



FACULDADE IRECÊ
FACULDADE IRECÊ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

DANIEL BERG CUNHA DOS SANTOS

**USO DO SIG PARA MONITORAÇÃO DA RESERVA LEGAL DECLARADA
NO CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR)**

IRECÊ
2023

DANIEL BERG CUNHA DOS SANTOS

**USO DO SIG PARA MONITORAÇÃO DA RESERVA LEGAL DECLARADA
NO CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR)**

Manografia apresentada ao curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma da Faculdade Irecê, como requisito final para para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma, sob orientação do Prof. Me. Olávio Rocha Neto.

IRECÊ
2023

RESUMO

A humanidade é desde os primórdios totalmente dependente dos recursos ambientais para sua própria sobrevivência. Com o decorrer do tempo e com o crescimento natural da população humana, a exploração desses recursos tem se tornado cada vez mais intensa, visto que o homem não faz uso do meio ambiente apenas para aquisição de alimentos, como também para aquisição de capital financeiro. Há muitos proprietários de imóveis rurais no município de Irecê que declararam informações incorretas no CAR, sendo que uma parte considerável dos imóveis está irregular em relação ao Novo Código Florestal, seja por falta de conhecimento técnico, ou para tentar se beneficiar de alguma maneira do uso da área. Para realização do trabalho se fez necessário imagens de arquivos no formato vetorial do município de Irecê fornecidos pelo IBGE, além de imagens multiespectrais da região no ano de 2021. As imagens multiespectrais foram obtidas no site do *The United States Geological Survey* (USGS), com resolução espacial de 30 m produzidas pelo satélite *Landsat 8*, seguindo o critério de maior qualidade e menor cobertura de nuvens. Resultados mostraram, que em relação ao solo exposto, constatou-se que aproximadamente 36% da área do município apresenta características de solo desnudo e 110,5 hectares das reservas legais estão nessas mesmas condições, sem nenhum tipo de vegetação ou cobertura. Esse processo é influenciado por fatores como o clima, o manejo inadequado dos recursos naturais e a falta de práticas de conservação do solo. Diante das conclusões, é evidente a necessidade de adotar práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais, promover a conservação do solo, incentivar o reflorestamento, a gestão adequada da água e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Objetivo deste trabalho foi avaliar e validar através do software QGIS as informações dos CARs já elaborados no município de Irecê, Bahia.

Palavras chave: CAR, Sensoriamento Remoto, Irecê, Novo Código Florestal Brasileiro, Reserva Legal.

ABSTRACT

Humanity has been entirely dependent on environmental resources for its survival since ancient times. Over time, with the natural growth of the human population, the exploitation of these resources has become increasingly intense. Humans utilize the environment not only for obtaining food but also for acquiring financial capital. In the municipality of Irecê, there are many rural property owners who have provided incorrect information in the Rural Environmental Registry (CAR). As a result, a significant portion of these properties is in violation of the New Forest Code, either due to a lack of technical knowledge or an attempt to benefit from the land use in some way. To conduct this study, archived vector format images of the Irecê municipality were obtained from IBGE, along with multi-spectral images of the region in 2021. The multi-spectral images were acquired from The United States Geological Survey (USGS) website and were produced by the Landsat 8 satellite, with a spatial resolution of 30 meters, chosen based on higher quality and minimal cloud coverage. The results revealed that approximately 36% of the municipality's area showed characteristics of exposed soil, with 110.5 hectares of legal reserves also in the same condition, lacking any type of vegetation or cover. This process is influenced by factors such as climate, improper natural resource management, and the absence of soil conservation practices. In light of these findings, it is evident that sustainable natural resource management practices, soil conservation efforts, reforestation initiatives, proper water management, and adoption of sustainable agricultural practices are essential. The objective of this study was to assess and validate the information provided in the already prepared CARs in the municipality of Irecê, Bahia, using the QGIS software.

Keywords: New Forest Code, Rural Property, Environmental Rural Registry (CAR), Geographic Information Systems (GIS), QGIS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO	8
3.1 Cadastro Ambiental Rural (CAR).....	8
3.2 Novo Código Florestal (APP e Reserva Legal).....	10
3.3 Uso e Ocupação do Solo.....	11
3.4 Sensoriamento Remoto	13
3.4.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	14
3.4.2 QGis.....	14
4 METODOLOGIA.....	15
4.1 Localização da área de estudo.....	15
4.3 <i>Softwares</i> utilizados.....	17
4.4 Pré-processamento das imagens	17
4.6 Mapas temáticos	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5.1 Área Delimitada (Município).....	19
5.1.1 Água (município).....	20
5.1.2 Solo exposto (município)	21
5.1.3 Vegetação não densa (município)	23
5.1.4 Vegetação densa (município)	24
5.2 Reserva Legal.....	25
5.2.1 Água (reserva legal).....	26
5.2.2 Solo exposto (reserva legal)	27
5.2.4 Vegetação densa (reserva legal)	29
6. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A humanidade é desde os primórdios totalmente dependente dos recursos ambientais para sua própria sobrevivência. Com o decorrer do tempo e com o crescimento natural da população humana, a exploração desses recursos tem se tornado cada vez mais intensa, visto que o homem não faz uso do meio ambiente apenas para aquisição de alimentos, como também para aquisição de capital financeiro. Apesar de uma certa necessidade de aumento dessa exploração, preservar, conservar e restaurar constantemente os recursos naturais é de extrema importância.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2014 e 2016, mais de 62 mil quilômetros quadrados do território brasileiro sofreram algum tipo de mudança na cobertura e uso da terra. De forma geral, prossegue a redução das áreas de vegetação natural e a expansão das áreas agrícolas e da silvicultura. Sem fiscalização, é impossível identificar quais donos de propriedades estão respeitando a legislação ambiental, e sem as informações correspondentes a cada propriedade não há como fiscalizar (SILVA *et al.*, 2016).

Com o Novo Código Florestal (NCF), os produtores rurais precisam fazer a regularização ambiental do seu imóvel rural. Para que se desenvolva uma agricultura unida a preservação do meio ambiente, foi criado o CAR – Cadastro Ambiental Rural. O CAR, é um registro público eletrônico de âmbito nacional que reúne informações ambientais sobre imóveis rurais, essas informações formam a base de dados para controle e conservação do meio ambiente, monitoramento dos imóveis rurais, planejamento ambiental e econômico, e combate ao desmatamento (MAPA, 2021). Além disso, o CAR oferece benefícios como segurança jurídica para produtores rurais, suspensão de sanções e multas, acesso ao crédito, acesso a programas de regularização, programas de apoio técnico e incentivos financeiros (BRASIL, 2018).

O CAR é obrigatório, em caso da falta de cadastramento não é prevista autuação, porém um dos malefícios em não estar cadastrado é o impedimento de obter financiamento bancário. O CAR é de abrangência nacional instituído pela Lei 12.651/2012, regulamentada pelo Decreto 7.830/2012. Entre as informações da propriedade que devem ser inseridas no cadastro estão a localização dos remanescentes de vegetação nativa; das áreas consolidadas;

das Áreas de Preservação Permanente (APP), das Áreas de Uso Restrito (AUR) e da localização das Reservas Legais (RL). O registro da propriedade ou posse rural no CAR é requisito para a adesão ao PRA –Programa de Regularização Ambiental (EMBRAPA, 2016).

O Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR foi criado por meio do Decreto nº 7.830/2012 e definido como sistema eletrônico de âmbito nacional destinado à integração e ao gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais de todo o País. Essas informações destinam-se a subsidiar políticas, programas, projetos e atividades de controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento ilegal (BRASIL, 2021).

Um dos tantos objetivos do Cadastro Ambiental Rural é georreferenciar imóveis rurais, que consiste na utilização de coordenadas geográficas obtidas a partir de imagens de satélite de alta resolução espacial, e pelo método do posicionamento GNSS – Global Navigation Satellite System o qual engloba o sistema GPS – Global Positioning System, e os demais sistemas do mesmo gênero (FARIAS, 2017). O CAR é uma base de dados estratégica para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais (OECD, 2013).

O CAR apesar de ser de extrema importância, não precisa de nenhuma formação técnica para realizá-lo, isso acaba ocasionando em muitos cadastros feitos de maneira errada podendo ocasionar na violação da legislação ambiental de modo que afeta os recursos hídricos, paisagem, biodiversidade, a proteção do solo e principalmente o bem-estar não só dos humanos, como também dos animais. Sendo assim, é necessário analisar a veracidade das informações que os proprietários de imóveis rurais no município de Irecê estão declarando no Cadastro Ambiental Rural.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar e validar o uso e ocupação do solo nas áreas de reserva legal, por meio do software QGIS, nos CARs já elaborados no município de Irecê, Bahia.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a porcentagem de cobertura do solo no que se refere a cada classe;
- Contribuir com os órgãos de fiscalização ambiental;
- Elaborar e disponibilizar mapa NDVI do município de Irecê para a comunidade acadêmica;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cadastro Ambiental Rural (CAR)

Criado pela Lei nº 12.651/2012, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA, o CAR é um cadastro eletrônico obrigatório, onde sua principal função é reunir e integrar informações de caráter ambiental de propriedades e posses rurais em todo território nacional.

