

Application of remote sensing and UAV aerial survey techniques for water resources management in irrigated areas of the São Francisco River integration project in the municipality of Terra Nova-PE.

Carlos José dos Santos Freitas,* , Gerlane Gomes da Rocha**, Camila Gardenea de Almeida bandim***, Gabriel Antonio Silva Soares****, Juliana Patrícia Fernandes Guedes Barros*****, Sidney Henrique Campelo de Santana*****, Josicleda Domiciano Galvincto *****

* Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: carlos.santosfreitas@ufpe.br
** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: gerlane.gomesrocha@ufpe.br
*** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, camila.bandim@ufpe.br,
**** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, gabriel.antonios@ufpe.br,
***** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, juliana.guedesbarros@ufpe.br,
***** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, sidney.campelo@abreuclima.ifpe.edu.br,
***** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: josicleda.galvincto@ufpe.br
Received 19 December ; accepted 29 December

Abstract

The Pernambuco hinterland, historically, has little water availability. With the beginning of the construction of the transposition of the São Francisco River, there was a lot of speculation about the possibilities of better living conditions for the country population of Pernambuco. To this end, good management of water resources is necessary, which can be developed with remote sensing, aerial UAV surveys and also data processing in Geographic Information Systems (GIS). The work consists of using geographic information technologies to analyze the irrigated areas of the São Francisco River transposition in the municipality of Terra Nova and develop a mapping and characterization of the region.

Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e aerolevantamento de VANT para gestão de recursos hídricos de áreas irrigadas do projeto de integração do Rio São Francisco no município de Terra Nova-PE.

Resumo

O sertão pernambucano, historicamente, dispõe de pouca disponibilidade hídrica. Com o surgimento da construção da transposição do Rio São Francisco, muito se especulou sobre as possibilidades de melhores condições de vida da população sertaneja pernambucana. Para tanto, se faz necessário uma boa gestão de recursos hídricos que podem ser desenvolvidos com sensoriamento remoto, aerolevantamentos de Vants (Veículo Aéreo Não Tripulado) e também processamento de dados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O trabalho consiste em utilizar as tecnologias de informações geográficas para analisar as áreas irrigadas da transposição do Rio São Francisco no município de Terra Nova e desenvolver um mapeamento e caracterização da região.

1. Introdução

Com o surgimento da construção da transposição do Rio São Francisco, muito se especulou sobre as possibilidades de melhores condições de vida da população nordestina. A região Nordeste possui 28% dos habitantes do Brasil (IBGE, 2010) e apenas 3% da água doce disponível no país. Pensando nisso, as autoridades trouxeram para essa região o PISF, a maior obra de infraestrutura hídrica do país. O projeto

beneficia mais de 12 milhões de pessoas, 390 municípios e 4 estados, sendo eles Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Conforme o Ministério do Desenvolvimento Regional (Brasil, 2022), as obras do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) formam um grande sistema hidráulico que garante segurança hídrica para consumo humano, contribui com a melhoria da produção de alimentos, da criação de animais e gera empregos. Assim, o PISF

proporcionará o desenvolvimento regional e a inclusão social e econômica da população nos estados que receberão águas do Rio São Francisco.

O presente estudo se articula de forma integrada a um projeto “Guarda-Chuva” de maior proporção, desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (SERGEO), em parceria com Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC). O projeto Guarda-Chuva, tem como objetivo pesquisar, identificar e caracterizar os territórios influenciados pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), com ênfase no estado de Pernambuco.

A construção da transposição foi de responsabilidade em caráter federal, porém, após a finalização os canais e sistemas de transposição ficaram a cargo dos estados. A Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC, é a operadora estadual do PISF em Pernambuco, responsável pela gestão das águas, sendo assim, a parceria da agência com o laboratório de estudos do projeto de integração do rio São Francisco é de grande proeminência.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional – PISF é uma obra do Governo Federal do Brasil sob a jurisprudência do Ministério do Desenvolvimento Regional, que busca assegurar a estabilidade hídrica e desenvolvimento regional para mais de 12 milhões do Sertão dos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, conforme Brasil (2022). O projeto de transferência de águas do Rio São Francisco, adentrou nesse cenário como uma solução para o problema da escassez hídrica na região, e também ocasionou alterações profundas no uso e ocupação do solo.

A utilização de imagens de satélites de média e alta resolução em estudos ambientais através do sensoriamento remoto, têm sido amplamente aplicadas para identificação e mensuração de áreas irrigadas (Ferreira, 2022). Conforme Ozdogan (2010), nas últimas décadas, a detecção remota emergiu como uma ferramenta eficaz para monitorizar terras irrigadas numa variedade de condições climáticas e locais.

A presente pesquisa busca compreender as dinâmicas das áreas irrigadas do PISF e também desenvolver uma análise dos territórios irrigados, apresentando a importância do estudo e utilização de geotecnologias para uma melhor gestão e distribuição dos recursos hídricos.

Sendo assim, o trabalho atuou no estudo das áreas irrigadas do município de Terra Nova e observou as possíveis influências que a transposição efetuou

sobre essas agriculturas e sobre as modificações paisagísticas e territoriais que a presença da água e dos canais efetuam na região, tanto na questão do uso e ocupação por crescimento das áreas urbanas, como também nas modificações da vegetação ou implantação de mais áreas de plantio.

2. Material e métodos

Área de Estudo

A área de estudo é o município de Terra Nova-PE, que compreende a Unidade Ambiental de Relevo Depressão Sertaneja (IBGE) e apresenta o clima semiárido, do tipo BShw', caracterizados pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico segundo mapa climático de (Köppen e Geiger, 1928). O município está dentro da bacia hidrográfica do rio Terra Nova e tem em seu território a passagem do eixo Norte da Transposição do Rio São Francisco (Figura 1).

O município está localizado na mesorregião São Francisco e na Microrregião Petrolina do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Serrita, a sul com Cabrobó, a leste com Salgueiro, e a oeste com Parnamirim, com localização específica entre as coordenadas geográficas de Latitude: 8° 13' 50" Sul, Longitude: 39° 23' 0" Oeste e com altitude média de 385 metros.

O território do município é composto 100% pelo bioma Caatinga, que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino, que conforme o Serviço Geológico do Brasil (2005), a região é caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas, elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte.

