



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

CASSIELE FONSECA DA CRUZ

**USO E COBERTURA DA TERRA E PARÂMETROS BIOFÍSICOS:
ANÁLISE DO PROJETO DE ASSENTAMENTO ASSURINI,
ALTAMIRA-PARÁ, BRASIL**

Orientador: Prof. Dr^a. Rayris Cravo Herrera
Coorientador: Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso

ALTAMIRA - PA
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

CASSIELE FONSECA DA CRUZ

**USO COBERTURA DA TERRA E PARÂMETROS BIOFÍSICOS: ANÁLISE DO
PROJETO DE ASSENTAMENTO ASSURINI, ALTAMIRA – PARÁ, BRASIL**

Orientador: Prof. Dr. Raírys Cravo Herrera
Coorientadores: Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso

Dissertação de mestrado apresentada à
Universidade Federal do Pará, como parte
das exigências do Programa de Pós-
graduação em Biodiversidade e
Conservação (PPGBC) para obtenção de
título de Mestre em Biodiversidade e
Conservação.

ALTAMIRA - PA
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da
Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F676u Fonseca da Cruz, Cassiele.
Uso e cobertura da terra e parâmetros biofísicos: Análise do projeto de assentamento
Assurini, Altamira-Pará, BRASIL / Cassiele Fonseca da Cruz. — 2024.
46 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof^a. Dra. Raírys Cravo Herrera Cravo Herrera Coorientador(a): Prof.
Dr. Gabriel Alves Veloso
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, , 1, Altamira, 2024.
1. Amazonia, geoprocessamento, saldo de radiação, temperatura, Assuri. I. Título.

CDD 577.22

CASSIELE FONSECA DA CRUZ

**USO E COBERTURA DA TERRA E PARAMETROS BIOFÍSICOS:
ANÁLISE DO PROJETO DE ASSENTAMENTO ASSURINI,
ALTAMIRA – PARÁ, BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) para obtenção de título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Data da aprovação: 17/12/2024

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 WELLINGTON DE PINHO ALVAREZ
Data: 23/12/2024 06:59:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wellington de Pinho Alvarez
Examinador externo – UFPA

Documento assinado digitalmente
 EDER MILENO SILVA DE PAULA
Data: 20/12/2024 15:01:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eder Mileno Silva
Examinador externo – UFPA

Documento assinado digitalmente
 MIQUEIAS FREITAS CALVI
Data: 19/12/2024 20:24:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Miquéias Freitas Calvi
Examinador interno – UFPA

ALTAMIRA - PA
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sua graça e amor sobre mim, pela vida, saúde, pela família e amigos que Ele me deu, e pela oportunidade de estar alcançando mais uma conquista na minha vida profissional.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior) pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos, que foi essencial para realização desta dissertação. A contribuição da CAPES não apenas viabilizou meu desenvolvimento acadêmico (Pesquisa), como também fomentou as condições necessárias para a realização de pesquisas relevantes para nossa região como a minha

Esse suporte foi fundamental para superação dos desafios durante o curso para a consolidação da minha formação. Reconheço a importância da CAPES no estímulo à ciência, tecnologia e inovação no Brasil, e sou extremamente grata por fazer parte desse processo.

À Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus de Altamira e ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC), com todo seu corpo docente pelo conhecimento transmitido, fundamental para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A minha orientadora Raírys Cravo Herrera, por toda paciência que teve comigo durante este período, pelo conhecimento transmitido, dentro e fora da sala de aula, pelo cuidado e atenção e por estar sempre disponível nos momentos necessários.

Ao meu coorientador, Gabriel Alves, pelo conhecimento compartilhado, pela disponibilidade em contribuir em todas as etapas da pesquisa e por me ajudar sempre que necessário. Obrigada por ter confiado em mim para a realização desta pesquisa, saiba que me sinto honrada e feliz, por fazer parte deste projeto e por alcançar níveis de conhecimento que eu jamais imaginei que seria capaz. Agradeço por me incentivar quando eu mais precisei, pela preocupação com minha saúde e bem-estar, e sobretudo, pela amizade. Muito obrigada!

Às equipes do Laboratório de Biotecnologia – Altamira e ao Laboratório de Geografia Física e Cartografia da Faculdade de Geografia-UFPA.

Agradeço a minha mãe Ana Cristina, por todo apoio e amor, por ser o meu suporte quando eu preciso. Por me incentivar a avançar em cada etapa da minha vida e conquistar meus objetivos. Amo você! Agradeço ao meu amor, pelo incentivo a avançar na minha vida profissional, pela preocupação e carinho. Às minhas amigas Thais, Dani, Eisiene e Bruna e Milena, pelos momentos de conversa e por todo carinho. Saiba que vocês

fizeram a diferença na minha vida.

Gratidão a todos vocês!

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
USO E COBERTURA DA TERRA E PARÂMETROS BIOFÍSICOS : ANÁLISE DO PROJETO DE ASSENTAMENTO ASSURINI, ALTAMIRA – PARÁ, BRASIL.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1. Área de estudo	11
2.2. Dados orbitais	12
2.3. Estimativa dos parâmetros biofísicos.....	14
3. RESULTADOS DISCUSSÃO.....	15
4. CONCLUSÕES.....	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO GERAL

As mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra e seus impactos vêm sendo discutidos por diversas agências governamentais e científicas no mundo. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da implantação do projeto de assentamento Assurini e de sua dinâmica de uso da terra sobre parâmetros biofísicos, como o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Temperatura de Superfície (Ts) e Saldo de Radiação (Rn). Esses parâmetros foram analisados em áreas de vegetação nativa e secundária, bem como em áreas de pastagem e vegetação degradada com presença de solo desnudo. Para a realização da pesquisa, foram utilizados produtos orbitais dos satélites Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI/TIRS), ponto 62 órbita 225, bem como dados meteorológicos da plataforma ERAS 5, durante anos de 1996, 2006, 2011, 2017 e 2023, no qual os dados foram processados na plataforma do *Google Earth Engine* - GEE. Para coletar os dados de uso e cobertura da terra, foram utilizados dados de sensoriamento remoto gerenciados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas para o processamento e geração dos dados. Observou-se que o NDVI apresentou redução ao longo dos anos devido à diminuição das áreas de floresta nativa, enquanto a Ts apresentou aumento, sobretudo no ano de 2017 e 2023, devido à substituição da vegetação nativa por áreas de pastagem. Observou-se também que os dados de Rn foram impactados pela dinâmica de uso e ocupação da terra no assentamento, e sofreu influências da disponibilidade de radiação solar incidente nos dias dos anos de 2017 e 2023. As áreas de vegetação nativa apresentaram os maiores valores de NDVI com 0,91 em 4 de julho de 2011 e Rn em 6 de setembro de 2017 com 754,85 Wm⁻² e 25 de outubro de 2023 com 797,33 Wm⁻², além dos menores valores de Ts, enquanto as áreas de pastagem e solo desnudo mostraram menores valores de NDVI e Rn, e maiores valores de Ts nos anos de 2017 e 2023 com 28 e 37°C. Em relação ao uso e cobertura da terra no PA a classe pastagem 1996 tinha 6.639,527 hectares e em 2023 aumentou para 20.024,18 ha, equivalente a um aumento de 332% de área. Os parâmetros biofísicos estudados apresentaram alteração na área do assentamento Assurini, observou-se que houve uma diminuição de sua extensão em 13.725,76 ha em 27 anos após a criação do PA e em 2023 houve uma perda total de floresta nativa de 52,20% em relação ao ano 1996 e essa redução nas áreas de floresta ocorreu devido à conversão dessas áreas em espaços que desenvolvem atividades relacionadas à expansão agropecuária no assentamento. Portanto, as diferentes coberturas do solo influenciaram diretamente nos parâmetros biofísicos, e uso da terra o que demonstra padrões de comportamento diferenciados de absorção de energia. Assim, é de extrema importância a consolidação de políticas públicas compatíveis com a realidade de cada assentamento, bem como a criação, disseminação e acesso a meios para a inserção de sistemas agrícolas com produções mais sustentáveis.

Palavras-chave: Amazônia , geoprocessamento, saldo de radiação, NDVI, temperatura, Assurini.

ABSTRACT

Changes in land use and cover and their impacts have been discussed by various governmental and scientific agencies around the world. In this context, the aim of this study was to assess the impact of the implementation of the Assurini settlement project and its land use dynamics on biophysical parameters such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Surface Temperature (Ts) and Radiation Balance (Rn). These parameters were analyzed in areas of native and secondary vegetation, as well as in areas of pasture and degraded vegetation with bare soil. The research used orbital products from the Landsat 5 (TM) and Landsat 8 (OLI/TIRS) satellites, point 62 orbit 225, as well as meteorological data from the ERAS 5 platform, for the years 1996, 2006, 2011, 2017 and 2023, in which the data was processed on the Google Earth Engine - GEE platform. To collect land use and land cover data, remote sensing data managed in a Geographic Information Systems environment was used to process and generate the data. It was observed that NDVI showed a reduction over the years due to the decrease in native forest areas, while Ts showed an increase, especially in 2017 and 2023, due to the replacement of native vegetation by pasture areas. It was also observed that the Rn data

was impacted by the dynamics of land use and occupation in the settlement, and was influenced by the availability of incident solar radiation on the days of 2017 and 2023. The areas of native vegetation showed the highest NDVI values with 0.91 on July 4, 2011 and Rn on September 6, 2017 with 754.85 Wm^{-2} and October 25, 2023 with 797.33 Wm^{-2} , in addition to the lowest Ts values, while the areas of pasture and bare soil showed lower NDVI and Rn values, and higher Ts values in the years 2017 and 2023 with 28 and 37°C . In relation to land use and cover in the PA, the 1996 pasture class had 6,639.527 hectares and in 2023 it increased to 20,024.18 ha, equivalent to a 332% increase in area. The biophysical parameters studied showed changes in the area of the Assurini settlement, with a decrease in its extension of 13,725.76 ha in 27 years after the creation of the PA and in 2023 there was a total loss of native forest of 52.20% in relation to 1996 and this reduction in forest areas was due to the conversion of these areas into spaces that develop activities related to agricultural expansion in the settlement. Therefore, the different land covers directly influenced the biophysical parameters and land use, which demonstrates different patterns of energy absorption behavior. It is therefore extremely important to consolidate public policies that are compatible with the reality of each settlement, as well as to create, disseminate and provide access to the means to introduce agricultural systems with more sustainable production.

Keywords: Amazon , geoprocessing, radiation balance, NDVI, temperature, Assurini.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O termo cobertura da terra inclui elementos naturais da paisagem, como áreas recobertas por vegetação e aquelas com comunidades humanas e infraestrutura (Vanwey *et al.*, 2005). Por outro lado, o uso da terra implica um relacionamento entre elementos da cobertura da terra e a importância deles para as pessoas e instituições, sendo tipicamente deduzidos através do entendimento das mudanças na cobertura da terra (Lambi *et al.*, 2003). Por exemplo, ao se definir uma área como quintal, à ela se atribui um tipo de uso significativo àqueles que moram na propriedade rural; contudo a mesma área pode ser composta por diferentes tipos de solo, de vegetação, ou de cobertura da terra (Moran; Brondizio, 1998).

Os processos de mudanças da cobertura e uso da terra constituem um importante tema da agenda das pesquisas científicas globais de meio ambiente por modificarem o balanço energético e influenciarem o clima, pois promovem a alteração do Saldo de radiação, NDVI e temperatura de superfície, além da composição química da atmosfera e dos ciclos biogeoquímicos (Foley *et al.*, 2005; Verburg *et al.*, 2009; Laurance *et al.*, 2011).

Considerado como um dos fatores mais impactantes nesses processos, o desflorestamento global foi avaliado por Hansen *et al.*, (2013), no período entre 2000 e 2012, possibilitando estimar que 32% das perdas globais de cobertura vegetal são oriundas de florestas tropicais, sendo quase a metade destas perdas associadas à América do Sul.

No caso da Amazônia, a conversão de floresta primária para outros usos da terra ocorre desde a década de 1970, em uma região conhecida como crítica denominada “Arco do Desflorestamento” (Terraclass, 2014; Mapbiomas, 2019). A cidade de Altamira está localizada no arco do desflorestamento, que é uma área crítica da Amazônia Legal, caracterizada pelo intenso desmatamento e degradação ambiental (PRODES, 2024).

O arco do desflorestamento é uma faixa que abrange principalmente o estado do Pará e outros estados como Maranhão e Rondônia (Alencar, 2011). A região sofreu um grande impacto desde a década de 1970 devido ao avanço da fronteira agrícola, construção de rodovias como a BR-230 (Transamazônica) e atividades como mineração, pecuária e agricultura e exploração ilegal de madeira (Souza, 2006).

Nesse contexto de desmatamento da Amazônia, uma das áreas mais afetadas foi a interseção do médio rio Xingu e da rodovia Br 230 (Transamazônica). Com a construção desta rodovia na década de 70, milhares de migrantes de outras localidades do país (sobretudo do

Nordeste) vieram para a ocupação de região, processo esse organizado pelo Governo Federal (Moreira, 2023).

Dentre as iniciativas de reduzir o desmatamento na região, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar, criou a modalidade de regularização fundiária conhecida como Projeto de Assentamento (PA), conforme a Instrução Normativa (IN) Incra nº 15, de 30 de março de 2004; Norma de Execução (NE) Incra nº 69, de 12 de março de 2008; NE Incra nº 87, de 26 de novembro de 2009.

Neste processo de ocupação, foram criados projetos de assentamentos (PA) pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (Silva e Vieira, 2016; Mello, 2016). Assim, o PA constitui um conjunto de pequenas unidades agrícolas, em média 12,5 ha para uso de atividade familiar, além de uma área de reserva florestal coletiva (INCRA, 2024).

A implantação de um PA constitui um grande desafio quando feita particularmente em regiões mais críticas no que tange aos conflitos agrários relacionados à ocupação de áreas florestadas, como aquelas sob influência da rodovia Transamazônica (BR-230), no estado do Pará (Bratman, 2011; Sartre et al., 2016; Porro et al., 2015).

Dentre estes, o projeto de assentamento Assurini foi fundado em 1995 e está localizado à margem direita do Rio Xingu, município de Altamira (Moreira, 2023). Sua subsistência e economia são baseadas agropecuária familiar de baixo e médio nível tecnológico, destacando para pecuária de corte e com áreas de lavouras de cacau (*Theobroma cacao* L.) e em menor escala horticultura, silvicultura e piscicultura (Silva e Rocha, 2022).

Nos assentamentos na Amazônia o histórico da dinâmica de uso e ocupação tende a ser a exploração florestal seguida do desflorestamento para criação de áreas destinadas a agricultura e pecuária extensiva (Alencar, 2016).

O processo de ocupação pelas famílias no PA ocorreu na década de 1970 e dedicaram-se a exploração das plantações de lavoura branca, que é o arroz, o feijão, o milho, hortaliças entre outras (Moreira, 2023). Para a implementação das lavouras eram realizadas por meio do sistema de corte e queima, com destaque para o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para produção de farinha, que era o principal meio de subsistência dessas famílias (Silva e Rocha, 2022). A área conhecida como Projeto de Assentamento Assurini fica localizada próxima à sede do município de Altamira. Esta área pertencia à União e era importante para a mobilidade e uso do povo indígena

Assurini que desenvolvia atividades como coleta de frutos, caça e pesca. A ocupação começou na margem direita do rio Xingu, na época do segundo ciclo da borracha na década de 1940, com a migração de famílias nordestinas para explorar o látex da borracha, sendo intensificada na década de 1960, com o surgimento do extrativismo de pele de animais silvestres e coleta de castanha (Pacheco, et al., 2009). Devido à localização estratégica perto da sede do município de Altamira e facilidade de acesso através do rio Xingu, as famílias foram entrando na área e demarcando lotes, culminando na oficialização pelo INCRA em 1995 (Silva e Rocha, 2022). A partir da oficialização da área em 1995 foi construída a Rodovia Transassurini e obras de infraestrutura pela Prefeitura de Altamira e após a demarcação da área, a ocupação se intensificou com a chegada de famílias originadas de outras localidades do município de Altamira, e de outros municípios da Transamazônica (Silva e Moura, 2015).