De acordo a definição do MAPA (2021), o CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, de Reserva Legal, de remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

Segundo a análise de (LAUDARES *et al.*, 2014), por intermédio do CAR, todas as informações referentes à situação ambiental das Áreas de Preservação Permanente, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país irão compor uma base de dados integrada, com fotos de satélites, disponíveis a toda população. Por outro lado, BORGES (2013) acredita que o CAR pode vir a ser um instrumento

facilitador da fiscalização ambiental e até mesmo da gestão das propriedades nele inseridas.

Na descrição de (SILVA E BORGES 2016), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) funciona como uma ferramenta de segurança a ambiente nativo e natural na posse rural, tornando-se um meio utilizado pelo Estado com a finalidade de garantir uma qualidade de vida digna às presentes e futuras gerações. O CAR se tornou um indicador relevante, passando a permitir uma visão mais ampla da situação em que se encontra o imóvel, permitindo-se a sua utilização pelo poder público identificando as necessidades no meio rural. Por conseguinte, o desenvolvimento de programas que objetivam dar suporte ao homem do campo permitindo a união de desenvolvimento e equilíbrio ambiental sendo encontrados elementos nas informações constantes no CAR, que estas auxiliam às políticas agrícolas ou ações de reforma agrária (BARROS, 2015).

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece as normas gerais aos Programas de Regularização Ambiental, incluído aí o Cadastro Ambiental Rural, cuja regulamentação está explícita no Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012.

Art 5º-O Cadastro Ambiental Rural - CAR deverá contemplar os dados do proprietário, possuidor rural ou responsável direto pelo imóvel rural, a respectiva planta georreferenciada do perímetro do imóvel, das áreas de interesse social e das áreas de utilidade pública, com a informação da localização dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Preservação Permanente, das Áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e da localização das Reservas Legais (BRASIL, 2012).

No entanto, apesar de promissor, o CAR ainda possui baixos índices de adesão em termos de número de propriedades inscritas. Conforme dados disponibilizados pelo Serviço Florestal Brasileiro em maio de 2016, de um total de 5,6 milhões de imóveis rurais no país (IBGE, 2006), encontram-se atualmente inscritos no CAR aproximadamente 2,6 milhões. Segundo estes dados, apesar de a área cadastrada corresponder a 70,3% da área estimada passível de cadastro, é enorme o desafio de promover a adesão das 3 milhões propriedades faltantes (MACHADO, 2016).

Desse modo, o CAR é uma ferramenta essencial e de suma importância em estudos que relacionam atividades agrônomicas do meio rural com o uso sustentável do solo, da água, da vegetação e dos demais elementos que compõem a biodiversidade.

3.2 Novo Código Florestal (APP e Reserva Legal)

O Novo Código Florestal, estabelece normas gerais sobre a Proteção da Vegetação Nativa, incluindo Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais, o controle e prevenção dos incêndios florestais, e a previsão de instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Sendo assim o NCF é a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que foi oriundo do Projeto de Lei nº 1876, de 10 de outubro de 1999, criado pelo deputado Sérgio Carvalho, na ocasião, membro da bancada ruralista na Câmara dos Deputados. Baseado em uma proposta normativa e criticado por diferentes instituições e pesquisadores, a nova legislação alterou as regras de proteção ambiental para as propriedades privadas e incorporou mecanismos que visam auxiliar a regularização fundiária (RORIZ, 2015).

De acordo com relatório do Ministério do Meio Ambiente, a função das APPs não está baseada apenas na preservação da biodiversidade, a sua função ambiental é muito mais abrangente, pois estas áreas são importantes na proteção de espaços de relevância para a conservação da qualidade ambiental como a estabilidade geológica, a proteção do solo, assegurando assim, o bem estar das populações humanas. As florestas situadas em APPs não podem ser exploradas, podendo haver intervenção somente em hipóteses de utilidade pública, interesse social ou atividades de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2012).

A reserva legal é um mecanismo de política de rendas pelo qual se procura estabelecer um zoneamento do uso da terra dentro da propriedade rural. A política de rendas constitui-se numa série de regulamentações que restringem a produção e a comercialização de produtos, bem como o uso dos fatores de produção; e/ou determinam valores mínimos ou máximos para o

pagamento pelo uso desses fatores ou por produtos elaborados numa economia (BACHA, 2005).

No artigo 3º, inciso III, a reserva legal é definida como a “área localizada no interior de uma propriedade rural 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”. A percentagem de cada propriedade ou posse rural que deve ser preservada com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, varia de acordo com a região e o bioma. O Código estabelece, no seu artigo 12, os tamanhos das Reservas: 80% em áreas de florestas da Amazônia Legal, 35% no cerrado, 20% em campos gerais e em todos os biomas das demais regiões do País (BRASIL, 2012).

Portanto, a área de reserva legal é intocável para fins de alteração, mas pode ser explorada economicamente, através de manejo florestal sustentável, que tem como característica a extração da madeira sem o comprometimento do ecossistema florestal, o que repercute no baixo impacto sobre a floresta remanescente. O manejo florestal sustentável se dá através de técnicas nas quais se busca balancear as características das propriedades e produtores (pequenas áreas de floresta, limitação de mão de obra e investimento) com as técnicas de manejo aplicadas, ou seja, ciclos de corte curto, intensidade de corte baixa e uso de tração animal para o arraste da madeira. Essa maneira de agir possibilita o crescimento da floresta mesmo diante das extrações que são feitas (BARROS, 2010).

3.3 Uso e Ocupação do Solo

As mudanças no uso e na ocupação do solo, provocadas pelas ações antrópicas, têm gerado grandes impactos nas paisagens. Esses impactos podem ser mitigados através do monitoramento do uso e da cobertura do solo utilizando-se informações espaço-temporais das modificações ocorridas na paisagem.

Segundo Mota (1995), o uso e a ocupação do solo em determinadas áreas devem considerar os aspectos naturais do meio físico que possam ter influência sobre os recursos hídricos. Vegetação nativa é a caatinga, composta por fito fisionomias, de porte herbáceo, arbustivo ou arbóreo,

podendo ser aberta ou densa, decídua na estação seca, e verde na estação chuvosa. A rede de drenagem apresenta-se pouco densa. A área situa-se nos domínios das bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, afluentes da margem direita do rio São Francisco. Nesses domínios de calcário a rede de drenagem é extremamente rarefeita (ABREU; BORGES, 2021)

As ações antrópicas têm gerado grandes impactos nas paisagens através do intenso processo de substituição das áreas naturais por diversos tipos de uso do solo e da fragmentação das áreas com cobertura florestal (Matsushita et al., 2006). A melhor maneira de monitorar essas mudanças é através da utilização de produtos multi-temporais de sensoriamento remoto que fornecem dados importantes sobre as características ambientais (GAO et al., 2001).

O desmatamento, na maioria dos casos é sempre o começo da degradação das áreas ambientais e com a conversão da vegetação originária por outra cultivada e de porte e/ou ciclo de vida diferente. A vegetação arbustiva e arbórea da caatinga, predominante no semiárido, é substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto. O descobrimento do solo favorece o processo de erosão. O cultivo continuado, com a retirada dos produtos agrícolas e sem reposição dos nutrientes retirados, leva à perda da fertilidade. Nas áreas irrigadas, o uso de águas com teores elevados de sais, o mau manejo dos ciclos de molhamento e a ausência de drenagem podem levar à salinização. O uso de equipamentos pesados, em 97 solos de textura pesada e com teores de água inadequados pode dar lugar à compactação dos solos. As informações sobre cada um destes aspectos, em áreas do semiárido nordestino, serão revisadas a seguir (SOUZA et al., 2015).

Atingir níveis mais elevados de desenvolvimento é o principal objetivo de qualquer país. Não obstante, os meios utilizados nessa trajetória podem trazer danos de difícil reversão às sociedades presente e futura do País, notadamente aqueles de cunho social e ambiental. Em vista disso, os processos e políticas de crescimento econômico têm se baseado no desenvolvimento sustentável. Para esse novo modelo de desenvolvimento, o crescimento econômico é uma condição necessária, mas não suficiente para atingir o desenvolvimento. Faz-se necessário que haja uma combinação entre a produção econômica e a capacidade de abastecimento da natureza, juntamente com uma melhor

distribuição do crescimento, buscando erradicar a pobreza e atender as necessidades básicas dos indivíduos, como alimentação, saúde, educação, energia e saneamento (ARRAES et al., 2012).

3.4 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto (SR) teve início com a invenção da câmara fotográfica que foi o primeiro instrumento utilizado e que, até os dias atuais, são ainda utilizadas para tomada de fotos aéreas.

