



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS –
PPGCA

LARISSE FERNANDA PEREIRA DE SOUZA

**DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS COM
FORMAÇÕES NÃO FLORESTAIS/PRODES NO SUDESTE PARAENSE**

Belém – PA

2019

LARISSE FERNANDA PEREIRA DE SOUZA

**DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS DE
FORMAÇÕES NÃO FLORESTAIS/PRODES NO SUDESTE PARAENSE**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA – Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais

Orientador: Dr. Marcos Adami

Coorientadora: Dra. Marcia Aparecida da Silva Pimentel

Belém - PA

2019

**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)

S719d Souza, Larisse Fernanda Pereira de

Dinâmica de uso e cobertura da terra em áreas do formações não florestais/PRODES no Sudeste paraense / Larisse Fernanda Pereira de Souza. — 2019.

79 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Adami

Coorientação: Prof^a. Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Não Florestais. 2. Uso e Cobertura da Terra. 3. Google Earth Engine. I. Título.

CDD 577

LARISSE FERNANDA PEREIRA DE SOUZA

**DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS COM
FORMAÇÕES NÃO FLORESTAIS/PRODES NO SUDESTE PARAENSE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Sócio-Ambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Data de aprovação: 28 / 06 / 2019

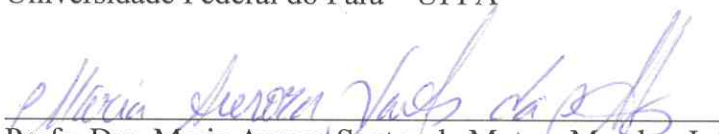
Banca Examinadora:



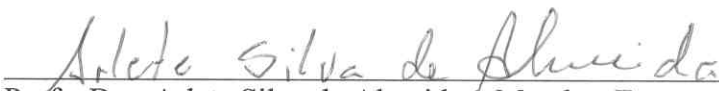
Prof. Dra. Marcia Aparecida da Silva Pimentel – Co-orientadora
Doutora em Geografia
Universidade Federal do Pará – UFPA



Prof. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima – Membro Interno
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará – UFPA



Prof. Dra. Maria Aurora Santos da Mota – Membro Interno
Doutora em Meteorologia
Universidade Federal do Pará – UFPA



Prof. Dra. Arlete Silva de Almeida – Membro Externo
Doutora em Ciências Ambientais
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

AGRADECIMENTOS

A meus pais, por adotarem meus sonhos;

A minha irmã e melhor amiga, pelo amor e força em todos os momentos;

Ao meu orientador (pai acadêmico), Dr. Marcos Adami, pela oportunidade e orientação ao longo do trabalho;

A Dr. Marcia Pimentel que me incentivou desde a graduação, quando eu não acreditava em mim, ela acreditava que eu poderia ir mais longe. Serei eternamente grata por tudo;

Ao meu namorado Rafael, que chegou no meio dessa caminhada, mas me incentivou a não desistir jamais e quando quis jogar tudo pro alto, ele me proibiu de fazer isso...rsrsrs. Obrigada por me proibir, certeza que teria me arrependido;

Ao meu amigo Igor do INPE, o que seria de mim sem você? Kkkkk. Aprendemos muito um com o outro, espero aprender cada vez mais;

Aos meus amigos Jones, Veríssimo e Larissa (minha quase chará), companheiros de sala no CRA. Veríssimo, muito obrigada por toda ajuda no trabalho de campo;

A minhas amigas, Andréa Coelho, Márcia Barros, Lucyana Santos, que me acolheram quando cheguei ao CRA e me ajudaram em um momento muito difícil. Meninas, sou muito grata;

Ao Sr Heleno que rodou comigo esses mais de 4.000 Km para fazer o trabalho de campo, tudo com muito humor, o que tornou essa viagem inesquecível;

Aos meus amigos da turma 2017 mestrado PPGCA em especial a Áurea, Paula, Eduardo e Gisele. Fico muito feliz em dizer que são mais que colegas, são amigos para vida;

A Ingrid, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis, obrigada por tudo;

Ao Centro Regional Amazônia (CRA), por ceder suas instalações, e equipamentos e softwares necessários para o desenvolvimento dessa dissertação;

A Coordenação de aperfeiçoamento pessoal (CAPES) pela concessão da bolsa por 24 meses;

A FUNCAT pela concessão da verba para o trabalho de campo;

A todos do CRA pela acolhida, muito obrigada;

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais,

Todos vocês, meu muito obrigada!

*O que não tem descanso, nem nunca terá
O que não tem cansaço, nem nunca terá
O que não tem limite.....*

Chico Buarque de Holanda

A meus pais, dedico.

RESUMO

As savanas amazônicas são de extrema relevância para a conservação da biodiversidade, sendo compostas por comunidades vegetacionais de numerosas espécies endêmicas. No entanto, as savanas amazônicas são pouco estudadas. As áreas florestais da Amazônia são monitoradas desde 1988 quando foi criado o Projeto de Monitoramento e Desmatamento da Amazônia (PRODES) para obter taxas anuais de desflorestamento bruto da Amazônia Legal Brasileira. Porém o PRODES não monitora áreas de Não Florestais (NF) dentro do bioma Amazônia, restringindo informações sobre as formações não florestais sua diversidade ambiental e grau de antropização. Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar a dinâmica da paisagem em áreas de formação não florestais nos períodos de 2000, 2010 e 2018. Esta pesquisa tem como área de análise uma área de NF (ecótono de transição Amazônia-Cerrado) localizada nos municípios de Rio Maria, Redenção, Floresta do Araguaia, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco e Santana do Araguaia, mesorregião sudeste do Estado do Pará, área de processo recente de povoamento. Para realizar o mapeamento de LULC da terra foi utilizada a plataforma Google Earth Engine (GEE). Trata-se de um catálogo de dados de análise prontos com um alto desempenho, intrinsecamente serviço de computação paralela. Ao analisar os resultados por classe temática, observou-se que as classes Savana Parque, Agricultura e Outros apresentaram concordância superior 90%. As classes Pasto e Savana Arborizada obtiveram menor concordância, com 80%. As classes que representaram maior intensidade de omissão foi Savana Arborizada com 10% e Outros 7%. Já a inclusão, teve os maiores valores nas classes Pasto com 13% e Mosaico de Agricultura ou Pastagem 7%. A precisão global deste mapeamento foi de 86%. A plataforma GEE mostrou-se eficiente e ágil que permitiu que num curto espaço de tempo fosse realizado várias tentativas de classificação até se chegar no melhor resultado possível com excelentes resultados de validação.

Palavras-chave: Não Florestais. Uso e Cobertura da Terra. Google Earth Engine

ABSTRACT

The Amazonian savannas are extremely important for the conservation of biodiversity, being composed of vegetation communities of numerous endemic species. However, the Amazonian savannas are poorly studied. Forest areas of the Amazon have been monitored since 1988 when the Amazon Monitoring and Deforestation Project (PRODES) was created to obtain annual gross deforestation rates of the Brazilian Legal Amazon. However, PRODES does not monitor non-forest areas (NF) within the Amazon biome, restricting information about non-forest formations, their environmental diversity and degree of anthropization. Thus, the general objective of this work is to analyze the landscape dynamics in non-forest formation areas in the periods of 2000, 2015 and 2020. This research has as an area of analysis an area of NF (Amazon-Cerrado transition ecotone) located in the municipalities. of Rio Maria, Redemption, Araguaia Forest, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco and Santana do Araguaia, southeast region of Pará State, area of recent settlement process. To perform LULC mapping of the land, the Google Earth Engine (GEE) platform was used. It is a catalog of ready-made analytics data with a high performance, intrinsically parallel computing service. When analyzing the results by thematic class, it was observed that the Savannah Park, Agriculture and Others classes presented a higher agreement 90%. The Pasture and Savannah Wooded classes had lower agreement, with 80%. The classes that represented the highest intensity of omission were Wooded Savannah with 10% and Other 7%. Inclusion, had the highest values in the pasture with 13% and Agriculture or Pasture 7%. The overall accuracy of this mapping was 86%. The GEE platform proved to be efficient and agile, which allowed several sorting attempts to be made in the shortest time until the best possible result was achieved with excellent validation results.

Key words: Non-Forestry. Land Use and Land Cover. Google Earth Engine

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Drives em escala de modificações LULC.....	19
Quadro 1 - Tipologias de mudanças de uso e cobertura da terra.....	19
Figura 2 - Características de diferentes tipos de resolução espacial e temporal de Sensores Remotos.....	20
Figura 3 - População em 2015 por município.....	26
Figura 4 - Fluxograma das etapas metodológicas.....	28
Quadro 2 - Classes temáticas de LULC	30
Figura 5 - Fluxograma de etapas para execução da metodologia.....	34
Figura 6 - Interface do sistema Locus Map.....	35
Figura 7 - Coleta de dados.....	37
Figura 8 - Mapa de localização e trechos percorridos em campo.....	38
Quadro 3 - Características e chave de interpretação das classes de LULC.....	39
Figura 9 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2000-2010.....	43
Figura 10 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2010-2018.....	44
Figura 11 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2000-2018.....	45
Figura 12 - Gráfico de deslocamento, concordância, intensidade e mudança.....	48
Figura 13 - Diagrama de Sankey de Transição de Uso e Cobertura da Terra para os anos 2000-2010-2018.....	52
Figura 14 - Número de bovinos para os anos 2000-2010.....	53
Figura 15 - Área classificada como pastagem para os anos 2000-2010.....	54
Figura 16 - Relação de cabeça por hectare de área 2000-2010.....	54

Figura 17- Produção e taxa de crescimento de soja em 2000-2010-2018.....	55
Figura 18- Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM).....	60
Figura 19- Índice de Gine.....	61
Figura 20- Conjunto de Processos de Uso e Cobertura da Terra.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Matriz de transição de LULC para cinco classes	33
Tabela 2- Matriz de contingência	35
Tabela 3- Quantificação das classes de LULC da terra	46
Tabela 4- Matriz de Contigência para o ano de 2018	46
Tabela 5- Transição de classes entre os anos 2000-2010	49
Tabela 6- Transição de classes entre os anos 2010-2018	50
Tabela 7- Desenvolvimento municipal e seus componentes	57
Tabela 8- Renda, Saúde (longevidade) e Educação (IDH) para os ano 2000-2010	59
Tabela 9- Validação de pontos.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GEE. Google Earth Engine

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MAPBIOMAS. Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil

MMA. Ministério do Meio Ambiente

MPEG. Museu Paraense Emílio Goeldi

PIB. Produto Interno Bruto

IDH. Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM. Índice de Desenvolvimento Humano Médio

PRODES. Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

SIG. Sistema de Informação Geográfica

NF. Não Florestal

LULC. Land Use Land Cover

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 Uso e Cobertura da Terra e Sensoriamento Remoto	18
3.2 Savanas Amazônicas	22
3.3 Características Socioeconômicas.....	25
4 ÁREA DE ESTUDO	26
5 MATERIAL E MÉTODO	29
5.1 Aquisição e Elaboração de um Banco de Dados	30
5.2 Definição das Classes de Mapeamento	30
5.3 Processamento dos Dados	32
5.4 Matriz de Transição	32
5.5 Avaliação de Precisão/Validação de Dados	33
6 OBTENÇÃO DE DADOS	35
6.1 Matriz de Contingência	36
7 PESQUISA DE CAMPO	37
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
8.1 Mapeamento Classificação de Uso e Cobertura da Terra e Avaliação das Mudanças	43
8.2 Processos Espaciais Socioeconômicos de Uso e Cobertura da Terra	54
9 CONCLUSÃO	65
10 FONTES DE APOIO E FINANCIAMENTO	67
REFERÊNCIAS	68
APENDICE A	75
APENDICE B	76

1 INTRODUÇÃO

A importância da conservação das savanas tropicais no mundo está cada vez mais reconhecida, devido à sua abundante flora e fauna, e quantidade de espécies endêmicas. Estes sistemas dinâmicos de pastagens e florestas abertas cobrem aproximadamente de 15 a 24 milhões de Km² da América do Sul, Ásia e África. Contando também com a Austrália, esse ecossistema está presente em 20% de toda a superfície terrestre (CARVALHO; MUSTIN, 2017). Na América do Sul, os maiores complexos de Cerrado (savanas) ocorrem no Brasil, Bolívia, Paraguai, Venezuela e Colômbia. Por indicar um alto potencial agrícola, nos últimos 35 anos, o Cerrado brasileiro tem vivenciado uma das maiores expansões de terras agropastoris (RAMANKUTTY *et al.*, 2016).

Portanto, Campos e Cerrados representam uma enorme área, e apresentam uma grande capacidade de produção alimentar atual e futura (HILL; HANAN, 2001). A diversidade de espécies e animais e plantas do Cerrado está associado com a heterogeneidade espacial (vários ecossistemas ao longo do espaço), a biodiversidade do cerrado possui um elevado nível de endemismo (MACHADO *et al.*, 2004). Mesmo em áreas de transição ou tensão ecológica.