Para isso, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: Como a dinâmica de uso e cobertura da terra, decorrentes do projeto de assentamento Assurini, influenciou nos parâmetros biofísicos da superfície?

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo geral*

Analisar a influência da dinâmica territorial do projeto de assentamento Assurini nos parâmetros biofísicos NDVI, temperatura de superfície e saldo de radiação.

2.2. *Objetivos específicos*

- Avaliar os índices biofísicos NDVI, Temperatura e saldo de radiação nos anos 1996, 2006, 2011, 2017 e 2013;
- Verificar a dinâmica territorial e os comportamentos dos índices nas diferentes classes do uso e cobertura da terra no Projeto de Assentamento Assurini.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, A. Dinâmica do desmatamento na Amazônia: avaliação e desafios. *Relatório técnico*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 2011.
- ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, L.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; Novaes, R. Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades. Brasília - DF: IPAM, 93., 2016.
- BRATMAN, E. Z. Villains, victims, and conservationists? Representational frameworks and sustainable development on the Transamazon Highway. **Human Ecology**, v. 39, p. 441–453. 2011.
- FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G. CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570-574, 2005.
- GUIMARÃES, R.; LOPES, F.; PINTO, A. Planejamento ambiental em propriedades rurais: estudo de caso nos Projetos de Assentamento. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2018.
- HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A.; TYUKAVINA, A.; KOMMAREDDY, A. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, p. 850-853, 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). São José dos Campos: INPE, 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Portaria nº 477 de 04 nov. 1999. *Diário Oficial da União*. Brasília, 1999.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Portaria nº 1040 de 12 dez. 2002. *Diário Oficial da União*. Brasília, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Normas para implantação de projetos de assentamento sustentáveis. **Diário Oficial da União** Brasília, 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). São José dos Campos: INPE, 2024.
- LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual review of environment and resources*, Stanford, CA, v. 28, p. 205-241, 2003.
- LIMA, B.R. LIMA, B.S.B.M, CALVI, F. M, MORAIS. A. V. Perda de uma vegetação e políticas públicas: Estudo de uma árvore de assentamento de reforma agrária na Amazonia Meridional. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43 (2), p. 231- 239, 2020.
- MAPBIOMAS. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil, 2019. 49.
- MELLO, P. F. Assentamentos rurais no Brasil: uma releitura. Brasília, DF: Embrapa, 2016. v. 278 p.1677
- MOREIRA, M.M.A. Contribuição de desafios da política pública- Pronaf para a permanência das famílias que foram beneficiadas no assentamento rural – PA – Assurini, Altamira, Pará, no período de 2010 a 2015.
- MORAN, E. F.; BRONDIZIO, E. S. Land-use change after deforestation in Amazonia. In: LIVERMAN, D. et al. (Ed.). *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*. Washington, D. C.: National

Academy Press, 1998. p. 94-120.

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. M. C. Uso e cobertura da terra como indicativo do processo de desertificação na região de Irecê – BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 15., 2011, Curitiba. **Anais**. Curitiba, SBSR, 2011.

PACHECO, P. N. W, ROCHA, C. Vieira, I, H, J. A, SANTOS, K, Silva, T., & Cayres, G. (2009). *Acesso a terra e meio de vida: examinando suas interações em três locais no Estado do Pará*. Belém: CIFOR, 74 p.

PROJETO TERRACLASS – 2012: Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazonia Legal Brasileira. Brasília, DF: Embrapa, São José dos Campos: Inpe, [37 p.], 2014.

SILVA, M. M., Oliveira, F. A & Santana, A. C. Mudanças na dinâmica de uso das florestas secundárias em Altamira, Estado do Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 58 (2), 176-183. 2015.

SARTRE, X.A; OSZWALD. J; VEIGA. I; CASTRO. M; ASSIS. S.W; MICHELLOTI.F; ROCHA. C; SOUZA. H; SEBILLE. PASCAL; DOLÉDEC. S; LAVELLE. P. Sustainable development policies and the spread of land-sharing practices - a statistical assessment in a frontier region of the Brazilian Amazon. **Journal of Rural Studies**, v. 48, p. 65-76, 2016.

SILVA, M. M. da .; ROCHA, C. G. S. . Changes in cut and burn agriculture in Altamira,Pará. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e11611528087, 2022.

SILVA, V. C. S.; VIEIRA, I. C. G. Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do Estado do Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 36, 2016.

SOUZA, R. Dinâmica da ocupação e uso da terra na Amazônia. São Paulo: Editora XYZ, 2006.

SOUZA, A.P.A. O desenvolvimento sócio ambiental na Transamazonica: A trajetoria de um discurso a muitas vozes: Bélem: UFPA/CA/NEAF, 2006.

SOARES, Jorge Luís Nascimento; ESPINDOLA, Carlos Roberto. **Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável**. *Revista NERA*, v. 11, n. 12, p. 108-116, 2008. ISSN: 1806-6755.

VERBURG, P. H.; VAN DE STEEG, J.; VELDKAMP, A.; WILLEMEN, L. From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 3, p. 1327-1335, 2009.

VANWEY, L. K.; OSTROM, E.; MERETSKY, V. Theories underlying the study of human-environment interactions. In: MORAN, E. F.; OSTROM, E. (Ed.). *Seeing the Forest and the trees: umannvironment nteractions in Forest cosystems*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005. p. 23-56

YANAI, A. M. et al. Deforestation dynamics in Brazil's Amazonian settlements: effects of land-tenure concentration. *Journal of Environmental Management*, v. 268, art. 110555, 2017.

Este capítulo está formatado de acordo com as normas da revista Raega,
disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega>

ARTIGO 1

USO E COBERTURA DA TERRA E PARÂMETROS BIOFÍSICOS: ANÁLISE DO PROJETO DE ASSENTAMENTO ASSURINI, ALTAMIRA – PARÁ, BRASIL

Uso e cobertura da terra e parâmetros biofísicos: Análise do projeto de Assentamento Assurini, Altamira – PARÁ, Brasil

NCassiele Fonseca da Cruz^{1*}, Raírys Cravo Herrera^{**}, Gabriel Alves Veloso^{***},

^{*}Universidade Federal do Pará – UFPA, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Rua Cel. José Porfírio, 2515 - Centro, CEP: 68372040, Altamira, PA, Brazil, email: cassielef19@gmail.com

^{**}Universidade Federal do do Pará – UFPA, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Rua Cel. José Porfírio, 2515 - Centro, CEP: 68372040, Altamira, PA, Brazil, email: rairys@ufpa.br.

^{***}Universidade Federal Rural do Pará - UFPA, Programa de Pós Graduação em Geografia Rua Cel. José Porfírio, 2515 - Centro, CEP: 68372040, Altamira, PA, Brazil, email: gabrielveloso.geo@gmail.com.

*Autor correspondente: e-mail: cassielef19@gmail.com

RESUMO

O estudo avaliou os impactos da dinâmica do uso da terra no Assentamento Assurini sobre parâmetros biofísicos, incluindo o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Temperatura de Superfície (Ts) e Saldo de Radiação (Rn). Utilizando imagens dos satélites Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI/TIRS), além de dados meteorológicos da plataforma ERA5, foram analisadas mudanças entre 1996 e 2023 com processamento via Google Earth Engine (GEE). As áreas de vegetação nativa apresentaram os maiores valores de NDVI (0,91 em 2011) e Rn ($797,33 \text{ Wm}^{-2}$ em 2023), enquanto pastagens e solos expostos mostraram valores reduzidos de NDVI e Rn, além de Ts mais elevadas (28°C a 37°C em 2017 e 2023). O avanço da agropecuária impactou significativamente a cobertura florestal, reduzida em 52,20% da floresta nativa entre os anos 1996 a 2023, com a área de pastagem expandindo de 6.639,53 ha para 20.024,18 ha (aumento de 332%). O desmatamento resultou em maior absorção de radiação e aumento térmico, alterando o equilíbrio energético local. A conversão da floresta para pastagem influenciou diretamente nos parâmetros analisados, demonstrando padrões diferenciados de absorção e dissipação de energia. Diante dessas mudanças, o estudo destaca a necessidade de políticas públicas sustentáveis para mitigar impactos ambientais, promovendo práticas agrícolas mais compatíveis com a preservação ambiental. A adoção de sistemas produtivos sustentáveis pode minimizar os efeitos adversos da conversão da vegetação nativa, garantindo maior equilíbrio entre produção agropecuária e conservação ambiental no assentamento.

Palavras-chaves: Assurini, geoprocessamento, NDVI, saldo de radiação, temperatura.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica destaca-se por conter a mais extensa biodiversidade do planeta e assume uma relevância ecológica significativa, pois possui uma ampla variedade de espécies tanto de fauna quanto de flora, além de abrigar diversos ecossistemas (Reis et al., 2019). Considerada a maior floresta tropical do mundo, esta abrange cerca de 40% do território da América do Sul, com uma área de 7,8 milhões de km² (Ferreira e Corleto, 2023).

Apesar de a Amazônia possuir esses diversos recursos, a mesma apresenta várias alterações em suas paisagens naturais devido às atividades antrópicas e à expansão agrícola (Rodrigues et al., 2023). A remoção da cobertura natural influencia a interação solar com a superfície terrestre, afetando diretamente o microclima local e, a longo prazo, o clima regional e global (Santos, 2014).

A conversão de áreas nativas em áreas antropizadas modifica parâmetros biofísicos e hídricos da superfície, conforme mostram os estudos realizados por Rothmund et al. (2019), Santos (2017) e Malhi et al. (2008). Diante disso, o mapeamento e a análise dos índices da cobertura da superfície são fundamentais para orientar o estabelecimento de políticas sustentáveis (Cunha et al., 2012). O sensoriamento remoto é uma ferramenta alternativa de baixo custo que obtém informações de áreas heterogêneas, em escalas que variam do local ao global, com alta frequência temporal, por meio de imagens de satélite (Xie et al., 2019).

O mapeamento da cobertura vegetal pode ser realizado por visitas *in loco* para aquisição de dados; entretanto, essa abordagem abrange uma pequena área e se torna onerosa (Pavão et al., 2015). Uma alternativa é o uso de imagens espectrais obtidas por sensores a bordo de satélites, que possibilitam o monitoramento contínuo com maior abrangência, além de fornecer parâmetros biofísicos da superfície, os quais permitem obter informações sobre o manejo de recursos naturais e avaliar e quantificar o impacto causado pela alteração da superfície (Xião, 2014).

Destacam-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), a temperatura da superfície terrestre e o saldo de radiação (Rn) (Borella et al., 2018; Moura et al., 2019). O NDVI permite identificar a presença de vegetação e avaliar a densidade de biomassa e o vigor da vegetação, que varia de -1 a 1 (Demarchi et al., 2011). A temperatura da superfície refere-se ao fluxo de calor resultante da energia que chega e sai do alvo, sendo uma variável importante para a compreensão das interações

entre a atmosfera e a superfície terrestre. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida pela Terra, alcançando o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético, está no intervalo de 8,0 a 14,0 μm (Steinke et al., 2010). Através do uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, é possível detectar mudanças nas respostas espectrais de alvos de superfície, assim como avaliar a temperatura nos mais diversos recursos naturais (água, solo, vegetação), a fim de executar um planejamento regional adequado (Pereira et al., 2016).

O R_n representa a energia disponível para os processos na interface biosfera-atmosfera, resultado do balanço de ondas curtas e longas (Biudes et al., 2015). O conhecimento dos valores do saldo de radiação é fundamental para mensurar a perda de água em superfícies vegetadas, sendo de grande importância para o planejamento de atividades agrícolas (Martins e Rosa, 2020). Assim, o R_n é o resultado das trocas radiativas entre a superfície e a atmosfera, que é influenciado pela presença ou quantidade de vegetação e pelas características óticas e térmicas da superfície (Fausto et al., 2016; Pavão et al., 2017). As discrepâncias de temperatura nas cidades e áreas degradadas representam um desequilíbrio que pode afetar o conforto térmico, o microclima, a saúde das pessoas e a degradação dos solos.

Durante o processo de ocupação da Amazônia, foram criados projetos de assentamentos (PA) pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (Silva e Vieira, 2016; Mello, 2016). Dentre estes, o projeto de assentamento Assurini foi fundado em 1995 e está localizado no norte do município de Altamira (Moreira, 2023).

O PA Assurini, por sua vez, é um dos assentamentos importantes na região, relevante por seu potencial agrícola e importância social, ambiental e econômica (Silva e Santana, 2017). Criado posteriormente, ele reflete a continuidade das políticas públicas para a colonização e ocupação da Amazônia, integrando estratégias de uso da terra para pequenos agricultores (Lacerda, 2018). O Projeto de Assentamento Assurini tem um impacto significativo em Altamira, foi criado com o objetivo de promover a reforma agrária e oferecer suporte a famílias de agricultores em busca de acesso à terra (INCRA, 2024).

Dada a importância da implantação de assentamentos rurais e a necessidade de avaliação do efeito da dinâmica da mudança da cobertura da terra, o objetivo foi analisar

a influência da dinâmica territorial do projeto de assentamento Assurini nos parâmetros biofísicos NDVI, temperatura de superfície e saldo de radiação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Projeto de Assentamento Assurini foi criado em 1995, possui uma área de 36.109,5853 hectares e está localizado no município de Altamira, às margens do rio Xingu ($3^{\circ} 31' 12'' - 3^{\circ} 16' 48''$ Sul e $52^{\circ} 14' 24'' - 52^{\circ} 0' 0''$ Oeste) (Figura 1).

O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido) segundo a classificação de Köppen, caracterizado por um período seco (junho a novembro) e um período chuvoso (dezembro a maio). A precipitação média anual é de 1.270 mm, e a temperatura média anual varia entre $20,5^{\circ}\text{C}$ e $32,6^{\circ}\text{C}$ (INMET, 2020)..