A função primordial do processamento digital de imagens de sensoriamento remoto é a de fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração da informação contidas nas imagens, para posterior interpretação. Nesse sentido, sistemas dedicados de computação são utilizados para atividades interativas de análise e manipulação das imagens brutas. O resultado desse processo é a produção de outras imagens, estas já contendo informações específicas, extraídas e realçadas a partir das imagens brutas (CRÓSTA, 1992).

A área do SR que identifica a intensidade com que cada material reflete a radiação eletromagnética em diferentes comprimentos de onda do espectro é denominada radiômetro ou comportamento espectral. O conhecimento sobre o comportamento espectral de objetos é fundamental para a extração de informações a partir de produtos de SR. Uma das primeiras aplicações dos dados obtidos remotamente tem sido a detecção de diferenças na refletância, relacionadas à densidade da cobertura vegetal (PEREIRA et al., 2016).

Várias aplicações podem ser abordadas através de SR, dentre elas, se destacam: (a) a estimativa da biomassa e produtividade da cultura; (b) o monitoramento de estresse hídrico e do vigor nas plantas e (c) a avaliação do estágio fenológico (BRANDÃO, 2009).

Uma das primeiras aplicações dos dados obtidos remotamente tem sido a detecção de diferenças na refletância, relacionadas à densidade da cobertura vegetal. Assim, dados da refletância têm sido associados às características das plantas como o índice da área foliar, a biomassa ou a fração radiativa interceptada fotossinteticamente. Na agricultura, as propriedades da refletância em cada faixa do espectro eletromagnético podem ser melhor avaliadas

através de combinações matemáticas de diferentes bandas espectrais (ATZBERGER, 2013).

3.4.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Os SIGs – Sistemas de Informações Geográficas, são técnicas e procedimentos utilizados no tratamento, representação, modificação e análise das informações geográficas. Trata-se de sistemas computadorizados, constituídos por softwares, hardwares e usuários a fim de ampliar e aperfeiçoar as técnicas cartográficas de representação das informações da superfície terrestre e dos fenômenos nela realizados.

De acordo com suas características de armazenamento e apresentação, os dados espaciais podem ser divididos em duas categorias, as camadas de informação vetoriais e as camadas de informação matriciais ou do tipo raster. Os dados em formato vetorial são formados fundamentalmente de pontos, que podem ser usados para formar linhas e polígonos, recebendo nesse caso a denominação de vértices (MEDEIROS, 1999).

As ferramentas computacionais utilizadas por essa disciplina, chamada de Sistema de Informações Geográficas (SIG), permitem a realização de análises complexas, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem a partir da coleta e tratamento de informações georreferenciadas, ou seja, informações que possuam uma localização geográfica. Existem vários softwares que executam as atividades de processamento, como QGIS, Spring, gvSIG, ArcGIS, MapInfo e outros (PEREIRA et al., 2016).

3.4.2 QGis

O QGIS é uma aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG) gratuito e de código aberto que oferece suporte à visualização, edição e análise de dados geoespaciais.

Já segundo Donatti (2018) o QGis é um software de código aberto, disponibilizado gratuitamente na internet que permite o processamento de imagens de satélites, bem como a análise de dados especializados por interpolação. Esta última consiste em uma ferramenta que possibilita a elaboração de mapas que mostra a distribuição espacial de atributos químicos e físicos do solo, o que permite uma melhor tomada de decisão em relação ao manejo da propriedade em todos os seus componentes.

4 METODOLOGIA

Essa é uma pesquisa prática, sendo um resumo de assunto com objetivo exploratório e tendo por procedimento e também por objeto uma pesquisa de campo, a forma de abordagem é quantitativa.

4.1 Localização da área de estudo

Como pode ser visualizado na Figura 1, Irecê é um município localizado no interior da Bahia, com uma população de 74.050 pessoas e densidade demográfica de 207,45 hab/km² (IBGE, 2021). Segundo dados do IBGE (2017) são 800 estabelecimentos agropecuários cuja área dos estabelecimentos é de 16.246 hectares, sendo 14.647ha de produtores individuais e 876ha de condomínio, consórcio ou união de pessoas. A região está localizada a Oeste da Mesorregião Centro Norte Baiano e inserida no domínio morfoclimático do semiárido com chuvas inferiores a 800mm anuais.

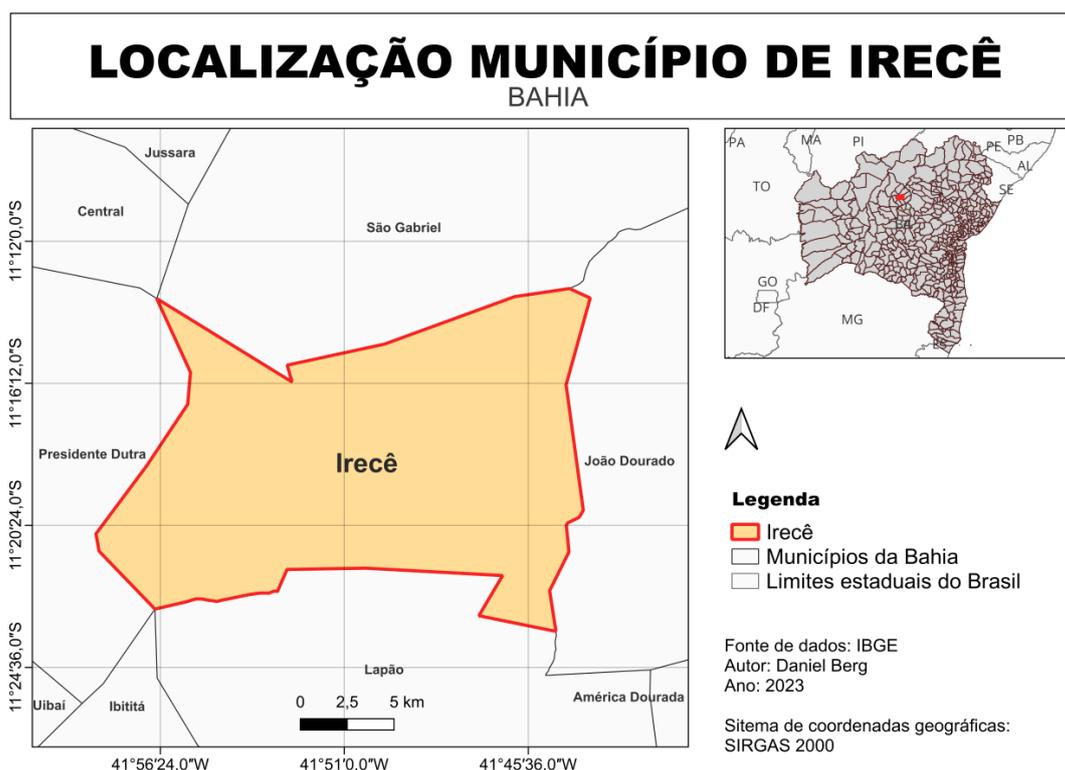


Figura 1 – Localização da área de estudo.

O município está localizado na zona fisiográfica da Chapada Diamantina Setentrional, abrangendo toda a área do Polígono das Secas. Pertencente à bacia do São Francisco, seu território está situado no Semiárido baiano (RUBEM, 2018) e possui uma classificação climática do tipo BSh (semiárido) segundo Köppen e Geiger. Apresenta uma estação chuvosa irregular de

novembro a abril e uma estação seca que se encontra no período do inverno, com duração de 5 a 6 meses.

Em decorrência de um clima com demarcação avançada de alternância de época de seca e úmida, na maior parte da sua extensão a região apresenta paisagem com formações vegetais do tipo “caatinga”, com espécies que variam de porte e caducifólias de caráter xerófilo, com uma quantidade significativa de plantas que apresentam espinhos (CUNHA, 2000).

4.2 Aquisição de dados

Nos dias atuais as imagens de satélite muito têm contribuído para avaliação de situações ambientais, seja no meio rural ou no meio urbano, principalmente como forma de fiscalizar e regularizar propriedades que desenvolvem práticas relacionadas a agricultura em geral.

Para realização do trabalho se fez necessário imagens de arquivos no formato vetorial do município de Irecê fornecidos pelo IBGE, além de imagens multiespectrais da região para os anos de 2020, 2021 e 2022. As imagens multiespectrais foram obtidas no site do *The United States Geological Survey* (USGS), com resolução espacial de 30 m produzidas pelo satélite *Landsat 8*, seguindo o critério de maior qualidade e menor cobertura de nuvens.

O motivo para escolha do período chuvoso se revela pelo fato de que quando as plantas são expostas a períodos de chuva, várias condições ambientais favoráveis ocorrem, o que pode resultar em um aumento na produção de clorofila e, conseqüentemente, em uma coloração mais verde nas plantas (MÖLLER, 1998). Quando as plantas estão mais verdes devido à chuva e ao aumento na produção de clorofila, a diferença entre a refletância do IVN e a refletância do vermelho tende a ser maior, o que resulta em valores de NDVI mais altos. Portanto, as plantas que estão em um estágio de crescimento saudável após a chuva podem fornecer leituras de NDVI mais confiáveis e representativas da vegetação densa e saudável.

