: dez. 2018.

_____. IBGE Cidades. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em dez. 2018.

_____. Manual Técnico de Pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007. https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/exploracao-mineral

Lima, I. M. M. F. Hidrografia do Estado do Piauí, disponibilidades e usos da água. In: Aquino, C. M. S. A.; Santos, F. A. Recursos Hídricos do Estado do Piauí: fundamentos de gestão e estudos de casos em bacias hidrográficas do centro-norte piauiense. Cap. 3. Teresina: EDUFPI, 2017, p.43-68. ISBN: 978-85-509-0201-2

Planilha do balanço hídrico: https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estacao/index.jsp?siglaUF=PI

Porto, R. L. L., Filho, K. Z., Silva, R. M. Bacias Hidrográficas. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. PHD 307- Hidrologia Aplicada. São Paulo, 1999.

Rolim, G. S.; Sentelhas, P. C.; Barbieri, V. Planilhas do ambiente Excel TM para os cálculos de balanços hídricos, normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n 1, p. 133-137. 1998.

Flora

Árvores do Bioma Cerrado. 2022. Disponível em: www.arvoresdobiomacerrado.com.br

Centro Nacional de Conservação da Flora. (2022). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>.

EMBRAPA TERRITORIAL. Sistema de Inteligência Territorial Estratégica do Bioma Caatinga. Campinas, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/bioma-caatinga>.

Giulietti, A.M. et al. (2003). Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da Caatinga. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 48-90. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte2.pdf>.

Lista de Espécies Ameaçadas. (2020). Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <http://dados.mma.gov.br/dataset/especies-ameacadas/resource/1f13b062-f3f6-4198-a4c5-3581548bebec>.

MMA. 2018. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro: Região Nordeste. Ministério do Meio Ambiente de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/copy_of_LivroNordeste21122018.pdf>.

MAPA (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 53, de 1º de setembro de 2020. Diário Oficil da União, 04/09/2020, Seção 1, p. 2. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-53-de-1-de-setembro-de-2020-275906964>.

Ramos, T. P. A. (2012). Ictiofauna de água doce da Bacia do Rio Parnaíba. Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN, João Pessoa. 215 P. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9824/2/Arquivototal.pdf>.

REFLORA - PLANTAS DO BRASIL: RESGATE HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA. (2022). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>.

Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T. (2008). Cerrado: ambiente e flora. Capítulo 6. "As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283072910_As_principais_fitofisionomias_do_bioma_Cerrado>.

Rosa, R. (2003). Diversidade e conservação dos peixes da Caatinga. Recife, PE: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 150-161. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/catalogo/REC000gdbz9ch902wx5ok0rofsmqpf290r0.html> .

Soares, R. R. (2016). Composição e estrutura da ictiofauna do único reservatório da bacia do rio Parnaíba, Brasil. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 52 p. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4985/1/000223781.pdf>.

Impactos ambientais

Alberti, M.A., Blanco, I., Vox, G., Scarascia-Mugnozza, G., Schettini, E., Silva, L.P. (2022). The challenge of urban food production and sustainable water use: Current situation and future perspectives of the urban agriculture in Brazil and Italy. Sustainable Cities and Society, v. 83, n. 103961, p. 1-18. https: //doi.org/10.1016/j.scs.2022.103961

Bragagnolo, C., Gama, G.M., Vieira, F.A.S., Campos-Silva, J.V., Bernard, E., Malhado, A.C.M., Correia, R.A., Jepson, P., Carvalho, S.H.C., Efe, M.A., Ladle, R.J. (2019). Hunting in Brazil: What are the options? Perspectives in ecology and Conservation, v. 17, n. 71-79, p. 1-9. https: //doi.org/10.1016/j.pecon.2019.03.001

Donovan, M., Monaghan, R. (2021). Impacts of grazing on ground cover, soil physical properties and soil loss via surface erosion: A novel geospatial modelling approach. Journal of Environmental Management, v. 287, n. 112206, p. 1-14. https: //doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112206