Mais de 20 milhões de hectares de vegetação natural no Cerrado são considerados adequados para a expansão de soja, e até 11 milhões de hectares de terrenos poderiam ser legalmente convertidos sob as leis do código florestal. No Cerrado, existem grandes áreas de terras desmatadas adequadas para soja, porém essas terras não estão localizadas em regiões com a mais rápida expansão recente da soja em vegetação nativa (GIBBS *et al.*, 2015). Os impactos para sua conservação são desastrosos, uma vez que o Cerrado é um dos biomas mais afetados pela expansão agrícola.

Atualmente o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) possui programas de monitoramento como, DETER-Cerrado e PRODES-Cerrado. Entretanto, diferentemente do bioma amazônico, os esforços na redução do desmatamento do Cerrado são tardios em comparação a atenção nacional e internacional para as taxas de desmatamento da Amazônia brasileira (GIBBS *et al.*, 2015). O que resta para o Cerrado é proporcionar sua recuperação ecológica.

De acordo com código florestal brasileiro o percentual de Reserva Legal¹ em imóvel situado em área de formações florestais, de cerrado ou de campos gerais na Amazônia

¹Reserva Legal é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação

Legal é definido considerando separadamente 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas; 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado; 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais (BRASIL, 2012). Isso implica em menor proteção para estas terras em áreas de Cerrado e de campos gerais.

Dentre as explicações que buscam esclarecer a presença de savanas em algumas áreas do bioma amazônico está o conceito de zonoecótono. Walter (1986), define como Zonoecótono; zonas climáticas, ligadas por longas zonas de transição (*boundary zone*), onde ocorrem dois tipos de vegetação lado a lado, sob as mesmas condições climáticas gerais e em regime de ávida competição.

As savanas amazônicas são de extrema relevância para a conservação da biodiversidade, sendo compostas por comunidades vegetacionais de numerosas espécies endêmicas. No entanto, as savanas amazônicas são pouco estudadas, onde têm sido isoladas pela própria floresta, e apesar dos estudos serem restritos, eles mostram claramente a heterogeneidade existente na composição das comunidades de flora e fauna dessas áreas (CARVALHO; MUSTIN, 2017).

De acordo com (CARVALHO *et al.*, 2017) essas áreas são endêmicas e estão altamente ameaçadas, pois a própria legislação torna-se ineficiente uma vez que o código florestal destina em áreas de Cerrado e/ou savana amazônicas apenas 20 % de reserva legal. As áreas florestais da Amazônia são monitoradas desde 1988 quando foi criado o Projeto de Monitoramento e Desmatamento da Amazônia (PRODES) para obter taxas anuais de desflorestamento bruto da Amazônia Legal Brasileira fornecendo informações detalhadas sobre o desmatamento. Porém o PRODES não monitora áreas de Não Florestis (NF) dentro do bioma Amazônia, restringindo informações sobre as formações não florestais sua diversidade ambiental e grau de antropização (DINIZ *et al.*, 2015). Desta maneira, as áreas de NF não são contempladas por acordos como o da Moratória da soja (RUDROFF *et al.*, 2011) ou o TAC do boi. Além disto, não se tem uma estimativa da área antropizada nesta região e quais são os drivers desta alteração.

Esta pesquisa tem como área de análise uma região com formações de vegetação não florestal (NF) que está localizado nos municípios de Rio Maria, Redenção, Floresta do Araguaia, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco e Santana do Araguaia, região sudeste do Estado do Pará. O recorte selecionado localiza-se no ecótono de

dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Sua dimensão mínima em termos percentuais relativos à área do imóvel é dependente de sua localização.

transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, com presença de savanas amazônicas apresentando um intenso processo de ocupação e uso da terra ao longo do tempo, promovendo alterações físico-químicas e biológicas, devido a conversão de terras para áreas de pastagem e agricultura.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a dinâmica da paisagem em áreas de formação não florestais nos períodos de 2000, 2010 e 2018.

2.2 Específicos

1- Mapear os usos e cobertura das áreas de formação vegetal não florestal no sudeste paraense;

2- Analisar a dinâmica de uso e cobertura com relação as características fisiográficas (uso e cobertura na rede de drenagem e altimetria);

3- Avaliar os impactos socioeconomicos e ambientais dessa dinâmica nos municípios da região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Uso e Cobertura da Terra e Sensoriamento Remoto

Bie; Leeuwen; Zuidema (1996) definem como cobertura da terra a vegetação (natural ou plantada), água, gelo, rocha nua e superfícies similares ou construções feitas pelo homem. Já o uso da terra é considerado uma gestão de procedimentos desenvolvidos pelo homem, para obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos terrestres, como a extração de borracha na floresta, conservação da biodiversidade, produção de madeira, cultivo itinerante, dentre outros. Desta maneira, a cobertura é o elemento da terra e o uso é a operação que o ser humano faz sobre este elemento. Conversões da cobertura terrestre são medidas por uma mudança de uma categoria de cobertura para outra, como é o caso da expansão agrícola sobre as florestas (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

Em 2050 a população mundial deverá atingir o patamar de 10 bilhões de pessoas. Para atender o aumento na demanda de alimentos em resposta a uma crescente população, mais urbana e de maior renda, torna-se necessário aumentar a produção agrícola em pelo menos 50% frente aos níveis de 2000 (B; JR, 2008). Com isto, aumenta a demanda por novas terras de cultivo, forçando a conversão de áreas naturais. Entretanto, medidas econômicas, políticas ou de legislação são adotadas para suprir ou conter essas demandas de novas terras para elevar a produção. Neste contexto, o Brasil, com seu abundante recurso de terras agricultáveis, sem dúvida, continuará a desempenhar um papel importante como fornecedor global de commodities agrícolas (ARIMA *et al.*, 2011).

As mudanças de uso e cobertura da terra (LULC), no entanto, não vem sem custos. A conversão de terras agrícolas e florestas para o desenvolvimento urbano reduz a quantidade de terras disponíveis para produção de alimentos e madeira. Erosão do solo, salinização, desertificação e outras degradações associadas a agricultura intensiva e desmatamento, reduzem os recursos terrestres e a própria produtividade agrícola (WU, 2008). O fator antropogênico tem um impacto grande sobre LULC. A crescente expansão agrícola gera pressão não só nos recursos da terra, mas também em todo o meio ambiente (KANIANSKA, 2016). Essas alterações LULC estão relacionadas, principalmente, ao desmatamento para transformação em sistemas agrícolas ou pastagem, o que resulta em transferência de carbono da biosfera para a atmosfera e contribui para alterações climáticas em todas as escalas (MALHI *et al.*, 2008).

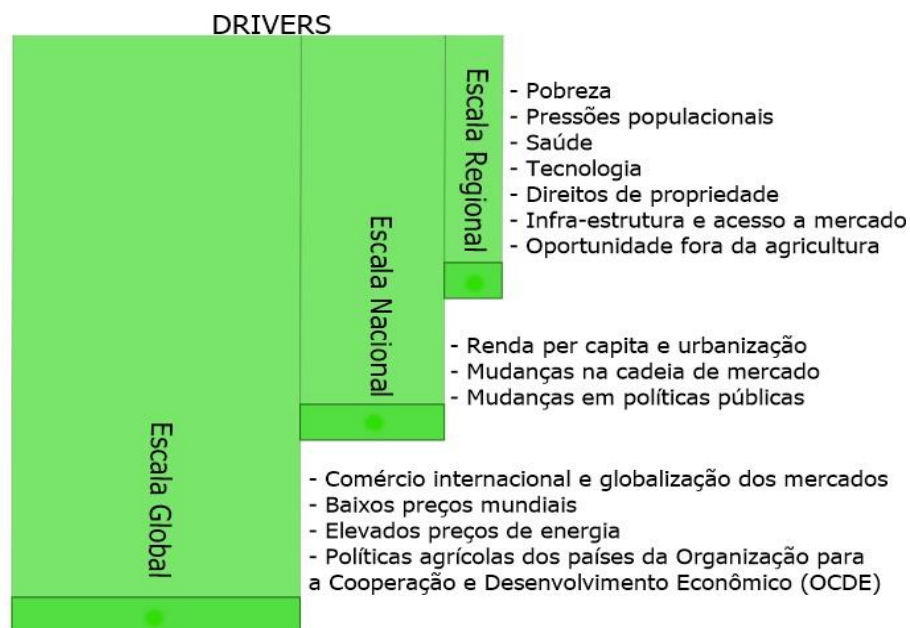
Detectar as conversões da cobertura terrestre é justificada pela crescente necessidade de gerenciamento e monitoramento dessas mudanças, conforme recomenda a

UNCED-92 na conferência subsequente em Johannesburgo (RIO + 10) e Rio de Janeiro (RIO + 20) (FAO, 2010).

A pressão antrópica sobre o recurso natural reflete no estado do ambiente, principalmente expresso pelos indicadores de qualidade do solo e da água. Mudanças negativas no ambiente, então, têm impactos negativos na paisagem, por exemplo, a perda da paisagem tradicional, o desaparecimento da biodiversidade, alterações climáticas e de serviços ecossistêmicos (KANIANSKA, 2016).

A figura 1 expõe fatores sociopolíticos e econômicos que influenciam diretamente na dinâmica de uso da terra. Martha Jr. (2008), propõe três drives para a dinâmica de uso da terra, sendo eles: Escala Regional que trata diretamente das necessidades populacionais. Escala Nacional que é um drive principalmente econômico e Escala Global que é um fator político.

Figura 1- Drives em escala de modificações de Uso e Cobertura da Terra.



Fonte: Adaptado de (MARTHA JR, 2008).

As outras causas (quadro 1) estão associadas a tomada de novas oportunidades pelos administradores de terras que buscam realizar suas diversas aspirações. Cada uma dessas causas de alto nível pode ser aplicada como processos evolutivos lentos que mudam gradativamente na escala de tempo de décadas ou mais, ou como mudanças rápidas que

ocorrem repentinamente com perturbações que afetam subitamente sistemas humano-ambientais (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

Quadro 1- Tipologias de mudanças de uso e cobertura da terra.