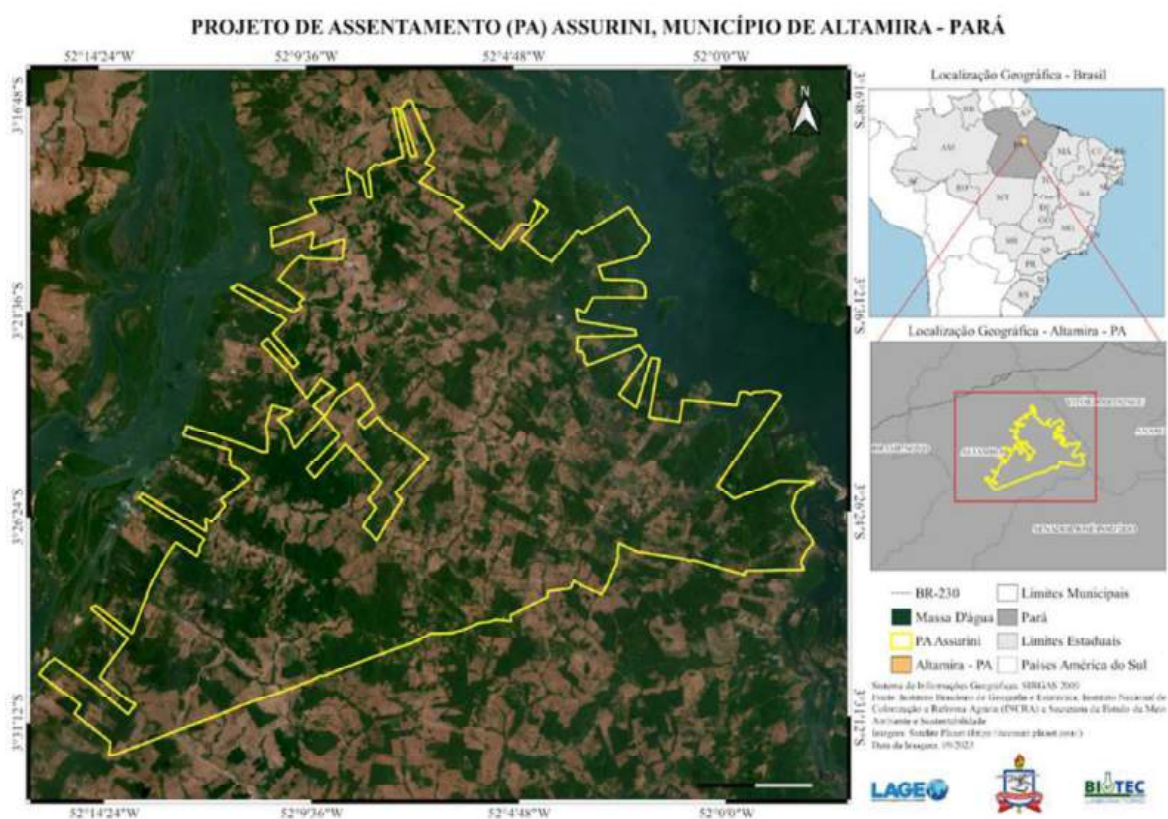


Figura 1 – Mapa de localização do projeto de assentamento Assurini em Altamira-PA.

O estudo utiliza os dados do ERA5 (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>), a quinta geração de reanálise atmosférica do Centro Europeu para Previsões Meteorológicas de Médio Alcance. Esse conjunto de dados fornece estimativas horárias de diversas variáveis climáticas atmosféricas, terrestres e oceânicas, abrangendo o período desde 1940, em uma

grade global de 30 km e com resolução vertical de 137 níveis, da superfície até 80 km de altitude (ECMWF, 2014).

A escolha pelo uso do ERA5 foi motivada por limitações na cobertura e na consistência dos dados das estações meteorológicas do INMET. Além disso, o ERA5 oferece uma série histórica mais abrangente, permitindo análises em um longo período, com maior continuidade e menor suscetibilidade a falhas ou lacunas nos registros.

Os dados utilizados neste trabalho estão relacionados às variáveis de Temperatura do ar (Tar), Umidade Relativa (UR) e Pressão Atmosférica (Patm).

2.2. *Dados Orbitais*

As imagens dos satélites Landsat 5 (órbita 225, ponto 061) provenientes do sensor Thematic Mapper (TM), e Landsat 8, dos sensores Operational Land Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS) foram obtidas e processadas na plataforma do Google Earth Engine (GEE). As datas selecionadas foram: 26/07/1996, 07/08/2006, 04/07/2011, 06/09/2017 e 14/08/2023, priorizado-se imagens com baixa cobertura de nuvens.

As imagens Landsat foram processadas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizado o software QGIS 3.34.6.

Os dados utilizados para o mapeamento, classificação de uso e cobertura da terra são derivados da série de dados fornecidos pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (Mapbiomas, 2024), que classifica anualmente, desde 1985, mudanças na cobertura da terra utilizando o banco de imagens de série de satélites Landsat (Silva et al., 2020).

Em sequência, as imagens foram baixadas da aba recorte fundiário do mapbiomas em seguida foram realizadas observações visuais preliminares sobre as imagens na aba simbologia selecionou banda simples false color e como havia muitas classes foi realizada a conversão de raster para vetor para poder obter a tabela de atributos e diminuir a quantidade de classes, logo foram submetidas ao processo de categorização das classes

Após concluir a etapa de categorização das classes, foram realizados os cálculos das áreas ocupadas por cada categoria de uso da terra no assentamento em estudo, utilizando a ferramenta CalculateGeometry. Este consiste em um plugin matemático instalado na aba complementos ao software QGIS, que permite calcular o tamanho das áreas classificadas na imagem em diversas unidades de áreas,

A geração das figuras e dos mapas temáticos foi realizada utilizando o software

ArcGIS 13.34.6 e o que possibilitou a representação espacial das variáveis biofísicas e uso e ocupação da terra no assentamento rural assurini.

2.3. Estimativas dos parâmetros biofísicos

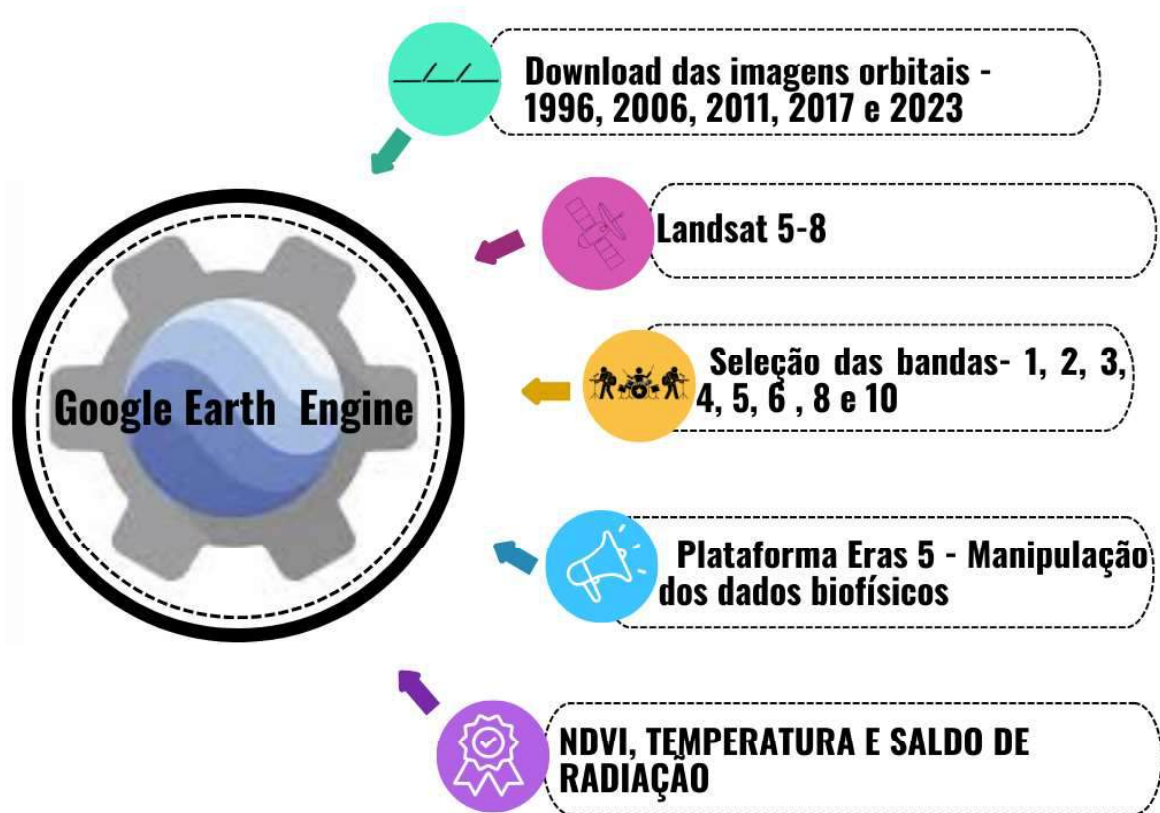


Figura 2 – Fluxograma das variáveis biofísicas.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi estimado através da equação (1).

$$NDVI = \alpha \frac{\alpha_{iv} - \alpha_v}{\alpha_{iv} + \alpha_v} \quad (1)$$

Em que, α_{iv} e α_v são as refletâncias das bandas do infravermelho e vermelho, respectivamente. α_{iv} e α_v foram processadas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizado o software QGIS 3.34.6.

A temperatura da superfície (T_s ; K) foi estimada utilizando a equação (2).

$$T_s = \frac{k_2}{\ln(k_1 + 1)} \quad (2)$$

Em que, L_T é a radiância espectral da banda termal já corrigida para efeito da atmosfera e da emissividade da superfície (Barsi, 2003), k_1 e k_2 são constantes que dependem do sensor ($k_{1TM} = 607,76 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ e $k_{2TM} = 1260,56 \text{ K}$)

e ($k1_{OLI} = 774,8853 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ e $k2_{OLI} = 1321,0789 \text{ K}$).

A temperatura da superfície terrestre (TST) é um parâmetro físico que diz respeito ao fluxo de calor dado em função do balanço de radiação que chega e que sai de um corpo (Melo et al., 2010). A obtenção da temperatura da superfície (T_s) é feita através da equação de Planck invertida, em função da radiância espectral da banda termal ($L_{\lambda,10}$) e da emissividade NB, segundo equação (Silva, 2011).

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB} K_1}{L_{\lambda,10}} + 1\right)}$$

Onde $K_1 = 774,89 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ e $K_2 = 1.321,08 \text{ K}$ são constantes de calibração da banda termal do Landsat 8 e 9 OLI/TIRS.

O saldo de radiação (R_n ; W m^{-2}) foi estimado a partir da equação (3).

$$R_n = R_s (1 - \alpha_{\text{sup}}) - R_e + R_q - (1 - \epsilon_0) R_q \quad 3)$$

Onde R_s é a radiação de onda curta incidente; α_{sup} é o albedo corrigido de cada pixel; R_q é a radiação de onda longa emitida pela atmosfera na direção de cada pixel; R_e é a radiação de onda longa emitida por cada pixel; e ϵ_0 é a emissividade de cada pixel da superfície (Valor e Caselles, 1996).

Por fim, foram feitas análises de estatística descritiva para melhor compreensão da variabilidade dos dados estudados e elaborado um modelo com as variáveis biosféricas

<https://code.earthengine.google.com/011a0fd5b5399d4565455879a2210fad>

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação da radiação solar com a superfície terrestre é o principal fator dos processos biofísicos, pois influencia diretamente a temperatura, a evapotranspiração, a fotossíntese e a circulação atmosférica, que, por sua vez, regulam os ciclos de energia e matéria nos ecossistemas (Veloso, 2020; Silva et al., 2005; Borela et al., 2018; Zhang et al., 2019). Um dos indicadores dessa dinâmica é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), amplamente utilizado para avaliar o vigor da vegetação (Rokni e Musa, 2019).

A classe de NDVI entre 0,70 e 0,90 apresentou alta representatividade no ano de

1996, enquanto a classe de NDVI entre 0,50 e 0,70 apresentou variação ao longo do tempo, oscilando entre 29% em 2017 e 42% em 1996 do total da área do assentamento.

Em 2017, a distribuição espacial do NDVI apresentou valores em vermelho, correspondendo à classe $\leq 0,15$.

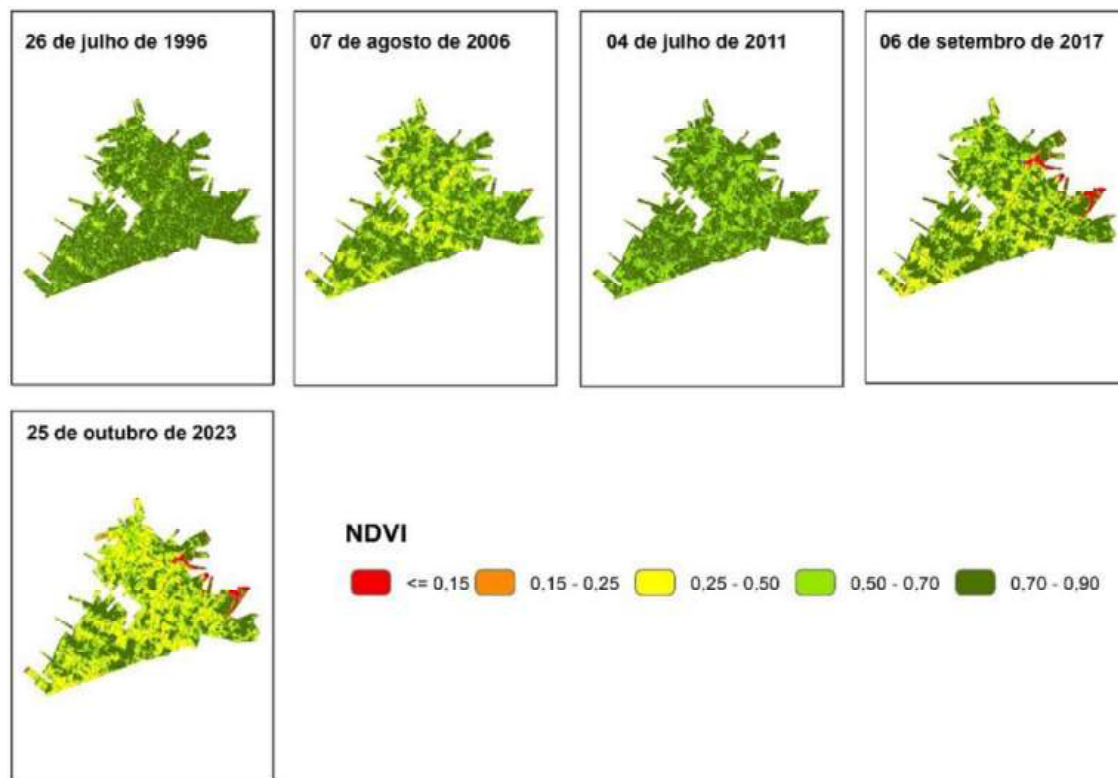


Figura 3- Distribuição espacial do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), durante os anos de 1996 (A), 2006 (B) e 2011 (C) 2017 (D) e 2023 (E) no projeto de assentamento Assurini em Altamira-PA.

Essa dinâmica está relacionada às transformações no uso da terra e à recuperação da vegetação ao longo dos anos. Em 1996, a maior representatividade dessa classe sugere uma cobertura vegetal mais densa e bem estabelecida, possivelmente composta por áreas de vegetação natural e secundária, sendo este o ano de criação do PA.

Em 2006, houve uma redução para aproximadamente 37% do total da área, possivelmente refletindo o início de pressões antrópicas, como a expansão da agropecuária. Os resultados de 2011, 2017 e 2023 reforçam essa tendência observada em 2006, em que essa classe continuou a apresentar valores reduzidos, mantendo-se em torno de 31% do total da área do assentamento, refletindo as pressões antrópicas, como a expansão agrícola.

Em 2006, a classe de NDVI entre 0,25 e 0,50 apresentou um aumento significativo, abrangendo aproximadamente 14% da área. Em 2011, os valores

retornaram a menos de 2% da área. Além disso, esse resultado pode estar relacionado à data de aquisição das imagens, já que as de 1996 e 2011 foram capturadas no mês de julho, quando o estresse hídrico da vegetação é menor. Em contrapartida, a imagem de 2006 foi obtida em agosto, período em que a vegetação, especialmente a antropizada, pode sofrer mais com a escassez de chuvas, impactando negativamente os valores de NDVI.

Nos anos de 2017 e 2023, a classe de NDVI entre 0,25 e 0,50 ainda apresentou um aumento significativo, chegando a representar aproximadamente 33% da área total na imagem de 2023. Esse crescimento está ligado à dinâmica de uso e ocupação da terra no assentamento rural. Fatores como a intensificação de práticas agrícolas e a expansão de áreas para pastagem, possivelmente decorrentes da conversão de vegetação nativa, contribuíram para a alteração dos índices de vegetação.

