



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
FACULDADE DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL RURAL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

RUDÁ CORREA VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA MUDANÇA DO USO DO SOLO ATRAVÉS
DE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO PROJETO AGROEXTRATIVISTA
JOÃO PILATOS, EM ANANINDEUA, PARÁ**

BELÉM-PA

2020

RUDÁ CORREA VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA MUDANÇA DO USO DO SOLO ATRAVÉS
DE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO PROJETO AGROEXTRATIVISTA
JOÃO PILATOS, EM ANANINDEUA, PARÁ**

Monografia de Conclusão de Curso
apresentada à Universidade Federal do
Pará, sob a orientação do(a) Professor(a)
Dr(a). Christian Nunes da Silva, como
parte das exigências do curso de
Especialização Geotecnologias
Aplicadas ao Planejamento Ambiental
Territorial Rural, para a obtenção do
Título de Especialista.

BELÉM -PA

2020

RUDÁ CORREA VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA MUDANÇA DO USO DO SOLO ATRAVÉS
DE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO PROJETO AGROEXTRATIVISTA
JOÃO PILATOS, EM ANANINDEUA, PARÁ**

A presente Monografia de Conclusão de Curso foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Especialista em Geotecnologias Aplicadas ao Planejamento Ambiental Territorial Rural, oferecida pela Faculdade de Geografia e Cartografia da Universidade Federal do Pará.

Belém, 31 de Agosto de 2020.

Banca examinadora:

Prof(a) Dr(a). Christian Nunes da Silva (UFPA)
Professor(a) Orientador(a)

Vicka de Nazaré Magalhães Marinho (GAPTA/UGPA)
Examinadora

Milena de Nazaré Santos Quaresma (PPGEO/UFPA)
Examinadora

CONCEITO DA APROVAÇÃO: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

Primeiro a Deus: sem ele, recomeçar nunca é possível.

À cruz da minha vida: foi olhando para ela que pude olhar para Deus.

Aos meus familiares que tanto me ajudaram.

Aos meus três filhos: seus sorrisos, peraltices, chutes e etc... me fazem querer continuar vivo por mais um dia todos os dias.

À minha amada esposa: você tem me carregado todos os dias. Sua cumplicidade, amor e o sentimento de nunca desistir é o que me dá ânimo todos os dias para seguir em frente. Te amo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do PAE Ilha João Pilatos, Ananindeua, Pará.....	7
Figura 2 - Composição colorida infravermelho da área do PAE João Pilatos.....	8
Figura 3 - Imagens NDVI do PAE Ilha João Pilatos. a)1999; b)2019.....	9
Figura 4a- Histograma dos valores de NDVI para a imagem de 1999 e classes utilizadas para caracterizar o uso do solo no PAE Ilha João Pilatos.....	10
Figura 4b- Histograma dos valores de NDVI para a imagem de 2019 e classes utilizadas para caracterizar o uso do solo no PAE Ilha João Pilatos.....	10
Figura 5 - Percentuais das classes de uso do solo nos anos de 1999 e 2019 no PAE Ilha João Pilatos.....	11
Figura 6 - Mapa de uso do solo realizado com NDVI.....	11

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO.....	3
2.1 A vegetação e a radiação eletromagnética.....	4
2.2 Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI).....	5
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	6
4. MUDANÇA NO USO DO SOLO NO PAE ILHA JOÃO PILATOS.....	6
4.1. Área de Estudo.....	6
4.2. Resultados e discussão.....	8
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

CARACTERIZAÇÃO DA MUDANÇA DO USO DO SOLO ATRAVÉS DE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO PROJETO AGROEXTRATIVISTA JOÃO PILATOS, EM ANANINDEUA, PARÁ

Rudá Correa Viana ^[1]

Resumo:

O Projeto Agroextrativista – PAE – Ilha João Pilatos é uma área remanescente de floresta original da região do município de Ananindeua, Pará, desempenhando importante papel na manutenção da biodiversidade local. Porém, mudanças no uso do solo foram observadas. Logo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e analisar as mudanças ocorridas no uso do solo e cobertura vegetal do PAE Ilha João Pilatos utilizando o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI, em inglês), em um período de 20 anos. Foram utilizadas imagens de satélite dos anos de 1999 e 2019 e classificadas a partir do NDVI em 4 classes: água, solo exposto, formação florestal e clareira vegetada. Os resultados mostraram um pequeno aumento no percentual das áreas solo exposto, demonstrando avanço de atividade antropogênica nas áreas de floresta secundária.

Palavras-Chave: USO DO SOLO, CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS, ÍNDICE DE VEGETAÇÃO.

[1] Graduado em Engenharia Civil; Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA; Técnico em Reforma e Desenvolvimento Agrário; Serviço de Cartografia; ruda.viana@blm.incra.gov.br.

1.INTRODUÇÃO

Atualmente, mais de seis bilhões de pessoas exercem forte pressão nos recursos naturais disponíveis no planeta (PEREIRA et al, 2007). Segundo Roczanski (2013), em detrimento das ações antrópicas causadas no meio ambiente, como desmatamento e uso inadequado do solo, “milhões de terras agriculturáveis são perdidos a cada ano”.

No Brasil, a região norte passa a apresentar um aumento significativo na sua população a partir da década de 80 (KOHLHEPP, 2002). Nesse contexto, a conservação das florestas situadas nos trópicos torna-se um dos maiores desafios que a humanidade carrega no decorrer dos anos, em virtude do equilíbrio entre os ecossistemas florestais, a fauna e as populações que utilizam esses recursos, afinal o homem faz parte do ecossistema como um todo, sempre necessitando dos produtos oferecidos pelo mesmo, para fins de alimentação e moradia, questões indispensáveis à sobrevivência humana (BODMER, PENN JUNIOR, 1997).