Essas elevações de relevos testemunhos são evidência dos intensos processos de desgaste que afetaram vastas áreas do interior nordestino. Quanto ao clima, ele se caracteriza por chuvas regularmente estabelecidas, principalmente durante o período de verão. O período chuvoso começa em novembro e se estende até abril, com uma precipitação média anual de aproximadamente 431,8 mm no município.

O município de Terra Nova encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, estando constituído pelos litotipos do Complexo São Caetano, e das suítes Calcicalcina de Médio a Alto Potássio Itaporanga e Shoshonítica ultra potássica Triunfo.

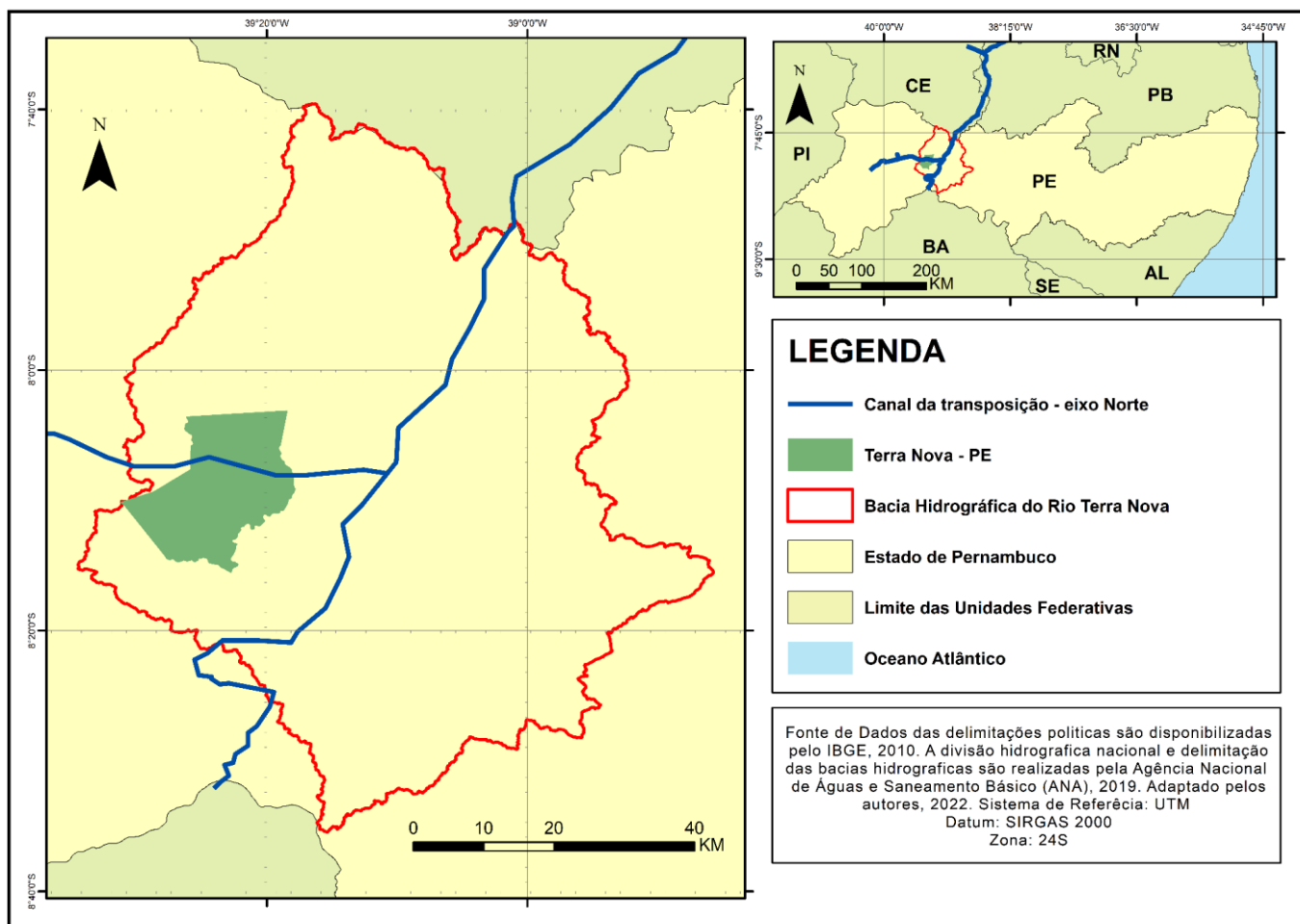


Figura 1 - Mapa de localização da bacia de Terra Nova e do município de Terra Nova-pe

Organização Metodológica

O estudo foi organizado inicialmente a partir de uma revisão bibliográfica com enfoque na busca de conceitos e métodos já trabalhados em áreas irrigadas, uso e cobertura da terra e também sobre pesquisas que foram efetuadas de forma semelhante na transposição do Rio São Francisco. A busca por análises que trabalhassem tais conceitos citados, agregado ao sensoriamento remoto e geoprocessamento é de suma importância visto que, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi a ferramenta primordial para coleta de dados, tratamento, processamento e análise de dados espaciais.

A pesquisa foi organizada em caráter qualitativo, na busca da obtenção de dados socioambientais e percentuais sobre o caráter das áreas irrigadas da transposição do Rio São Francisco. Então, foram realizadas, a priori, a obtenção de dados espaciais a partir da busca de imagens do Satélite (CBERS 04A), obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que trouxe um significativo avanço no Brasil para o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas e ocupação do solo. O satélite é equipado com câmeras para observações ópticas de todo o globo terrestre e a

partir da utilização das câmeras imageadoras de caráter Multiespectrais e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), é possível obter imagens com resolução multiespectral de 8m e resolução pancromática de 2m.

O CBERS 04A é uma excelente ferramenta para coleta de dados, assim como, monitoramento ambiental, visto que possui uma considerável qualidade na resolução espacial, quando comparados a outros satélites de função semelhante e possui uma largura da faixa imageada de 92km, o que permite trabalhar grandes áreas com poucas imagens sendo processadas INPE/CBERS (2018). O satélite possui 3 sensores principais, sendo eles MUX, WFI e WPM, o qual apenas o último, foi escolhido para os estudos ambientais em áreas irrigadas do presente trabalho, devido sua maior qualidade de imagem em comparação às demais. A revisitação do CBERS 04A utilizando a câmera WPM é de 31 dias, então, a cada 31 dias, tem uma imagem óptica da área de estudo, apesar que, nem todas saem próprias para análise podendo ter grande interferência de nuvens que atrapalham a visualização e análise do solo INPE/CBERS (2019).