Esse cenário reflete um impacto na cobertura vegetal, com áreas que antes mantinham maior densidade passando a apresentar sinais de fragmentação, refletidos nos valores de NDVI. De forma semelhante, Othman et al. (2018) citam que arbustos e pastagens se encontram nos intervalos de 0,20 a 0,50.

Os valores em vermelho correspondem à classe $\leq 0,15$ de NDVI, que incluem valores negativos, geralmente associados a corpos d'água, e ocorreram nas imagens de 2017 e 2023. Houve um aumento nessa classe, possivelmente relacionado ao barramento do rio Xingu para a formação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, que inundou parte do assentamento, abrangendo aproximadamente 2% da área de estudo nesses últimos anos.

Da mesma forma, no estudo de Giongo (2008), foram observados valores mínimos de -0,945 e -0,968, enquanto os máximos atingiram 0,896 e 0,928, com médias entre 0,518 e 0,646. No estudo realizado por Crispim et al. (2020), observou-se que os menores valores de NDVI foram registrados em áreas cobertas por nuvens e sombras, com valores próximos de 0, bem como em locais próximos a corpos hídricos. Em contrapartida, os maiores valores de NDVI (0,6) foram registrados em áreas com vegetação densa.

Santos et al. (2024) observaram que as áreas ocupadas por corpos d'água apresentam valores negativos, ou seja, abaixo de zero, e que algumas áreas tiveram uma redução considerável no NDVI, de 27,81% entre 1990 e 2022. Isso ocorreu devido ao

assoreamento dos rios e ao pisoteio do solo pelo rebanho de gado.

Já os valores positivos, entre 0 e 0,15, indicaram áreas com presença de solo exposto e vegetação degradada, áreas de pastagem e pastagem degradada. Observa-se que essa classe apresenta pouca variação nas imagens dos anos de 1996, 2006 e 2011, correspondendo a menos de 1% da área total do assentamento. Esses achados são comparáveis aos obtidos por Bezerra (2006), com valores de NDVI de 0,70, 0,18, 0,22 e 0,75 para áreas irrigadas, solo exposto e vegetação nativa, respectivamente.

Lima et al. (2009) observaram em seu trabalho que solo exposto ou vegetação mais rasteira e esparsa apresentam valores positivos, em um intervalo entre 0,10 e 0,20, onde ocorre maior absorção da radiação na faixa do infravermelho próximo.

De acordo com os dados descritivos, os valores de NDVI apresentaram variação, sendo o menor valor médio de 0,56 em 25 de outubro de 2023, e o maior valor médio de 0,70, observado em 26 de julho de 1996. O valor máximo observado foi de 0,91, em 4 de julho de 2011, enquanto os valores mínimos, de -0,58 e -0,44, ocorreram em 4 de julho de 2011 e 6 de setembro de 2017, respectivamente.

Esse crescimento está ligado à dinâmica de uso e ocupação da terra no assentamento rural. Fatores como a intensificação de práticas agrícolas e a expansão de áreas para pastagem, possivelmente decorrentes da conversão de vegetação nativa, contribuíram para a alteração dos índices de vegetação. Esse cenário reflete um impacto na cobertura vegetal, com áreas que antes mantinham maior densidade passando a apresentar sinais de fragmentação, refletidos nos valores de NDVI. Segundo Alencar et al. (2016), em 2014, o desmatamento nessa categoria fundiária ocorreu principalmente por meio de grandes blocos contínuos de floresta derrubada.

Amorim e Homma (2020) apontam que o desmatamento nos assentamentos do Sudeste Paraense pode estar associado a um processo de reconcentração de terras, e nessa região da Transamazônica as propriedades concentram-se em agricultura familiar, com cultivos anuais e perenais, regeneração da floresta e pastagem. Outra possível causa do desmatamento em áreas de assentamento é a pecuária (Paiva e Batista, 2017).

Em relação aos dados de temperatura de superfície, de acordo com a Figura 4, os valores variaram entre 22°C e 37°C durante o período estudado. Os menores valores foram observados na imagem de 1996, ano em que a cobertura de vegetação nativa era mais significativa, o que pode ter contribuído para uma maior regulação térmica da área.

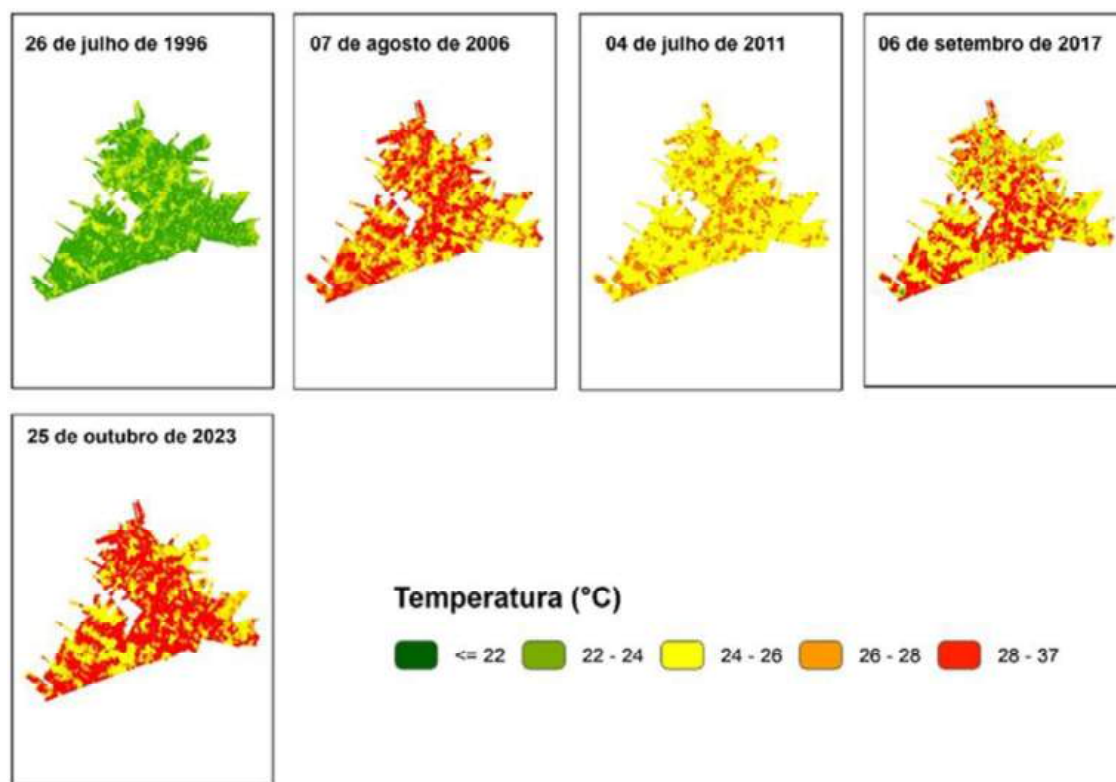


Figura 4 - Temperatura de Superfície (Ts) durante os anos de 1996 (A), 2006 (B), 2011 (C), 2017 (D), 2023 (E) no projeto de assentamento Assurini em Altamira-PA.

As áreas com presença de solo exposto registram temperaturas mais elevadas devido à remoção da cobertura vegetal, o que aumenta o calor sensível sobre a superfície terrestre. A total remoção da cobertura florestal provoca a fragmentação florestal, aumentando as áreas de bordas de floresta em contato com outros tipos de uso da terra. Esse processo altera o microclima do interior da floresta, devido à entrada de ventos, aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar e do solo local (Salimon et al., 2020).

No contexto das mudanças climáticas, pequenas variações podem gerar, em alguns sistemas, efeitos com consequências negativas para a produtividade, o conforto térmico e o ecossistema (Zháo e Runnin, 2010). No trabalho de Filho et al. (2021), as áreas com vegetação degradada apresentaram os maiores valores de temperatura de superfície, atingindo 47°C em 2017.

Hendges et al. (2020) correlacionaram os dados dos mapas de uso e cobertura da terra com os de temperatura de superfície, observando que a classe de solo exposto apresentou a maior temperatura, com 31°C. Um aumento semelhante foi verificado no estudo de Becker et al. (2019), com temperaturas de 31,5°C, 32,4°C e 39,5°C para as classes de solo exposto, pastagem e área de bananal, respectivamente. Esses resultados

são comparáveis aos obtidos no presente trabalho.

Esse processo intensifica o aquecimento, resultando em elevação da temperatura ao longo do dia (Costa et al., 2016; Oliveira et al., 2018). Essa relação entre o uso da terra e a variação térmica também foi observada no estudo de Kazay (2011), que destacou que, em áreas recentemente desflorestadas, a influência da vegetação remanescente ainda limita grandes variações de temperatura, diferentemente das áreas urbanizadas, que apresentam temperaturas mais estáveis e elevadas.

Verificou-se que essa dinâmica de uso e ocupação da terra também afetou o saldo de radiação na área de estudo. Os valores do saldo de radiação foram calculados no momento da passagem do satélite, expressos em W m^{-2} . A Tabela 1 apresenta os valores estatísticos do saldo de radiação para os dias estudados. Os valores mínimos foram registrados nas imagens dos dias 6 de setembro de 2017 (94 W m^{-2}) e 25 de outubro de 2023 ($80,16 \text{ W m}^{-2}$). Já os maiores valores também foram observados nesses dias, com $754,85 \text{ W m}^{-2}$ e $797,33 \text{ W m}^{-2}$, respectivamente.

Tabela 1 – Valores estatísticos das imagens de saldo de radiação para os dias estudados

Período	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
1996	720,38	-27,29	503,26	19,42
2006	670,94	184	576,03	29,66
2011	627,48	390,55	542,28	21,95
2017	754,85	-126,22	629,06	41,31
2023	797,33	80,16	652,08	46,23

Fonte: Autora, 2024.

Essa discrepância nos valores nesses dias pode estar relacionada à dinâmica de uso e ocupação da terra no assentamento Assurini, pois nesse período observa-se maior antropização, influenciando diretamente na absorção e na reflexão da radiação solar incidente. Rosa, Souza e Santos (2022) também observaram em seus estudos que os maiores valores do saldo de radiação ocorreram nos meses de setembro e dezembro (primavera) e de dezembro a março (verão).

Além disso, um dos principais fatores que influenciam os valores do saldo de radiação é a radiação solar incidente. A Figura 5 demonstra a variação desse

componente ao longo do período estudado. Esses valores apresentam variações que podem ser explicadas pelas mudanças no ângulo de inclinação da Terra em relação ao Sol, influenciando a quantidade de radiação recebida pela superfície terrestre ao longo do ano.

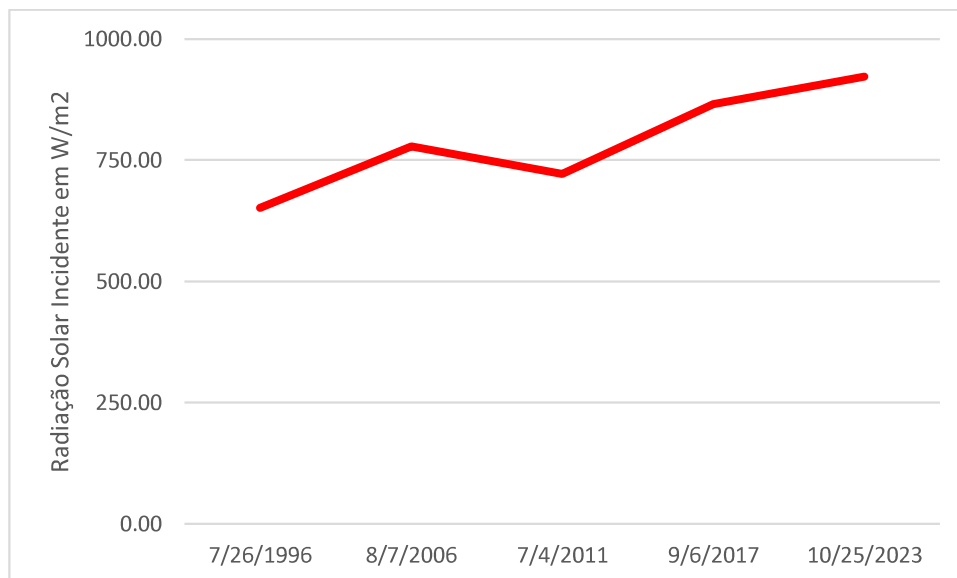


Figura 5 – Radiação Solar Incidente para os dias estudados.

De acordo com Campos e Alcântara (2016), os índices de radiação elevada foram observados nos meses de setembro e outubro, em torno de 800 W m^{-2} , e verificou-se que, no período da manhã, geralmente ocorre um maior índice de radiação, enquanto nos horários vespertinos há uma tendência de redução desse índice. Esses valores menores à tarde indicam que o céu estava com nuvens no período da tarde, as quais espalhavam a radiação e impediam que índices maiores chegassem à superfície. Considerando que a interação com a atmosfera gera influência nos valores da radiação solar incidente, essas oscilações justificam as variações observadas neste trabalho e estão relacionadas à dinâmica de disponibilidade de radiação solar ao longo do ano.

Sobre o saldo de radiação (Figura 6), em 26 de julho de 1996, o valor registrado foi de $651,97 \text{ W m}^{-2}$, o menor valor entre as datas analisadas. Essa dinâmica da disponibilidade de radiação solar incidente tem impacto direto nas imagens estudadas, sendo que, na imagem do dia 26 de julho de 1996, observa-se uma predominância de valores entre 450 e 550 W m^{-2} . Em 7 de agosto de 2006, houve um aumento para $778,37 \text{ W m}^{-2}$. Esse padrão de variação se mantém nos anos seguintes, com $720,96 \text{ W m}^{-2}$ em 4 de julho de 2011, atingindo o pico em 25 de outubro de 2023, com $922,52 \text{ W m}^{-2}$, o valor mais alto registrado no período selecionado para este estudo.

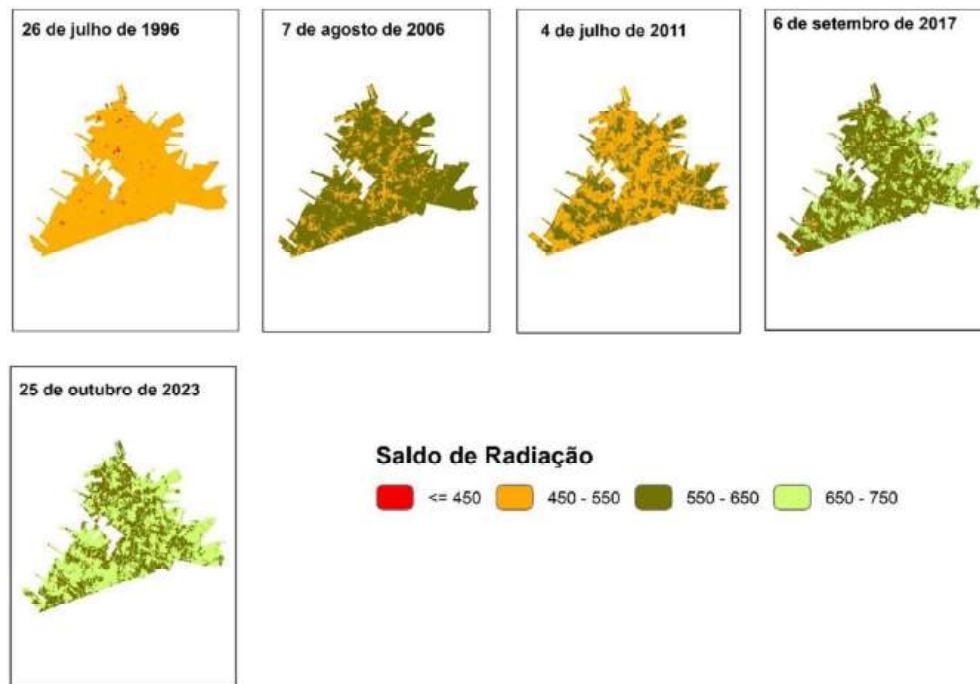


Figura 6 - Saldo de radiação (Rn) durante os anos de 1996 (A), 2006 (B), (C) 2011, 2017 (D), 2023 (E) no projeto de assentamento Assurini em Altamira-PA.