Para desenvolvimento desse trabalho, foi utilizado o Módulo de Cadastro Ambiental Rural, que por lei é definido como um cadastro eletrônico que integra os dados referentes a situação ambiental do imóvel. O CAR utiliza imagens dos satélites RapidEye como mapa de fundo para o georreferenciamento dos imóveis rurais. Georreferenciar uma imagem ou mapa é tornar suas

coordenadas conhecidas num dado sistema de referência, evitando sobreposição das feições espaciais. No caso, os limites das áreas de reserva legal do município de Irecê, são arquivos vetoriais em formata *shapefile* adquiridos através do site do CAR.

4.3 Softwares utilizados

O presente trabalho fez uso do software Qgis, um programa que pode ser baixado livremente na internet e disponibiliza um número de funcionalidades em constante crescimento através das funções nativas e de complementos. Pode-se visualizar, gerir, editar, analisar dados, e criar mapas.

Através desse programa foi realizada a análise de imagens vetoriais das áreas cadastradas no CAR, no município de Irecê. Portanto, para conferir a qualidade do cadastro dessas propriedades, comparou-se os dados informados no registro eletrônico do CAR, com os dados que foram recolhidos através do Qgis, sendo esses dados as imagens de satélite que foram processadas, indicando a realidade dessas áreas quanto a existência de vegetação.

4.4 Pré-processamento das imagens

O Pré-processamento refere-se ao tratamento preliminar dos dados brutos, com a finalidade de calibrar a radiometria da imagem, atenuar os efeitos da atmosfera, remover ruídos, corrigir suas distorções geométricas, por meio de georreferenciamento e reamostragem (FLORENZANO, 2008).

Todo o pré-processamento das imagens de satélite foi realizado no software QGIS por meio do complemento *Semi Automatic Classification Plugin* (SCP). Primeiramente, todas as imagens do projeto Landsat foram corrigidas com o SCP, complemento do QGIS que possibilita o usuário a fazer a classificação semiautomatizada pixel por pixel das imagens de diversos satélites, além de possuir algoritmos voltados ao pré-processamento das imagens. Essas foram abertas na interface do SCP, juntas com os respectivos metadados, conjunto de atributos das imagens, foi escolhido o tipo de satélite e o programa foi executado, assim os números digitais das imagens foram transformados para radiância.

As imagens Landsat corrigidas passam por uma reprojecção para o sistema de referência de coordenadas Sirgas 2000. As imagens SRTM são unidas formando uma única imagem, processo denominado mosaicagem. Para

finalizar, com o uso de ferramentas dentro do Qgis, é feito a delimitação da área a ser estudada.

4.5 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

O NDVI é o índice que permite a análise e separação de tipos e densidades de cobertura vegetal. É obtido a partir dos comprimentos de onda de duas bandas espectrais: o infravermelho próximo (NIR), em que a vegetação tem alta reflectância, e a banda do vermelho visível (RED), de baixa reflectância (HE et al., 2010). O seu resultado é dado em intervalos que variam de -1 a +1, onde os valores positivos indicam áreas permeáveis, com presença de vegetação, sendo que, quanto mais próximo de 1, mais densa a vegetação é. Ele foi calculado com auxílio da ferramenta calculadora raster, disponível no QGIS. O NDVI é obtido de acordo com a fórmula:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Para o satélite Landsat 8 as bandas que correspondem ao NIR e ao RED são, respectivamente, a 5 e a 4, enquanto para o Landsat 5 são a 4 e a 3.

O cálculo do NDVI foi feito no período de chuvas, facilitando o acompanhamento da resposta da vegetação. Devido ao fato do NDVI ser um índice, o método para identificar e quantificar as áreas com vegetação é associando valores, como foi explicado no primeiro parágrafo desse tópico. Os valores adotados foram: para vegetação densa, valores maiores que 0,6; para vegetação não densa foi escolhido o intervalo entre 0,3 e 0,6, encontrando-se assim, áreas de agricultura, pastos, vegetação em recuperação, vegetação degradada e solo parcialmente exposto. O intervalo entre 0,0 a 0,3, que representam áreas com solo totalmente exposto, ou em sua maior parte, estradas, construções, cidades e urbanização em geral; e, por último, o intervalo negativo, que contém os corpos d'água.

4.6 Mapas temáticos

Com o uso do compositor de imagem do software QGIS. Todos os dados são apresentados através de mapas temáticos, facilitando o entendimento e a compreensão dos dados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Área Delimitada (Município)

Antes de serem feitos os cálculos das classes de NDVI nas áreas de reserva legal, foi de suma importância realizar um primeiro estudo englobando todo território do município de Irecê.. A figura 1 apresenta o NDVI do município de Irecê. Apesar de ser a maior cidade da região, Irecê não tem um território tão extenso, sendo sua área total de 319,18 km², cálculo esse que foi feito através do Qgis, para efeito comparativo, dos 417 municípios da Bahia, a cidade é a 337^o em tamanho territorial. Semelhantemente, a cidade ocupa 18^o lugar no ranking das 19 cidades que compõem a região imediata no que se refere ao tamanho da área (IBGE, 2021).

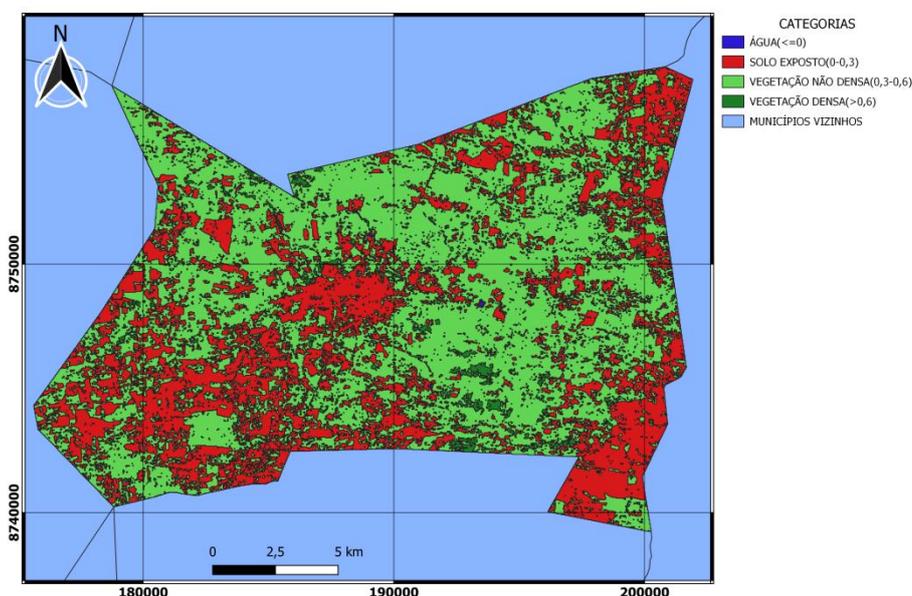


Figura 2- Mapa NDVI do município de Irecê **Fonte:** elaborado pelo autor

A imagem de satélite utilizada nesse estudo, adquirida através do site da USGS *EarthExplorer* é da data de 19 de janeiro de 2021, referente ao período chuvoso daquele ano. A data da imagem não é escolhida de maneira aleatória, o Landsat 8 realiza uma passagem sobre uma determinada área em média a cada 16 dias. No entanto, é importante observar que essa frequência pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a latitude da região e a inclinação orbital do satélite (RIBEIRO et al., 2018). Portanto, em termos gerais, é possível esperar que o satélite Landsat 8 faça uma passagem sobre a região, aproximadamente a cada duas semanas. Por esse motivo, algumas imagens

podem possuir uma grande cobertura de nuvens, se tornando inapropriada para estudo de uso e cobertura do solo, sendo então a imagem com menor incidência de nuvens considerada mais apropriada para o estudo (SILVA E SILVA, 2021).

A melhor classificação para o presente trabalho foi em 4 intervalos, ajustando-se melhor aos objetivos.