As regiões insulares¹ localizadas no estuário amazônico sofrem constantes ocupações, geralmente com fins a exploração dos recursos naturais (KOHLHEPP, 2002). Almeida (2010) relatou em seu estudo que “ilhas próximas aos centros urbanos sofrem consequências da ocupação humana, provocando modificações no espaço insular e comprometendo a vida dos ribeirinhos que mantêm uma relação de usos dos recursos naturais para sobrevivência”. Tal fato ocasiona perdas significativas tanto para o homem quanto para a floresta uma vez que a substituição do dossel florestal acaba por reduzir ou até eliminar o estoque de inúmeras espécies de fauna e flora, causando a degradação do solo e reduzindo a biodiversidade do ecossistema local (FERRAZ et al., 2016). O monitoramento dessas variações no ambiente das comunidades se torna essencial para a implantação ou manutenção do desenvolvimento sustentável local.

Esse é o caso particular da região insular do município de Ananindeua – PA: uma área de floresta original da mesma, onde residem comunidades que utilizam o extrativismo vegetal e pesqueiro além de culturas agrícolas para sobreviver. A ilha João Pilatos é a maior do

1 Área delimitada pelo conjunto de ilhas de uma determinada região.

município e apesar de conter extensa área de cobertura vegetal já apresenta indícios de antropização. Em 2005 a ilha foi elevada a condição de assentamento, tendo como gestor das políticas públicas fundiárias o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (INCRA, 2005). Neste mesmo período, Hora et al. (2015) relata a ocorrência de invasões na ilha por parte de moradores dos bairros periféricos de Ananindeua. De posse deste histórico, mudanças no uso de terra podem ter ocorrido no decorrer dos anos.

Com o avanço tecnológico, a variação no uso do solo e monitoramento da cobertura vegetal podem ser realizados através de análises temporais utilizando imagens de sensores orbitais. Entre as diversas variáveis que podem ser utilizadas para análise da variação do uso do solo e cobertura vegetal de uma determinada área, os índices de vegetação têm sido muito utilizados, pois permitem caracterizar parâmetros em florestas, cultura agrícolas e variações no uso do solo (PONZONI, SHIMABUKURO, 2007). Dentre eles, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) é uma técnica onde os índices são obtidos utilizando a relação entre diferentes bandas dos sensores (YOUNG, 2005).

Na prática, o objetivo deste trabalho se refere às mudanças ocorridas no período de 20 anos (1999-2019) no uso do solo na Ilha João Pilatos, no Projeto de Assentamento Agroextrativista – PAE. No decorrer dos anos, como a cobertura vegetal tem se comportado? Ou melhor, a ocupação antrópica avança e exerce pressão sobre a floresta ou os povos tradicionais tem atuado de forma sustentável com seus saberes de forma a manter a floresta em pé?

No auxílio da pesquisa, o uso da técnica de sensoriamento remoto foi de extrema necessidade para o monitoramento de áreas de supressão vegetal, além de quantificar as mudanças no uso do solo. Ao final, foi possível descrever tais mudanças utilizando o índice de vegetação NDVI e imagens de satélite Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI, em um período de diferença de 20 anos, sendo verificadas as alterações no percentual de uso do solo e de floresta.

De posse desses dados, pode-se indicar caminhos que ajudem a comunidade na gestão dos recursos naturais com vistas a conservação ou regeneração da floresta, uma vez que as ilhas da região são importantes remanescentes florestais contribuindo no equilíbrio do ecossistema local, manutenção da biodiversidade e qualidade de vida dos povos tradicionais.

2. MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO

A cobertura vegetal proporciona o sombreamento das superfícies e minimiza o efeito de temperaturas elevadas em superfícies que absorvem calor além de atuar de forma indireta através da evapotranspiração (McPHERSON, 1994 apud YOUNG, 2005).

Isso se dá porque a vegetação age como um filtro da radiação eletromagnética que o solo absorve, impedindo que uma parte considerável chegue às camadas inferiores do dossel contribuindo na formação de microclimas mais estáveis e reduzindo os efeitos da temperatura (MOREIRA, 2011).

Em vista do importante papel que as plantas desenvolvem no ambiente, estudiosos procuram analisar as mudanças temporais que ocorrem no espaço através dos padrões da paisagem com o objetivo de responder questões sobre as mudanças no uso do solo. Em geral, estes estudos utilizam metodologias que analisam padrões em um determinado período de tempo (YOUNG, 2005).

Muitos fatores influenciam a qualidade ambiental como presença de áreas vegetadas, desflorestamentos, degradação de solos, presença de mata ciliar, qualidade da água, características climáticas, entre outros (YOUNG, 2005).

As tecnologias de sensoriamento remoto são constantemente aplicadas em estudos cujo foco é o monitoramento da vegetação de um determinado espaço (ABREU, COUTINHO, 2014) e desempenharam papel fundamental incentivando cada vez mais a descoberta de conhecimentos que revelam o comportamento da vegetação quando exposta aos comprimentos de onda do espectro eletromagnético (CROSTA, 1993; FLORENZZANO, 2011; NOVO, 2010).

A ocorrência do crescimento populacional de forma desordenada e acelerada faz com que as pressões nas áreas verdes aumentem – tanto para agricultura quanto para habitação – e isso exige do homem uma ação planejada no ambiente, onde a confecção de mapas temáticos de uso do solo através de imagens de sensores orbitais concomitantes com o uso de técnicas de geoprocessamento permitem a caracterização do uso do solo em uma determinada área dentro de um intervalo de tempo (ALVES, COSTA, 2007; SOARES-FILHO, 1998).

A caracterização do uso do solo e separação em classes pode servir como base para implantação de políticas de planejamento territorial e ambiental, visando a tomada de decisões e medidas de proteção e conservação dos recursos ambientais da região.

2.1 A VEGETAÇÃO E A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Quando a radiação eletromagnética (REM) atinge alvos sobre a superfície, sofre alterações ao interagir com esses objetos (CROSTA, 1993; MOREIRA, 2011; NOVO, 2010). Essas alterações são dependentes das características que os objetos possuem para absorver, transmitir e refletir a energia (FLORENZZANO, 2011; NOVO, 2010).

Em sensoriamento remoto, Florenzzano (2011), Novo (2010) e Bohrer (2009) afirmam que o estudo da cobertura vegetal se vincula a algumas variáveis como:

- O ambiente de estudo (se a área é caracterizada como uma floresta inundada, campos naturais, meio urbano, mata ciliar, floresta secundária, dentre outros);
- O período anual (devido a variação na temperatura, disponibilidade de água e quantidade de luz solar incidente);
- A escala de trabalho (se o objeto de estudo é parte de um indivíduo, um indivíduo, uma população ou uma comunidade);
- Os parâmetros utilizados nas imagens.