Observa-se também valores na classe de 450 a 550 W m^{-2} , correspondendo a áreas com presença de pastagem e vegetação degradada com solo exposto. No dia 4 de julho de 2011, as áreas com valores de 550 a 650 W m^{-2} predominam na classe de uso e ocupação da terra de vegetação nativa. Neste mesmo dia, observa-se uma extensão de áreas com valores de 450 a 550 W m^{-2} , correspondendo às áreas de vegetação secundária e pastagem. Esse padrão indica uma alteração na cobertura vegetal do assentamento ao longo do tempo, sugerindo um aumento nas áreas de vegetação degradada ou menos densa, onde o solo exposto e a vegetação de menor porte predominam.

Silva et al. (2015) observaram que não houve grandes variações nos mínimos (480,6 W m^{-2} em 2011) e máximos (592,3 W m^{-2} em 2010) do saldo de radiação (Rn) para todas as coberturas de solo no início do período seco do período estudado. Esses resultados foram atribuídos à menor umidade relativa do ar no dia de imageamento das imagens de satélite. As oscilações são, portanto, explicadas pela dinâmica sazonal resultante da inclinação da Terra, que altera a intensidade e a distribuição da radiação solar incidente nas diferentes épocas do ano e nas diferentes datas estudadas (Ayoade, 2012).

Além disso, áreas florestais possuem maior biomassa, o que reduz a temperatura do dossel e a emissão de radiação de onda longa pelo dossel, proporcionando maior

saldo de radiação (Biudes et al., 2015). Nascimento et al. (2020) observaram que a área de floresta apresentou saldo de radiação superior ao da pastagem em toda a série de estudo. As áreas florestais, por sua vez, são menos propensas às queimadas e, por isso, têm seu saldo de radiação influenciado principalmente pelas condições atmosféricas. Este resultado está relacionado à disponibilidade de radiação solar incidente; entretanto, observa-se que, neste período, a área do assentamento estava bem preservada, com a predominância da classe de florestas, o que pode explicar essa homogeneidade desta classe.

Ataíde, Oliveira e Pinto (2020) observaram que há variabilidade sazonal no saldo de radiação durante os períodos chuvoso e seco. Tal variabilidade é explicada pela alta incidência de nebulosidade que ocorre na bacia amazônica, que é, em parte, responsável pelo aumento da radiação difusa e pela diminuição nos valores do saldo de radiação. Por outro lado, durante o período seco, caracterizado pela menor presença de nuvens, aumenta a quantidade de energia líquida disponível para a realização dos diversos processos que ocorrem na interface superfície-atmosfera.

Conforme Davidson et al. (2012), a estrutura da floresta permite um eficiente aproveitamento da radiação solar incidente, mesmo em anos de eventos extremos. Da mesma forma, Santos et al. (2014), em seu trabalho, observaram que, mesmo havendo diferenças entre os valores de saldo de radiação encontrados tanto na floresta quanto na pastagem, eles fornecem um indicativo quantitativo da redução na radiação solar global absorvida pela superfície quando a cobertura vegetal de floresta é substituída por pastagem ou culturas agrícolas. O sensoriamento remoto apresentou-se como uma ferramenta útil na obtenção da distribuição espacial dessa variável ambiental.

A fim de melhor compreender os resultados referentes à dinâmica do uso da terra no Projeto de Assentamento Assurini levantados durante o período estudado, são apresentados mapas temáticos (Figuras 7, 8, 9, 10 e 11), possibilitando a visualização dos produtos gerados no processo de classificação. Também são apresentados os dados de forma quantitativa (Tabela 2).

A análise das imagens de satélite das classes campo alagado, floresta alagável, formação campestre, formação florestal, pastagem, rio, área urbanizada e lavouras temporárias mostra que, no intervalo de 27 anos, houve modificações drásticas na paisagem, em que a cobertura vegetal foi suprimida da área ocupada pelo

assentamento.

No ano de 1996 (Figura 7), nota-se o domínio de 78,70% de áreas verdes no assentamento, representando a classe de formação florestal. Em 1996, o assentamento refletia as primeiras formas de ocupação, abrangendo as práticas de uso da terra executadas pelos primeiros proprietários, que incluíam a pecuária, além de traços da instalação dos colonos, como a criação de infraestrutura e a produção das primeiras atividades econômicas. Neste período, metade da floresta nativa ainda existia, enquanto boa parte da outra metade encontrava-se desmatada, coberta por vegetação rasa e dispersa ao longo do assentamento. Nota-se também a presença de pasto limpo em poucas áreas.

Todavia, ao analisar os quatro mapas das décadas seguintes, ou seja, os anos de 2006 (Figura 8), 2011 (Figura 9), 2017 (Figura 10) e 2023 (Figura 11), verificamos perdas acentuadas da cobertura vegetal original e, conseqüentemente, a expansão da classe de pastagem. Todas as imagens identificadas apresentam evidências de uso antrópico quando confrontadas com a interpretação visual das imagens ópticas do satélite Landsat dos anos anteriores. No cenário analisado, verifica-se que o Projeto de Assentamento Assurini, ao longo do seu processo de formação, foi causador de degradação florestal. Entretanto, isso não ocorreu apenas pelo simples fato de ter sido instalado em áreas florestadas, mas sim por um conjunto de fatores bastante heterogêneos, que envolvem condições naturais desfavoráveis das propriedades, exploração e manejo inadequados pelos antigos proprietários, falta de financiamentos para recuperação de áreas e, principalmente, a deficiência ou até mesmo a ausência de acompanhamento técnico. Essa situação faz com que os assentados estejam desamparados de métodos e tecnologias conservacionistas, recorrendo a práticas inadequadas de uso e manejo da terra e utilizando os recursos naturais de forma predatória.

Assim, notamos que essas modificações são proporcionais: à medida que a classe de floresta decresce, a classe de pastagem se expande nas áreas do assentamento. Isso é bastante preocupante, pois esse processo induziu claramente grandes transformações na região, especialmente no que se refere aos diferentes usos e ocupação da terra, causando diversos impactos ambientais.

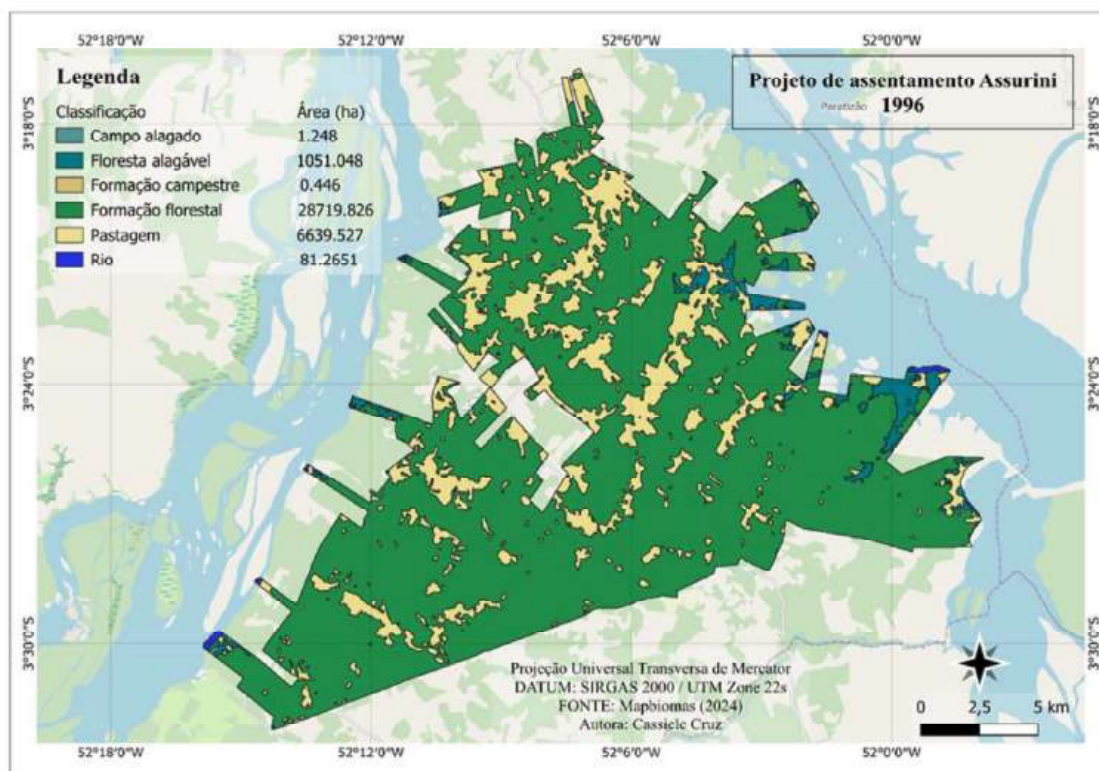


Figura 7 – Mapa temático de uso e cobertura da terra no projeto de Assentamento Assurini em Altamira-PA 1996.

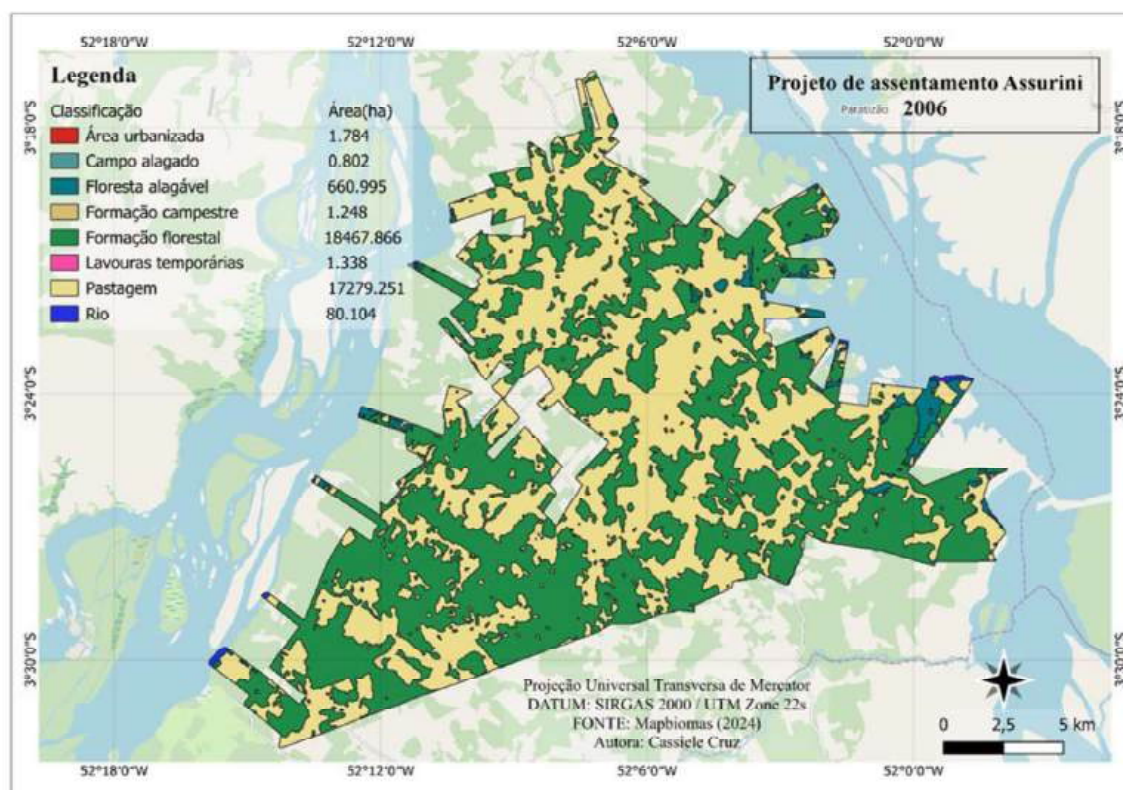


Figura 8 – Mapa temático de uso e cobertura da terra no projeto de Assentamento Assurini em Altamira-PA 2006.

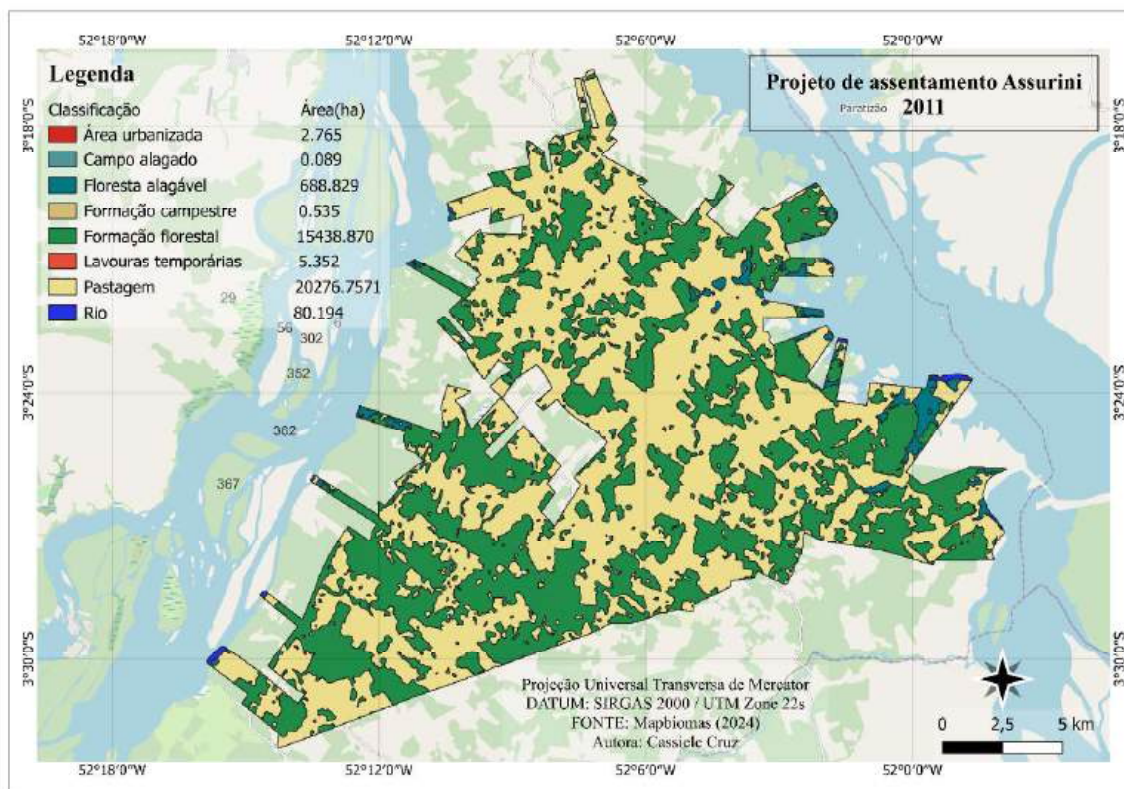


Figura 9 – Mapa temático de uso e cobertura da terra no projeto de Assentamento Assurini em Altamira-PA 2011.