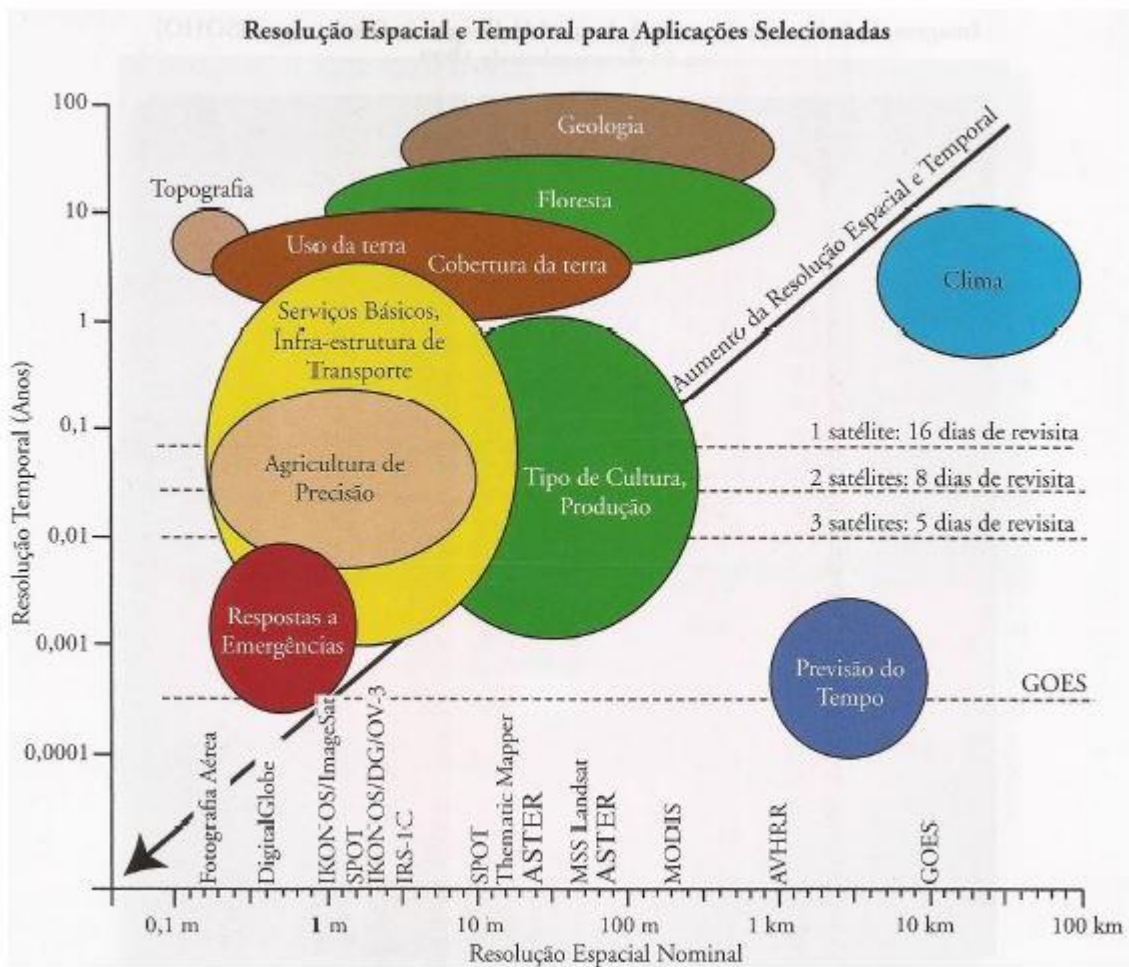
	Escassez de recursos causando pressão de produção em recursos	Alterando as oportunidades criado pelos mercados	Política externa de intervenção	Perda de capacidade de adaptação e maior vulnerabilidade	Mudanças na organização social, no acesso aos recursos e nas atitudes
Lento	Crescimento da população natural e divisão de parcelas de terra ciclos de vida domésticos que levam a mudanças na disponibilidade de mão-de-obra perda de produtividade da terra em áreas sensíveis seguindo uso excessivo ou inadequado, falha na restauração ou na manutenção obras de proteção de recursos ambientais e extração excessiva de excedentes do gerente de terra.	Aumento da comercialização e melhoria da agroindustrialização na acessibilidade através de mudanças na construção de estradas nos preços de mercado para insumos ou produtos (por exemplo, erosão dos preços da produção primária, termos de comércio globais ou urbanos desfavoráveis) salários e oportunidades de emprego fora da fazenda	Desenvolvimento Econômico programas de subsídios perversos, induziu distorções de preços e incentivos fiscais desenvolvimento de fronteiras (por exemplo, por razões geopolíticas ou para promover grupos de interesse) falta de segurança governamental e de corrupção na posse da terra	Empobrecimento (por exemplo, dívidas domésticas rastejantes, acesso ao crédito, falta de fontes de renda alternativas e capacidade de buffer fraca) quebra das dependências de redes de segurança social informal em recursos externos ou em assistência à discriminação social (minorias étnicas, mulheres, membros de classes mais baixas ou castas)	Mudanças nas instituições que regem o acesso aos recursos por diferentes gerentes de terra (por exemplo, mudança de direitos comunais para direitos privados, posse, participações e títulos) crescimento das aspirações urbanas quebra do crescimento da família alargada do individualismo e do materialismo falta de educação pública e fluxo de informação pobre em o ambiente
Rápido	Migração espontânea, deslocamento forçado da população, refugiados, redução da disponibilidade de terra devido à invasão por outros usos da terra (por exemplo, reservas naturais)	Mudanças de investimentos de capital em macro-econômicas e comerciais nacionais ou globais condições que levam a mudanças nos preços (por exemplo, aumento dos preços da energia ou crise financeira global) novas tecnologias para a intensificação do uso de recursos	Alterações rápidas de políticas (por exemplo, desvalorização) guerra de instabilidade governamental	Conflitos internos, doenças (por exemplo, HIV) riscos associados a riscos naturais (por exemplo, levando a uma falha de colheita, perda de recursos ou perda de capacidade produtiva)	Perda de direitos ao meio ambiente recursos (por exemplo, expropriação para agricultura em larga escala, grandes barragens, silvicultura projetos, turismo e conservação da vida selvagem), o que leva a uma marginalização ecológica dos pobres

Fonte: (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

Diante do exposto, o mapeamento LULC por meio de tecnologias como o sensoriamento remoto, torna-se requisito de: monitoramento ambiental, metas de

conservação, aplicação do ordenamento do território ou recursos naturais orientados para o ecossistema, citando apenas alguns drivers, dão alguma urgência considerável para o desenvolvimento de soluções operacionais que possam extrair informações tangíveis (BLASCHKE, 2010). A aquisição de resultados em diferentes escalas, permite a identificação do uso da terra, e apoia o monitoramento e controle do desmatamento (REIS *et al.*, 2009). Assim, o sensoriamento remoto tem uma importante contribuição ao fazer documentação da real mudança na cobertura da terra (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

Figura 2- Características de diferentes tipos de resolução espacial e temporal de Sensores Imageadores



Fonte: (JENSEN, 2011).

O termo Sensoriamento Remoto foi criado para designar o desenvolvimento de uma nova tecnologia com instrumentos capazes de obterem imagens da superfície terrestre. É uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da terra por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES; ALMEIDA, 2012). O crescente volume de dados de

sensoriamento remoto, apelidados de “big data”, criam novos desafios no conjunto de dados que exigem novas abordagens para extrair informações importantes (SHELESTOV *et al.*, 2017).

Dada a evolução dos métodos computacionais e a disponibilidade de imagens gratuitas, ortorretificadas, essas novas oportunidades permitem construir mapas de uso e cobertura da terra (LULC) de alta resolução em uma base regular e avaliar mudanças de LULC para grandes territórios. Dentre essas novidades computacionais, temos a plataforma Google Earth Engine (GEE) que processa com facilidade grandes quantidades de imagens de satélites disponíveis gratuitamente, incluindo o satélite Landsat-8.

Os dados oriundos de sensoriamento remoto fornecem as informações necessárias para o reconhecimento da estrutura e da organização espacial dos elementos que compõem a paisagem. Estes por sua vez, refletem e permitem a análise das pressões socioeconômicas e seus efeitos podem ser observados evolução da cobertura da terra. A percepção da intensidade das mudanças e os períodos em que elas ocorreram; permitem a compreensão de suas estruturas no passado; e, além disso, torna viável a determinação dos vetores e tendências das pressões sobre os espaços naturais (SILVA SEABRA *et al.*, 2013).

Portanto, informações sobre o estado da cobertura global da terra são essenciais pois fornecem medidas quase contínuas a longo prazo de parâmetros ecológicos para monitorar o ecossistema através do tempo e em áreas significativas, como a aplicação de mudanças climáticas e perda de habitat.

3.2 Savanas Amazônicas

Savanas são sistemas ecológicos formados por padarias tropicais, nas quais algumas espécies isoladas de lenhosas vivem em competição com gramíneas e outras herbáceas. As herbáceas e as espécies lenhosas são dois tipos vegetais antagônicos; via de regra, um deles exclui o outro. Eles conseguem manter-se em equilíbrio ecológico exclusivamente nas zonas tropicais com chuvas estivais e em solos contendo camadas profundas de areia em mistura com argila (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Assim, os Cerrados são sistemas compostos por árvores mistas caracterizados por uma cobertura de árvores descontínua e uma camada contínua de gramíneas. Ratnam *et al.* (2011), diz que esta definição clássica de savanas, capta as características estruturais mais importantes sobre a ecologia funcional ou evolução destes ecossistemas. Henry Art. (1998), em seu Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais diz que “Cerrado é uma formação

vegetal que caracteriza o Centro-Oeste Brasileiro. É constituído por arbustos e gramíneas, com árvores baixas e tortuosas espalhadas pela área”. Essa descrição procura mostrar uma realidade paisagística para a região (FERREIRA; TROPPEMAIR, 2000).

A savana úmida neotropical brasileira, conhecida como Cerrado, abrange 204,7 milhões de hectares na parte central do país (SCARAMUZZA *et al.*, 2017). Este bioma é extremamente heterogêneo em termos de biodiversidade e fitofisionomia, apresenta forte sazonalidade, com período chuvoso ocorrendo de outubro a março e seco a partir de abril (SANO *et al.*, 2010).

Devido a sua grande área, heterogeneidade ambiental e proximidade com outros biomas tropicais, o bioma cerrado possui uma biodiversidade rica, e até recentemente, não apreciada. Faria (2006), aborda uma característica importante, que as espécies de plantas não são distribuídas uniformemente. Cerrados apresentam diversas variações, como por exemplo as savanas sazonais, onde os corredores da floresta periférica mesofítica ocorrem ao longo dos rios (florestas da galeria). Outros tipos de vegetação, tais como cerrados hiperestacionais (veredas) em solos com pouca drenagem, cerrados montanos secos (campo rupestre), bem como diferentes tipos de florestas sazonais como de folha caduca e de folha caduca semi-florestas ou florestas semi-perenes.

O bioma Cerrado tornou-se sujeito a generalizada intensificação do uso da terra (MÜLLER *et al.*, 2015). Análises estatística sugerem que este desenvolvimento leva a um deslocamento das áreas de pastagem para regiões de vegetação natural e pode ser considerado como uma forma indireta de desmatamentos nos biomas amazônico e cerrado (MÜLLER-HANSEN *et al.*, 2017).

Antes de 1970, o uso da terra no Cerrado foi caracterizado como ambientalmente amigáveis para a produção da pecuária sobre pastagem natural. Por isso, o mapeamento e monitoramento das fisionomias do Cerrado e suas áreas convertidas são necessárias não só para subsidiar a seleção de novas áreas de conservação, mas também para fornecer uso sustentável da terra e para melhorar a compreensão da dinâmica do Cerrado e seus impactos no balanço de carbono, ciclagem de nutrientes e recursos hídricos (SANO *et al.*, 2010).

A ocorrência de áreas disjuntas com vegetação de cerrado *sensu lato* nos biomas adjacentes pode ser atribuída a uma maior distribuição geográfica da sua área contínua no Brasil central, no passado (ROSSETTI; TOLEDO, 2006). No Brasil, são comuns nas zonas de transição entre os biomas Amazônia, Cerrado, Pantanal e Caatinga, enquadrando-se na ampla

definição de florestas tropicais estacionais do sistema de classificação de zonas de vida de Holdridge² (MACEDO *et al.*, 2013).

Nesse caso, as atuais áreas disjuntas seriam remanescentes desta distribuição original. Com a mudança do clima para mais úmido, as áreas com cerrados ficaram isoladas em outros biomas (PAULO; HENRIQUES, 2005). Na Amazônia brasileira, essas formações florestais estacionais historicamente são descritas como dispersas nos grandes encaves de campos e savanas regionais, contrastando floristicamente com o contínuo florestal adjacente (MACEDO *et al.*, 2013)

Estima-se que os cerrados amazônicos constituem uma área total de cerca de 267.164 hectares, quase 90% da área total ocorre na Bolívia e no Brasil, com áreas menores na Venezuela, Guiana e Suriname (CARVALHO; MUSTIN, 2017).

Uma das principais teorias defendidas para explicar a presença do cerrado em outros biomas, como por exemplo, na floresta Amazônica, na Caatinga, na floresta Atlântica e em florestas acicufoliadas no sul do Brasil, é a Teoria dos Refúgios e Redutos defendida por autores como HUECK (2008) e AB'SÁBER (1963) que de modo geral, trata da distribuição geográfica da biota após os eventos climáticos. Esta configuração fitogeográfica tem origem nas flutuações climáticas do Quaternário, nas quais em períodos mais úmidos houve uma expansão da vegetação de maior porte extrapolando os limites de seu domínio de origem. Já em períodos de secura climática, houve o inverso e ambientes que antes apresentavam uma vegetação de porte florestal passaram a desenvolver uma flora de porte arbustivo e herbáceo (SEVERINO; JOSÉ, 2015).

As áreas de contato entre Cerrado e Floresta Amazônica apresentam grande heterogeneidade de tipos de vegetação, diversidade ambiental dos tipos de solos, geologia, geomorfologia e clima (SILVA *et al.*, 2006) . Estão caracterizadas como ecótonos de transição Amazônia-Cerrado (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Ecótonos caracterizam-se frequentemente por uma alta diversidade e densidade de indivíduos e também são frequentemente povoados por espécies que designamos “generalistas de habitat”, ou seja, quando ambos os habitats que “colidem” frontalmente têm as mesmas preferencias (LANG; BLASCHKE, 2009).

² É o sistema de classificação ecológica elaborado pelo cientista norte-americano R. Holdridge. Ele define como conceito de formações vegetais, considerando que cada zona representa um habitat distintivo do ponto de vista ecológico (Holdridge, 1967).

A intervenção humana nas savanas amazônicas há muito tempo tem desempenhado um papel importante na formação do meio ambiente, e as principais ameaças atuais incluem conversão de terras para agricultura em grande escala, o aumento na infraestrutura e as queimadas descontroladas, todos dos quais estão interligados (CARVALHO; MUSTIN, 2017).

3.3 Características Socioeconômicas

Mudanças globais, causadas pelo homem, como a propagação de espécies invasoras e mudanças de uso da terra, podem alterar significativamente a biodiversidade e conseqüentemente a expressão das características e atributos funcionais das espécies e isso afeta os serviços ecossistêmicos essenciais para a humanidade (GADELHA *et al.*, 2014).

Para facilitar a produção de um cenário integrado de análise, é importante fazer uso das condições socioeconômicas com o objetivo de alcançar resultados sobre os impactos associados a LULC. O desenvolvimento socioeconômico em diferentes vias variam amplamente do uso da terra, forças motrizes econômicas que determinam os resultados de interesse.