Na busca de uma melhor definição de área com vegetação e com solo exposto, foi realizada a

composição RGB e fusão de bandas multiespectrais e
pancromáticas (Tabela 1), em imagens do sensor

WPM do satélite CBERS-4A de 23-08-2020 (órbita e
ponto 198-124).

Tabela 1 - Características do sensor CBERS 04A (WPM).

Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM)			
Bandas Espectrais	Largura da Faixa Imageada	Resolução Espacial	Revisita
P : 0,45 - 0,90 µm (PAN)	92 km	2 m (pancromática)	31 dias
B1: 0,45 - 0,52 µm (B)		8 m (multiespectral)	
B2: 0,52 - 0,59 µm (G)			
B3: 0,63 - 0,69 µm ®			
B4: 0,77 - 0,89 µm (NIR)			

Fonte: INPE/CBERS, (2019)

A fusão contribui na identificação e quantificação das áreas irrigadas a partir da técnica de imageamento de Falsa Cor, para melhor interpretação e compreensão analítica da imagem. Pode-se observar na Figura 2, as áreas de plantio irrigadas em regiões limítrofes ao canal da transposição estão de cor avermelhada, as massas de água estão de cor azulada

e vegetação da caatinga e sequeiros tem cor de tons esverdeados, já o solo exposto, tem uma coloração de tons próximos ao amarelo. A falsa cor, de espectros fora do visível, auxiliam na produção de mapas cadastrais e facilitam na localização das áreas de plantio os quais tem vermelho como cor evidente.

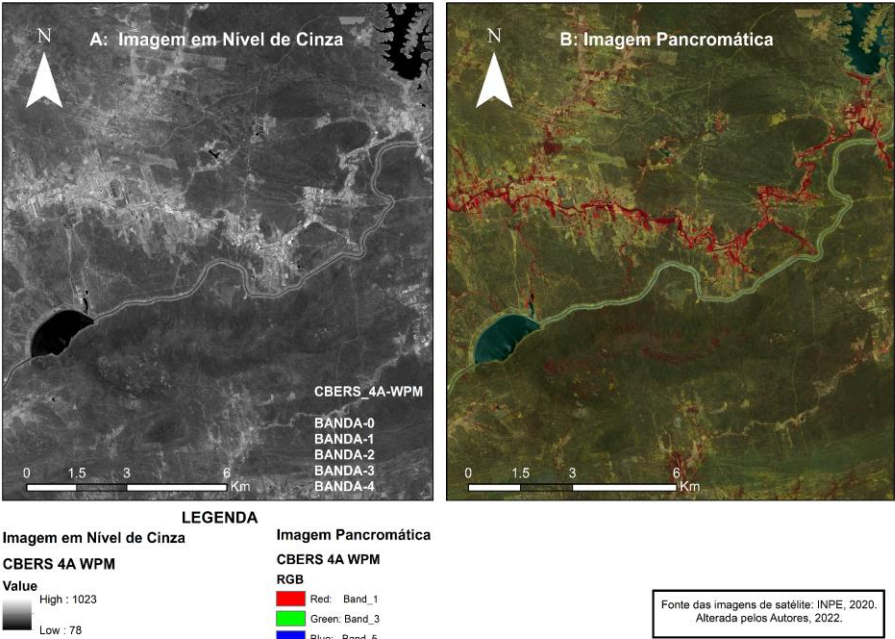


Figura 2. Bandamento - Imagens de Satélite Pancromáticas e Fusão de imagens.

Fonte: Autor, 2022.

Legenda A = [Imagem bruta do satélite CBERS 04A, retirada da plataforma do INPE em nível de cinza];
Legenda B =[Imagem processada do satélite CBERS 04A, demonstrando a diferença da qualidade dos pixels em comparação a imagem A].

A partir do processamento das imagens de satélite, foi possível obter imagens pancromáticas e com resolução espacial de 2m, que contribuíram para a delimitação das áreas irrigadas da transposição do rio São Francisco. Sendo assim, foi realizado através das imagens de satélites uma criação de polígonos referentes ao uso e cobertura do solo de forma manual

para áreas que posteriormente seriam sobrevoadas com drone para validação. Sendo assim, na análise de uso e cobertura realizada de forma manual, foi colocado os seguintes critérios para conceituar os territórios demarcados, conforme a Quadro 1.

Quadro 1 - Nomenclatura e características dos polígonos desenvolvidos nas imagens de Drone.

Nomenclatura dos Critérios	Característica
Área de Plantio Cultivado	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas de característica de plantio e agricultura que estejam sendo cultivadas.
Área de Plantio Não Cultivado	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas de característica de plantio e agricultura que não estejam sendo cultivadas.
Vegetação Nativa da Região	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas com Remanescente de vegetação nativa.
Propriedades Residenciais	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas com imóvel.
Curso de Água/Corpo de Água	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas com corpos de águas ou cursos de água.
Pastagem	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas com vegetação utilizada para a alimentação do gado
Áreas Gerais	Espaços territoriais onde tenha presença de áreas sem propriedades ou vegetações (Ruas, estradas, etc)

O embasamento metodológico sobre uso e ocupação da terra foi possível de ser obtido conforme estudos a partir de estudos realizados por Ozdogan, 2010; Luiz, 2019; Ferreira, 2022; Carnaúba, 2021, que compartilham estudos sobre o sensoriamento remoto na agricultura irrigada. Em sequência, buscou-se compreender instrumentos e métodos aplicados em procedimentos de sensoriamento remoto e geoprocessamento produzidos por estudos de Meneses, 2012; Inacio, 2022; Carnaúba, 2021.