Segundo Ponzoni & Shimabukuro (2007), a relação entre a radiação eletromagnética e as plantas varia de acordo com o tipo da vegetação, as condições ambientais e a frequência de onda,. De forma geral, entende-se que o comportamento da radiação em uma folha acontece do seguinte modo: parte da energia é refletida pela camada mais externa do órgão, a cutícula; no parênquima paliçádico, parte da energia é absorvida pelas células que realizam a fotossíntese; no parênquima esponjoso, parte da energia sofre espalhamento e por último, o restante da energia é transmitido atravessando para as camadas externas inferiores (PONZONI, REZENDE, 2002).

Essa associação concomitante do comportamento da radiação eletromagnética ao interagir com a planta é conhecida como comportamento espectral da vegetação (NASCIMENTO et al., 2006; PONZONI, REZENDE, 2002). Na região dos comprimentos de

onda do visível, com a presença de clorofila nos alvos, a tendência de absorção da energia é alta, consequentemente, ocorre a diminuição de energia que atravessa para as camadas inferiores. A região do infravermelho próximo apresenta altos valores de reflectância por parte das folhas, resultando em baixa absorção. No entanto, esse padrão pode sofrer alterações causadas pela quantidade de água no interior da folha (PONZONI, SHIMABUKURO, 2007). Com isso, justifica-se o fato de a vegetação apresentar coloração escura nas imagens de bandas do espectro do visível e alta reflectância nas bandas de infravermelho próximo.

2.2 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

Pesquisadores no mundo todo tem estudado e desenvolvido índices que auxiliem na avaliação da vegetação de uma determinada região. Os índices de vegetação são comumente utilizados por pesquisadores, órgãos públicos, universidades e empresas privadas devido suas aplicações na caracterização do uso do solo (YOUNG, 2005). Um dos mais utilizados tem sido o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) o qual foi delineado por Rouse et al. (1973) apud Young (2005, p. 24).

Este índice pode ser usado em várias aplicações como caracterização do uso do solo, geração de mapas temáticos, análise de mudanças e monitoramento da cobertura vegetal e na agricultura de precisão (ABREU, COUTINHO, 2014; SHIMABUKURO et al., 1998).

Para estudos feitos com NDVI, são utilizadas as faixas do espectro da região do vermelho e do infravermelho próximo, em função das diferentes respostas espectrais que a cobertura vegetal apresenta nesses comprimentos de onda (EPIPHANIO et al., 1996; SHIMABUKURO et al., 1998). A vegetação, na região do vermelho, apresenta comportamento de absorção, ou seja, as imagens tendem a ficar escuras enquanto que na região do infravermelho próximo, o contrário se observa, uma vez que a reflectância tende a ser alta por parte dos vegetais nesse comprimento de onda, gerando imagens com tons mais claros. O NDVI utiliza as características acima descritas e é muito simples de ser obtido: ele é o resultado da razão entre a diferença e a soma da reflectância do infravermelho próximo e do vermelho (ABREU, COUTINHO, 2014; JENSEN, EPIPHANIO, 2009; SILVA, 2004).

Altos valores de NDVI podem sinalizar cobertura vegetal abundante ou elevada taxa de atividade fotossintética, e quanto mais rala for a vegetação, mais baixo será o valor do índice (YOUNG, 2005). Com isso, é possível conseguir informações valiosas sobre as mudanças que ocorrem no uso da terra e na cobertura vegetal de uma área específica possuindo apenas imagens dessas duas bandas do espectro eletromagnético.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho foram utilizadas duas imagens: uma oriunda do Landsat 5 TM de julho de 1999 e outra do Landsat 8 OLI, de junho de 2019, compostas por 7 bandas cada. Ambas imagens correspondem à órbita 223, ponto 61 e estão disponíveis no catálogo de imagens do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2020).

O cálculo do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) foi feito através da fórmula:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Onde:

IVP: reflectância no infravermelho próximo;

V: reflectância no vermelho.