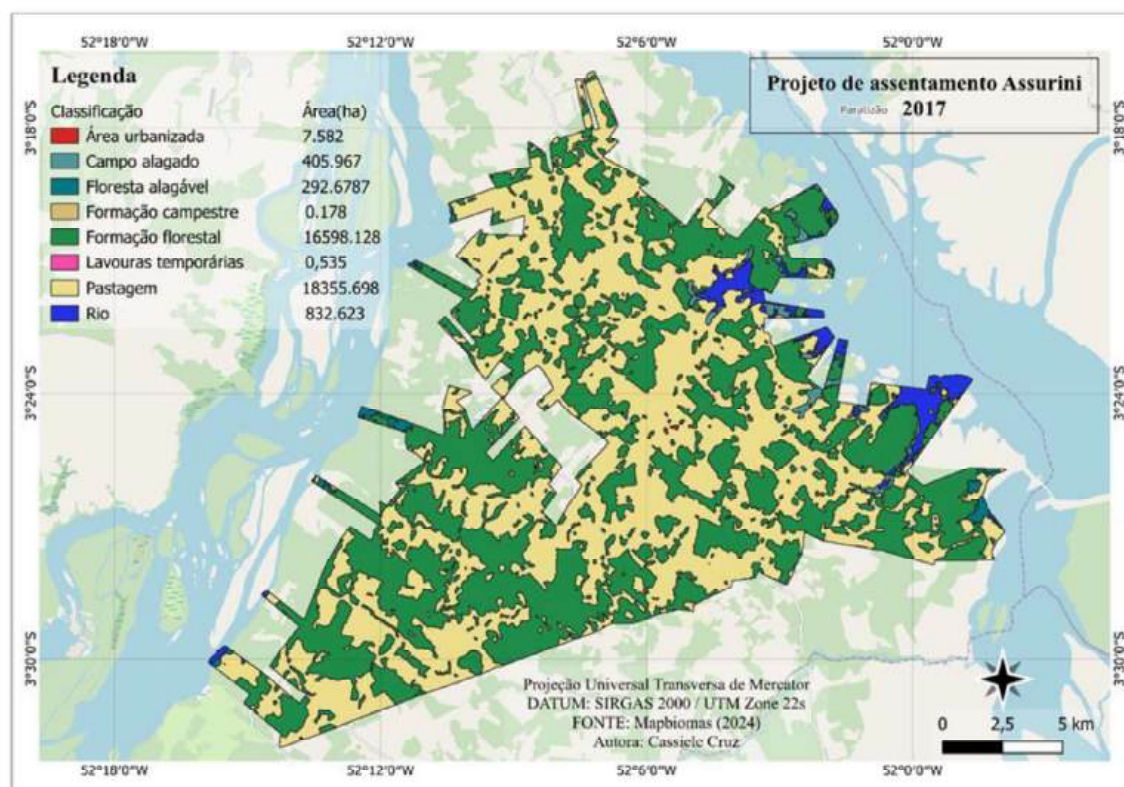


Figura 10– Mapa tematico de uso e cobertura da terra no projeto de Assentamento Assurini 2017

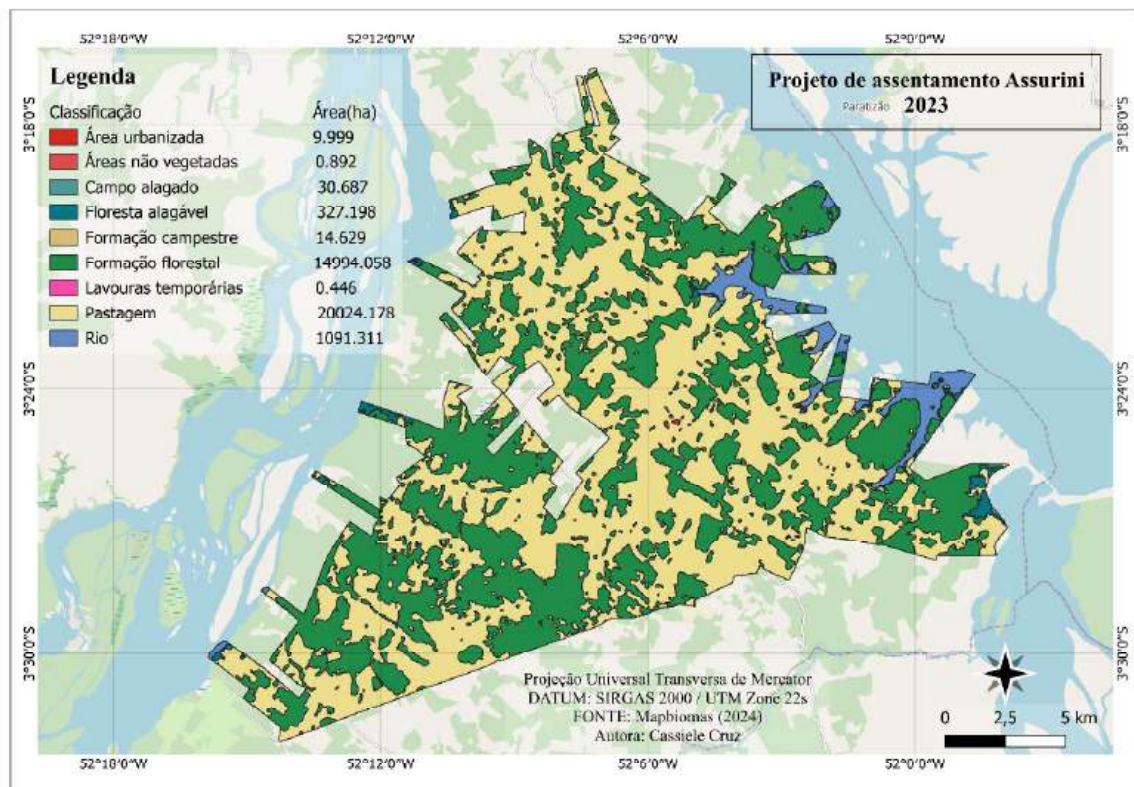


Figura 11 – Mapa tematico de uso e cobertura da terra no projeto de Assentamento Assurini em Altamira-PA 2023.

Na Tabela 2, observam-se todos os valores percentuais em hectares para as nove classes em estudo. Nela verifica-se o tamanho total em extensão territorial do assentamento, que equivale a 36.493,3601 ha, sendo a classe de pastagem que ocupa maiores áreas. Contudo, ao longo dos anos de (1996 a 2023), houve uma diminuição de sua extensão em 13.725,76 ha. Essa redução nas áreas de floresta ocorreu devido à conversão dessas áreas em espaços que desenvolvem atividades relacionadas à expansão agropecuária no assentamento.

Tabela 2. Quantificação do uso e cobertura da terra na área do Projeto de Assentamento Assurini no período de 1996, 2006, 2011, 2017 e 2023.

Classes	1996		2006		2011		2017		2023	
	ha	%	ha	%	ha	%	Ha	%	Ha	%
Campo alagado	1.248	0,003%	0.802	0	0.089	0	405.967	0,11%	30.687	0,084%
Floresta alagável	1051.048	2,88%	660,995	50,32%	688.829	1,88%	292.6787	0	327.198	0,89%
Formação campestre	0.446	0,22%	1.248	0%	0.002	0,002%	0.178	0	14.629	0,04%
Formação florestal	28719.826	78,70%	18467.866	50,60%	0.535	42,30%	16598.128	45,48%	14994.058	41,0%
Pastagem	6639.527	18,19	17279.251	47,36%	20276.7571	55,56%	18355.698	50,29%	20024.178	54,87
Rio	81.2651	0,22%	80.104	0,21%	80.191	0,2%	7.582	0	1091.311	2,99%
Área urbanizada	0	0	1.784	0	2.765	0,008%	7.582	0	9.999	0,02%
Lavouras temporárias	0	0	1.338	0	5.352	0,013%	0.536	0	0.446	0,001%
Áreas não vegetadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0.892	0,002%
Total	36.493,3601	100%	36.493,3882	100%	36.493,3923	100%	36.493,3928	95.88%	36.493,3924	96%

Dentre os municípios que se destacam nesse processo de exploração desordenada de recursos naturais, sobretudo a exploração madeireira, mas ainda mais acentuada é a expansão agropecuária, cita-se Altamira-PA, município em que ocorre o maior índice de desmatamento nos últimos anos (2019, 2020 até março de 2021). Diante disso, os projetos de assentamento convencionais, representados principalmente pela categoria conhecida pela sigla PA (Projeto de Assentamento), são a modalidade de assentamento de reforma agrária que mais converteu suas florestas em outros usos da terra na Amazônia. Essa modalidade hoje agrega 82% do desmatamento acumulado dentro dos assentamentos da região (Alencar et al., 2016). Cabe salientar que o assentamento Assurini tem como principais atividades econômicas a agricultura de subsistência, cacau e a pecuária.

Ao analisar a classe de floresta, verificamos que no ano de 2023 houve uma perda total de sua área de 52,20% em relação ao ano 1996. Em relação à classe de pastagem em 1996, ela aparece de forma residual nos territórios do assentamento. No entanto, nos anos seguintes, apresenta tendência de crescimento, ultrapassando a classe de floresta que anteriormente predominava nos espaços do assentamento.

A classe pastagem em 1996 tinha 6.639,527 hectares e em 2023 aumentou para 20.024,18 ha, equivalente a um aumento de 332% de área. Vale ressaltar que a agropecuária retrata grande parte da economia local, devido à sua localização geográfica favorável e aos incentivos financeiros para execução de tal atividade. De acordo com os dados de produção pecuária do IBGE (2019), os agricultores familiares da mesorregião do sudoeste paraense concentram suas atividades principalmente na criação de animais, especialmente gado bovino. Essa escolha se deve à menor demanda por mão de obra, à facilidade de acesso ao crédito rural e ao mercado promissor, caracterizado por sua estabilidade e boa logística.

Em relação ao crédito rural, a maioria das políticas públicas distributivas, na forma de crédito, está geralmente direcionada para a pecuária, ignorando a vocação econômica natural de cada região, a rentabilidade, o mercado potencial para certos produtos e as estratégias de diversificação agrícola e manejo florestal. Além disso, o baixo padrão tecnológico nos assentamentos da reforma agrária na Amazônia resulta em baixa produtividade, o que leva à constante incorporação de novas áreas de floresta aos sistemas produtivos e ao aumento do desmatamento (Alencar et al., 2016).

Logo, o desmatamento interfere no desenvolvimento econômico, principalmente de pessoas que dependem da agricultura (Carneiro et al., 2022).

Nesse contexto, a pastagem desponta como sendo simultaneamente uma atividade agrícola responsável pela maior parte da supressão da cobertura vegetal, como pode ser notado nos mapas temáticos deste estudo, em que o desmatamento ocorre pelo fato de que os pequenos agricultores familiares, principalmente de áreas de assentamentos, julgam economicamente viável converter ou mudar as áreas de floresta e as antigas culturas agrícolas pela implantação de plantas forrageiras para a alimentação do rebanho bovino.

O desenvolvimento dessa atividade se dá com maior representatividade, sobretudo na mesorregião sudoeste paraense, com peculiar predominância para o município de Altamira, com 900 mil cabeças de gado, e São Félix do Xingu, o qual abriga o maior rebanho bovino do país, com cerca de 2,2 milhões de cabeças de animais atualmente, além de indústrias frigoríficas de grande porte inseridas na cidade em questão (Castro, 2004; IBGE, 2019). Logo, infere-se que o assentamento em estudo, pelo próprio contexto histórico e econômico do município em que está inserido, acaba refletindo esse aumento da prática da pecuária em seus territórios, mesmo que em menor escala, pelo fato de os assentados serem agricultores familiares e disporem de poucos recursos e terras limitadas para a criação desse tipo de rebanho em grandes proporções. Contudo, o exercício de tal atividade acaba sendo o arco-bólico para as maiores modificações da paisagem, bem como a fragmentação e supressão da floresta.

Fonseca et al. (2016) expõem que a contribuição dos assentamentos de reforma agrária para o desflorestamento que atingiu a Amazônia Legal foi de aproximadamente 223 km². Esse número significativo sugere que novos modelos de produção sustentáveis devem ser pensados e levados a essas áreas de assentamento com a finalidade de reduzir os impactos ambientais causados pelos assentados.

Silva et al. (2019) apontam que os assentamentos rurais têm contribuído consideravelmente nos últimos anos para o processo de desmatamento na Amazônia. Contudo, tal circunstância se dá em favor de uma política do governo brasileiro bastante deficiente para tratar das questões dos assentamentos rurais, a qual seleciona famílias com grandes dificuldades financeiras, mas não oferece condições ideais para a instalação e reprodução dessas famílias. Assim, estas acabam se apoiando em soluções

de rápido retorno financeiro, como a exploração madeireira ou a venda de lotes (Calandino et al., 2012).

Nesse tocante, os assentamentos criados em Altamira têm demonstrado nos últimos anos uma enorme ruptura do governo federal em assegurar uma reforma agrária que não seja depredadora do meio ambiente. Os relatos locais são de que os assentados dessa região durante alguns anos dedicaram seu tempo na produção de alimentos. Mas, por outro lado, fatores climáticos, como as chuvas, aliados às péssimas infraestruturas locais, como a grande inconstância das estradas e vicinais, e a pouca assistência do poder público, dificultaram a realização dessas atividades.

Dias et al. (2016) afirmam que um dos fatores que contribuiu para o avanço da fronteira agrícola nos assentamentos da região foram os madeireiros, os quais utilizam métodos de exploração que só foram viáveis devido à ausência do Estado na região. Estes inseriram-se em áreas florestadas de assentamentos recém-instalados e comercializam as árvores por preços irrisórios ou então as trocam por gêneros alimentícios, pouco dinheiro ou pela abertura de estradas. O resultado disso foi uma espiral de desmatamento nesses assentamentos. Isso mostra claramente que os assentados, abandonados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) na mata, enxergavam com bons olhos a chegada dessa “melhoria” paga com madeira.

Assim, os agricultores familiares encontram-se sem outra fonte de renda, o que pode ter um impacto direto na exclusão de parte desses sujeitos do meio rural. Isso reforça que as políticas de criação de assentamentos são bastante fragmentadas, não levam em consideração a vulnerabilidade socioeconômica dessas famílias, nem tampouco as características agronômicas das terras onde essas populações serão assentadas. O que certamente dificulta, na maioria dos casos, a permanência dessas famílias, que se veem obrigadas a derrubar a floresta para comercializar a madeira e garantir seu sustento familiar.

Agrega-se a esse contexto um novo panorama exposto na região, que desconfigura o desflorestamento criado até então como um problema empresarial e o transforma em um problema social, associado a políticas de assentamentos ainda ineficientes do ponto de vista ambiental e social, além de criar um modelo de desenvolvimento de grande extensão e baixa produtividade, favorecendo a

continuidade do desmatamento e ocasionando uma imensa zona de impactos socioambientais na região (Fearnside, 2005).

Para entender melhor esse processo do avanço da bovinocultura nessa porção da Amazônia Oriental, partiremos do pressuposto de Arima et al. (2005), os quais afirmam que historicamente a expansão da bovinocultura na região Norte do País está relacionada à maior lucratividade da atividade na região em relação a outras regiões. Terras com preços mais baixos, maior produtividade das pastagens nos principais centros pecuaristas e empréstimos a juros mais baixos contribuíram para a maior lucratividade. Da mesma forma, o acesso relativamente fácil a terras públicas e a baixa aplicação da legislação ambiental permitem o acúmulo de capital por meio da exploração ilegal de recursos naturais, sendo parte desse capital investida na pecuária. Além disso, Altamira possui 1.527.792 hectares destinados a atividades agrícolas e pecuárias, com a maioria dessas terras utilizadas com pouco poder tecnológico. As pastagens detêm a maior área de produção agropecuária (IBGE, 2017; Miranda et al., 2021). Ou seja, esses fatores fazem com que o município de Altamira seja um dos maiores produtores de bovinos do Brasil e, ao mesmo tempo, também seja o município com as maiores áreas antropizadas resultantes do processo de desmatamento e queima de vegetação (ADEPARÁ, 2021; Paiva, 2024).