Dörner, J., Bravo, S., Stoorvogel, M., Dec, D., Valle, S., Clunes, J., Horn, R., Uteau, D., Wendroth, O., Lagos, L., Zúñiga, F. (2022). Short-term effects of compaction on soil mechanical properties and pore functions of an Andisol. Soil and Tillage Research, v. 221, n. 105396, p. 1-12. https: //doi.org/10.1016/j.still.2022.105396

Françoso, R.D., Brandão, R., Nogueira, C.C., Salmona, Y.B., Machado, R.B., Colli, G.R. (2015). Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity hotspot. Natureza and Conservação, v. 13, n. 1, p. 35-40. https: //doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001

Garrett, R.D., Koh, I., Lambin, E.F., Waroux, Y., Kastens, J.H., Brown, J.C. (2018). Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. Global Environmental Change, v. 53, n. 233-243, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.011

Huang, X., Horn, R., Ren, T. (2022). Soil structure effects on deformation, pore water pressure, and consequences for air permeability during compaction and subsequent sharing. Geoderma, v. 406, n. 115452, p. 1-15. https: //doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115452

Jin, S., Bluemling, B., Mol, A.P.J. (2018). Mitigating land pollution through pesticide packages – The case of a collection scheme in Rural China. Science of the Total Environment, v. 622-623, n. 502-509, p. 1-8. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.330

Kongboon, R., Gheewala, S.H., Sampattagul, S. (2022). Greenhouse gas emissions inventory data acquisition and analytics for low carbon cities. Journal of Cleaner Production, v. 343, n. 130711, p. 1-15. https: //doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130711

Kubo, H., Darmawan, A., Hendarto., Mader, A.D. (2021). The effect of agricultural certification schemes on biodiversity loss in the tropics. Biological Conservation, v. 261, n. 109243, p. 1-7. https: //doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109243

Ku-Vera, J.C., Castelán-Ortega, O.A., Galindo-Maldonado, F.A., Arango, J., Chirinda, N., Jiménez-Ocampo, R., Valencia-Salazar, S.S., Flores-Santiago, E.J., Montoya-Flores, M.D., Molina-Botero, I.C., Piñeiro-Vázquez, A.T., Arceo-Castilho, J.I., Aguilar-Pérez, C.F., Ramírez-Avilés, L., Solorio-Sánchez, F.J. Animal, v. 14, n. 53, p. 453-463. https: //doi: 10.1017/S1751731120001780

Kwak, J., Lim, S., Baah-Acheamfour, M., Choi, W., Fatemi, F., Carlyle, C.N., Bork, E.W., Chang, S.X. (2019). Introducing trees to agricultural lands increases greenhouse gas emission during spring thaw in Canadian agroforestry systems. Science of the Total Environment, v. 652, n. 800-809, p. 1-10. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.241

Li, B., Xu, C., Zhu, Z., Kong, F. (2022). How to encourage farmers to recycle pesticide packaging wastes: Subsidies VS social norms. Journal of Cleaner Production, v. 367, n. 133016, p. 1-12. https: //doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133016

Lin, D., McCulley, R.L., Nelson, J.A., Jacobsen, K.L., Zhang, D. (2020). Time in pasture rotation alters soi microbial community composition and function and increase carbon sequestration potential in a temperate agroecosystem. Science of the Total Environment, v. 698, n. 134233, p. 1-9. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134233

Liu, H., Colombi, T., Jäck, O., Keller, T., Weih, M. (2022). Effects of soil compaction on grain yield of wheat depend on weather conditions. Science of the Total Environment, v. 807, n. 150763, p. 1-9. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150763

Loi, J.X., Chua, A.S.M., Rabuni, M.F., Tan, C.K., Lai, S.H., Takemura, Y., Syutsubo, K. (2022). Water quality assessment and pollution threat to safe water supply for three river basins in Malaysia. Science of the Total Environment, v. 832, n. 155067, p. 1-15. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155067