O Sudeste Paraense se destaca em muitos aspectos socioeconômicos. O PIB da região apresenta forte especialização em atividades relacionadas a pecuária como a criação de bovinos, fabricação de produtos de laticínios, comercialização de medicamentos veterinários e comércio varejista de insumos (pesticidas fertilizantes e corretivos de solo); no cultivo de grãos, como arroz e soja; no desdobramento de madeira e na geração e distribuição de energia elétrica (IDESP, 2010).

Entre 2010 e 2014, a taxa geométrica de crescimento da população foi de 10,17 %. Um crescimento elevado em relação à média nacional. Destacamos aqui os municípios de Santana do Araguaia e Santa Maria das Barreiras, que apresentam taxas de 15,87 e 12,97 as maiores em relação aos outros municípios selecionados no estudo. Esse crescimento está associado aos projetos de expansão da fronteira agrícola.

Essa riqueza do sudeste tem um preço que a sociedade já está pagando, isto é, o elevado desmatamento regional, sendo o sudeste do Pará a área mais alterada do Estado no últimos 40 anos, e juntamente com a macro-região do nordeste, é a mais desmatada (HONORATO *et al.*, 2009).

4 ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa tem como área de análise uma área de NF (ecótono de transição Amazônia-Cerrado) localizada nos municípios de Rio Maria, Redenção, Floresta do Araguaia, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco e Santana do Araguaia, mesorregião sudeste do Estado do Pará, área de processo recente de povoamento.

Apesar de, o povoamento tenha iniciado através do Araguaia, a ocupação do território do Sul do Estado do Pará remonta a marcha para o Oeste na primeira metade do século XX e as políticas recentes da década de 1970 de expansão da fronteira agrícola e de implantação de polos agropecuários na mesma década (ZEE, 2007).

A região de integração do Araguaia possui uma extensão territorial de 147.297.00 hectares, contando com 14% do território estadual, é a maior produtora de bovinos do estado do Pará correspondendo a 38% do total do Estado. É a segunda maior região produtora de soja (28%) e o município de Santana do Araguaia é o maior produtor da região (Figura 3).

A geologia da região apresenta formas de relevo que ocorrem nas faixas leste, sul e oeste. São formadas por colinas médias e amplas com topos e vertentes convexas e padrão de drenagem de intensidade média no contexto regional. As altitudes médias atingem algo em torno de 100 – 400 metros, essas altitudes sobem para algo próximo de 400 – 600 metros. As litologias que predominam são gnaiesses, magmáticos, dioritos e granitos. As classes de solos predominantes são: Argissolos vermelhos, Latossolos vermelhos e Neossolos (VALE JÚNIOR *et al.*, 2011).

A cobertura vegetal dos municípios compõe-se, principalmente, por uma tipologia de transição Floresta/Cerrado, onde predomina a Floresta Aberta Mista tipo Cocal e Floresta Equatorial Latifoliada. Os Campos Cerrados apresentam a gama completa do tipo Savana, incluindo o Cerradão, o Campo Cerrado e os Parques (que são campos com arbustos isolados). A presença de projetos agropecuários propiciou a substituição de grandes tratos de vegetação nativa por pastagens artificiais. Onde os cultivos foram abandonados, ressurgem a capoeira ou Floresta Secundária (PIVETTA, 2011).

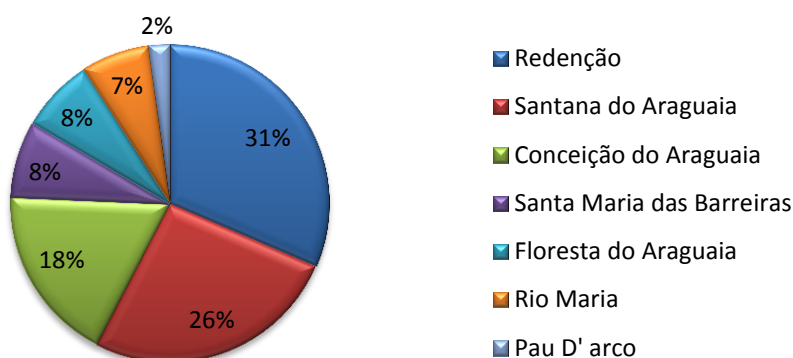
As Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais que integram o Domínio Extra-Amazônico coincidem com as regiões de clima Aw (Köppen). Considerada área de transição entre a Floresta Ombrófila e o Cerrado, ocorre em grande parte da faixa oeste, desde Conceição do Araguaia (PA), entre os rios Tocantins e Fresco, até Dom Aquino, ao sul. Algumas formas dessas florestas, também classificadas como Mesofíticas, ocorrem em solos

bem drenados e mais ricos em nutrientes, nos interflúvios sobre latossolos profundos mais férteis, derivados de rochas alcalinas como basalto e calcário (MMA, 2006).

Para realização deste trabalho foi selecionada como área de análise uma região de formação Não Florestal localizada nos municípios de Rio Maria, Redenção, Floresta do Araguaia, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco e Santana do Araguaia, região sudeste do Estado do Pará, Amazônia, que abranje uma área de 7.710 Km². A área possui clima tropical chuvoso, quente e úmido. Sua cobertura vegetal compõe-se principalmente, por uma tipologia de transição Floresta/Cerrado (FAPESPA, 2016).

Em termos de distribuição populacional, os municípios de Redenção, São Felix do Xingu e Conceição do Araguaia, juntos somam cerca de quase 238.000 mil habitantes. Em números absolutos e relativos, Santana do Araguaia é o terceiro município em tamanho populacional, com 65.062 habitantes de toda a região.

Figura 3- População em 2015 por município



Fonte: FAPESPA;IBGE (2016).

A taxa de urbanização da região do Araguaia corresponde a 52,83 % em 2010, ou seja, o crescimento da população urbana em relação à população rural reafirma o processo de urbanização no contexto de cidades da Amazônia. A urbanização da região Amazônica caracteriza-se como uma região de “fronteira” devido a uma dinâmica que promove o surgimento de novos núcleos urbanos.

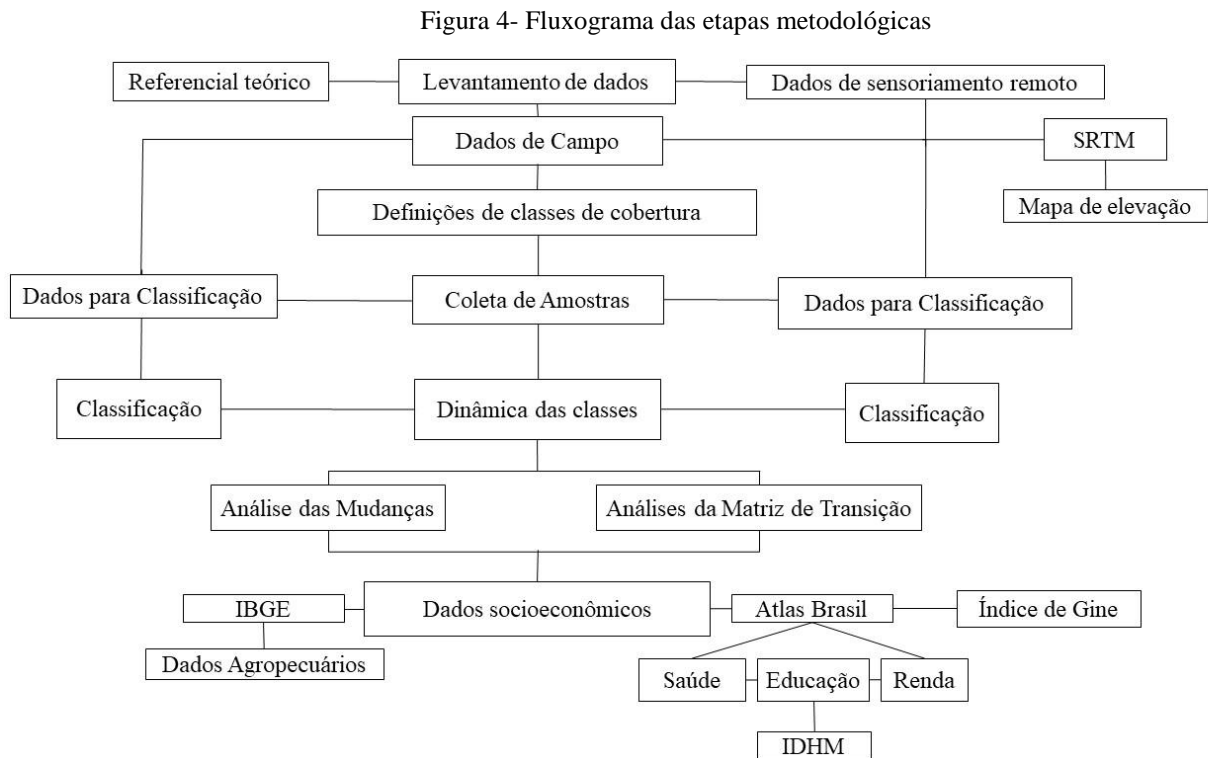
Em relação a balança comercial, os principais produtos exportados pela Região de Integração do Araguaia são: Ferro, Carne bovina com destaque para Santana do Araguaia como um dos maiores exportadores de carne congelada, com 3% e soja. E os principais produtos importados são: Carvão mineral e produtos orgânicos (FAPESPA, 2016).

Estes municípios foram selecionados por estarem localizados no ecótono de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, por conter uma grande área de NF e também por apresentar uma fronteira de expansão agrícola.

5 MATERIAL E MÉTODO

Afim de alcançar o objetivo de analisar a dinâmica da paisagem em áreas de formação não florestais nos períodos de 2000, 2010 e 2018, a sequência adiante expõe os procedimentos que serão adotados nesta pesquisa, no âmbito de definir de forma satisfatória as classes de LULC.

Primeiramente o levantamento bibliográfico para a construção de um referencial teórico sobre as temáticas levantadas na pesquisa. Abordagens da ecologia de paisagens, LULC a partir de técnicas de sensoriamento remoto, caracterização do bioma cerrado, savanas amazônicas, caracterização da dinâmica da paisagem na Amazônia.



Para realizar o mapeamento de LULC da terra será utilizada a plataforma GEE. Trata-se de um catálogo de dados de análise prontos com um alto desempenho, intrinsecamente serviço de computação paralela. Ele é acessado e controlado através de uma interface acessível pela Internet de Programação de Aplicações (API) e um ambiente associado e baseado no Web Desenvolvimento Interativo (IDE) que permite prototipagem rápida e visualização dos resultados (GORELICK *et al.*, 2017).

O catálogo de dados do GEE abriga um grande repositório de conjuntos de dados geoespaciais publicamente disponíveis, incluindo observações de uma variedade de sistemas de satélite e imagens aéreas em ambos os comprimentos de onda ópticos e não ópticos, variáveis ambientais, previsões de tempo, clima, cobertura do solo, topografia e conjuntos de dados socioeconômicos

. Todos esses dados são pré-processados em um formato pronto para uso, mas há a preservação da informação, que permite acesso eficiente e remove muitas barreiras associadas à gestão de dados (GORELICK *et al.*, 2017).

A computação em nuvem baseado em GEE efetivamente facilita o processamento de milhares de imagens Landsat e outros satélites. Especificamente, GEE sincroniza todos os dados espaciais do centro da Earth Resources Observation and Science (EROS) do USGS, e também fornece diferentes níveis de produtos processados, incluindo os dados brutos, refletância TOA, e refletância de superfície (RS) dados em cena e formatos compostos (8 dias, 16 dias, 32 dias, e anual). Esta plataforma lança luz sobre a capacidade encorajar a tecnologia de computação em nuvem nas plataformas emergentes (por exemplo, GEE e AWS) para mapeamento de cobertura da terra (DONG *et al.*, 2016).

5.1 Aquisição e Elaboração de um Banco de Dados

A elaboração dos dados de uso e cobertura da terra dos municípios, Santana do Araguaia, Conceição do Araguaia, Santa Maria das Barreiras, Pau D'arco, Floresta do Araguaia, Rio Maria e Redenção serão executados a partir de dados do projeto TerraClass 2008 e 2014 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e as bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) contendo: limites municipais, hidrografia, estradas, limite das regiões. Além das tabelas contendo os dados da produção anual, área plantada, dentre outros.

5.2 Definição das Classes de Mapeamento

A classes temáticas de uso e cobertura da terra nas Savanas Amazônicas estão representadas por áreas naturais com as feições florestal e não florestal compreendendo as formações savânica e campestre (quadro 2).

Quadro 2- Classes temáticas de LULC

CLASSE	DEFINIÇÃO
<i>Natural</i>	
Formação Savânica (Savana Arborizada)	Subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica (cuja altura não supera a dois metros) rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeito ao fogo anual.
Formação Savânica (Savana Parque)	Subgrupo de formação constituído essencialmente por um estrato graminoide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um “Parque Inglês” (Parkland).
<i>Antrópica</i>	
Mosaico de Agricultura/Pastagem	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Pastagem	Área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais.
Agricultura	Áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de cultivos de grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, defensivos agrícolas e práticas de mecanização.