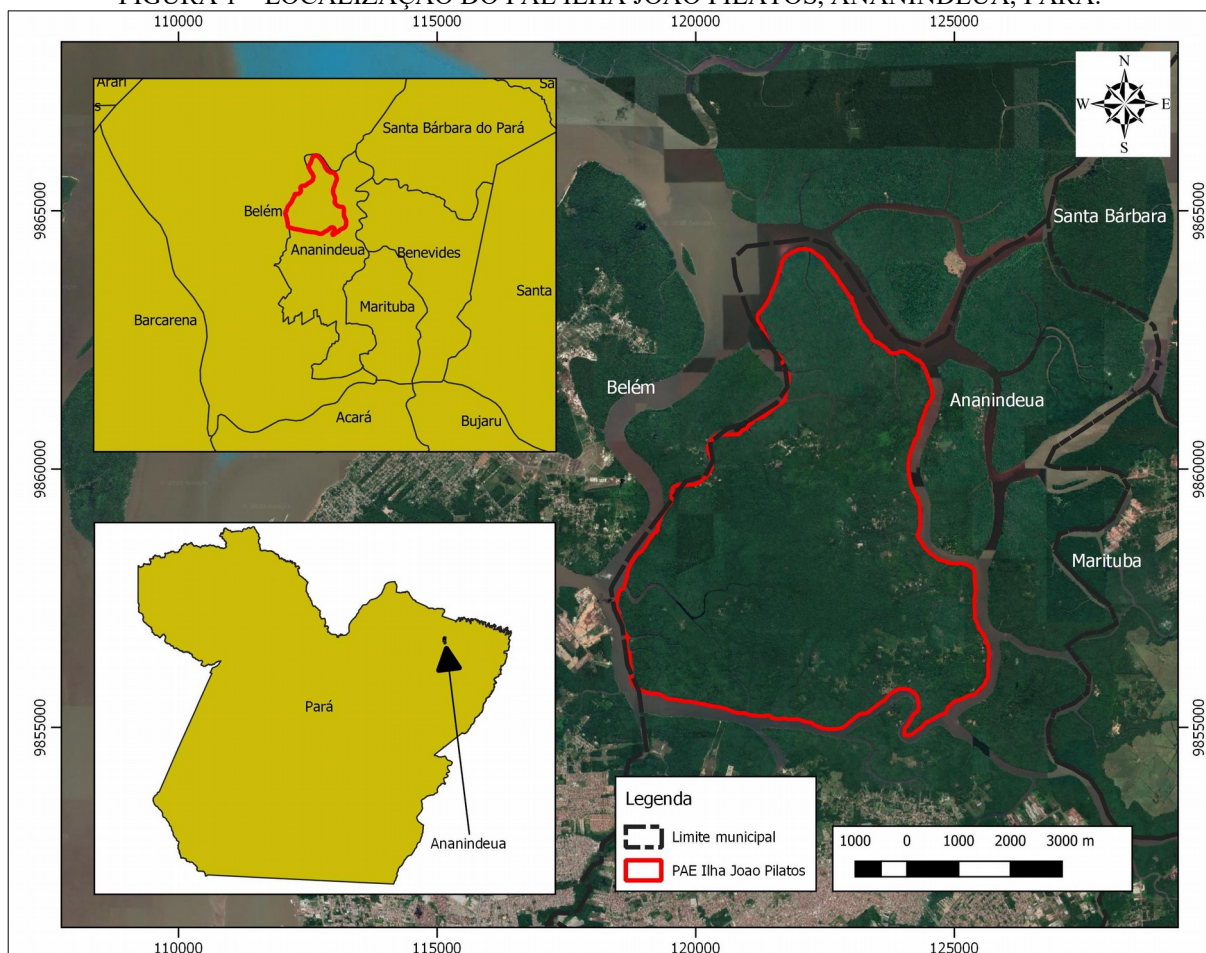
Esta ação foi realizada através do software QGIS 3.4 (QGIS.org, 2020), utilizando o módulo “calculadora Raster”. Após, os alvos foram separados em classes definidas pela distribuição do histograma das imagens concomitante com a análise visual, para posterior comparação entre os dois períodos de tempo.

4. MUDANÇA NO USO DO SOLO NO PAE ILHA JOÃO PILATOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o Projeto Agroextrativista (PAE) Ilha João Pilatos. É uma das 9 ilhas localizadas no município de Ananindeua, Pará. O município é o segundo mais populoso do estado com população estimada em aproximadamente 530.000 habitantes no ano de 2019 (IBGE, 2020). A ilha compõe o estuário do rio Pará e corresponde às várzeas fluvio-marinha do estuário do rio Pará (Figura 1). Está inserida no perímetro de influência das marés, sendo diariamente banhada pelas águas na preamar, o que se intensifica nos meses de maior incidência chuvosa. Os solos são característicos de ambiente de várzea com alguns pontos mais elevados onde são cultivadas culturas de subsistência. De acordo com a classificação proposta por Koppen, o tipo climático é Af, caracterizado por apresentar chuvas abundantes por quase todo o ano e pluviosidade média anual de 2761mm (CAMPOS et al, 2018).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO PAE ILHA JOÃO PILATOS, ANANINDEUA, PARÁ.



FONTE: Elaborado pelo autor.

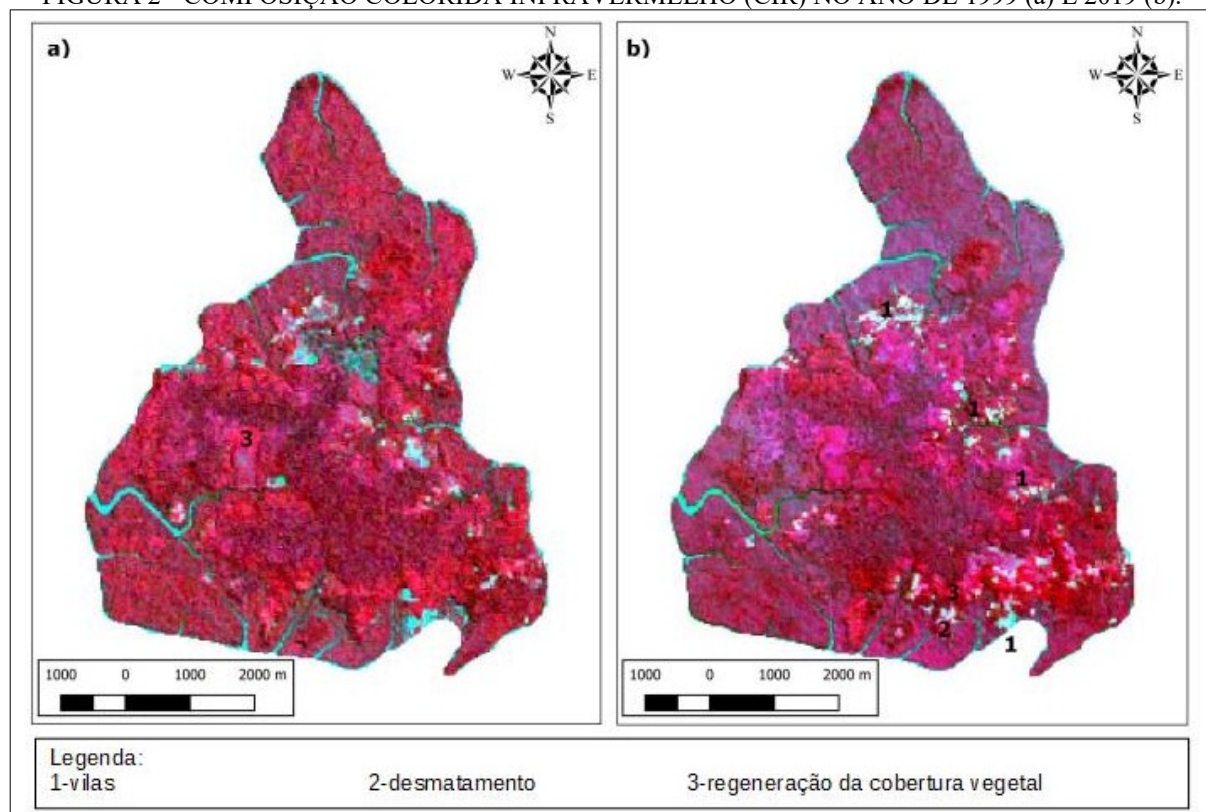
Hora et al. (2015) diz que a vegetação do PAE Ilha João Pilatos é entendida como floresta de várzea onde encontra-se espécies como o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), samauma (*Caiba pentadra* L. Gaertn.), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), louro (*Nectrandra amazonum* Nees), etc. Segundo este mesmo autor, grande parte dos moradores do PAE já habitam a ilha desde a infância, tendo uma estreita relação com a terra. Em 2005, o Instituto Nacional de