Foi utilizado também para estudos, imagens aéreas do satélite LANDSAT-8, obtidas no banco de dados do United States Geological Survey (USGS), o qual, também possui imagens com resolução multiespectral de 30m e resolução pancromática de 15m, conforme EMBRAPA (2022). Apesar de ter uma resolução de menor acurácia nos estudos ambientais, o satélite LANDSAT-8 tem uma vantagem no menor período de revisita ao local de estudo de 15 dias, já o CBERS 04A possui um período de revisita de 31 dias.

As imagens do LANDSAT-8 foram colocadas diante das imagens do CBERS 04A, para saber realmente qual seria mais vantajoso de se utilizar, visto que o LANDSAT tem um menor tempo de revista e o CBERS tem uma melhor resolução espectral.

Em sequência sistemática, foi realizado um tratamento de dados fotogramétricos a partir de imagens de drone, que tem uma resolução de 3 a 5 centímetros. A fotogrametria, American Society Of Photogrammetry (1966), é ciência e tecnologia de obter informações de confiança sobre objetos e do meio ambiente com o uso de processos de registro, medições e interpretações das imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética registrados.

As imagens de drone utilizadas no estudo são georreferenciadas e retratam as áreas de detalhe, onde podemos observar o território com maior precisão. Devido a alta qualidade de resolução em escala de centímetros, as imagens de drone servem para validação de uso e cobertura da terra das áreas irrigadas de estudo. A acurácia da imagem de drone, permite utilizar o aparelho na análise do uso e cobertura do solo, na identificação do tipo de uso da terra e na estimativa com precisão da situação das áreas irrigadas.

Através das imagens de drone é possível classificar a cobertura do solo e mensurar a área em hectares com uma maior fidedignidade ao compararmos com as imagens de satélite. Por fim, posteriormente ao sensoriamento remoto e geoprocessamento das imagens, foi desenvolvido um

mapeamento e caracterização de áreas irrigadas do Projeto de Integração do Rio São Francisco na bacia do rio Terra Nova.

3. Resultados e discussão

A chegada da transposição no município de Terra Nova, localizado no eixo Norte do projeto, condicionou a região uma ampliação e desenvolvimento da fronteira agrícola, viabilizado pela presença estabilizada da água, fator primordial para a atividade econômica do plantio local, que historicamente é submetido a ciclos de seca rigorosa. Assim, o PISF possibilitou então a criação de áreas irrigadas instaladas em setores limítrofes aos canais da transposição.

Para tanto, a partir do sensoriamento remoto com imagens de satélite e drone, foi possível analisar as características socioambientais da utilização da terra e observar as semelhanças, igualdades e correlações que existem nos territórios quando relacionados com os canais da transposição.

3.1 Acurácia da Análise de uso e cobertura com imagens de satélite e drone.

As imagens geradas pelo sensoriamento remoto atualmente disponíveis, contêm informações que vão muito além da capacidade natural de percepção e de extração dos seres humanos, conforme (Zanota; Ferreira & Zortea, 2019). Então, observa-se a necessidade fundamental de aplicar técnicas de processamento digital e técnicas de processamento de dados para explorar o potencial de informações contidas nas imagens adquiridas, que torna mais factível a identificação e monitoramento de materiais e fenômenos na terra.

No estudo, foi utilizado duas técnicas de processamento de imagem, sendo elas comparadas e averiguadas quais possuíam maior acurácia para trabalhar com análises da utilização e cobertura do solo. Posto isso, é possível observar na figura 3, a sobreposição da imagem de Drone sobre a de satélite com localização específica entre as coordenadas geográficas de Latitude: 8°15'31.70"S; Longitude: 39°23'11.18"O, no município de Terra Nova.

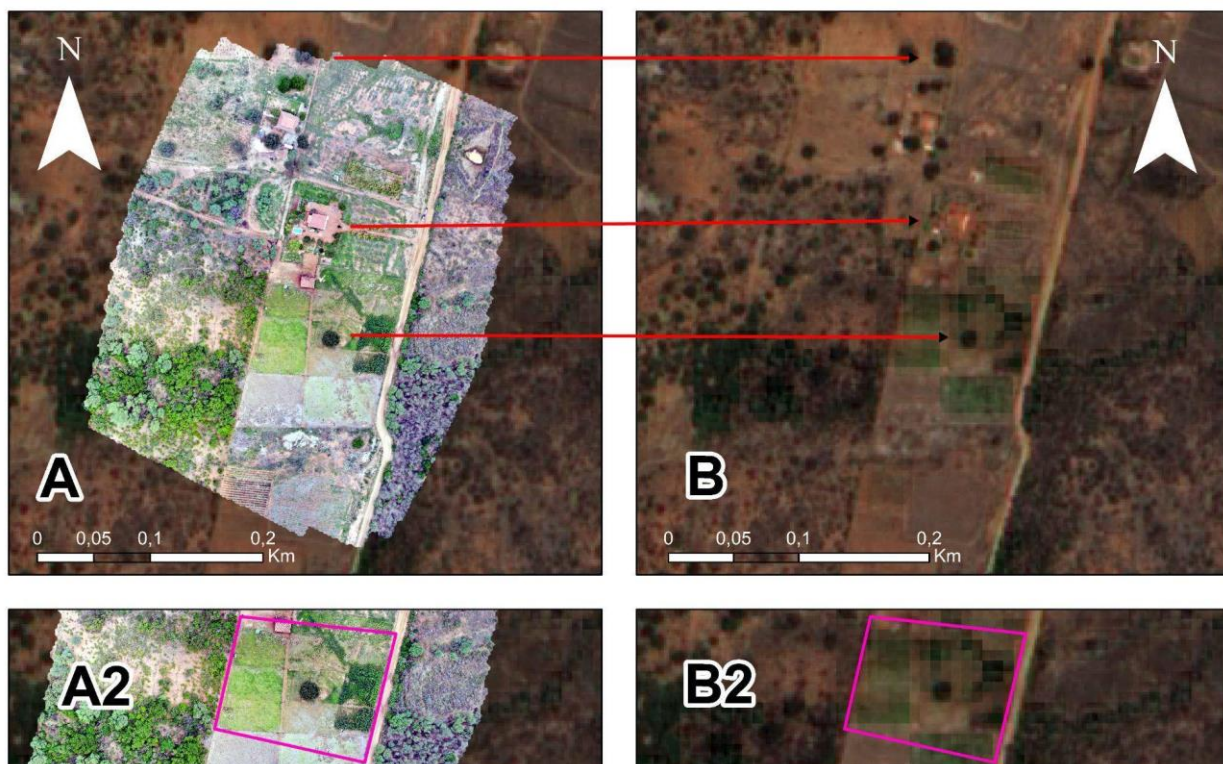


Figura 3 - Amostragem da utilização de imagens de drone e satélite para utilização em diagnósticos de uso e cobertura do solo.