Tabela 1 - Classificação NDVI

Classificação	Intervalo NDVI
Água	-1,0 - 0,0
Solo exposto	0,0 – 0,3
Vegetação não densa	0,3 – 0,6
Vegetação densa	0,6 – 0,9

Fonte: elaborado pelo autor

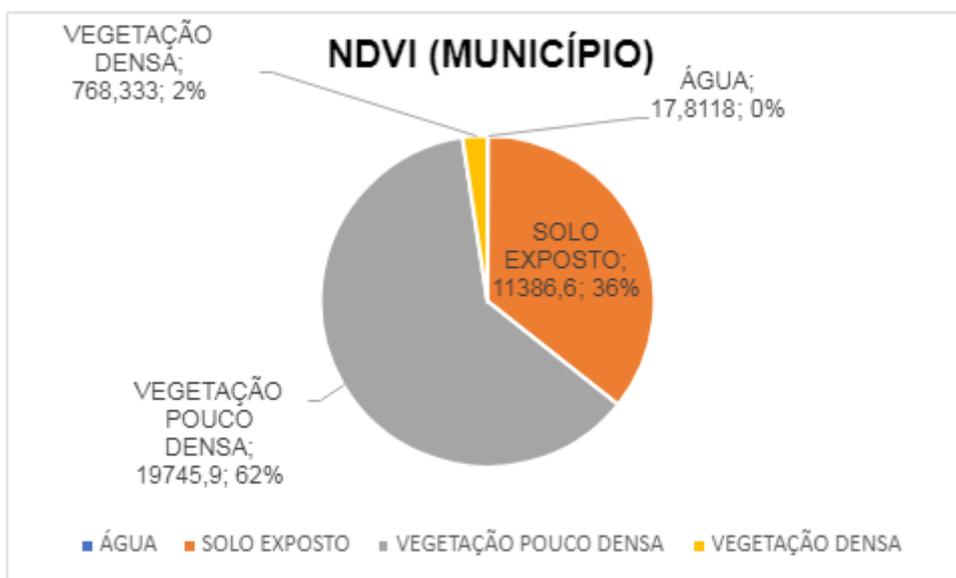


Gráfico 1 – Água em superfície **Fonte:** elaborado pelo autor

O gráfico 1 expõe os resultados encontrados conforme as classes estudadas no presente trabalho. No gráfico é dada as informações quanto a dimensão da área que cada objeto de estudo ocupa e o quanto ocupa em porcentagem. No decorrer dos resultados, cada classe terá sua interpretação feita de maneira separada, quanto ao município como uma todo e quanto a área de reserva legal.

5.1.1 Água (município)

No estudo das classes de resposta ao índice de NDVI, algo importante a ser destacado é a pouca quantidade de água em reservatórios ou mananciais

hídricos superficiais que existem no município. A quantidade encontrada foi de 17,8 hectares, correspondendo a 0,06% da área total do município, como pode ser visto no gráfico 2. Irecê é uma área conhecida pela sua dependência de água subterrânea para suprir as necessidades de abastecimento hídrico da população e da atividade agrícola local. A falta de rios permanentes em Irecê e em outras áreas do sertão nordestino é um desafio para o abastecimento de água e para as atividades agrícolas na região. Por isso, as comunidades locais dependem principalmente de fontes de água subterrânea, como poços artesianos, para suprir suas necessidades hídricas (MOREIRA, 2012).

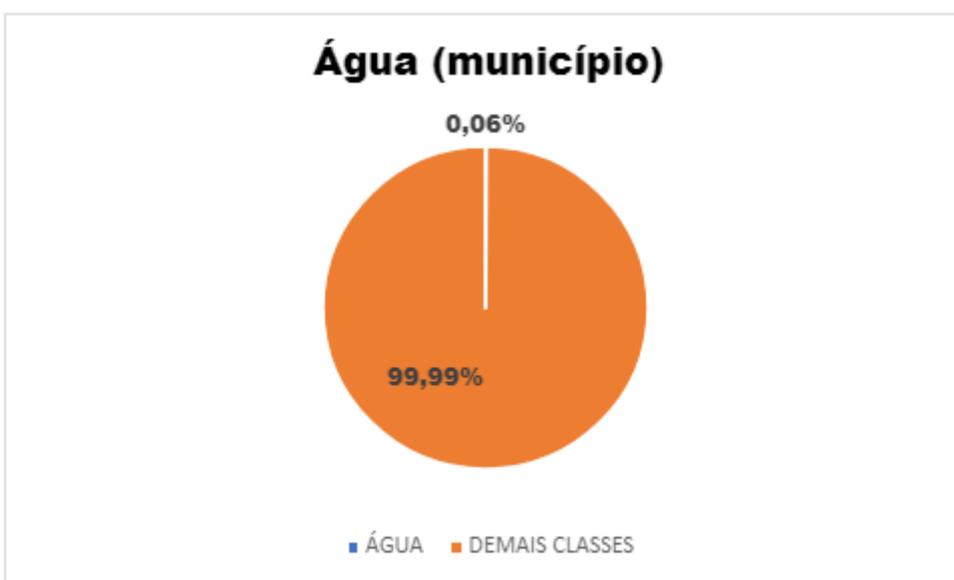


Gráfico 2 – Água em superfície

Fonte: Criado pelo autor

A disponibilidade de rios em uma determinada área está diretamente relacionada às características do relevo, às condições climáticas e ao regime de chuvas. Em regiões com clima árido ou semiárido, é comum a presença de rios intermitentes, que só possuem água durante as épocas de chuva. No caso de Irecê, embora não haja rios permanentes, a região é atravessada por alguns cursos d'água sazonais, chamados de riachos. Esses riachos são alimentados pelas chuvas e têm seu fluxo de água mais expressivo durante os períodos chuvosos. No entanto, durante as estações secas, esses riachos podem secar completamente ou quase completamente.

5.1.2 Solo exposto (município)

A degradação do solo devido à agricultura intensiva e inadequada pode comprometer a produtividade agrícola a longo prazo e ter impactos negativos

na sustentabilidade do sistema agrícola e no meio ambiente (MOTA E VALLADARES, 2011). No estudo realizado, conforme o gráfico 3, nota-se que o município possui aproximadamente 36% de áreas de solo desnudo, sendo 11386,6ha, é importante ressaltar que as áreas semiáridas, como a região em torno de Irecê, estão naturalmente sujeitas a condições climáticas adversas, como longos períodos de seca e baixa pluviosidade. A desertificação é um processo complexo e influenciado por uma variedade de fatores, incluindo o clima, o manejo inadequado dos recursos naturais, como o desmatamento, a agricultura intensiva, a superexploração de água subterrânea e a falta de práticas de conservação do solo (SOUZA, 2015).

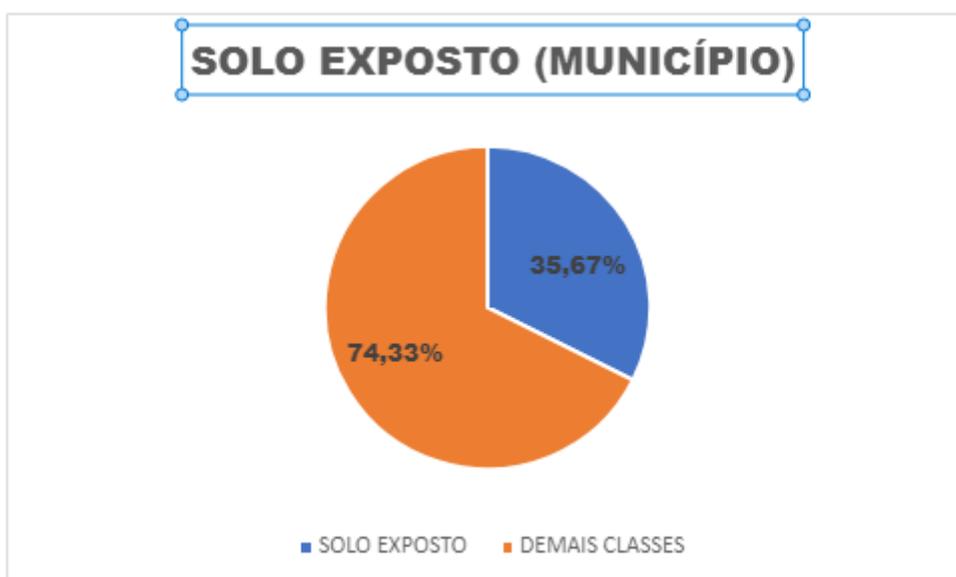


Gráfico 3 – Solo exposto Fonte: elaborado pelo

No município de Irecê, a exposição do solo devido à agricultura intensiva pode contribuir para a degradação do solo, especialmente em áreas onde não são adotadas práticas adequadas de conservação do solo. A agricultura pode causar impactos negativos no solo de diversas maneiras, sem a proteção das plantas, o solo fica suscetível à erosão causada pela ação da água das chuvas ou do vento, resultando na perda de nutrientes e matéria orgânica do solo (SOUZA, 2016). A exploração intensiva, sem práticas adequadas de manejo dos nutrientes, pode levar à lixiviação de nutrientes do solo, causando empobrecimento e perda de fertilidade, tudo isso contribui para o aumento de áreas desertificadas.

A degradação do solo devido à agricultura intensiva e inadequada pode comprometer a produtividade agrícola a longo prazo e ter impactos negativos

na sustentabilidade do sistema agrícola e no meio ambiente. É fundamental adotar práticas de manejo sustentáveis, como a rotação de culturas, o plantio direto, o controle da erosão, o uso eficiente de água e a adição de matéria orgânica ao solo. Essas medidas ajudam a preservar a qualidade do solo, a conservar os recursos naturais e a promover a sustentabilidade da agricultura em Irecê e em outras regiões agrícolas.