Colonização e Reforma Agrária arrecadou a ilha João Pilatos transformando-a em um Projeto de Assentamento Agroextrativista. Ressalta-se que a ação deste pedido não veio do poder público, e sim dos próprios moradores, na forma de associação de agricultores local, que procuraram o INCRA e solicitaram a criação do assentamento.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 é composta pelas imagens da ilha João Pilatos na composição colorida infravermelho (CIR) com as bandas 2, 3 e 4 para o ano de 1999 e bandas 3, 4 e 5 para a imagem de 2019. Nesta configuração, a análise visual da cobertura vegetal mostrou-se mais eficiente uma vez que retratou melhor a visualização e realce dos extratos florísticos frente o avanço dos desflorestamentos em comparação a outras composições – como a como a falsa cor ou a cor verdadeira, por exemplo. Isso se dá em função do comportamento espectral que a vegetação apresenta quando exposta aos comprimentos de onda do infravermelho.

FIGURA 2 - COMPOSIÇÃO COLORIDA INFRAVERMELHO (CIR) NO ANO DE 1999 (a) E 2019 (b).



FONTE: Elaborado pelo autor.

Comparando a Figura 2a (1999) com a Figura 2b (2019), é possível observar que com o passar dos anos as vilas (1) de moradores ficaram mais evidentes e em maior número assim como os pontos de desmatamento (2) que em função do modo de produzir da população local, se dá em pequenas áreas denominadas regionalmente de “roças”² (HORA et al., 2015).

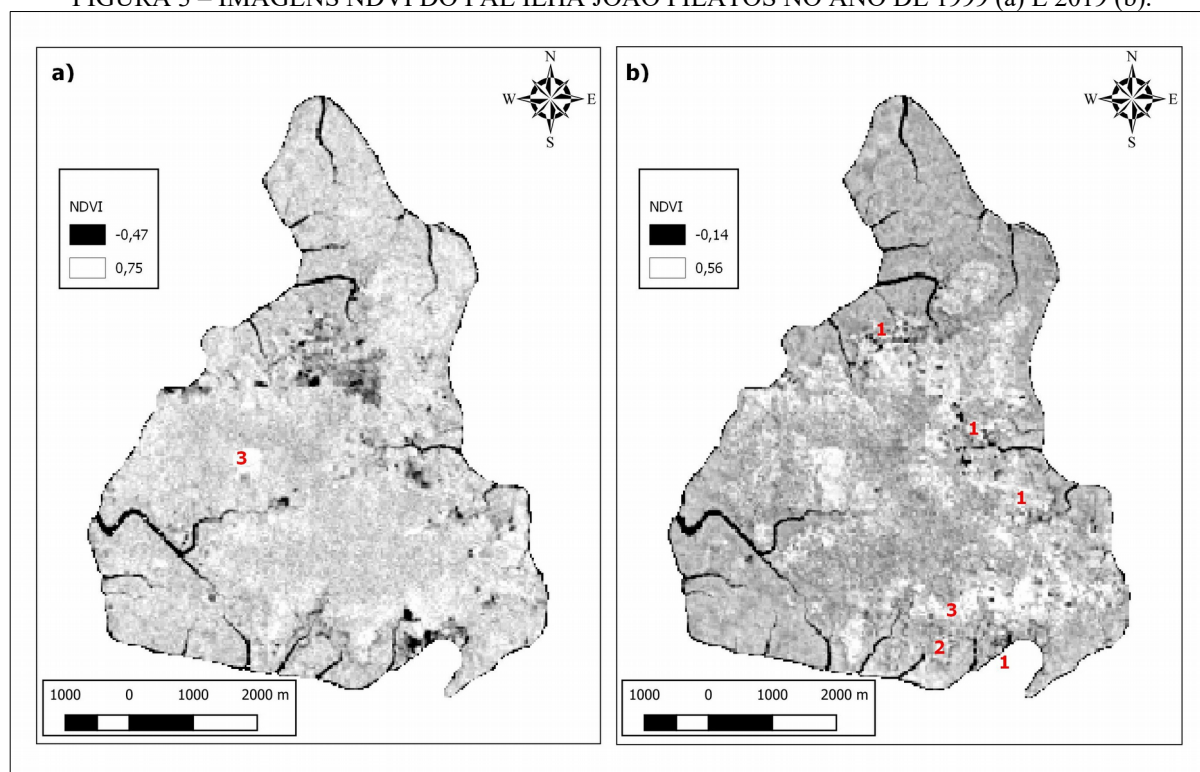
2 Área de cultivos vegetais localizada próximo a casa dos moradores, com fins a agricultura de subsistência.

Isso percebe-se pelo padrão de distribuição dos pontos de desmatamento, que se apresentam nas redondezas das vilas. As roças por serem em pequenas áreas caracterizam agricultura de subsistência e no PAE João Pilatos são realizadas nas regiões de capoeira grossa ou floresta secundária (HORA et al., 2015) diminuindo assim a pressão sobre as formações florestais em estágio avançado de sucessão ecológica.

Logo, no decorrer de 20 anos, é possível observar o estabelecimento e crescimento das vilas de moradores bem como a modificação na distribuição das áreas de solo exposto/desflorestamento pela ilha, consequência da atividade antropogênica. Outro fato também observado, foi o reestabelecimento da cobertura vegetal na região próxima ao centro da ilha.