Fonte: (IBGE; MapBIOMAS; INPE, 2017).

5.3 Processamento dos Dados

Etapas de pré-processamento aplicadas:

1- Aquisição e processamento dos dados de sensoriamento remoto:

Para realizar o mapeamento de avaliação de uso e cobertura da área de estudo, onde serão utilizadas imagens Landsat disponíveis no catálogo do GEE, para os períodos de 2000, 2010 e 2018.

2- Fluxo de trabalho e detecção de mudança (Classificação):

Para obter uma matriz de transição entre as classes de cobertura da terra onde quantifica-se as conversões de uso e cobertura da terra, na qual as classificações geradas na série histórica são comparadas.

- Definição das classes de uso e cobertura da terra
- Seleção de métodos de detecção adequados a mudança
- Identificação de processamento de imagem aplicável em Savanas
- Avaliação de precisão, com pontos de validação (trabalho de campo, classificação de uso e cobertura no GEE).

3- Análise de mudança da cobertura da terra

• Mapear e discutir mudanças de classe de uso e cobertura para cada município, e compara-los com resultados dos estudos com base em satélites relacionados (PRODES, TERRACLASS, IBGE).

• Avaliar a transição mais importante das classes de uso e cobertura do solo em relação às diferentes categorias em cada município, para identificar quais as categorias são importantes na determinação de mudança.

5.4 Matriz de Transição

Por meio da tabulação cruzada, no qual serão concatenados mapas dos anos X^1 , X^2 e X^3 , ou seja, haverá e geração de um mapa de mudanças e de uma matriz de transição. Para toda mudança de cobertura e uso, há, concomitantemente, dois processos relacionados: um de expansão (ou incremento) e um de retração ou decremento. A matriz de transição permite o cálculo das probabilidades de transição, que por sua vez, permitem a execução de simulações pretéritas e a geração de cenários prospectivos variados (MACEDO *et al.*, 2013).

A matriz de transição é um método de simulação que considera as frequências diametral no ano de início da simulação (N_t) como vetor, multiplicado por uma matriz de probabilidades de transição entre classes diametraes (Tp) permite a obtenção de Frequências diamétricas do último ano (N_{t+1}). A entrada também é considerada como um vetor (R_t), que é adicionado ao produto de matriz vetorial descrito (ARCE, 1998).

Para a construção da matriz de transição probabilística, o primeiro passo é a elaboração de uma tabela contendo a frequência absoluta das transições entre os estados no intervalo de tempo considerado (VASCONCELOS; HIGUCHI; OLIVEIRA, 2009).

Tabela 1- Matriz de transição de LULC para cinco classes

		Ano t2						
Ano t1	Classes	Agricultura	Floresta	Outros	Pastagem	Vegetação	Total de t1	Perda
	Anual	Anual				Secundária		
	Agricultura	C11	C12	C13	C14	C15	C1+	C1+-C11
	Floresta	C21	C22	C23	C24	C25	C2+	C2+-C22
	Outros	C31	C32	C33	C34	C35	C3+	C3+-C33
	Pastagem	C41	C42	C43	C44	C45	C4+	C4+-C44
	Vegetação	C51	C52	C53	C54	C55	C5+	C5+-C55
	Secundária							
	Total t22	C+1	C+2	C+3	C+4	C+5	1	
	Ganho	C+1 – C11	C+2 – C22	C+3 – C33	C+4 – C44	C+5 – C55		

Fonte: (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

A tabela acima (tabela 1) é um exemplo da frequência das transições entre os estados de uso e cobertura da terra. Nessa matriz de transição, a variável C refere-se à classe enquanto que o índice i refere-se ao tempo 1 e o índice j refere-se ao tempo 2. Quando $i \neq j$, C_{ij} indicam uma transição da classe no tempo i para outra classe no tempo j . Na diagonal principal, onde $i = j$, C_{ij} indica persistência, ou seja, a permanência da classe no período. No total das colunas a notação C_{i+} denota a proporção de classe no tempo j . No total das linhas, a anotação C_{+j} apresenta a proporção da classe no tempo i (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

5.5 Avaliação de Precisão/Validação de Dados

As avaliações de precisão de mapas temáticos são essenciais para a validação, aceitação e utilização de mapa de uso e ocupação da terra. Porém, os processos de avaliação de precisão podem ser complexos, devido ao difícil acesso a extensas regiões geográficas e

frequentes mudanças do uso da terra dificultando o processo de avaliação de precisão, mas estes obstáculos não reduzem a credibilidade destas avaliações (ADAMI *et al.*, 2012)

Para avaliar a precisão desta pesquisa, selecionou-se 86 pontos aleatoriamente estratificados por classe e gerados mapas temáticos dos anos 2000, 2010 e 2018. Estes foram validados visualmente usando cenas de alta resolução de imagens do GEE e utilizando pontos coletados a partir da pesquisa de campo.

6 OBTENÇÃO DE DADOS

A classificação supervisionada por meio do algoritmo Random Forest que foi realizada utilizando áreas de treinamento, escolhidas por possuírem grande diversidade ecológica, isto objetiva obter nas amostras uma maior representatividade de toda diversidade regional no que se refere a áreas com cobertura vegetal não florestal, e por isso as seguintes etapas.

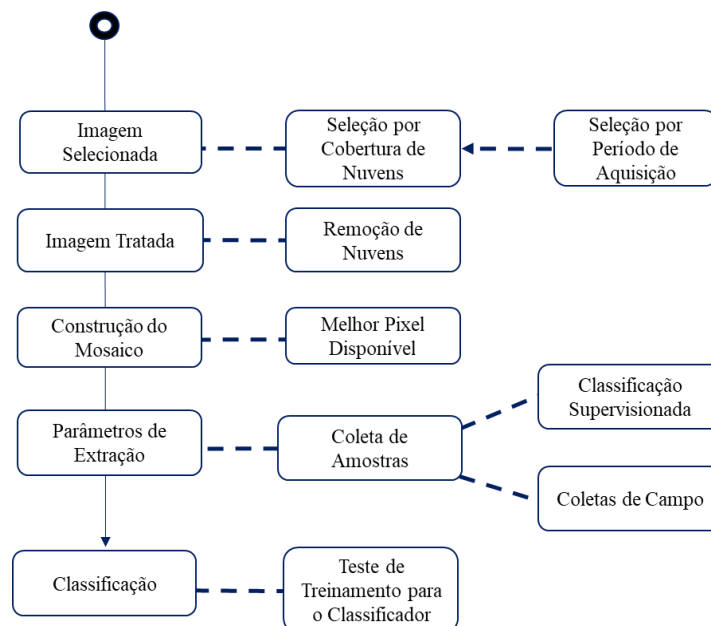
1. *Preparação dos Mosaicos*: Os mosaicos anuais consistem em medianas trimestrais de composição sem nuvem, para a composição de mosaico sem nuvem foi utilizado o algoritmo Landsat Simple Cloud Score, e para diminuição de névoa e neblina foi utilizado o *Best Available Pixel* (BAP) (GORELIK, 2017).

2. *Coleta de amostras*: Visando melhor acurácia de algoritmo supervisionado, se fez necessário um conjunto de amostras obtidas por especialista.

3. *Classificação*: Etapa de uso do algoritmo em todo mosaico, já treinado com 60% do conjunto de amostras.

4. *Teste de Treinamento para o Classificador*: 40% do conjunto de amostras, sendo estes não contidos no conjunto de treinamento, foram utilizadas para compor o conjunto de validação.

Figura 5- Fluxograma de etapas para execução da metodologia



A primeira fonte de classificação “Landsat + Random Forest” classifica a cobertura da terra usando ferramentas de pré-processamento de amostras compostas por SMOTE e Threshold Limits para engajar o equilíbrio da classe, afinal extraímos 6 classes para representar a diversidade das áreas NF: Agricultura, Outros, Pasto, Savana Arborizada, Savana Parque, ambas com floresta de galeria (WHITE *et al.*, 2014).

A segunda fonte de classificação “MODIS Agriculture” tem como objetivo mapear agricultura e agricultura + unidade de pastagem com base no comportamento de séries temporais ajustadas pela função do gradiente responsável por suavizar a série temporal atenuando o ruído. A terceira fonte de classificação “Pasture” foi originalmente implementada por (PARENTE; FERREIRA, 2018) que modificou a adição de dados da própria cobertura do solo como uma máscara para limitar a área de pixels do MODIS.

6.1 Matriz de Contingência

A matriz de contingência é uma tabulação cruzada simples dos rótulos de classe alocados pela classificação dos dados de sensoriamento remoto contra os dados referência para os sites de exemplo. A matriz de erro organiza os dados de amostra adquiridos de uma forma que resume os resultados e auxilia na quantificação de precisão e área. Na diagonal principal da matriz de erro estão destacadas as classificações corretas, enquanto os elementos fora da diagonal mostram erros de omissão e de comissão. As entradas de células e valores marginais da matriz de erro são fundamentais tanto para avaliação de precisão e estimativa da área (WHITE *et al.*, 2014).

Tabela 2- Matriz de contingência

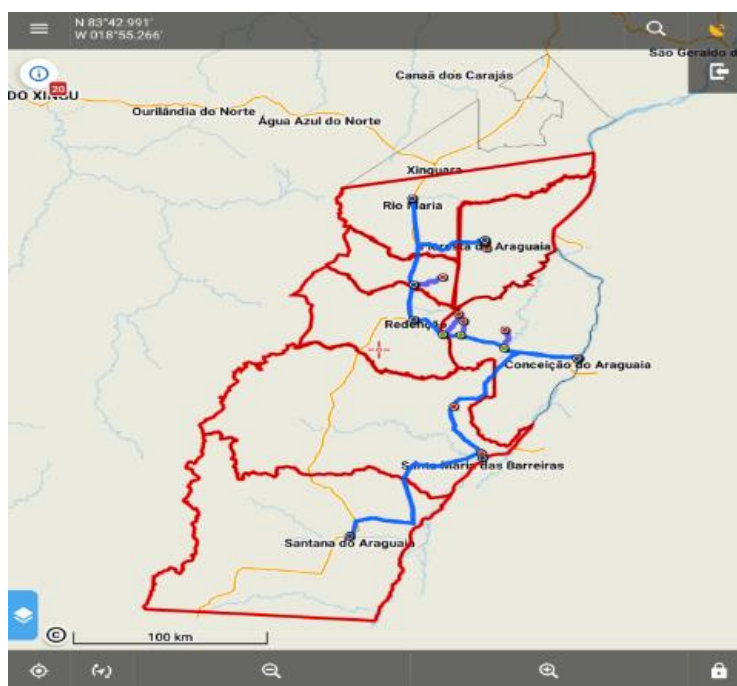
Classificação	Referência						Total Geral	Inclusão
	Formação Savânica (Arborizada)	Formação Savânica (Savana Parque)	Mosaico de Agricultura/Pastagem	Outros	Pastagem	Agricultura		
Formação Savânica (Arborizada)	N_{11}	N_{12}	N_{13}	N_{14}	N_{15}	N_{16}	N_{1+}	N_{11} / N_{1+}
Formação Savânica (Savana Parque)	N_{21}	N_{22}	N_{23}	N_{24}	N_{25}	N_{26}	N_{2+}	N_{22} / N_{2+}
Mosaico de Agricultura/Pastagem	N_{31}	N_{32}	N_{33}	N_{34}	N_{35}	N_{36}	N_{3+}	N_{33} / N_{3+}
Outros	N_{41}	N_{42}	N_{43}	N_{44}	N_{45}	N_{46}	N_{4+}	N_{44} / N_{4+}
Pastagem	N_{51}	N_{52}	N_{53}	N_{54}	N_{55}	N_{56}	N_{5+}	N_{55} / N_{5+}
Agricultura	N_{61}	N_{62}	N_{63}	N_{64}	N_{65}	N_{66}	N_{6+}	N_{66} / N_{6+}
Total Geral	N_{+1}	N_{+2}	N_{+3}	N_{+4}	N_{+5}	N_{+6}	1	
Omissão	N_{11} / N_{+1}	N_{22} / N_{+2}	N_{33} / N_{+3}	N_{44} / N_{+4}	N_{55} / N_{+5}	N_{66} / N_{+6}		

Fonte: Adaptada (GANEM, 2019).

7 PESQUISA DE CAMPO

Um ponto importante da pesquisa, talvez o mais importante, se refere à “chegada” à área de estudo (MARCOS, 2006). O primeiro momento do trabalho de campo teve por objetivo realizar uma classificação supervisionada por meio do GEE.

Figura 6- Interface do sistema Locus Map



Fonte: Aplicativo LocusMap (2019).