López, S. (2022). Deforestation, forest degradation, and land use dynamics in the Northeastern Ecuadorian Amazon. Applied Geography, v. 145, n. 102749, p. 1-15. https: //doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102749

Mu, H., Wang, K., Yang, X., Xu, W., Liu, X., Ritsema, C.J., Geissen, V. (2022). Pesticide usage practices and the exposure risk to pollinators: A case study in the North China Plain. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 214, n. 113713, p. 1-9. https: //doi.org/j.ecoenv.2022.113713

Nakagiri, N., Sakisaka, Y., Togashi, T., Morita, S., Tainaka, K. (2010). Effects of habitat destruction in model ecosystems: Parity law depending on species richness. Ecological Informatics, v. 5, n. 241-247, p. 1-7. https: //doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.05.003

Nautiyal, A., Sharma, S. (2021). Condition Based Maintenance Planning of low volume rural roads using GIS. Journal of Cleaner Production, v. 312, n. 127649, p. 1-15. https: //doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127649

Oliveira, G.L.T. (2013). Land Regularization in Brazil and the Global Land Grab. Development and Change, v. 44, n. 2, p. 261-283. Doi: 10.1111/dech.12009

Panagos, P., Ballabio, C., Himics, M., Scarpa, S., Matthews, F., Bogonos, M., Poesen, J., Borelli, P. (2021). Projections of soil loss by water erosion in Europe by 2050. Environmental Science and Policy, v. 124, n. 380-392, p. 1-13. https: //doi.org/10.1016/j.envsci.2021.07.012

Parente, L., Nogueira, S., Baumann, L., Almeida, C., Maurano, L., Affonso, A.G., Ferreira, L. (2021). Quality assessment of the PRODES Cerrado deforestation data. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 21, n. 100444, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100444

Pellegrina, H.S. (2022). Trade, productivity, and the spatial organization of agriculture: Evidence from Brazil. Journal of Development Economics, v. 156, n. 102816, p. 1-19. https: //doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102816

Rahman, M.F., Islam, K. (2021). Effectiveness of protected areas in reducing deforestation and forest fragmentation in Bangladesh. Journal of Environmental Management, v. 280, n. 111711, p. 1-10. https: //doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111711

Reydon, B.P., Fernandes, V.B. (2017). Financialization, land prices and land grab: a study based on the Brazilian reality. Economia e Sociedade, v. 26, n. 1, p. 1149-1179. https://doi.org/10.1590/1982-3533.2017v26n4art12

Reyes-Palomo, C., Aguilera, E., Llorente, M., Díaz-Gaona, C., Moreno, G., Rodríguez-Estévez, V. (2022). Carbon sequestration offsets a large share of GHG emissions in dehesa cattle production. Journal of Cleaner Production, v. 358, n. 131918, p. 1-13. https: //doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131918

Richart, Tavares Filho, J., Brito, O.R., Llanillo, R.F., Ferreira, R. (2005). Campactação do solo: causas e efeitos. Semina: Ciência Agrárias, v. 26, n. 3, p. 321-344.

Sales, V.G., Strol, E., Elliott, R.J.R. (2022). Cloud cover and its impact on Brazil's deforestation satellite monitoring program: Evidence from the cerrado biome of the Brazilian Leal Amazon. Applied Geography, v. 140, n. 102651, p. 1-10. https: //doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102651

Santos, R.S., Weismeier, M., Cherubin, M.R., Oliveira, D.M.S., Locatelli, J.L., Holzschuh, M., Cerri, C.E.P. (2021). Consequences of land-use change in Brazil´s new agricultural frontier: A soil physical health assessment. Geoderma, v. 400, n. 115149, p. 1-14. https: //doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115149