Legenda A = [Imagem de drone sobre georreferenciada sobre uma imagem de satélite]; **Legenda B** = [Imagem do satélite CBERS 04A, demonstrando a diferença da qualidade dos pixel em comparação a imagem A]; **Legenda A2** = [Zoom na imagem de Drone referente a imagem A, onde foi criado um polígono rosa em áreas de plantio]; **Legenda B2** = [Zoom na imagem de satélite referente a imagem B, onde foi criado um polígono rosa em áreas de plantio].

Fonte: autor, 2023.

É possível observar através das setas de cor vermelhas que ambas então georreferenciadas de forma fidedigna e confirmar que a imagem de drone ter uma resolução espacial superior, sendo possível relacionar áreas de plantio que existem em ambas em mesma localização.

Sendo assim, de fato é possível inicialmente observar as áreas irrigadas e plantações em escalas de análise de longo e médio alcance, mas se for partir para uma escala de detalhe, o drone terá um melhor desempenho, uma vez que um trabalha em escala de Centímetros (drone) e o outro trabalha em escala de Metros (satélite).

Na figura 4, observa-se a delimitação de polígonos realizada nas áreas de plantio utilizando os dois formatos de imagem acima apresentados (satélite e drone). Dessa forma, para a demarcação e criação dos polígonos das áreas irrigadas, percebe se que quando são feitas utilizando estritamente imagem de satélite, são condicionadas a localizar as áreas irrigadas de plantio através da análise da diferença entre os pixels que formam em geral áreas retangulares de uma só coloração, normalmente sendo mais esverdeada que diverge das áreas limítrofes de plantação nativa e de solo exposto.

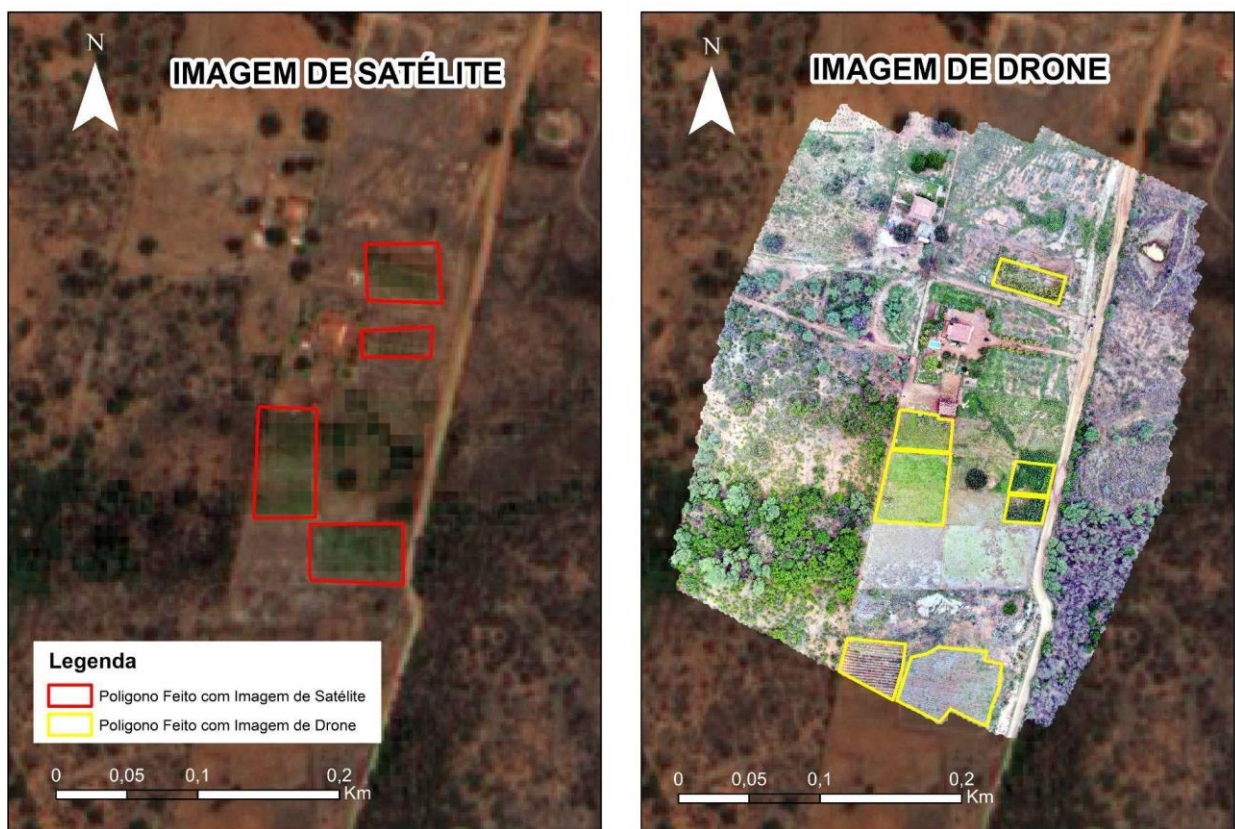


Figura 4. Amostragem da utilização de imagens de drone e satélite para criação de polígonos identificadores.

Fonte: Autor, 2023.

3.2 Desenvolvimento de polígonos com utilização das Imagens de Drone.

Já a demarcação das áreas de plantio realizadas nas imagens de drone, tem uma melhor centralidade na construção dos polígonos, já que é possível distinguir de maneira mais clara o uso e ocupação da terra. Sendo assim é possível observar onde é área plantada, onde foi área plantada e está sendo preparada para um próximo plantio e onde não é área plantada podendo ser solo exposto, pastagem,

área residencial ou localidades de vegetação nativa hiperxerófila.