5.1.3 Vegetação não densa (município)

Na região de Irecê, é comum encontrar a vegetação de caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro que se estende por parte do Nordeste do país. A caatinga é uma formação vegetal adaptada às condições de escassez de água, apresentando características específicas, como a presença de árvores e arbustos espinhosos, folhas pequenas e grossas, além de raízes profundas para captar água em camadas mais profundas do solo (COSTA, 2009). Além da caatinga, é possível encontrar também áreas com característica de vegetação de cerrado, especialmente em locais onde o solo é mais fértil e há maior disponibilidade de água.

Conforme gráfico 4 o resultado de quase 62% de vegetação não densa, não representa vegetação típica nativa, o que ocorre é que no período chuvoso, é comum que as áreas sejam semeadas, então essas áreas passam a ser ocupadas por cultivos de sequeiro em sua grande maioria. Segundo o IBGE, a área dos estabelecimentos agropecuários em Irecê é de 16.246 hectares, sabendo que a área de vegetação não densa calculada através do NDVI foi de 19745,9, é possível fazer uma estimativa que cerca de 80% dessa área é de plantio de sequeiro ou irrigado, sendo em sequeiro a imensa maioria.

O plantio de sequeiro, também conhecido como plantio de seca, é uma prática agrícola adotada em regiões semiáridas, onde a disponibilidade de água é limitada e os períodos de seca são prolongados. Nesse tipo de plantio, as culturas são cultivadas sem a utilização de irrigação suplementar, dependendo exclusivamente da água proveniente das chuvas. Essa é uma estratégia importante para a produção agrícola na região, permitindo o cultivo de uma variedade de culturas que são adaptadas às condições de baixa pluviosidade e alta temperatura características do clima semiárido (SANTANA, 2011).

A expansão da agricultura em detrimento da natureza pode ter vários perigos e impactos negativos, tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade. Alguns desses perigos incluem a perda de biodiversidade, que consiste na conversão de áreas naturais, como florestas, savanas e áreas de vegetação nativa, em terras agrícolas resulta na destruição e fragmentação dos habitats naturais. Isso leva à perda de biodiversidade, incluindo plantas, animais e microrganismos que dependem desses ecossistemas para sobreviver. A perda de biodiversidade afeta negativamente a estabilidade dos ecossistemas, a polinização de culturas, a ciclagem de nutrientes e outros serviços ecossistêmicos essenciais (VIEIRA et al., 2005).

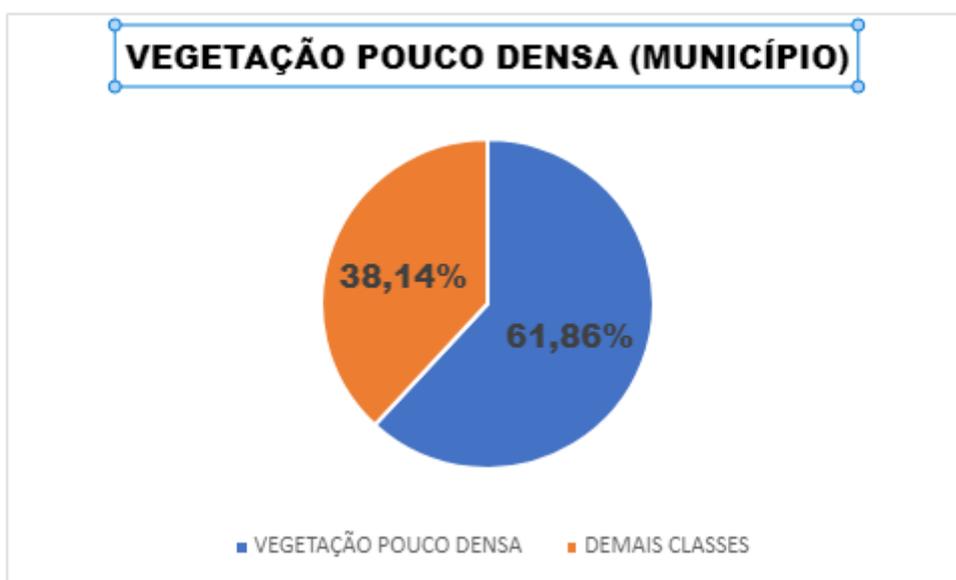


Gráfico 4- Vegetação pouco densa **Fonte:** elaborado pelo autor

5.1.4 Vegetação densa (município)

A classe que melhor representa as áreas de mata nativa e bioma não degradado, sendo o essencial pra definir de fato o que deveria ser uma área de reserva legal, é a segunda menor área das quatro classes estudadas, representando apenas 2,41% do território, sendo 768,3 hectares, como demonstra o gráfico 5. As áreas não exploradas desempenham um papel fundamental na preservação da biodiversidade, na manutenção dos processos ecológicos e no fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais, por esse motivo, é alarmante tamanha ausência de áreas de vegetação densa.

As áreas não exploradas abrigam uma grande diversidade de espécies, incluindo plantas, animais, insetos e microrganismos. Essas áreas servem como refúgio para espécies ameaçadas e são essenciais para a conservação

da biodiversidade global. Preservar essas áreas ajuda a garantir a sobrevivência de espécies em risco de extinção e mantém os ecossistemas saudáveis e resilientes. Assim sendo, esses ecossistemas desempenham funções vitais, como a regulação do clima, a purificação do ar e da água, a proteção contra erosão e enchentes, e a ciclagem de nutrientes. Ao preservar essas áreas, é garantida a continuidade desses serviços ecossistêmicos essenciais (LIMA, 2014).



Gráfico 5 - Vegetação densa **Fonte:** elaborado pelo autor

A vegetação densa desempenha um papel importante na redução dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera. Durante a fotossíntese, as plantas absorvem dióxido de carbono e liberam oxigênio, contribuindo para a qualidade do ar. Além disso, a vegetação densa armazena carbono em sua biomassa, ajudando a mitigar as mudanças climáticas ao atuar como um sumidouro de carbono. Em suma, a vegetação densa é essencial para a conservação da biodiversidade, a proteção do solo, a ciclagem de nutrientes, o sequestro de carbono e a regulação do clima. Sua preservação e promoção são fundamentais para manter a saúde e o equilíbrio dos ecossistemas.

5.2 Reserva Legal

Irecê possui 1024,14ha de áreas de Reserva Legal, isso representa 3,2% do território do município. Ou seja, é uma parte pequena do território que precisa ser conservado e protegido, e é válido dizer que a área é pouca em vista daquilo que seria o ideal, a partir do entendimento de que esses 3,2%

apresentam possíveis violações que serão descritas no decorrer da apresentação dos resultados.

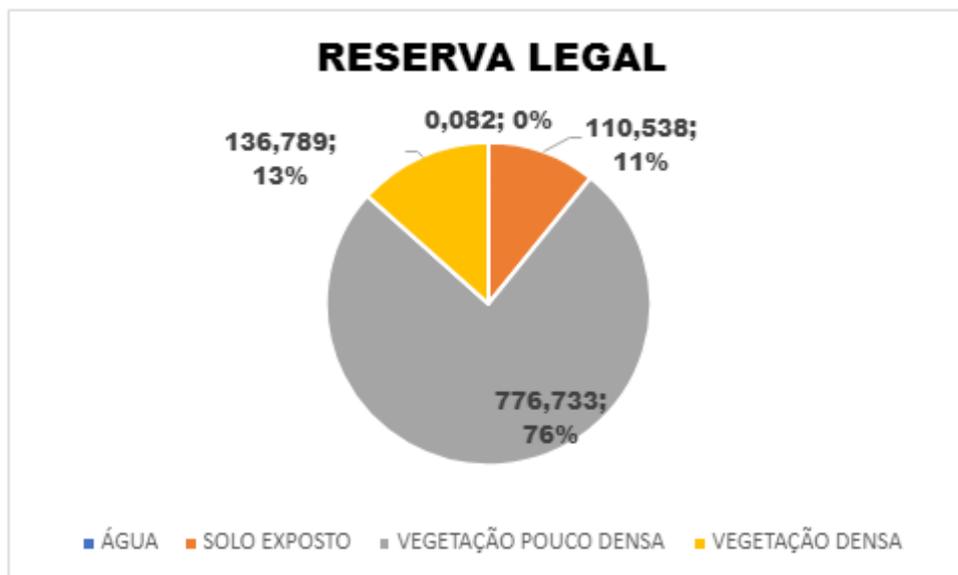


Gráfico 6 – Reserva legal (classificação NDVI) **Fonte:** elaborado pelo autor

5.2.1 Água (reserva legal)

A quantidade de água na reserva legal é quase que insignificante, sendo inferior a 0,01% equivalendo a 820m². Todavia, por ser um valor tão pequeno, é possível que não esteja de acordo com a realidade, quando se leva em conta a margem de erro. Porém, quando se relaciona água com reserva legal, é comum não haver nenhum manancial hídrico superficial dentro da reserva, haja vista que esse recurso é essencial ao dono da propriedade rural.