Schaefer, S.D., Terlutter, R., Diehl, S. (2019). Is my company really doing good? Factors influencing employees' evaluation of the authenticity of their company's corporate social responsibility. Journal of Business Research, v. 101, n. 128-143, p. 1-16. https: //doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.03.030

Skidmore, M.E., Moffette, F., Rausch, L., Christie, M., Munger, J., Gibbs, H. K. (2021). Cattle ranchers and deforestation in the Brazilian Amazon: Production, location, and policies. Global Environmental Change, v. 68, n. 102280, p. 1-14. https: //doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102280

Tongwane, M.I., Moeletsi, M.E. (2021). Provincial cattle carbon emissions from enteric fermentation and manure management in South Africa. Environment Research, v. 195, n. 110833, p. 1-13. https: //doi.org/10.1016/j.envres.2021.110833

Torres, M.A.O., Kallas, Z., Herrera, S.I.O. (2020). Farmers' environmental perceptions and preferences regarding climate change adaptation and mitigation actions; towards a sustainable agricultural system in México. Land Use Policy, v. 99, n. 105031, p. 1-14. https: //doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105031

Thomas, J., Joseph, S., Thrivikramji, K.P. (2018). Estimation of soil erosion in a rain shadow river basin in the southern Western Ghats, India using RUSLE and transport limited sediment delivery function. Internacional Soil and Water Conservation Research, v. 6, p. 111-122. https: //doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.12.001

Trigueiro, W.R., Nabout, J.C., Tessarolo, G. (2020). Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian Cerrado. Journal of Environmental Management. Journal of Environmental Management, v. 275, n. 111243, p. 1-10. https: //doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111243

Wang, L., Yen, H., Huang, C., Wang, Y. (2022). Erosion and covered zones altered by surface coverage effects on soil nitrogen and carbon loss from an agricultural slope under laboratory-simulated rainfall events. International Soil and Water Conservation Research, v. 10, n. 382-392, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.01.002

Wang, X., Hu, H., Zheng, X., Deng, W., Chen, J., Zhang, S., Cheng, C. (2022). Will climate warming of terrestrial ecosystem contribute to increase soil greenhouse gas fluxes in plot experience? A global meta-analysis. Science of the Total Environment, v. 827, n. 154114, p. 1-12. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154114

White, M.P., Bratman, G.N., Pahl, S., Young, G., Cracknell, D., Elliott, L.R. (2020). Affective reactions to losses and gains in biodiversity: Testing a prospect theory approach. Journal of Environmental Psychology, v. 72, n. 101502, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101502

Wolka, K., Biazin, B., Martinsen, V., Mulder, J. (2021). Soil and water conservation management on hill slopes in Southwest Ethiopia. I. Effects of soil bunds on surface runoff, erosion and loss of nutrients. Science of the Total Environment, v. 757, n. 142877, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142877

Wu, K., Hu, M., Zhang, Y., Zhou, J., Wu, H., Wang, M., Chen. (2022). Long-term riverine nitrogen dynamics reveal the efficacy of water pollution control strategies. Journal of Hydrology, v. 607, n. 127582, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127582

Yue, L., Wang, Y., Wang, L., Yao, S., Cong, C., Ren, L., Zhang, B. (2021). Impacts of soil compaction and historical soybean variety growth on soil macropore structure. Soil and Tillage Research, v. 214, n. 105166, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.still.2021.105166

Zhang, H., Li, H., Gao, D., Yu, H. (2022). Source identification of surface water pollution using multivariate statistics combined with physicochemical and socioeconomic parameters. Science Total of the Environment, v. 806, n. 151274, p. 1-12. https: //doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151274

Ziotio, F., Ferreira, K.R., Queiroz, G.R., Neves, A.K., Carlos, F.M., Souza, F.C., Santos, L.A., Simoes, R.E.O. (2022). A platform for land use and land cover data integration and trajectory analysis. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation, v. 106, n. 102655, p. 1-11. https: //doi.org/10.1016/j.jag.2021.102655