Posto isso, foram feitos mapas de uso e cobertura do solo utilizando as imagens de drone que posteriormente serão observadas a partir de parâmetros e demarcações governamentais, para validar se estão classificadas de forma fidedigna. Ademais, também foram averiguadas as características das zonas irrigadas de plantio a decorrer da distância que estão do canal da transposição. Sendo assim, será observado as características do uso da terra em decorrência da amplitude entre os canais do PISF,

para observar se pode gerar uma grande influência sistemática no processo de plantio.

Segundo Carver (1995), as imagens ou condições específicas devem ser detectadas preliminarmente, identificadas e finalmente julgadas para então, ser avaliada sua significância. A acurácia da imagem de drone, permite, no estudo do Uso e

Cobertura do Solo, identificar e estimar com maior precisão a situação das áreas irrigadas, sendo assim, foi realizado uma classificação do território, utilizando 6 subdivisões, sendo elas, área de plantio cultivado, área de plantio não cultivado, vegetação nativa da região, pastagem, massa de água e propriedades residenciais, conforme pode-se observar na figura 5.

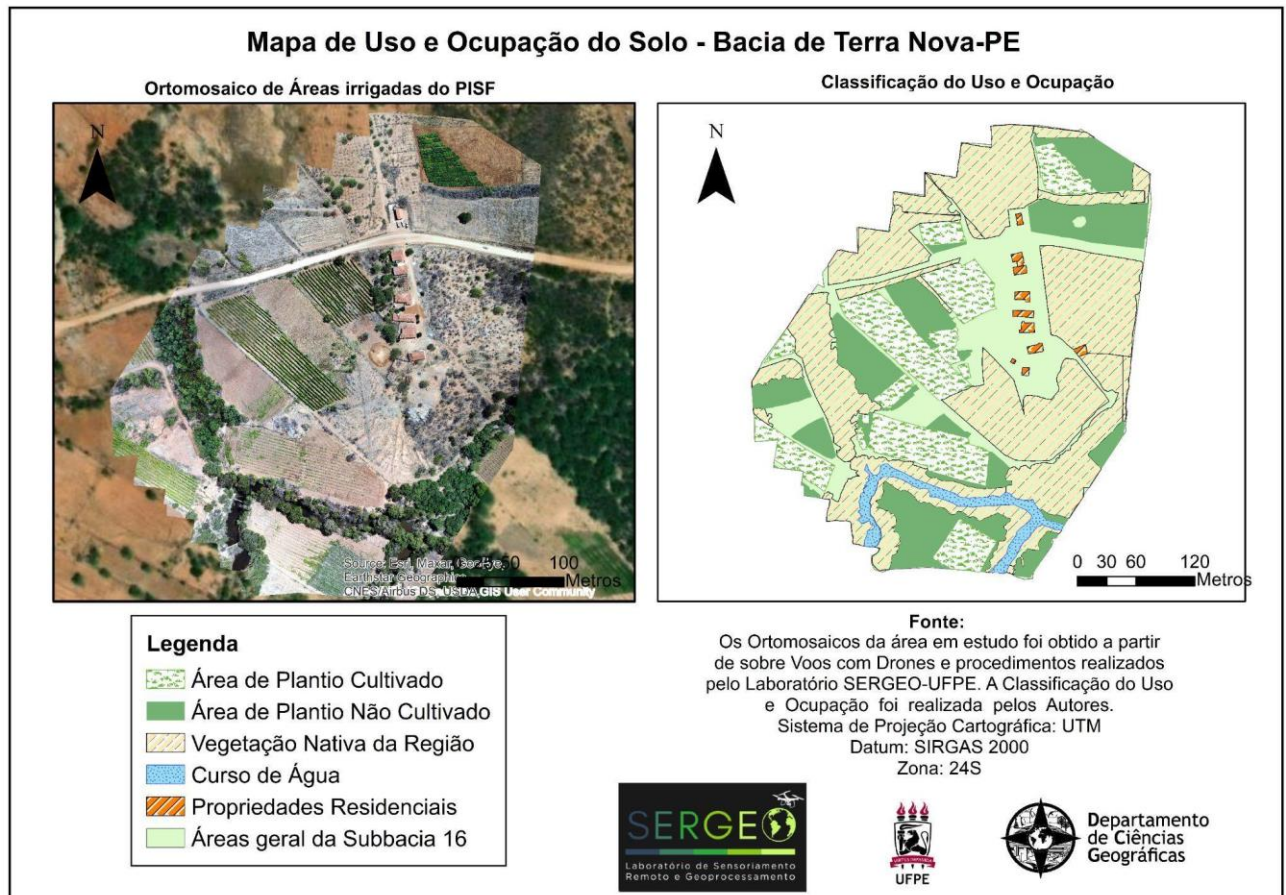


Figura 5. Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova, projeto 1.

Fonte: Autor, 2022.

Para tanto, foi-se observado localidades distintas, referenciadas e dentro das áreas da bacia hidrográfica de Terra Nova. Cada área de detalhe tem uma imagem de drone e foi realizado o desenvolvimento de polígonos de uso e cobertura de forma manual para fazer a caracterização do território estudado e posteriormente correlacionar as sistemáticas evidenciadas pelas condições de espaço e paisagem.

Na Figura 5, consta o projeto 1 que está a cerca de 5.396 metros de distância do canal da

transposição e foi constatado que em geral se repete a presença de áreas agrícolas de plantio cultivado com média de 0,14 hectares e um total de 2,21 hectares de áreas que apresentaram plantio e cultivo.

Já na figura 6, a qual foi submetida aos mesmo processos de classificação que a figura 5 e que está a 303 metros do canal da transposição, constatou que em geral se repete a presença de áreas agrícolas de plantio cultivado com média de 0,18 hectares e um total de 4,31 hectares de áreas que apresentam plantio e cultivo.