Os participantes, com rotas já pré-estabelecidas, puderam verificar e validar as paisagens, com auxílio de softwares, GPS e Tablet, além de confirmá-las com fotos dos referidos locais pesquisados.

Para acompanhar as análises das paisagens nos municípios estudados foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) as orbitas pontos do satélite LandSat-8, sensor OLI, ano 2018. Para descarregar os dados coletados, das representações espaciais do tipo ponto e segmento de reta, georreferenciados com o Receptor GPS e executar a Navegação em Tempo Real foi utilizado o aplicativo Locus Map (Figura 4).

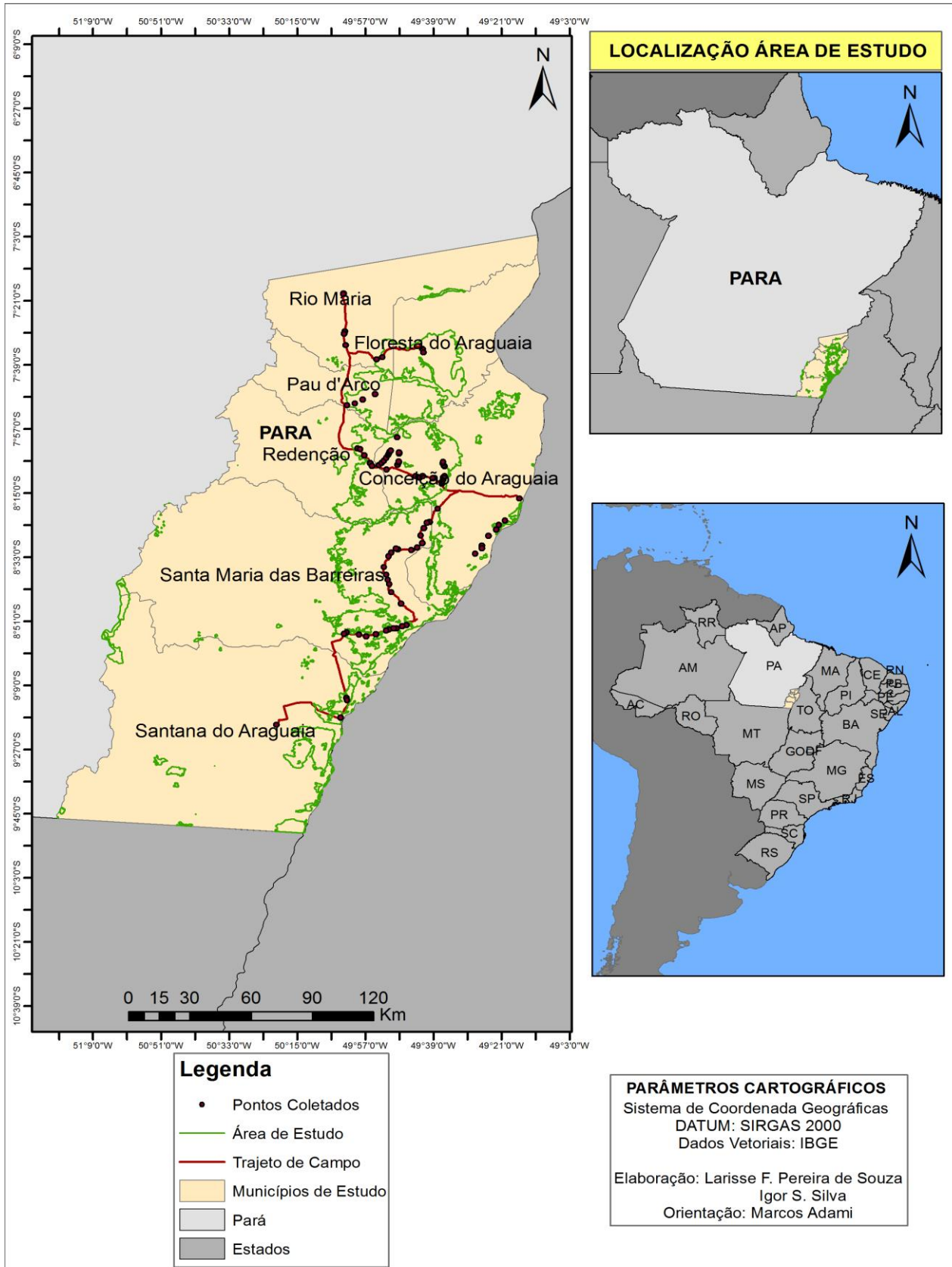
Figura 7- Coleta de dados



Considerando os dados coletados em campo e as imagens digitais de satélite processadas, posteriormente foi utilizado o software ArcGis 10.1 para visualizar e manipular os temas como: limite de município; estradas a serem percorridas; pontos pré estabelecidos anteriormente e realizar a elaboração das expressões visuais com as informações produzidas.


Atividades dessa natureza são fundamentais para o auxílio nos trabalhos de mapeamento do desmatamento pretérito, pois confirmam os resultados da interpretação visual, assim como possibilitam a coleta de informações que auxiliarão na distinção entre alvos que poderão causar confusão, como por exemplo, savana arborizada, savana parque , ou mosaico de agricultura/pastagem.





Figura 8- Mapa de localização e trechos percorridos em campo



Fonte: IBGE (2010).

Quadro 3- Características e chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra

CLASSE	DESCRIÇÃO	PADRÃO VERTICAL	FEIÇÃO DA IMAGEM	FOTOGRAFIA
Formação Savânica (Arborizada)	Fisionomia caracterizada pela presença de árvores baixas, espaçadas (isoladas), em meio a um estrato herbáceo contínuo.	Estrato arbóreo e arbustivo		
Formação Savânica (Savana Parque)	Graminoide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um “Parque”.	Estrato arbóreo e herbáceo		

<p>Mosaico de Agricultura ou Pastagem</p>	<p>Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.</p>	<p>Estrato herbáceo</p>		
<p>Outros</p>	<p>Áreas com: manchas urbanas; extração mineral; cicatriz de queimadas; solo exposto; associação de diversas modalidades de uso não discriminados devido à resolução espacial das imagens; áreas que apresentam padrão de cobertura diferenciada das demais classes; áreas que contém presença de nuvens ou sombra de nuvens.</p>	<p>Solo exposto</p>		

<p>Pastagem</p>	<p>Áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação nativa, ou, predomínio de vegetação herbácea e/ou gramíneas.</p>	<p>Pasto, com estrato arbustivo e/ou herbáceo.</p>		
<p>Agricultura</p>	<p>Áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de cultivos de grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, defensivos agrícolas e práticas de mecanização.</p>	<p>Monocultura com 100% de cobertura.</p>		

Fonte: TerraClass (2014).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutido os resultados obtidos nesse trabalho. Na seção 8.1 avalia-se o mapeamento a classificação de uso e cobertura da terra e as avaliações das mudanças. 8.2 encontram-se os processos espaciais socioeconômicos dos municípios onde se encontra a área de estudos.

8.1 Mapeamento Classificação de Uso e Cobertura da Terra e Avaliação das Mudanças

A partir do desenvolvimento de scripts (linguagem de programação) na plataforma do GEE foi possível obter imagens de satélite da região sudeste do Estado do Pará para os anos de 2000, 2010 e 2018. Os resultados desta pesquisa foram obtidos através de técnicas de sensoriamento remoto.

A tabela 3 mostra a representatividade de cada classe na área de estudo. A classe Savana Arborizada ocupava 19% da área em 2000, em 2010 caiu para 18% e em 2018 ocupou novamente 19%. Savana Parque ocupava 12% em 2000, passou para 23% em 2010 e depois para 29% em 2018. A pastagem que em 2000 ocupava 37%, caiu para 26% em 2010 e subiu para 31% em 2018.

Unindo as áreas das classes mais representativas Savana Arbórea, Savana Parque e Pastagem. Ao todo, essas três classes representam 79% da área de estudo. Trata-se de um resultado importante para avaliar a questão da pecuária na região num período de 18 anos. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em seu manual técnico da vegetação brasileira mostra que as classes Savana Arborizada e Savana Parque são decorrentes de formação natural e antrópica. Reforçando o intenso uso da pecuária na região onde posteriormente a vegetação tende a entrar em estágio de sucessão.