Condidente com essa realidade, Castelo et al. (2015) reforçam que o rebanho bovino criado em sistemas extensivos é a principal causa responsável pelo aumento dos desmatamentos registrados em municípios amazônicos, e a variação da quantidade de animais produzidos vem acompanhada, em síntese, da expansão das áreas de pasto e das derrubadas de áreas de vegetação primária e secundária. No caso de de Altamira e São Félix do Xingu, onde a pecuária é dominante, a cadeia produtiva consegue se estender por todos os estratos sociais, do pequeno ao muito grande produtor.

Com efeito disso, existem, por exemplo, áreas de assentamentos rurais no município em questão em que a cobertura florestal foi totalmente exaurida para dar espaço a regiões de pastagens. Logo, a falta de políticas públicas e de alternativas à pecuária para os agricultores familiares e médios produtores, de modo especial aos assentados, e o privilégio dado às políticas de financiamento da pecuária corroboram por praticamente “impulsionar” este serviço para esta cadeia produtiva (Dias et al., 2016).

Todas essas ações certamente contribuíram de maneira significativa para a supressão de vegetação, o que é muito prejudicial ao meio ambiente, em decorrência de que tais ações movidas pelo desflorestamento levam à perda parcial ou total da biodiversidade e de diversos serviços ecossistêmicos inteiros, como fluxo de carbono, ciclagem de nutrientes, regulação climática, entre outros fatores de importância ambiental para os biomas brasileiros, de modo geral (Fearnside, 2008).

Nesse tocante, pensando nas consequências da irreversibilidade dos serviços ecossistêmicos que vêm ocorrendo ano após ano, caso o desmatamento não seja contido, e pensando em estratégias como a manutenção da floresta em pé e recuperação de áreas degradadas no assentamento, o planejamento ambiental juntamente com os modelos de agricultura mais sustentáveis que exerçam impactos reduzidos ao meio ambiente são de suma importância.

O planejamento ambiental é a ferramenta necessária para a melhoria da qualidade de vida dos assentados, pois prevê o repasse de conhecimento sobre a dinâmica do meio, devendo ser executado de forma participativa para assegurar o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental. É importante para a gestão e ordenação interna do espaço físico dos assentamentos rurais em área de reforma agrária (Porro, 2015).

No planejamento ambiental de propriedades rurais, tais como os PAs, é de suma importância que no planejamento e adequação ambiental dos projetos de assentamento sejam promovidas práticas que estejam estreitamente ligadas à pluralidade que caracteriza a agricultura familiar de modo a permitir que se promova um ambiente ecologicamente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo (Paz; França, 2009).

A combinação de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, pela possibilidade de fornecer uma dimensão espacial e temporal à problemática do uso e cobertura da terra, apresenta potencialidade para subsidiar políticas públicas, principalmente no que tange ao planejamento político e econômico para o uso adequado dos recursos naturais disponíveis (Watrin et al., 2011). Por meio das atuais tecnologias de sensoriamento remoto, ciência que viabiliza a obtenção de informações espectrais, espaciais e temporais de objetos, sem que haja o contato direto com o alvo de interesse por meio da utilização de sensores remotos (Fitz, 2008).

Diversos trabalhos têm demonstrado a importância do uso de geotecnologias na gestão ambiental, utilizando diversas soluções de hardware, software e peopleware que juntas constituem poderosas ferramentas para a tomada de decisão. O trabalho de Oliveira (2015) aplicou as ferramentas de geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e SIG para analisar a fragmentação florestal ocasionada pelo desenvolvimento humano desordenado e identificar áreas para atuarem como corredores ecológicos de biodiversidade. O trabalho de Bhering et al. (2014) teve como objetivo a apresentação de uma proposta metodológica para realização do zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul, para tal, foi realizado um estudo de caso no município de Bandeirante. Neste trabalho foram utilizadas geotecnologias como imagens de satélite, SIG, GPS e softwares de processamento digital de imagens visando à análise e integração de dados da geomorfologia, propriedades dos solos e clima. Com a análise integrada dos dados, os autores estratificaram o município em diferentes zonas agroecológicas com indicação de áreas passíveis de exploração agrícola sustentável.

Para subsidiar o planejamento ambiental e a produção agroecológica, Neves (2014) utilizou ferramentas de geotecnologia para analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra do assentamento Roseli Nunes, MT. O resultado deste trabalho foram os mapas com as classes de uso e ocupação do solo para os anos de 2001 e 2014, que possibilitaram analisar as alterações espaciais das classes e concluíram que as geotecnologias contribuíram de forma satisfatória nos resultados do zoneamento agroecológico.

Aliado ao uso da geotecnologia, pode-se fazer a substituição dos sistemas de cultivo tradicionais por cultivos mais sustentáveis, como, por exemplo, a utilização de Sistemas Agrossilvipastoris, que é uma ótima opção por fazer uma combinação dos cultivos agrícolas e florestais com a criação de animais na mesma área de produção. Além de serem vistos como uma excelente estratégia em relação ao uso sustentável dos solos e recuperação de áreas já degradadas, permitem agregar maior valor econômico para a propriedade rural, através da exploração madeireira. Esse sistema auxilia no conforto térmico para o animal e preserva as árvores presentes no local (Ribaski et al., 2009; Paiva, 2024).

Uma experiência de sucesso que apresentou resultados satisfatórios com relação à sustentabilidade deste sistema se encontra no estudo realizado por Carmo et al.

(2014), no Município de Sinop, no estado do Mato Grosso. O autor avaliou sete tratamentos, sendo eles: 1) mata nativa, 2) lavoura, 3) pecuária, 4) eucalipto, 5) integração eucalipto-lavoura (IEL), 6) integração eucalipto-pecuária (IEP), 7) integração eucalipto-lavoura-pecuária (IELP). O estudo visou comparar os efeitos dos sistemas integrados na composição da comunidade bacteriana presente no solo com os diferentes monocultivos, tendo como referência uma área de vegetação nativa do bioma de transição entre Cerrado e Amazônia.

Carmo et al. (2014), por meio de sua pesquisa, puderam concluir que o sistema integrado com espécie florestal utilizada, no caso o eucalipto no sistema lavoura-pecuária, apresentou maior semelhança na sua composição bacteriana do solo com a da mata nativa quando comparado com os demais tratamentos analisados, além de ter conseguido manter sempre o padrão do comportamento da abundância relativa semelhante na época de estiagem, o que torna a atividade agrícola mais sustentável e segura aos produtores.

Outro caso de sucesso da implantação do sistema silvipastoril pode ser notado no estado do Amazonas, onde Perin e Souza (2010), estudando práticas de recuperação de pastagens degradadas pelo sistema ILPF, verificaram nas áreas experimentais fortes melhorias dos atributos químicos do solo com os cultivos sucessivos e a propensão dos valores de densidade e porosidade desses solos serem superiores aos encontrados em pastagens em estado de degradação. Os autores ainda constataram que culturas como a do milho e do feijão-caupi foram adequadas para utilização no processo de recuperação da pastagem degradada. Outro benefício observado foi que o pasto recuperado apresentou baixos índices de infestação por plantas espontâneas (Perin; Souza, 2010). Favare et al. (2018), em seu estudo, também verificaram que o sombreamento condicionado por espécies frutíferas como o Caryocar brasiliense (pequi) beneficiou com bastante êxito o pleno desenvolvimento das plantas forrageiras, bem como o aumento da fertilidade do solo e a produtividade de matéria seca.

Desse modo, baseado nessas premissas, a implementação de sistemas silvipastoris para o assentamento Assurini é uma excelente alternativa para mitigar esse problema de perda da cobertura vegetal, agindo como meio de impedir o desmatamento e recuperar áreas que já se encontram degradadas, como as de solos expostos no assentamento. Além disso, garante às 500 famílias de assentados uma

maior diversidade de produtos agrícolas e agropecuários a serem cultivados e comercializados, garantindo assim o sustento dessas famílias e a sustentabilidade do ambiente onde vivem.

4. CONCLUSÕES

Com o passar dos anos, observaram-se temperaturas mais elevadas, acompanhadas pelo aumento das áreas antropizadas e pela diminuição de áreas vegetadas, evidenciando a importância da vegetação na mitigação da temperatura em uma determinada área. A temperatura de superfície terrestre no ano de 2023 foi a que apresentou os valores mais altos, variando entre 28°C e 37°C, entre as datas estudadas. Isso pode ser atribuído ao aumento das áreas com solos expostos (e à consequente diminuição das áreas com cobertura vegetal).

Os maiores valores do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram observados nas áreas mais densamente vegetadas no ano de 1996. O saldo de radiação, que é o resultado da integração entre todas as demais variáveis analisadas neste trabalho, foi maior no ano de 2023. O projeto de assentamento alterou significativamente os parâmetros biofísicos, reduzindo a cobertura vegetal e o saldo de radiação, além de aumentar a temperatura.

Nesse sentido, boa parte da vegetação nativa no território do assentamento foi convertida para outras finalidades.

Diante disso, é crucial implementar ações de monitoramento e gestão participativa para reverter esses padrões de uso inadequado da terra, garantindo o equilíbrio entre a subsistência das famílias assentadas e a preservação dos recursos naturais.

O uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto, bem como o uso de imagens de satélite, em conjunto com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), mostrou-se eficaz para a análise da dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra no Projeto de Assentamento Assurini. Essa abordagem possibilitou o cruzamento de informações fundamentais para o entendimento do padrão e da evolução da dinâmica do uso da terra no local ao longo dos anos, esclarecendo o cenário preocupante do uso da terra na área em estudo.

Na análise dos resultados relativos à dinâmica no assentamento, observa-se que, de 1996 a 2023, o Projeto de Assentamento Assurini perdeu cerca de 52,20% de sua

vegetação original ou nativa. A redução das áreas de florestas está intimamente relacionada ao aumento das atividades de pastagem, sendo esta última a classe dominante na paisagem atual do assentamento.

Como alternativa para enfrentar essa realidade de supressão da floresta e dos danos ao meio ambiente, é necessário adotar modelos de produção sustentáveis para o assentamento em questão. Os sistemas silvipastoris, juntamente com as geotecnologias, são uma excelente opção, pois, além de contribuir para a redução do desmatamento, essa técnica alia produção e conservação, garantindo o sustento e a soberania alimentar dessas famílias e gerando menores impactos ao agroecossistema de produção da Amazônia. Por exemplo, auxiliam no processo de recuperação de espaços já degradados e antropizados pelas atividades exploratórias nos territórios.

Os interesses capitalistas na exploração em larga escala dos recursos naturais têm transformado profundamente a paisagem dos assentamentos, convertendo rios, florestas e solos em mercadorias. Isso tem exacerbado os problemas relacionados ao desmatamento e às mudanças no uso da terra, causando conflitos territoriais, em detrimento da importância biogeofísica da região. Assuntos como esses estão sendo abordados na COP 30, que acontece em Belém, no estado do Pará, em 2025, onde há necessidade de combater a exploração ilegal de recursos naturais e as mudanças biofísicas nos assentamentos e mudanças climáticas.

Para enfrentar esse desafio, é fundamental analisar a dinâmica de uso da terra e a formação do território, compreendendo os diferentes usos territoriais que refletem interesses conflitantes entre diversos grupos sociais. Dentre os recortes de uso do solo, as alterações nas políticas de preservação e fiscalização podem influenciar diretamente os níveis de desmatamento, visto que a expansão agrícola, pecuária e extração de madeira são atividades que pressionam as áreas florestais.

Assim, avanços na tecnologia de monitoramento e na implementação de legislação ambiental podem levar a reduções temporárias e eficazes no desmatamento, sendo crucial uma gestão sustentável para o futuro da região, de maneira integrada entre os níveis federal, estadual e municipal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Satellite-Based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 4, p.380 – 394, 2007.

ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R. Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades. Brasília - DF: **IPAM**, 93p. 2016

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. Pecuária na Amazônia: Tendências e Implicações para a Conservação Ambiental. Belém: Imazon, 2005.

ADEPARÁ. Relatório de Atividades da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. Belém: ADEPARÁ, 2021.

ATAÍDE, S. L. W.; OLIVEIRA, A. F.; PINTO, A. C. Balanço de radiação, energia e fechamento do balanço em uma floresta prístina na Amazonia oriental. *Revista brasileira de Geografia Física*, v.13, n.06, 2603 – 2627, 2020.

AYOODES, O. J.; Introdução à climatologia para os trópicos. 4ª edição. Pagina 26, 2012.

ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, L.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; Novaes, R. (2016). Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades. Brasília - DF: IPAM, 93.

AMORIM, A. I.; HOMMA, O. K. A. Evolução do desmatamento e do passivo ambiental em projeto de assentamento de reforma agrária no Sudeste Paraense. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, e2999119887,2020, 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9887>.

ÁVILA, S. R. S. A.; BERNARDI, J. V. E.; COUTO JÚNIOR, A. F.; & ÁVILA, M. L. (2017). Assentamentos rurais e as possíveis relações com as dinâmicas de desmatamento na Amazônia: Uma revisão sistemática. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. 8(4). Recuperado de <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2017.004.0015/1154>.
<http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0015>

ALLEN, R.; IRMAK, A.; TREZZA, R.; HENDRICKX, J. M. H.; BASTIAANSSEN, W.; KJAERGAARD, J. Satellite-based ET estimation in agriculture using SEBAL and METRIC. *Hydrological Processes*, v. 25, n. 26, 2011, p. 4011–4027. <https://doi.org/10.1002/hyp.8408>.

BASTIAANSSEN, W. G. M. Sebal based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hidrology*, v. 229, p.87-100, 2000.

BEZERRA, M. V. C. Balanço de energia em áreas irrigadas utilizando técnicas de sensoriamento remoto. 2004. 125f. Dissertação. (Mestrado em meteorologia). PPGM/DCA/UFCG, Campina Grande, 2006.

BECKER, S.T.; BIUDES, S. M.; MACHADO, G. N.; IVO, O. I.; JUNIOR, P. L. A.; SANTOS, F. O. L. Efeitos da implantação e dinâmica do uso do solo sobre parâmetros biofísicos da superfície no assentamento rural Roseli Nunes em Mato-Grosso - Brasil. **Revista RA'EGA**, Curitiba, PR, v.8, n.2, p. 221 – 135, 2020.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília,28 de maio de 2012. Seção 1, p. 1.

BIUDES, M. S.; VOURLITIS, G.L.; MACHADO, N.G.; ARRUDA, P.H.Z.; NEVES, G.A.R. et al. Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Mato Grosso, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 202, n. 15, p.112 - 124, 2015.

Biudes, M.S., 2019. Impact of a dam construction on the surface biophysical parameters in Amazonia]. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 15, 2352–9385.

BHERING, S. B. et al. Geotecnologias aplicadas ao zoneamento agroecológico do estado do Mato Grosso do Sul. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 171-187, 2014.

BORELLA, D. R.; SIQUEIRA, F. R. P. S.; FARIA, T. O.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G. Effect of conversion of native vegetation on agricultural areas on biophysical variables in the transition region of Cerrado-Amazonia. *Ciência e Natura*, p.12, 2018.

CASTELO, T.; ALMEIDA, O. T. Desmatamento e uso da terra no Pará. **Revista de política agrícola**, v. 24, n. 1, p. 99-111, 2015.

CASTRO, E. R.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C. P. Atores sociais na fronteira mais avançada do Pará: São Félix do Xingu e Terra do Meio. Belém: **Papers no NAEA**, nº180, 2004.