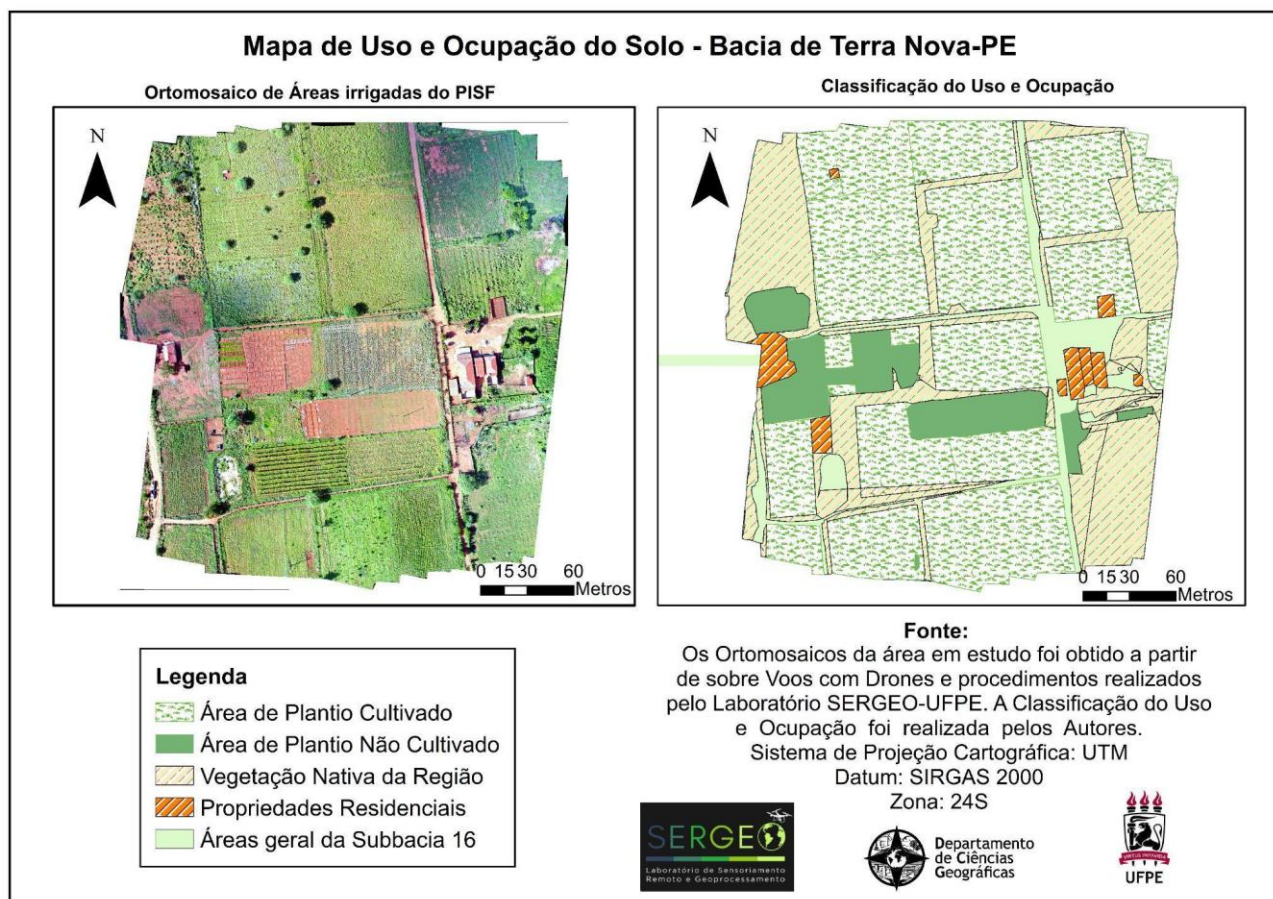


Figura 6. Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova, projeto 2.

Fonte: Autor, 2022.

A figura 7 representa o projeto 3, sendo ele a terceira e última imagem de drone que foi tratada e analisada sua cobertura e uso da terra conforme os parâmetros executados nos projetos anteriores. Foi constatado que, a localidade do projeto 3, a mais afastada de um canal da transposição, com uma distância de exatamente 9.476 metros, sendo 75,61% (4.080m) mais distante que o canal 1 que já tem uma distância considerável grande e com uma diferença de mais de 9.173 metros do projeto 2 que está a poucos metros do canal da transposição.

Sendo assim as características físicas, da paisagem e da utilização do solo serão diferentes em ambos os territórios com uma maior discrepância entre

os projetos da figura 7 e figura 6 que estão em situações antônimas.

Vale ressaltar que, devido à proximidade de um pouco mais de 300m do canal da transposição, o projeto 2 (figura 6), apresenta uma característica paisagística mais verde e com propensão a maior variabilidade de plantio e agricultura, já o projeto 3 (figura 7), apresenta menos espaços com plantio e mais territórios com vegetação nativa da região, já que, devido o baixo índice de água fica difícil a prospecção de grande variabilidade na agricultura e o território majoritariamente é utilizado para a pastagem e criação de animais (pecuária), sendo a vegetação nativa da região, a alimentação básica e por isso está em maior quantidade de uso e cobertura do solo.