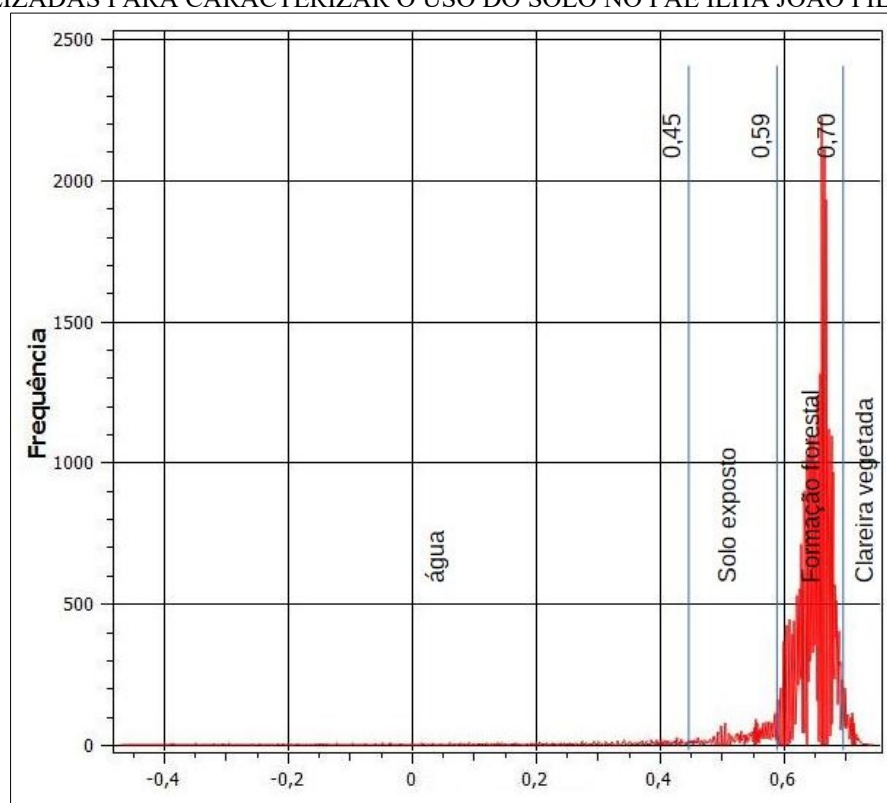
A Figura 3 representa as imagens NDVI. A partir delas foi possível delinear o histograma de distribuição dos pixels (Figura 4). Após, foi realizada a classificação das imagens e determinação de 4 classes de uso do solo: água/ drenagem, solo exposto, formação florestal e clareira vegetada (Figura 5). O cálculo do percentual das classes de uso de solo nos dois períodos analisados encontra-se no gráfico da Figura 6.

FIGURA 3 – IMAGENS NDVI DO PAE ILHA JOÃO PILATOS NO ANO DE 1999 (a) E 2019 (b).



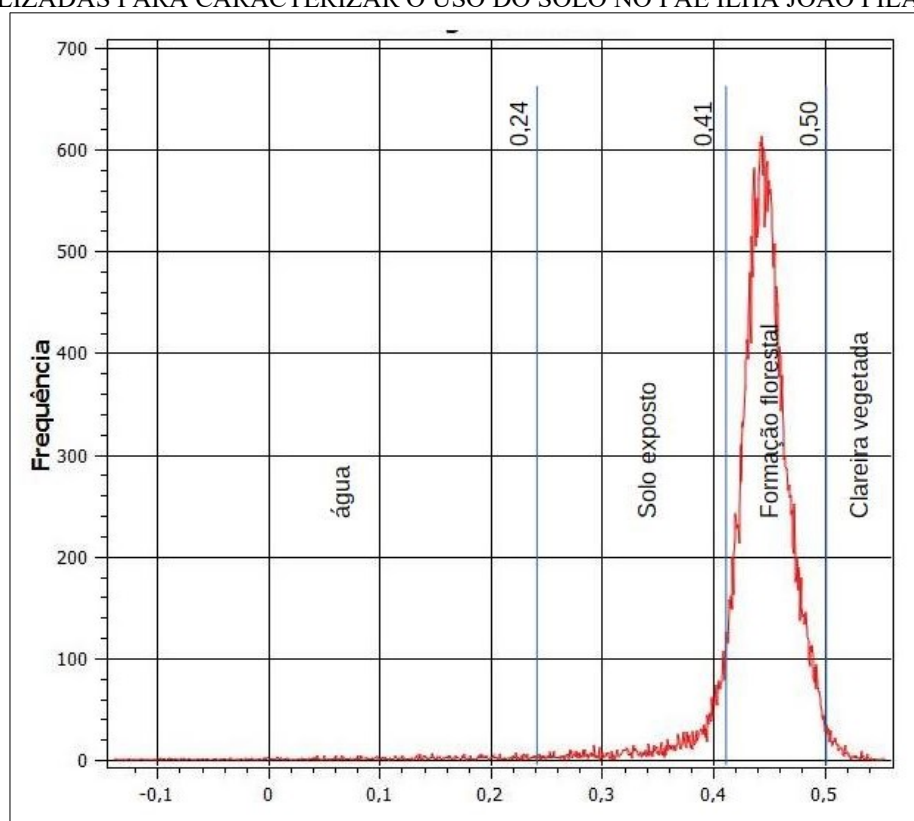
FONTE: Elaborado pelo autor.

FIGURA 4A- HISTOGRAMA DOS VALORES DE NDVI PARA A IMAGEM DE 1999 E CLASSES UTILIZADAS PARA CARACTERIZAR O USO DO SOLO NO PAE ILHA JOÃO PILATOS.