Outro fator importante é a alteração no ciclo hidrológico. A vegetação nativa regula o ciclo da água, influenciando a evapotranspiração e os padrões de precipitação. Quando há mudanças significativas na cobertura vegetal, como a conversão para pastagens ou cultivos agrícolas, ocorrem modificações no ciclo hidrológico, afetando a disponibilidade de água.

A vegetação nativa desempenha um papel crucial na retenção de água das chuvas, na infiltração no solo e na recarga dos lençóis freáticos. Quando ocorre a remoção da vegetação nativa, seja por desmatamento ilegal ou degradação do solo, a capacidade de retenção e armazenamento de água é reduzida, resultando na escassez de recursos hídricos.

5.2.2 Solo exposto (reserva legal)

Conforme indicação do gráfico 7, 110,5 hectares das reservas legais estão com o solo desnudo, sem nenhum tipo de vegetação ou cobertura. Quando há solo exposto em uma área de reserva legal, isso pode indicar um problema de degradação ambiental e impactos negativos na saúde do ecossistema. O solo exposto significa que a camada vegetal protetora foi removida, deixando o solo desprotegido e suscetível à erosão.



Gráfico 7- Solo exposto **Fonte:** elaborado pelo autor

A remoção da cobertura vegetal expõe o solo aos efeitos diretos da chuva, do vento e da radiação solar, levando à perda de nutrientes, compactação, desagregação e empobrecimento do solo. Além disso, a falta de vegetação também significa que não há raízes para fixar o solo e evitar sua remoção. Isso resulta em processos erosivos, em que a camada fértil do solo é levada pela água ou pelo vento (ALMEIDA, 2013).

A presença de solo exposto na reserva legal também pode indicar práticas inadequadas de manejo da terra, como o desmatamento ilegal, a conversão para agricultura ou pastagens sem medidas adequadas de conservação do solo. Essas atividades podem comprometer a integridade e os benefícios proporcionados pela reserva legal, além de violarem as leis e regulamentações.

5.2.3 Vegetação não densa (reserva legal)

A classe com maior cobertura dentro da reserva legal é a de vegetação não densa, sendo 776,7ha da área da reserva, representando 75,7% do total, como pode ser visto no gráfico 8.



Gráfico 8- Vegetação não densa **Fonte:** elaborado pelo autor

No que se refere a quantidade de vegetação não densa, origina-se uma falsa sensação de que isso é benéfico pelo fato de haver cobertura sobre o solo. Entretanto, como mencionado no tópico referente aos dados do município, infelizmente grande parte dessa vegetação é de espécies destinadas a produção agrícola, ou seja, para fins econômicos. Sabendo-se que é comum no nosso município a prática do plantio de sequeiro e os dados coletados foram de um período chuvoso, numa época em que as lavouras já estão muito desenvolvidas quanto ao estágio fenológico, é normal que elas se enquadrem na classificação de vegetação não densa, porém, em nenhuma hipótese essas culturas deveriam estar inseridas na reserva legal.

Na região de estudo, é comum e tradicional o plantio de milho nessa época do ano, sendo o carro chefe da produção de grãos na região, juntamente com a produção de hortaliças. Contudo, não é permitido realizar plantações de grãos, como cultivos agrícolas de larga escala, em áreas de reserva legal. A reserva legal é uma área dentro de propriedades rurais que deve ser mantida com vegetação nativa, de acordo com a legislação ambiental brasileira, estabelecida pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

No entanto, é importante observar que há exceções previstas na lei. Em algumas situações, é possível realizar atividades agrossilvipastoris, que são a

combinação de práticas agropecuárias, com a criação de animais e a utilização de espécies vegetais nativas ou exóticas para fins comerciais, desde que de forma sustentável e respeitando os critérios estabelecidos (CASTELO, 2015).

5.2.4 Vegetação densa (reserva legal)

Dentro da reserva legal, essa é de fato a classe mais importante. A vegetação densa é a representação das áreas bem arborizadas, conservadas e preservadas, sendo uma ótima representação do que deveria ser uma área destinada a reserva.

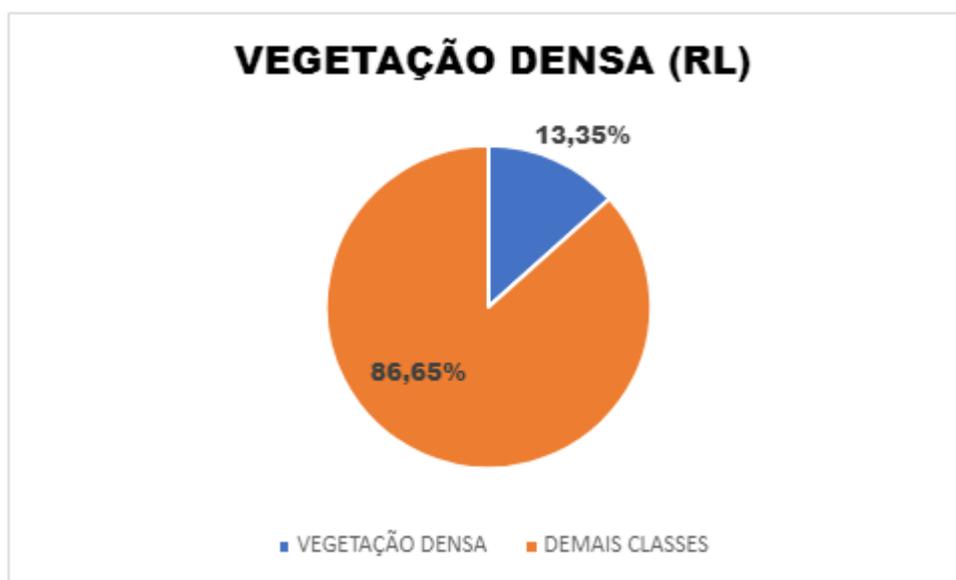


Gráfico 9- Vegetação densa **Fonte:** elaborado pelo autor

O gráfico 9 aponta para um número de apenas 136,8ha de vegetação densa dentro da reserva legal, ou seja, apenas 13,35% da reserva, possui característica padrão da reserva.

A conservação da biodiversidade é uma das principais razões pelas quais a vegetação densa é fundamental. Essas áreas abrigam uma grande diversidade de espécies de fauna e flora, proporcionando habitat e condições adequadas para a sobrevivência e reprodução de uma variedade de animais. A vegetação densa é essencial para a preservação de espécies nativas, incluindo aquelas ameaçadas de extinção, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e da saúde dos ecossistemas.

Por fim, a esse tipo de vegetação na reserva legal pode oferecer oportunidades econômicas, como o desenvolvimento do ecoturismo e a exploração sustentável dos recursos naturais permitidos por lei. O turismo relacionado à natureza e à observação de animais pode impulsionar a

economia local, além de promover a valorização e a conservação da vegetação e da fauna. Além disso, a utilização sustentável de produtos florestais não madeireiros, como frutos, sementes e plantas medicinais, pode gerar renda para as comunidades locais, incentivando a conservação da vegetação densa.

O não cumprimento da lei em relação às áreas de reserva legal pode acarretar em diferentes tipos de punições, de acordo com a legislação ambiental brasileira. As punições podem variar dependendo da gravidade da infração e das circunstâncias específicas do caso. Nos casos de desmatamento ilegal ou uso inadequado das áreas de reserva legal, pode ser exigida a restauração ambiental da área degradada, isso significa que o responsável pela infração deverá reflorestar a área com espécies nativas, buscando recuperar as características naturais do ecossistema afetado (SILVA, 2014).

Desse modo, é necessário que a lei seja cumprida para que o processo de degradação cesse e o desenvolvimento passe a existir de forma sustentável, respeitando os aspectos, econômicos, sociais e ambientais.

6. CONCLUSÕES

Indubitavelmente, é importante que as comunidades e os gestores locais adotem práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais, como a conservação do solo, o reflorestamento, a gestão adequada da água e a promoção da agricultura sustentável. Além disso, políticas públicas e medidas de mitigação devem ser implementadas para evitar a desertificação e promover o desenvolvimento sustentável nessas regiões semiáridas.

A partir dos resultados e discussões apresentados, podemos concluir que o município de Irecê possui características específicas em relação à sua área delimitada. Compreender essas características é essencial para a análise do uso e cobertura do solo e para identificar possíveis desafios e oportunidades relacionados ao desenvolvimento sustentável da região.

A presença de solo exposto na Reserva Legal também pode indicar práticas inadequadas de manejo da terra, como desmatamento ilegal, conversão para agricultura ou pastagens sem medidas adequadas de conservação do solo. Essas atividades podem comprometer a integridade e os benefícios proporcionados pela Reserva Legal, além de violarem as leis e regulamentações ambientais.