Figura 9- Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2000-2010

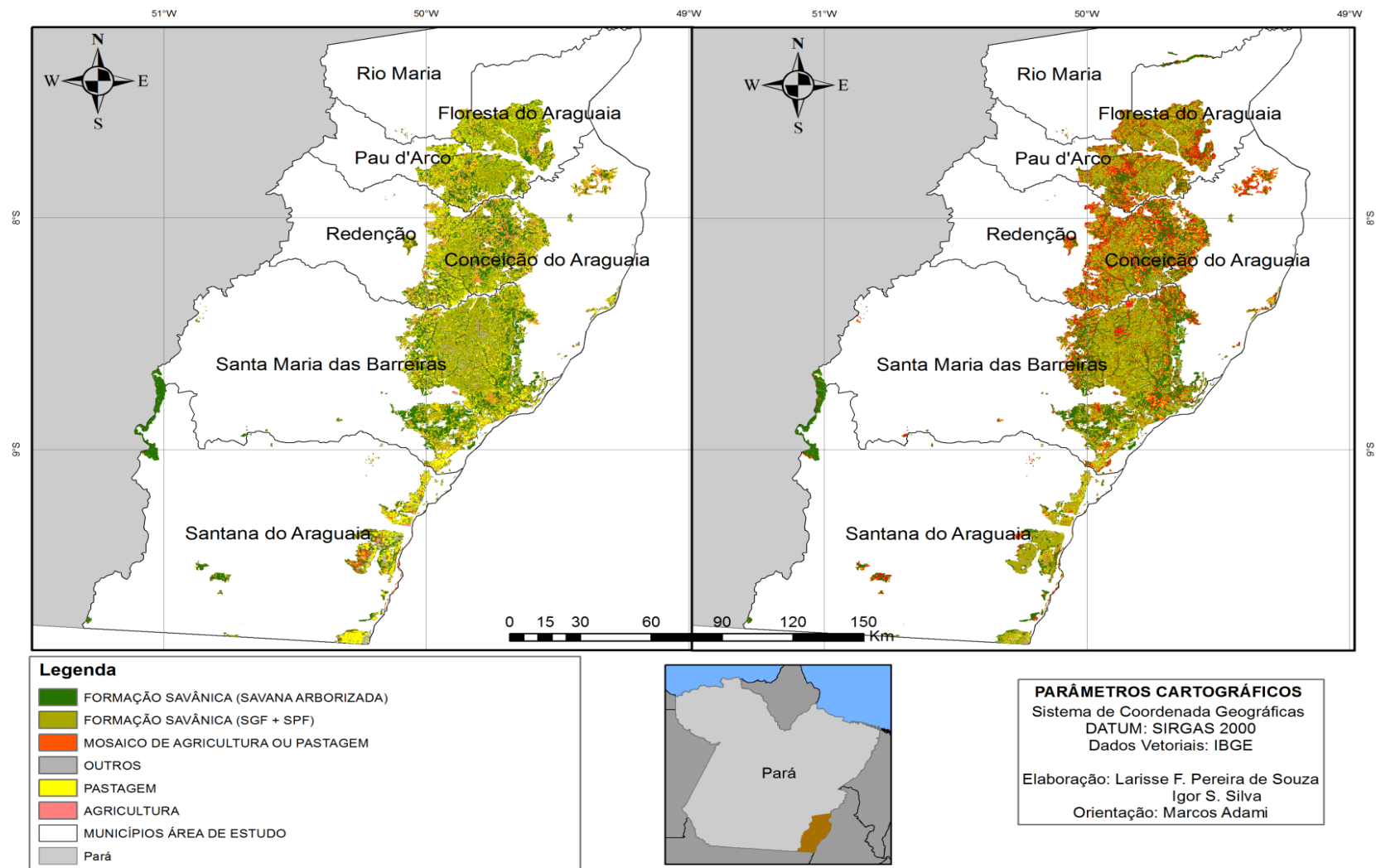


Figura 10- Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2010-2018

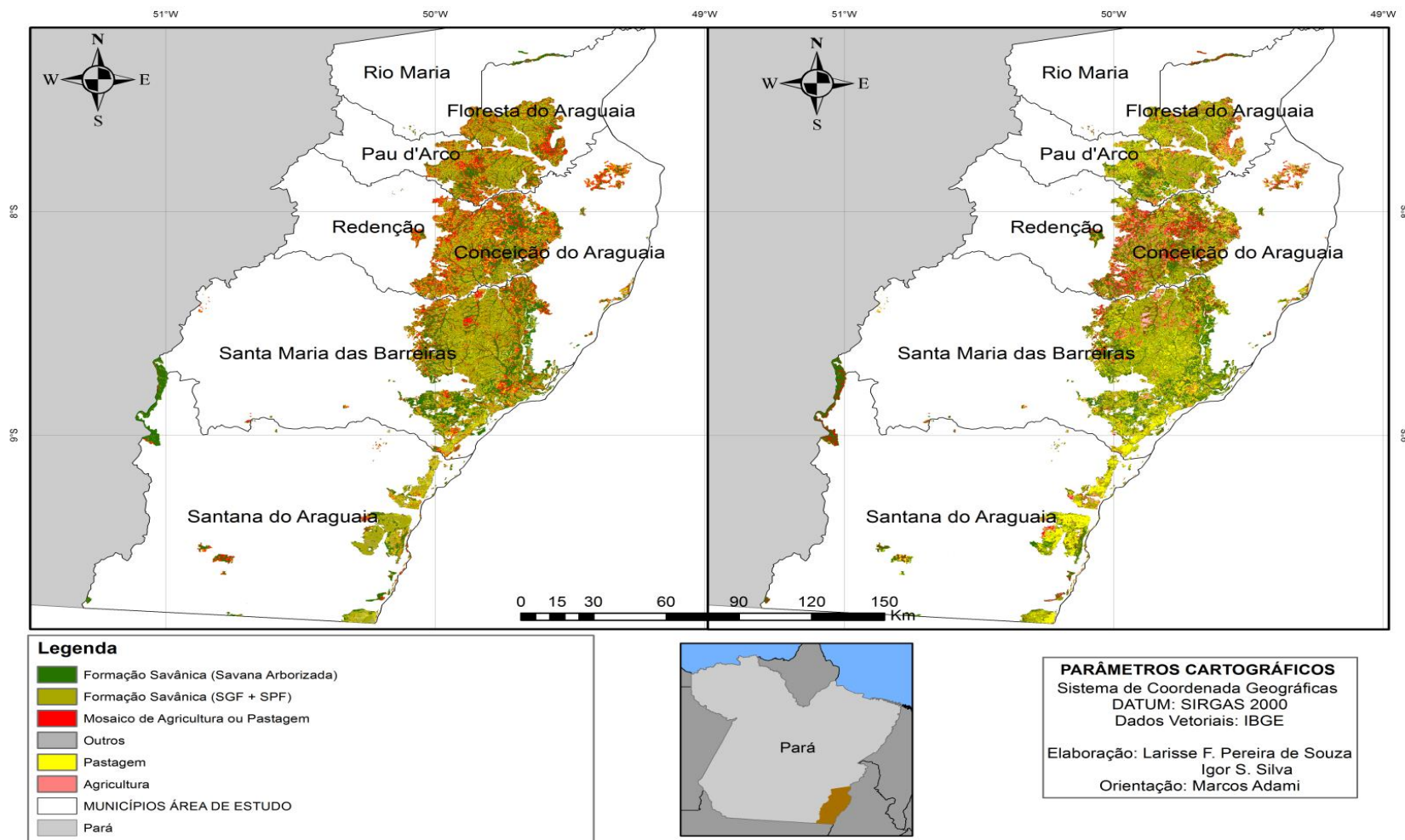


Figura11- Mapa de Uso e Cobertura da Terra em área de Formação Não Florestal 2000-2018

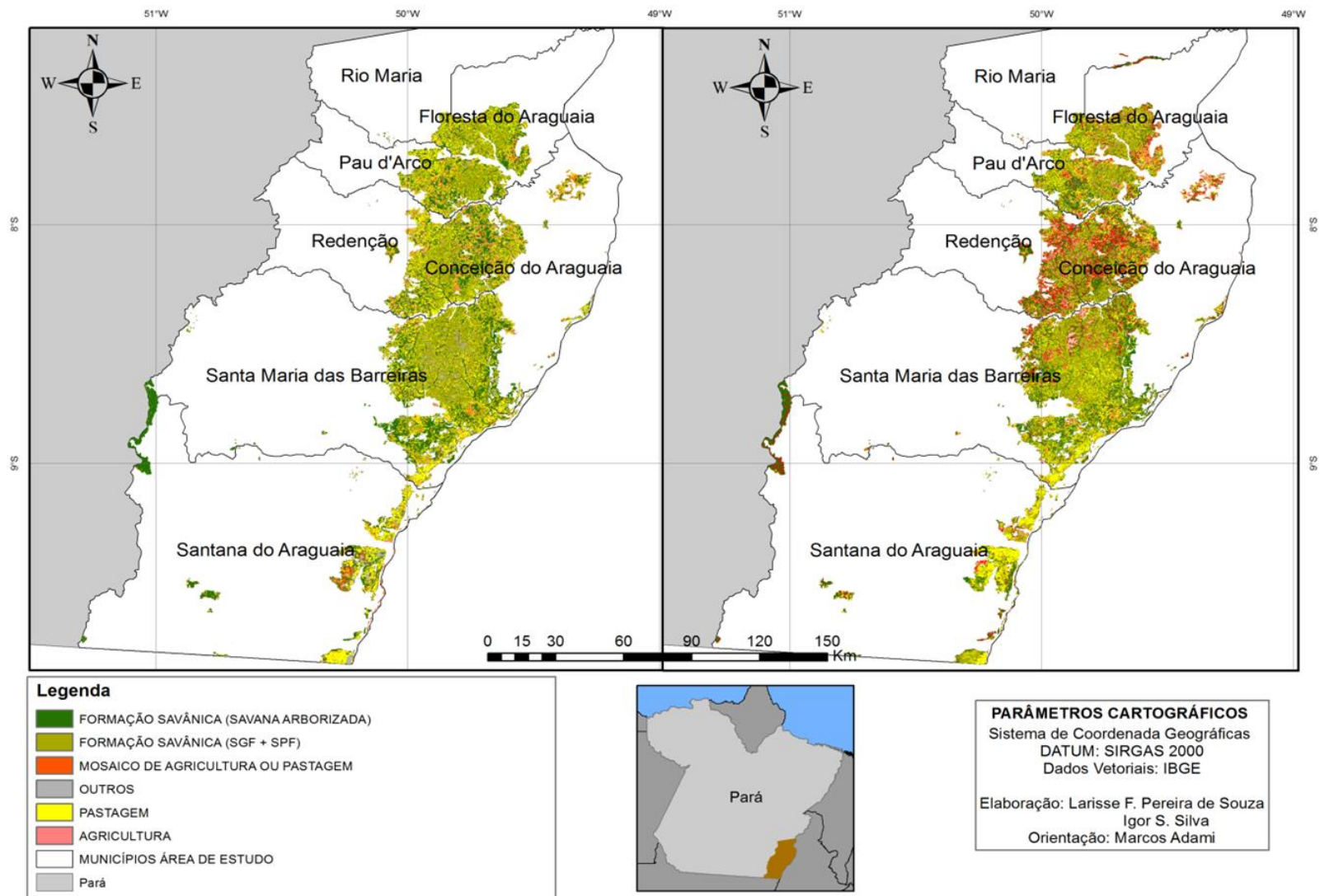


Tabela 3- Quantificação das classes de uso e cobertura da terra. em hectares (ha)

Classes	Área/ha					
	2000	%	2010	%	2018	%
Área Natural						
Formação Savânica (Arborizada)	194.116	19%	183.799	18%	202.966	19%
Formação Savânica (Savana Parque)	128.893	12%	235.875	22%	304.453	29%
Subtotal	323.009		419.674		507.419	
Área Antrópica						
Mosaico de Agricultura/Pastagem	137.175	13%	226.537	22%	116.350	11%
Outros	80.151	8%	82.785	8%	1.723	0%
Pastagem	386.643	37%	277.550	26%	324.113	31%
Agricultura	121.357	11%	41.502	4%	98.443	9%
Subtotal	725.326		628.374		540.629	
Total Geral	1.048.335	100%	1.048.335	100%	1.048.335	100%

Na tabela 4 podemos identificar o comportamento de diferentes índices adotados para a avaliação da acurácia e estimativas de dados: Índice Global (IG), Kappa e o Erro proporcional de área. O IG superestima a classificação. O índice Kappa calcula a concordância e inclui os elementos da diagonal principal, e o erro proporcional de área avalia os erros posicionais, locais a partir dos cálculos de acurácia.

Tabela 4- Matriz de Contingência para o ano de 2018.

Google Earth Engine (mapeado)	Campo (Coletado)						Grand Total	Erro de Inclusão
	Agricultura	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Parque)	Mosaico de Agricultura / Pastagem	Outros	Pasto		
Agricultura	10					1	11	0,0909091
Formação Savânica (Savana Arborizada)		14					14	0
Formação Savânica (Savana Parque)		2	21			3	26	0,1923077
Mosaico de Agricultura/ Pastagem		1		1			2	0,5
Outros					2		2	0
Pasto		3			1	17	21	0,1904762
Grand Total	10	20	21	1	3	21	76	
Erro de Omissão	0	0,3	0	0	0,33333333	0,1904762		
Erro Proporcional de Área	-0,013157895	0,078947368	-0,065789474	-0,013157895	0,01315789	0		
Precisão Global	86%							
Kappa	81%							

Ao analisar os resultados por classe temática, observou-se que as classes Savana Parque, Agricultura e Outros apresentaram concordância superior 90%. As classes Pasto e Savana Arborizada obtiveram menor concordância, com 80%. As classes que representaram

maior intensidade de omissão foi Savana Arborizada com 10% e Outros 7%. Já a inclusão, teve os maiores valores nas classes Pasto com 13% e Mosaico de Agricultura ou Pastagem 7%.

A precisão global deste mapeamento foi de 86%. Talvez devido a influência do tamanho do pixel do MODIS, a classe Savana Arborizada tenha apresentado um erro de omissão muito alto, da ordem de 0,94. A classe de pastagem, neste mapeamento foi confundida com a classe savana, possivelmente devido a sua similaridade espectral. A classe Agricultura apresentou um erro maior de inclusão 0,09 indicando que a área mapeada é maior do que a existente.

Os erros de omissão mostraram que do total de 25 pontos da classe Savana Arborizada apenas 16 foram classificadas como Savana Arborizada, os outros 9 pontos foram distribuídos entre as classes restantes não correspondendo à categoria na realidade. Dos 13 pontos da Savana 3 foram para a classe Pasto.

Os erros de inclusão correspondem aos pontos que foram devidamente incluídos em alguma classe. Na tabela 4 podemos observar que 3 pontos da classe Agricultura foram indevidamente incluídos na Classe Savana Arborizada, 2 na classe Pasto e 1 na Savana.

Do total de 4 pontos da classe Outros 2 foram inclusos na Savana Arborizada, e de 20 pontos do Pasto 3 foi para Savana, 2 para Savana Arborizada e 2 para a classe Outros. Dos 11 pontos da Savana, apenas 2 foram inclusos na Savana Arborizada e dos 17 pontos da Savana Arborizada 1 foi para a classe Outros.

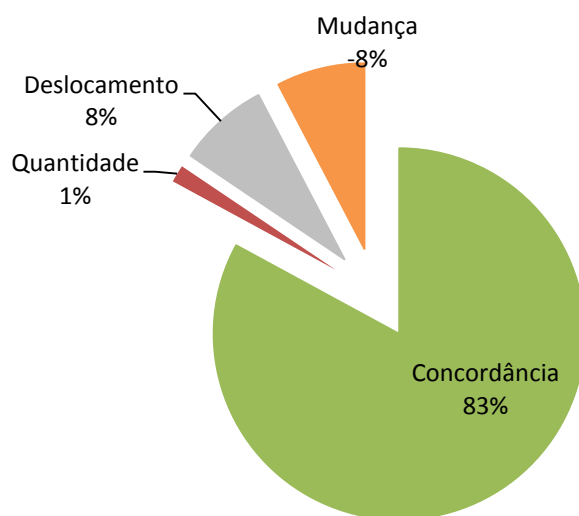
A partir da imagem de satélite e das fotografias retiradas na pesquisa de campo, vamos representar os pontos de validação coletados. Com base na matriz de contingência (tabela 4), foram calculados os erros globais de precisão, omissão e inclusão por classe e índices de discordância (deslocamento, quantidade e mudança) (figura 12).

Segundo Pontius e Santa Cruz (2014), os valores médios de concordância e discordância são divididos em quantidade, deslocamento e mudança. Os erros de quantidade referem-se à diferença absoluta entre os erros de omissão e inclusão, apresentando um indicativo do erro médio da área mapeada.

O deslocamento refere-se à diferença de alocação não pareada entre as classes analisadas na matriz de contingência e, por fim, a mudança refere-se ao erro causado pelas trocas pareadas entre classes na matriz de contingência (OLOFSSON *et al.*, 2014).

Assim, o erro médio apresentado para a área foi de 8%, deslocamento de 1% de quantidade. Quando essas discordâncias são somadas, um erro total de 9% é obtido, o que é considerado baixo devido à complexidade das classes mapeadas (figura 12).

Figura 12- Gráfico de deslocamento, concordância, intensidade e mudança



O processo de validação é um passo necessário em uma pesquisa que visa analisar de forma estatística a precisão das imagens classificadas. Assim, a tabela 2 mostra os resultados da matriz de contingência da classificação da área de estudo.