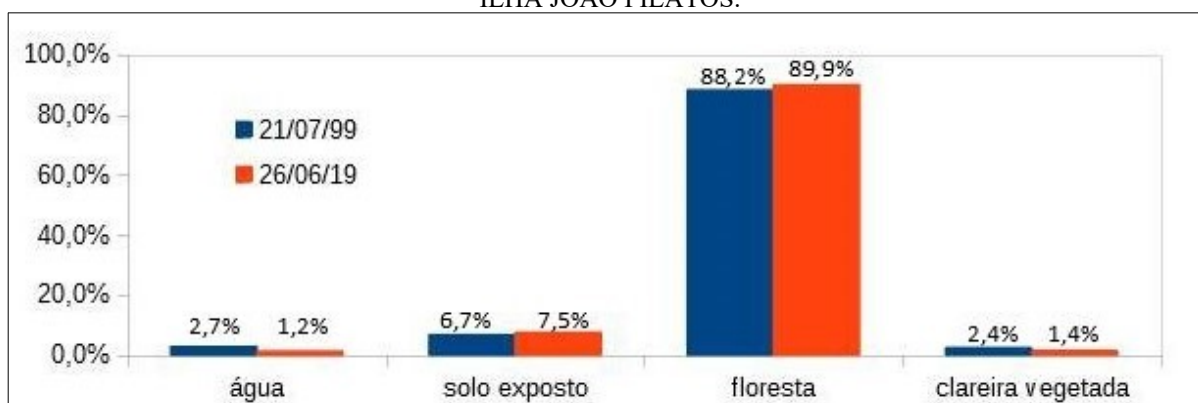
FONTE: Elaborado pelo autor.

FIGURA 4B- HISTOGRAMA DOS VALORES DE NDVI PARA A IMAGEM DE 2019 E CLASSES UTILIZADAS PARA CARACTERIZAR O USO DO SOLO NO PAE ILHA JOÃO PILATOS..



FONTE: Elaborado pelo autor.

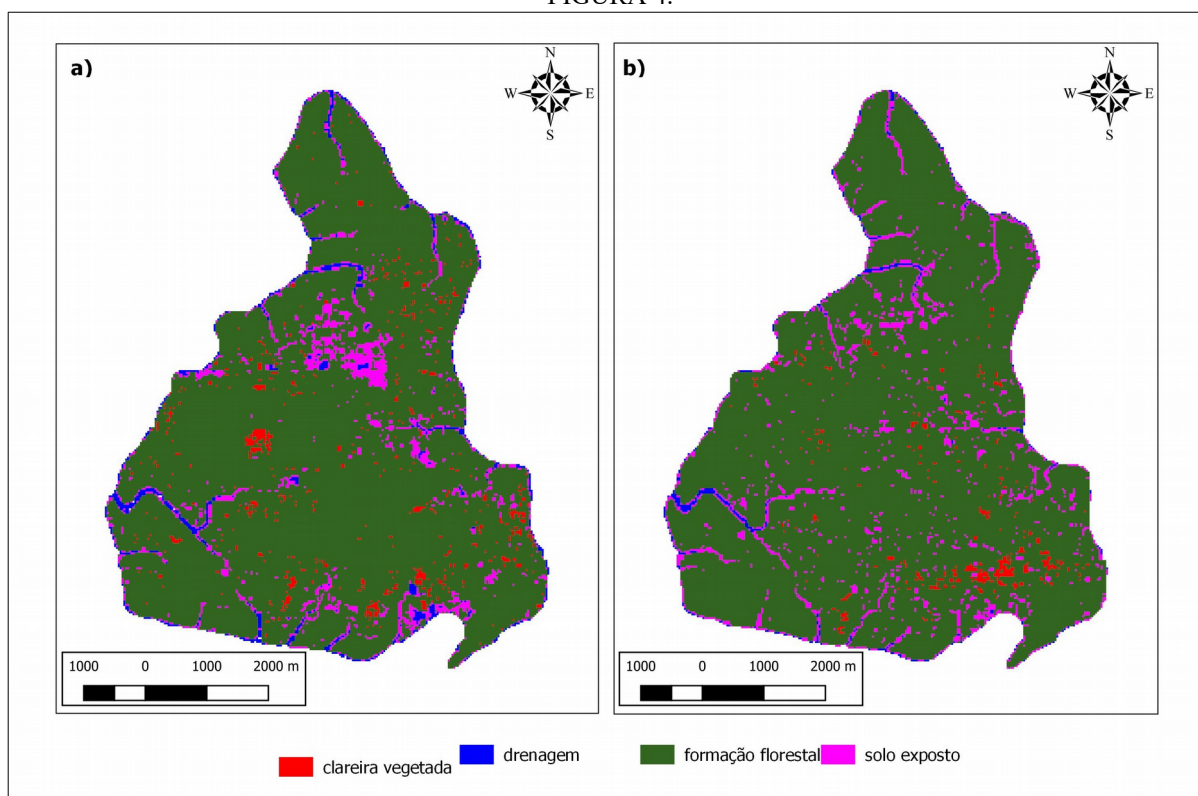
FIGURA 5 – PERCENTUAIS DAS CLASSES DE USO DO SOLO NOS ANOS DE 1999 E 2019 NO PAE ILHA JOÃO PILATOS.



FONTE: Elaborado pelo autor.

De modo geral, ocorreram pequenas variações nos percentuais das classes definidas. Observa-se que porção considerável do que foi classificado como solo exposto é devido a fatores naturais como recuo das águas – o que ocasiona um solo sem vegetação – e suspensão coloidal presente nos rios da região. A alta turbidez na água altera seu comportamento espectral na região do visível, ocasionando um pico na reflectância (MOREIRA, 2011; NOVO, 2010). Por isso algumas áreas de rios na mata ciliar apresentam comportamento semelhante ao solo exposto.

FIGURA 6 – MAPA DE USO DO SOLO REALIZADO COM NDVI, DE ACORDO COM OS VALORES NA FIGURA 4.



FONTE: Elaborado pelo autor.

Houve um pequeno aumento percentual nas áreas de solo exposto entre 1999 e 2019. Porém observou-se que a distribuição das áreas não é mesma para os dois períodos de tempo. Em 1999 as regiões de solo exposto apresentam-se de forma mais concentrada, principalmente próximo as vilas além de uma grande área ao centro-norte da ilha. Já em 2019 as áreas desflorestadas (tanto para agricultura quanto para habitação) estão mais dispersas pelas dimensões do PAE. Tal evento se responde pelo aumento demográfico ocorrido neste período e as ações resultantes do modo de vida e produção alimentar/econômica. Segundo Hora et al. (2015), os agricultores tem consciência da importância dos recursos ambientais para sua sobrevivência. Porém sofrem grande pressão do mercado para o aumento de suas fronteiras agrícolas, principalmente pela valorização econômica de alguns produtos como a farinha, oriunda do plantio de mandioca culturalmente realizado pela maioria dos habitantes do PAE, nas áreas de florestas secundárias em estágio médio de sucessão ecológica, as localmente chamadas de “capoeiras grossas”. Nesse mesmo ano, a região ao centro da ilha encontra-se vegetada, o que indica sucesso na atividade de regeneração natural.