Por outro lado, a presença de vegetação densa na Reserva Legal é crucial. Essas áreas abrigam uma grande diversidade de espécies de fauna e flora, contribuindo para a preservação da biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. Além disso, a vegetação densa oferece oportunidades econômicas, como o desenvolvimento do ecoturismo e a exploração sustentável dos recursos naturais permitidos por lei.

Diante dessas conclusões, é evidente a necessidade de adotar práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais, promover a conservação do solo, incentivar o reflorestamento, a gestão adequada da água e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ABREU, Fagne Batista de; BORGES, Elane Fiúza. Análise espacial do uso e cobertura das terras no município de São Gabriel-Bahia, 2007 e 2018. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 12, n. 7, p. 535-548, 15 jul. 2021. Companhia Brasileira de Produção Científica.
<http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.007.0046>.

ALMEIDA, A. N. DE . et al.. Efetividade do aumento da área de reserva legal por meio de instrumento legal na taxa de desmatamento da Amazônia Brasileira. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 143–148, abr. 2013.

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque; MARIANO, Francisca Zilania; SIMONASSI, Andrei Gomes. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 119-140, 2012.

ATZBERGER, C. Advances in remote sensing of agriculture: context description, existing operational monitoring systems and major information needs. *Remote Sensing*, v. 5, n. 2, p. 949-981, 2013.
<http://dx.doi.org/10.3390/rs5020949>

BACHA, C. J. C.; CALDARELLI, C. E. **Avaliação do desempenho dos novos instrumentos de política de garantia de preços agrícolas de 2004 a 2007**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. Anais... Rio Branco: SOBER, 2008. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/409.pdf>

Bacha, Carlos José Caetano. "**Eficácia da política de reserva legal no Brasil.**" *Teoria e Evidência Econômica* 13.25 (2005): 9-27.

BORGES, L. A. C. **Seminário de Atualização sobre o Novo Código Florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013.

BARROS, W. P. **Curso de Direito Agrário**. 9. ed. Porto Alegre: Editora Livraria do Advogado, 2015.

BARROS, D.A.; REZENDE, J.L.P.; PEREIRA, J.A.L.; JÚNIOR, L.M.C.;...Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira.

BRASIL. **Decreto nº 9.395 de 30 de Maio de 2018**. Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2018/Decreto/D9395.htm.

BRASIL. **O QUE é o Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/cadastro-ambiental-rural>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. **Resolução n. 303, de 20 de março de 2012**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>.

CASTELO, T. B.. LEGISLAÇÃO FLORESTAL BRASILEIRA E POLÍTICAS DO GOVERNO DE COMBATE AO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 221–242, out. 2015.

COSTA, Thomaz C. et al. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 961-974, 2009.

CRÓSTA, A. P. **Discriminação de principais componentes com base em relações quantitativas e espectrais**. In: IV SIMPÓSIO DE QUANTIFICAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 1990, Rio Claro. Boletim de Resumos ..., Rio Claro, IGCE-UNESP, 1990.

CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Estudo de correlação de solos para fins de classificação nas regiões do Recôncavo Baiano e microrregião de Irecê-Bahia**. 2000.

DONATTI, Douglas. **Uso do quantum gis na caracterização e gerenciamento de propriedades rurais**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

EMBRAPA (Brasil). Código florestal: Adequação ambiental da paisagem rural. *In: Código florestal: Adequação ambiental da paisagem rural. Brasília*, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FARIAS, Mirelly de Oliveira. **CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR) E TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Bezerra Candeias. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Cartográfica) - Universidade Federal de Pernambuco, [S. I.], 2017.

FLORENZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p

Gao, J.; Zha, Y.; Ni, S. Assessment of the effectiveness of desertification rehabilitation measures in Yulin, northwestern China using remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, v.22, p.3783-3795, 2001.

HE, Chuyang; SHI, Peijun; XIE, Dingyong; ZHAO, Yuanyuan. Improving the normalized difference built-up index to map urban built-up areas using a semiautomatic segmentation approach. *Remote Sensing Letters*. 1:4, 213-221. <https://doi.org/10.1080/01431161.2010.481681>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: . Acesso em: 2 maio 2016.

KUHN, Márcio Roberto; ZART, Nathália; OLIVEIRA, Eniz Conceição. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DAS

ÁGUAS DOS POÇOS ARTESIANOS QUE ABASTECEM O DISTRITO DE BOA VISTA, NO MUNICÍPIO DE TRIUNFO – RS. **Revista Destaques Acadêmicos**, [S.l.], v. 7, n. 4, dez. 2015. ISSN 2176-3070. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/505>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

LAUDARES, Sarita Soraia de Alcântara, et al. “**Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil**”. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 31, nº 0, agosto de 2014. *revistas.ufpr.br*, <https://doi.org/10.5380/dma.v31i0.33743>.

LIMA, P. C. A. DE .; FRANCO, J. L. DE A.. As RPPNs Como Estratégia Para a Conservação da Biodiversidade: O caso da Chapada dos Veadeiros. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 1, p. 113–125, jan. 2014.

MACHADO, Lourdes de Alcântara. O cadastro ambiental rural e as cotas de reserva ambiental no novo código florestal: uma análise de aspectos legais essenciais para a sua implementação. 2016.

Matsushita, B.; Xu, M.; Fukushima, T. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura, Japan using a high-quality GIS dataset. *Landscape and Urban Planning*, v.78, p.241-250, 2006.

MEDEIROS, José Simeão de. Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território.. **Ata de Defesa de Doutorado**, [S.L.], v. 5, n. 8, p. 08-25, abr. 1999. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/t.8.1999.tde-25072001-095526>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (Brasil). *In: O que é o CAR?*. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/sobre>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MÖLLER, MRF, and TD de A. SÁ. "Concentração de nutrientes na chuva bruta e na chuva sob dossel de vegetação secundária de pousio no nordeste paraense, Estado do Pará." In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4., 1998, Belém, PA. Ecossistema: com enfoque no contexto de seus componentes básicos: resumos. Belém, PA: FCAP: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1998., 1998.

MOTA, Lydia Helena da Silva de Oliveira; VALLADARES, Gustavo Souza. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, p. 39-50, 2011.

MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABES 1995.

MOREIRA, Josino Costa et al. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

OEKO, (Brasil). *In: O que é o Cadastro Ambiental Rural (CAR)*. [S. l.], 11 maio 2022. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/27622-o-que-e-o-cadastro-ambiental-rural-car/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

PEREIRA, Ludmily da Silva; SILVA, Débora de Oliveira; PAMBOUKIAN, Sergio Vicente Denser. Sensoriamento remoto aplicado à agricultura de precisão no cultivo de bambu. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, v. 16, n. 1, 2016.

RIBEIRO, Bianca De Martini; PETRY, Fernanda Aline; LIMBERGER, Aline R. Análise Temporal de dados NDVI para o município de Toledo PR, obtidos de imagens Landsat 8. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 2, p. 40-50, 2018.

ROCHA NETO, Olávio. **Análise temporal do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da microrregião de Irecê-BA**. 2021. 84f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

RORIZ, Pedro Augusto Costa; FEARNSSIDE, Philip Martin. A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das florestas. **Novos Cadernos NAEA**, [S.l.], v. 18, n. 2, dez. 2015. ISSN 2179-7536. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/1866/2691>>. Acesso em: 01 jun. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v18i2.1866>.

RUBEM, J. **Aspectos Geográficos**, 2018. Disponível em: Acesso em 10 abr. 2023.

SANTANA, L. L. D. A. et al.. ALTAS DENSIDADES DE PLANTIO NA CULTURA DO ABACAXI CV. SMOOTH CAYENNE, SOB CONDIÇÕES DE SEQUEIRO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 353–358, ago. 2001

SILVA, Bruno Henrique Ribeiro; SILVA, Raquel Naiara Fernandes. Avaliação de impactos ambientais em áreas de mineração com o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI): estudo de caso para a região de Paracatu (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 2, n. 3, 2021.

SILVA, Ana Paula Moreira da *et al.* **Mudanças no Novo Código Florestal Brasileiro**: Desafios para a implementação da nova lei. 1. ed. atual. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. 346 p. v. 1. ISBN 978-85-7811-281-3.

SILVA, Ricardo Hein Borges da Silva. **Cadastramento Ambiental Rural de uma propriedade georreferenciada de Paratinga**. 2016. Disponível em: <<http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/ab423fe245e3f4fecc7b7d9ee3cbc132.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2021.

SILVA, J. S. DA .; RANIERI, V. E. L.. O mecanismo de compensação de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 115–132, jan. 2014.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Caatinga e desertificação. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, p. 131-150, 2015.

SOUZA, B. I. DE .; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. DE .. CAATINGA E DESERTIFICAÇÃO. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 1, p. 131–150, jan. 2015.

Souza, J. F. de ., Silva, R. M., & Silva, A. M.. (2016). Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa - PB. *Ambiente Construído*, 16(1), 21–37. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100058>

VIEIRA, Ima Célia Guimarães; SILVA, José Maria Cardoso da; TOLEDO, Peter Mann de. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 153-164, 2005.