CALANDINO, D.; WEHRMANN, M.; KOBLITZ, R. Contribuição dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia: um olhar sobre o Estado do Pará. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 26, p. 161-170, 2012.

CARMO, K.; BOURSCHIEDT, M.; BERBER, G.; DIAS, R.; TRIPLETT, E. W.; WEBER, O.; FERREIRA, A. Composição da comunidade bacteriana do solo sob sistemas integrados na Região Norte de Mato Grosso. In: **I Semana Acadêmica**, III Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril, Seminário Integrador PIBID e Tutoria, Mostra de Ensino e Extensão. Brasília, DF: Embrapa, p. 130, Sinop, MT, 2014.

CRISPIM, L. D .; SILVA . B. E. P.; LIMA. A. B. V .G.; PEREIRA. M. M.; LIMDENBERGUE. L. Análise de índice de vegetação e a temperatura de superfície no município de Santa Luzia do Pará , Amazônia. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 10 (2020) 77-86.

CAMPUS, S.M.; ALCANTARA. S.L. Interpretação dos efeitos de tempo nublado e chuvoso sobre a radiação solar em Belém/PA para uso em sistemas fotovoltaicos. *Revista brasileira de meteorologia*. v. 31, n. 4(supl.), 570-579, 2016.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; CHAVES, I. de B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p.539 548, 2012.

COSTA, A. M. S.; BEZERRA, P. E. S.; OLIVEIRA, R. S.. Análise da temperatura da superfície terrestre associada à dinâmica do uso e ocupação do solo nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará, Brasil. In: **SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL**, 6. Anais. Cuiabá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2016.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando Imagens Landsat-5. *RA'E GA - O Espaço Geogr. em Anal.*, v. 21, p.234 – 271, 2011.

DIAS, A.; ALEIXO, J.; MIRANDA, K.; ALEIXO, N.; SILVA, R.C DA. São Félix do Xingu: Contexto territorial e Dinâmica socioambiental. Belém: **Instituto Internacional de Educação do Brasil - IEB**, 2016. p. 252 p

EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS (ECMWF). ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate, 2014. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>.

FONSECA, A.; JUSTINO, M.; SOUZA JR, C.; VERÍSSIMO, A. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal - SAD**. Junho/2016. IMAZON

FAUSTO, M. A.; ANGELINI, L. P.; MARQUES, H. O.; FILHO, A. S.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Impacto da alteração do uso do solo no saldo de radiação no Cerrado do sul de Mato Grosso. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p.350 – 361, 2016.

FAVARE, H. G.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; COSTA, R. B. da; PASA, M. C.; FAVARE, L.G. de. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com Caryocar brasiliense. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v.27, n.3, p. 340-353, 2018.

FERREIRA, H. S.; CORLETO, A. F. Desmatamento na amazonia legal: Da desarticulação de um plano de ação à arguição de descumprimento de preceito fundamental 760. [s.d.]. *Revista RJLB*, Ano 9 (2023), nº 4

FEARNSIDE, P. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta amazônica*, v.36, n.3, p.395-400, 2005.

FEARNSIDE, P. M. Amazon Forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80 (1), 101-114.

FIROZJAEI, M. K.; ALAVIPANAH, S. K.; LIU, H.; SEDIGHI, A.; MIJANI, N.; KIAVARZ, M.; WENG, Q. A PCA–OLS Model for Assessing the Impact of Surface Biophysical Parameters on Land Surface Temperature Variations. *Remote Sens.*, v. 11, p.2094, 2019.

FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. Oficina de textos, São Paulo, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/40392941/Geoprocessamento_sem_complicacao_paulo_roberto_fitz.

GIONGO, R.; PEDRO, Estimativa do balanço de radiação com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície.

HENDGES. R. E.; FOLLADOR. C.A. F.; ANDRES. J. Estudo de correlação entre o uso e cobertura da terra com a temperatura de superfície registrada pelo satélite landsat. *Sociedade e natureza*, Uberlândia, MG ,v.32, p.357-366, 2020, ISSN 1982-4513, 2020.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010. Brasília, DF. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2017). *Brasil/ Pará/ Altamira*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/altamira/panorama>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Normas para implantação de projetos de assentamento sustentáveis. **Diário Oficial da União** Brasília, 2024.

Kazay, D. F., 2011. Mudança no uso e cobertura do solo e sua influência na temperatura de superfície: um estudo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba. *Anais [...]*, p. 752-759.

LACERDA, P. Gênero e cotidiano em uma propriedade rural em Altamira, Pará: uma abordagem por meio de objetos. *Anuário Antropológico*, Brasília, UnB, v. 43, n. 1: 317-326, 2018.

LIMA, K. M. G.; RAIMUNDO, I. M.; SILVA, A. M. S.; PIMENTEL, M. F. Near infrared and mid infrared optical sensors. *Química Nova*, v. 32, n. 6, p. 1635-1643, 2009.

MARIA MILÉO MOREIRA, A. Contribuições e desafios da Política Pública PRONAF para a permanência das famílias que foram beneficiadas no assentamento rural PA - Assurini, Altamira, Pará, no período de 2010 a 2015. masterThesis—[s.l.] São Paulo, Brasil: FLACSO Sede Brasil, 2023.

MARTINS, P.A, ROSA. R. Estimativa do saldo de radiação na superfície utilizando imagens do sensor modis/aqua e o algoritmo sebal: Estudo de caso para a bacia do rio Paranaíba, Brasil. *Estudos Geograficos*, Rio Claro, 18, 1481, 1678-698X, 2020.

MALHY, Y., ROBERTS, J. T., BETTS, R. A., KILLEEN, T. J., LI, W., NOBRE, C. A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, V. 319, p. 169-172, 2008.

Miranda, R. S. de., Nogueira, L. da R., Rodrigues, M. S., Alves, A. M., Costa, M. S., & Amador, M. F. (2021). Análise do desmatamento nos períodos de

2016 a 2020 na mesorregião sudeste paraense. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 7(5), 498–517.

<https://doi.org/10.51891/rease.v7i5.1209>

MOREIRA, M.M.A. Contribuição de desafios da política pública- Pronaf para a permanência das famílias que foram beneficiadas no assentamento rural – PA – Assurini, Altamira, Pará, no período de 2010 a 2015.

MELLO, P. F. Assentamentos rurais no Brasil: uma releitura. Brasília, DF: Embrapa, 2016. v. 278 p.1677 - 5473. MOURA, A. R. M.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. S.; PEDREIRA JUNIOR, A. L.; SANTOS, L. O. F.; MACHADO, A.R.M., Querino, C.A.S., Querino, J.K.A.S., Pedreira Junior, A.L., Santos, L.O.F., Machado, N.G., Biudes, M.S., 2019. Impact of a dam construction on the surface biophysical parameters in Amazonia]. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 15, 2352–9385.

N. G.; BIUDES, M. S. Impact of a dam construction on the surface biophysical parameters in Amazonia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 15, p.2352 - 9385, 2019.

NASCIMENTO, M. S. J.; AGUIAR. G.R.; FISHER. R.G.; ANDRADE. R.L.N.; AGUIAR. G.JL. WEBLER. D. A.; Mudança do uso da terra na Amazônia ocidental e a resposta do microclima à ocorrência de eventos extremos. *Revista brasileira de meteorologia*. v. 35, n. 1, 135 145, 2020.

OLIVEIRA, A. P. G *et al.* Uso de Geotecnologias para o Estabelecimento de Áreas para Corredores de Biodiversidade. *Revista Árvore*, vol.39 n.4, Viçosa, 2015.

NEVES, Sandra Mara Alves da Silva *et al.* Dinâmica da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra no Assentamento Roseli Nunes, Região Sudoeste de Planejamento de Mato Grosso. In: 1º Seminário de Agroecologia da América do Sul. 2014, Dourado. *Cadernos de Agroecologia* – ISSN 2236-7934 – Vol. 9, n. 4, Nov 2014.

OLIVEIRA, T. T. G. T.; BEZERRA, P. E. S.; PONTES, A. N.; MARTINS, A. C. C. T.. Modificações paisagísticas e implicações térmicas no distrito administrativo de Belém,Pará. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.13, n.3, p.404-411, 2018.

PAIVA, Y. R. Y.; BATISTA, M. M. G.; Avaliação da cobertura florestal em assentamentos rurais e terras indígenas na amazonia legal em 2015, por meio de imagens orbitais do satélite landsat-8 oli. *Revista brasileira cartografia*, Rio de Janeiro, n. 69/7, p. 1427-1445, jul/Ago/2017.

PAIVA, S. R.; Análise comparativa do desmatamento entre os anos de 2019 a 2023, no município de Altamira. *Revista Society and Development*, v. 13, n. 9, e6513942848, 2024.

PAZ, Manuela Rodrigues; FRANÇA, Francelle Antunes. A Importância da Adoção de Técnicas de Geoprocessamento no Planejamento Agroecológico de Propriedades Rurais Familiares. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Vol. 4 n. 2, 2009.

PAVÃO, V.M.; QUERINO, C. A.S.; BENEDITTI, C.; PAVÃO, L.; QUERINO, J.; MACHADO, N. Temperatura e albedo da superfície por imagens TM Landsat 5 em diferentes usos do solo do sudoeste da Amazonia brasileira. *Revista brasileira de climatologia*, V. 16, p. 169-183, 2015.

PAVÃO, V. M.; NASSARDEN, D. C. S.; PAVÃO, L. L.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Impacto da Conversão da Cobertura Natural em Pastagem e Área Urbana sobre Variáveis Biofísicas no Sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 3, p.343 - 351, 2017.

PEREIRA, R.; SIMMONS, C.; WALKER, R. S. Agrarian Reform, and Globalization in the Brazilian Amazon: Cattle versus the Environment. *Land*. 2016, 5, 24.

PERIN; R.; SOUZA, J.N. Recuperação de pastagens degradadas no Estado do Amazonas pelo sistema iLPF. In: FERNANDES, P.C.C.; MARTINEZ, G.B.; ALVES, L.W.R. (Eds.) *Integração lavoura-pecuária-floresta em plantio direto na Região Norte*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 17-19

PORRO, R.; PORRO, N. S. M.; MENEZES, M. C.; BARTHOLDSON, Ö. Collective action and forest management: institutional challenges for the environmental agrarian reform in Anapu, Brazilian Amazon. **International Forestry Review**, v.17, n. 1, p. 20-37, 2015.

QUERINO, C. A. S.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G.; QUERINO, J. K. A. S.; SANTOS NETO, L. A.; SILVA, M. J. G.; ARRUDA, P. H. Z.; NOGUEIRA, J. S. Balanço de ondas curtas sobre floresta sazonalmente alagável do Pantanal Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, p.250 – 264, 2017.

REIS, P. C. M. D. R. et al. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 336–346, 4 abr. 2019.

RIBASKI, J. *et al.* Experiências com sistemas silvipastoris em solos arenosos na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 2009, Pelotas. Palestras. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

RODRIGUES, J. C. W. et al. A importância da produção de mudas de essências florestais na região amazônica: uma revisão sistemática. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 10–24, 22 fev. 2023.

ROSA, S. L. K.1; SOUZA, J. L. M. 1; SANTOS, A. A.1. Associação entre a radiação solar medida em estação de superfície e estimada com modelos. *Convibra*. Resumo expandido. 2022.

ROKNIK, K., MUSA, T. A., 2019. Normalized difference vegetation change index: A technique for detecting vegetation changes using Landsat imagery. *Catena* [online] 178.

ROTHMUND, L. D.; ALMEIDA JUNIOR, E. S.; LIMA, L. P. A.; MASSAD, H. A. B.; PALÁCIOS, R. S.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G.; NOGUEIRA, J. S. Impacto da Alteração da Cobertura do Solo nos Parâmetros Biofísicos no Sul da Floresta Amazônica por Sensoriamento Remoto. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 25, 2019.

SANTOS, C. A. C.; ARAÚJO, A. L.; NASCIMENTO, R. L.; BEZERRA, B. G. Obtenção do saldo de radiação em áreas de pastagem e floresta na Amazônia (estação seca) através do sensor. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29, n.3, p 420- 432, 2014.

SALIMON, C.I.; AMARAL, F. E.; ANDERSON, O. L.; JUNIOR, S.L. H. C.; BROWN, F. I. Mudança de cobertura e uso do solo no leste acreano e seus impactos. *Revista strictu sensu editora*, cap 3, 2020.

SANTOS, G.G.; OLINDA, R.D.; NERIS, F.P.J.; RODRIGUES, S.S. Análise do uso do solo utilizando índice de vegetação por meio de diferença normalizada (NDVI) no município de Nova Ipixuna, Pará, Amazonia. *Revista observatório de la economia latino-americana*, 2024.

STEINKE, V. A.; STEINKE, E. T.; SAITO, C. H. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. *Revista Brasileira de Climatologia*, ano 6, p. 37-56, 2010.

SILVA, M.M.; OLIVEIRA, O. A. F.; SANTANA, C. A. Mudanças na dinâmica de uso das florestas secundárias em Altamira, Estado do Pará, Brasil. *Rev.Cienc. Agrav.*,v.58, n.2, p. 176-183, abr./jun.2015. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1739>

SILVA, B. B. DA; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5 TM. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, n.2, p.201-211. 2005

SILVA, C. L. DA; CAMPOS, C. C. M.; BIUDES, S. M. Estimativa do balanço de radiação por sensoriamento remoto de diferentes usos de solo no sudoeste da Amazônia brasileira. *Revista Sociedade e natureza*, v.27,n.2, p 341-356, 2015.

SILVA, V. C. S.; VIEIRA, I. C. G. Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do Estado do Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 36, 2016.

SILVA, M. M.; OLIVEIRA, F. S.; SANTANA, A. C. Mudanças sociambientais no uso da terra em Altamira, Amazonia Oriental. *Novos cadernos NAEA*. V. 20, n. 3, p. 181-202, 2017.

SILVA, D. S. D. **Trajetórias de uso e cobertura da terra no município de Novo Progresso-Pará**. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2019.

TERAMOTO, H. E.; BENJUMEA, T. M.; KIANG, H. C. Séries temporais do índice NDVI na avaliação do comportamento sazonal do Aquífero Rio Claro. *Rev. Bras. de Cartografia*, vol. 70, n. 3, julho/setembro, 2018. pp. 1135-1157.

VELOSO, G. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; SILVA, B. B. Modelling gross primary productivity in tropical savanna pasturelands for livestock intensification in Brazil. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 17, p. 100288-100297, 2020

XIAO, J. Satellite evidence for significant biophysical consequences of the “Grain for green” Program on the Loess Plateau in China. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, v. 119, p. 2261 - 2275, 2014.

XIE, Q.; DASH, J.; HUETE, A.; JIANG, A.; YIN, G.; DING, Y.; PENG, D.; HALL, C. C.; BROWN, L.; SHI, Y.; YE, H.; DONG, Y.; HUANG, W. Retrieval of crop biophysical parameters from Sentinel-2 remote sensing imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 80, p. 187-195, 2019.

ZHANG, R. *et al.* Grassland vegetation phenological variations and responses to climate change in the Xinjiang region, China. ***Quaternary International***, v. 513, n. 20, p. 56-65, 2019.

ZHÃO, M.; RUNNING, S.W. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009. *Revista Science*. 329, 940 – 943, 2010.

WATRIN, O. S.; OLIVEIRA, P. M.; OLIVEIRA, R. R. S. Padrões antrópicos e fisiográficos definindo unidades de paisagem na Reserva Extrativista 'Verde Para Sempre', Porto de Moz, PA. *Geografia*. v. 36, n. 3, p. 535-549, set./dez. 2011.