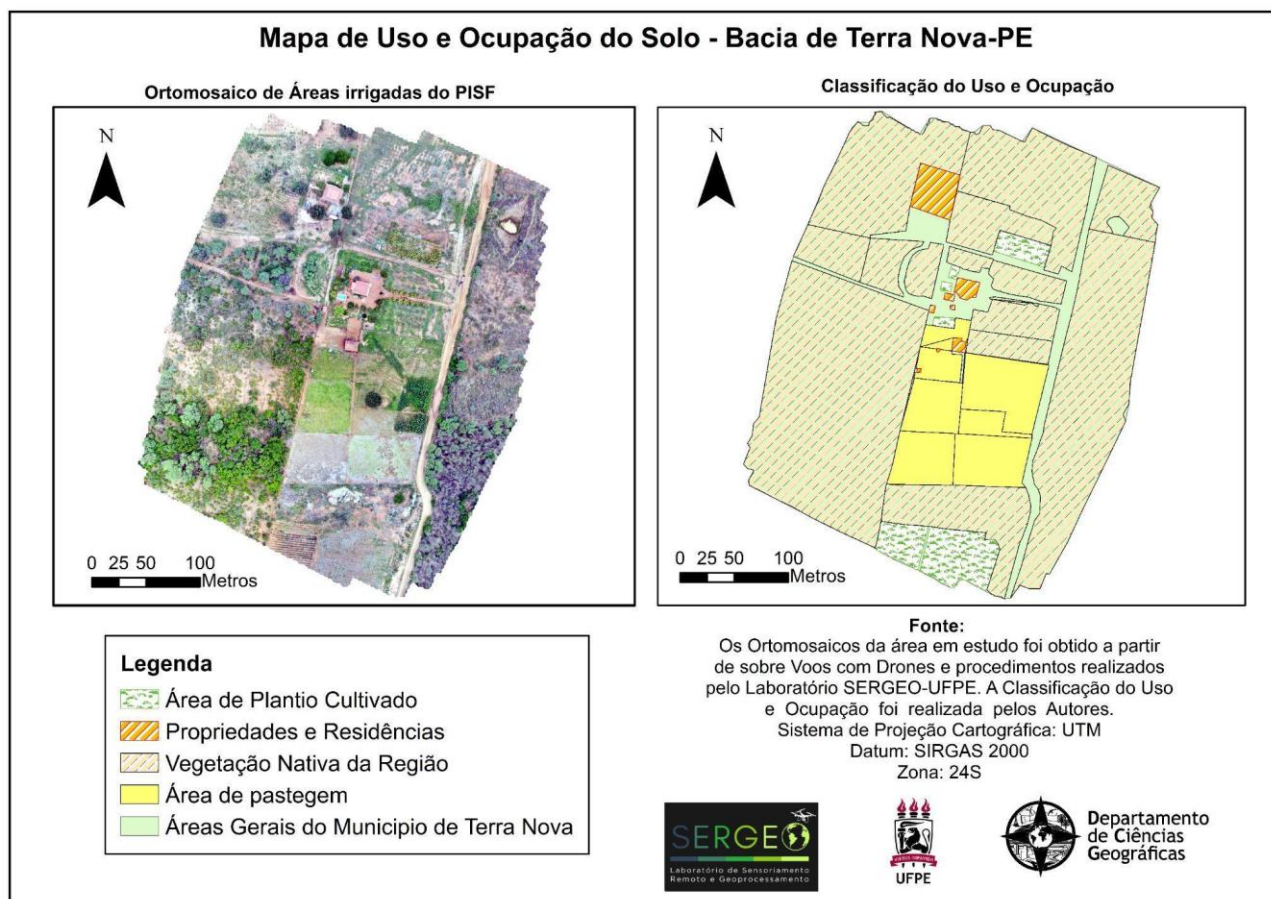


Figura 7. Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova, projeto 3.
 Fonte: Autor, 2023.

4. Conclusão

Ao observarmos os dados podemos concluir que historicamente o município de terra nova vem passando por mudanças paisagísticas e territoriais que estão ligadas em grande parte ao processo de urbanização e aumento populacional comunal da região nordeste e também ligado a inserção do canal da transposição do rio São francisco.

Observa-se nas áreas detalhadas sobrevoadas por drone que a proximidade dos canais de transposição está diretamente relacionada com uma maior variabilidade e oportunidade de plantio. Além disso, nota-se um aumento significativo no percentual de áreas cultivadas em hectares. Por outro lado, à medida que as áreas detalhadas se afastam, percebe-se uma redução no percentual de hectares destinados ao cultivo, sendo comum a adoção de outras formas de subsistência, como a pecuária, com o uso de vegetação nativa, como a palma, para alimentar os animais.

Sendo assim, nota se uma disparidade hídrica em decorrer da quilometragem de distância dos canais de transposição o que afeta a população em geral e cabendo uma maior resolução dos entes responsáveis por formulações de soluções para uma melhor gestão e difusão dos recursos hídricos

Agradecimentos

Agradecimentos ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento - SERGEO/ UFPE pelo espaço cedido à pesquisa. Ao INPE -Instituto de Pesquisas Espaciais e a USGS - United States Geological Survey pela livre disponibilização das imagens de satélites.

Referências

- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (ASP), 1966. Manual of Photogrammetry, 1220p.
- BRASIL - Ministério do Desenvolvimento Regional, 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11452/1/td_2793_web.pdf. Acesso em: 28 de mar. 2023.
- BRASIL. (2022). Projeto de Integração do Rio São Francisco. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional.
- Carnaúba, E. A. A. (2021). Mapeamento do uso e ocupação da terra utilizando os satélites Landsat 8, Sentinel 2B e Cbers 4A em área de agricultura no município de Limoeiro do Norte-CE.

- CARVER, A. (1995). Manual de fotografias aéreas para planejadores de uso da terra. Secretaria de Recursos Naturais/Ministério da Agricultura, Brasília, 77.
- Ferreira, E., Toledo, J. H. D., Dantas, A. A., & Pereira, R. M. 2011. Cadastral maps of irrigated areas by center pivots in the State of Minas Gerais, using CBERS-2B/CCD satellite imaging. Engenharia Agrícola, 31, 771-780.
- IBGE. Unidades de relevo - Atlas Nacional do Brasil, 2010. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/atlas/nacional/atlas_nacional_do_brasil_2010/2_territorio_e_meio_ambiente/atlas_nacional_do_brasil_2010_pagina_73_unidades_de_relevo.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.
- Inacio, G. D. O. (2022). Mapeamento do uso e cobertura do solo utilizando imagens WPM/CBERS-4A, MSI/SENTINEL-2 e OLI/LANDSAT-8 para o município de Seropédica, RJ.
- INPE/CBERS. 2019. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php>.
- INPE/CBERS. 2018. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/index.php>.
- EMBRAPA. 2022. Satélite de Monitoramento. LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat>
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. 1928. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes, Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda.
- LUIZ, C. H. P., Rocha, J., Mendes, R. M., Trovão, B. D. A. M., Biondo, L., Sturm, C. E. P., & Gomes, L. (2019). Análise comparativa da cobertura declarada no car utilizando dados do tccerrado, MAPIOMAS e BDTCAR.
- Meneses, P. R., & Almeida, T. D. 2012. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Universidade de Brasília, Brasília.
- Ozdogan, M., Yang, Y., Allez, G., & Cervantes, C. 2010. Remote sensing of irrigated agriculture: Opportunities and challenges. Remote sensing, 2(9), 2274-2304.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) - 2005 Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Terra Nova, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16983/1/Rel_Terra%20Nova.pdf.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Earth Explorer. Washington, DC: USGS, 2021. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
- Zanotta, D. C., Ferreira, M. P., & Zortea, M. 2019. Processamento de imagens de satélite. Oficina de Textos.