A classe de clareiras vegetadas corresponde as áreas onde ocorreu perturbação na cobertura vegetal, mas apresenta os maiores valores de índices NDVI. Isso se explica devido a presença da regeneração natural da cobertura vegetal no período, onde há o estabelecimento de espécies pioneiras (estágio inicial de sucessão ecológica), as quais realizam alta atividade fotossintética ocasionando maior refletividade em comparação com as zonas de florestas que em virtude da arquitetura do dossel dispersam mais a REM (PONZONI, REZENDE, 2004).

Houve um pequeno aumento percentual nas áreas classificadas como formações florestais. Isso se deve a grande parte dos agricultores da comunidade do PAE ilha João Pilatos, ainda que de forma rudimentar, apresentarem preocupação com as consequências da exploração desordenada. Na ilha João Pilatos “os saberes ambientais estão fortemente ligados a alguns princípios da conservação da biodiversidade, como os saberes sobre tempo de pousio e crescimento da vegetação secundária e seus impactos no desenvolvimento do plantio” (HORA et al., 2015, p. 330).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, o uso do índice de vegetação da diferença normalizada – NDVI – na interpretação de imagens de satélite se mostrou como uma ferramenta de grande utilidade para a análise de mudanças no uso do solo no PAE Ilha João Pilatos, Ananindeua – PA.

Através das imagens geradas do NDVI, foi possível classificar o uso do solo na área de estudo, sendo encontradas 4 classes: água (drenagem, rios), solo exposto, formação florestal e clareira vegetada. A análise realizada ilustrou a diferença no padrão de ocupação e uso do solo no decorrer dos 20 anos, onde o aumento no percentual das áreas de solo exposto veio em função do aumento da atividade antropogênica. O fato de a agricultura de subsistência ser realizada em áreas com vegetação no estado inicial/médio de sucessão diminui a pressão sobre as áreas em estado avançado de sucessão ecológica.

O estudo vem para subsidiar as comunidades no entendimento de como o manejo e sistema de produção alimentar/econômico desenvolvido pelos moradores impacta sobre os recursos florestais. Os órgãos públicos gestores da área, como o INCRA, de posse de tais informações podem repensar políticas públicas de intervenção ambiental e econômica de modo a ajudar e melhorar a qualidade de vida dos ribeirinhos e agricultores do PAE.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.16, n.1, p. 173-198, 2014.

ALMEIDA, A. F. **Análise Etnoecológica da Floresta de Várzea da ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil**/ Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciencias Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2010. 61p. (Mestrado em Ciências Ambientais)

ALVES, A. K.; COSTA, M. V. C. V. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da bacia do Ribeirão Santa Juliana no Triângulo Mineiro - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis, 2007. **Anais...** p. 2267-2274.

BODMER, R. E.; PENN JUNIOR, J. Manejo da vida Silvestre em comunidades na Amazônia. In: VALLADARES 'PADUA, C. R. E. (Org). **Manejo e Conservação da Vida Silvestre no Brasil**. CNPq. Belém. p. 52-69. 1997.

CAMPOS, et al. Atributos Biofísicos de frutos e sementes e emergências de plântulas de Jutai-Açu. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 124, 2018.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Instituto de Geociências. Editora Unicamp. 1993. 170p.

EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

FERRAZ, J. S. F.; ALBUQUERQUE, U. P.; MEUNIER, I. M. J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 20, nº 1, p. 125-134. 2016.

FLORENZZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ed. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

HORA, N. N. et al. Saberes tradicionais e conservação da biodiversidade: usos, fazeres e vivência dos agricultores de uma comunidade de Ananindeua – PA. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 20, n. 2, p. 308-344, 2015.

IBGE. **Portal cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/anandindeua/panorama>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

INCRA. Portaria INCRA/SR 01 nº 39, de 28 de novembro de 2005. **Diário Oficial** [da União], Brasília, DF, 30 nov. 2005, n. 229, p. 110.

INPE. **Catálogo de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 maio 2020.

JENSEN, J. R., EPIPHANIO, J. C. N. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. 598 p.

KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 37-61, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de Aplicação**. 4ed. Viçosa: UFV, 2011.

NASCIMENTO, M.C. et al. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 389-398, 2006.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. 4ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

PEREIRA, C. E. F. et al. Aspectos relevantes na relação população x meio ambiente. **Sinapse Ambiental**, v.4, n.2, p. 22-36, 2007.

PONZONI, F.J.; REZENDE, A.C.P. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira-PA. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 403-410, 2002.

PONZONI, F. J.; REZENDE, C. P. Caracterização espectral de estágios sucessionais de vegetação secundária arbórea em Altamira (PA), através de dados orbitais. **Revista Árvore**, v.28, n.4, pp.535-545, 2004.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 144p.

QGIS.ORG. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.org>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

ROCZANSKI, A. O. **Ciências Ambientais**. Indaial: Uniasselvi, 2013.

SHIMABUKURO, V. E.; NOVO, E. M.; PONZONI, F. J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do pantanal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.33, Número Especial, p. 1729-1737, 1998.

SILVA, E. T. J. B. **Utilização dos índices de Vegetação do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Cerrado: Investigação de Parâmetros e Estratégias**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2004, 146 p.

SOARES-FILHO, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. 299 p. (Doutorado em Engenharia)

YOUNG, A. F. **Aplicação de índices relativos de vegetação e temperatura para estudo das mudanças do uso e ocupação do solo: estudo de caso de Curitiba (PR), 1986 a 2002/** Tese. Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005. p. 112p. (Doutorado em Engenharia Agrícola)