Observando a matriz de contingência (Tabela 4), observou-se que, de um total de 76 pontos coletados na pesquisa de campo e distribuído sobre a imagem de satélite do ano de 2018 utilizada como referência (verdade de campo), 65 pontos apresentaram concordância com a classificação, representando uma exatidão global de 86%, Índice Kappa de 0,86. Considerando a escala de qualidade de Landis e Koch (1977), a classificação é considerada de excelente concordância entre os resultados da classificação orientada e a imagem de referência. Observa-se que os erros de inclusão foram superiores aos de omissão.

Os erros de inclusão das classes Agricultura, Formação Savânica (savana parque) e pasto estão associados a semelhança da resposta espectral das respectivas classes, principalmente a savana parque que possui grande semelhança com a pastagem, onde há grande presença de savana parque em áreas de pasto sujo.

Os erros de omissão correspondem às áreas classificadas como Savana Arborizada, Outros e Pasto. Com relação à Savana Arborizada e Pasto, estas áreas possuem um misto, no qual ocorre a presença Savana Arborizada em áreas de pasto, como ocorre na Savana Parque. O que nos leva a crer que essas áreas de Cerrado foram convertidas em Pasto.

O índice de concordância geral entre o mapeamento e a validação foi de 86%, demonstrando alta confiabilidade do mapeamento realizado pelo Google Earth Engine, baseado no resultado da matriz de contingência.

As tabelas 5 e 6 mostram as transições, o incremento e a perda de cada classe de 2000 a 2010 de 2010 a 2018. As informações das matrizes obtidas estão apresentadas em função da probabilidade de ocorrência de classes. Este resultado de mudança LULC pode estar associado a fatores econômicos, pois estes afetam diretamente a decisão em converter e modificar a cobertura da terra (Geraldo B; Martha Jr, 2008).

Tabela 5- Transição de classes entre os anos 2000-2010

Classes 2000	Classes 2010						Total Geral
	Formação Savânica (Arborizada)	Formação Savânica (Savana Parque)	Mosaico de Agricultura/ Pastagem	Outros	Pastagem	Agricultura	
Formação Savânica (Arborizada)	27.064	41.559	58.704	9.614	47.018	10.157	194.116
Formação Savânica (Savana Parque)	2.961	32.091	22.363	12.294	54.224	4.960	128.893
Mosaico de Agricultura/ Pastagem	31.374	39.203	27.770	6.962	24.917	6.949	137.175
Outros	3.910	33.512	7.595	10.062	20.717	4.355	80.151
Pastagem	31.554	88.892	80.167	39.021	123.988	23.021	386.643
Agricultura	26.555	19.853	38.009	3.482	27.250	6.208	121.357
Total Geral	123.418	255.110	234.608	81.435	298.114	55.650	1.048.335
Incremento	96.354	223.019	206.838	71.373	174.126	49.442	
Perda	167.052	96.802	109.405	70.089	262.655	115.149	
Balanco	-70.698	126.217	97.433	1.284	-88.529	-65.707	

Da área total de formação não florestal dos sete municípios em 2000 mapeou-se 1.048.335 ha de área, onde destes 194.116 ha correspondem a classe savana arborizada. Em 2010 a classe savana arborizada apresentou 183.799 hectares com uma perda de 10,317 hectares de área. A classe savana parque apresentou em 2000 uma área correspondente há 128.893 ha e em 2010 contava com 235.875 ha ganhando 196,892 ha no período de 10 anos.

Essa diminuição de áreas de Savana Arborizada pode estar associada a conversão da terra em áreas de pastagem, pois a região do sudeste paraense tem números expressivos na produção pecuária. Isso ocorre, pois, essas classes encontram-se em áreas com presença de latossolo vermelho e argissolo vermelho-amarelo, portanto são áreas com boa aptidão para atividades agropecuárias. No período de dez anos é possível analisar mudanças significativas na região onde a maior área convertida foi a savana parque com um incremento de 223.019 ha.

Tabela 6- Transição de classes entre os anos 2010-2018

Classes 2010	Classes 2018						Total Geral
	Formação Savânica (Arborizada)	Formação Savânica (Savana Parque)	Mosaico de Agricultura/Pastagem	Outros	Pastagem	Agricultura	
Formação Savânica (Arborizada)	41.956	36.661	32.458	63	35.842	36.819	183.799
Formação Savânica (Savana Parque)	41.852	75.760	23.015	706	79.182	15.360	235.875
Mosaico de Agricultura/Pastagem	59.692	53.641	28.028	304	62.707	22.165	226.537
Outros	9.345	33.356	3.883	61	33.753	2.387	82.785
Pastagem	44.110	92.860	24.849	554	96.387	18.790	277.550
Agricultura	6.011	12.175	4.117	35	16.242	2.922	41.502
Total Geral	202.966	304.453	116.350	1.723	324.113	98.443	1.048.048
Incremento	161.010	228.693	88.322	1.662	227.726	95.521	
Perda	141.843	160.115	198.509	82.724	181.163	38.580	
Balanco	19.167	68.578	-110.187	-81.062	46.563	56.941	

Os mapas resultantes da classificação dos anos 2000, 2010 e 2018 mostram que entre todas as classes a de maior expansão foi a classe pastagem (figuras 9,10 e 11) sendo observado o aumento significativo da pecuária vinculado à diminuição das classes savana (arborizada e savana parque).

A classe Mosaico de Agricultura/Pastagem perdeu de 2000/2010 109.405 ha, porém de 2010/2018 esta classe obteve ganho de 88.233 ha. O balanço da classe em 2018 foi negativo, com -110.187. A classe Outros tem saldo positivo em 2010 com 1.284 ha, mas em 2018 apresenta saldo negativo com -81.062. O saldo negativo da classe Outros é importante para avaliar a precisão de acerto no mapeamento, essa foi uma das classes que gerou grande confusão entre pixels.

A pastagem em 2000 possuía 386.643 ha e em 2010 essa mesma classe apresentou 277.550 ha. Em 2010 a Pastagem apresentou balanço negativo de -88.529, já em 2018 a pastagem obteve um saldo positivo de 46.563 ha. Entretanto, esse balanço positivo em 2018 não foi um valor muito expressivo, o que confirma que este fato está relacionado principalmente a substituição da pastagem por plantações de soja e milho.

De 2000 a 2010 a classe agricultura teve um incremento de 49.442 ha e de 2010 a 2018 ganhou 95.521 ha. O balanço da classe em 2010 foi negativo com valor -65.707 há e em

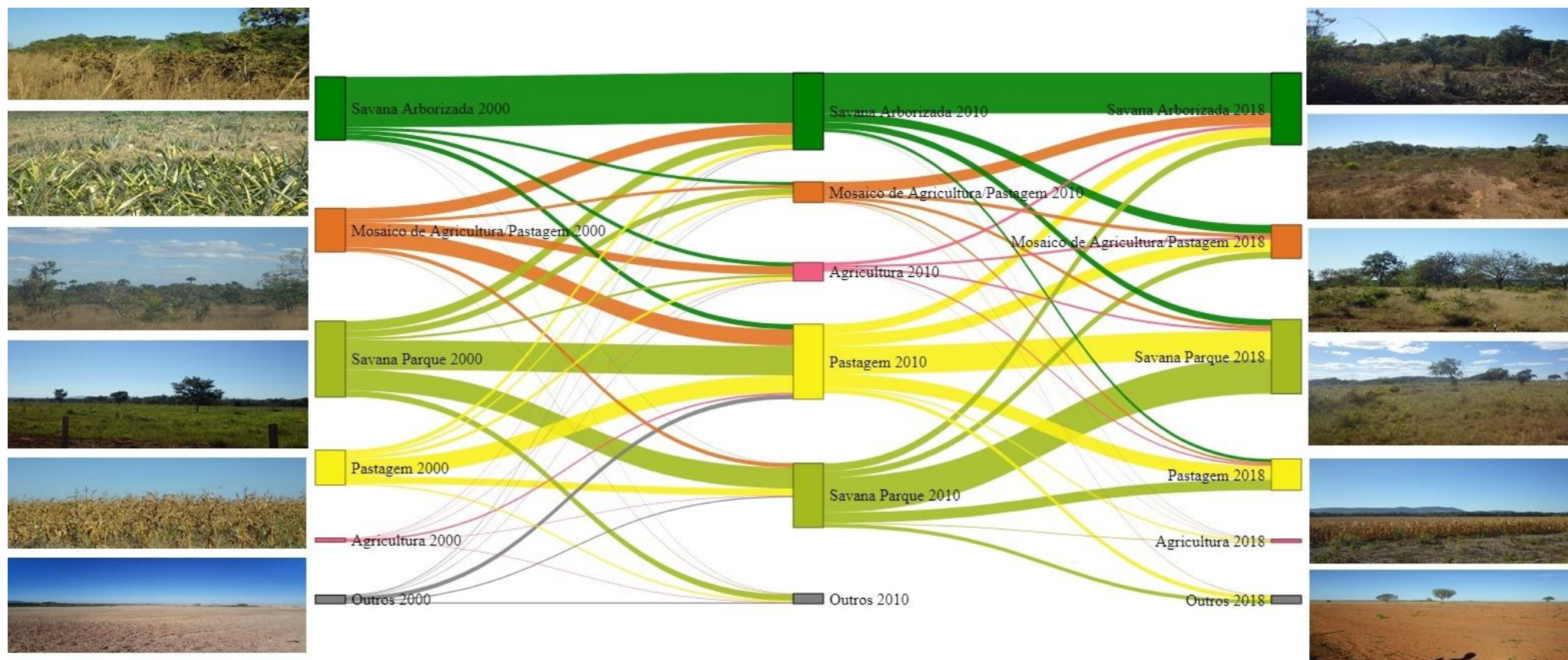
2018 foi positivo 56.941, reforçando o que foi detectado através da pesquisa de campo onde, muitas das áreas de pastagem da região estão sendo convertidas em áreas de monocultura de soja.

As classes Agricultura e Mosaico de Agricultura/Pastagem estão diretamente relacionadas, a segunda classe citada tem essa nomenclatura devido à dificuldade de identificação.

Os valores negativos representam a diminuição de área de cobertura de algumas classes, ao observar a área total do estudo, percebe-se claramente que as mudanças na cobertura das áreas de Savana, convertendo-as para outras classes. Vale ressaltar que muitas das áreas de Savana Arborizada e Savana Parque estão em processo de regeneração porque existe muitas áreas de pasto abandonadas na região.

É importante citar que assim como a Amazônia, muitas áreas de Savanas (cerrado) ao longo dos anos vem sofrendo com a substituição da vegetação nativa, causando fragmentação da vegetação e desequilíbrios ambientais.

Figura 13- Diagrama de Sankey de Transição de Uso e Cobertura da Terra para os anos 2000-2010-2018

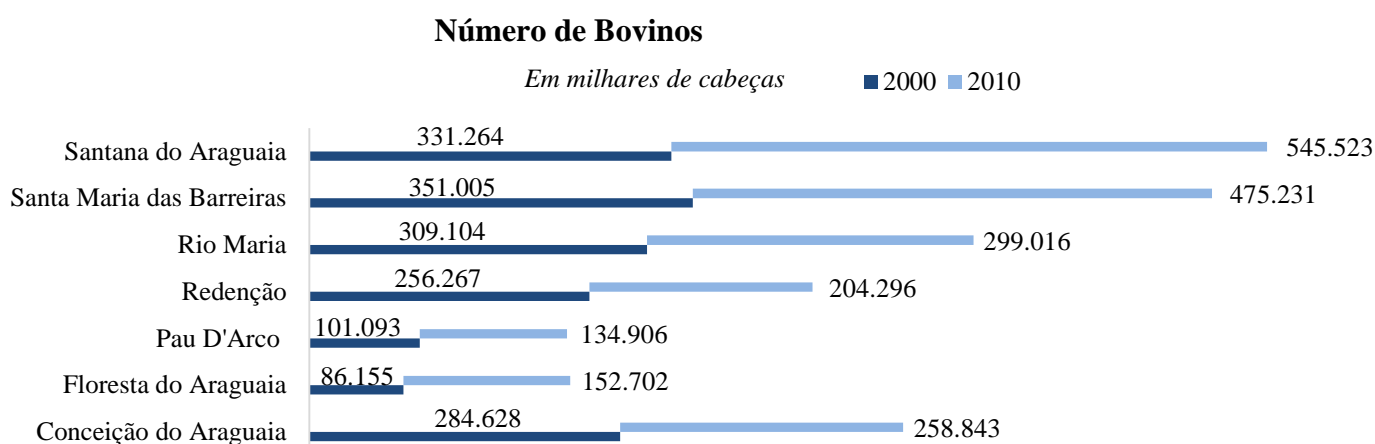


8.2 Processos Espaciais Socioeconômicos de Uso e Cobertura da Terra

A caracterização socioeconômica depende do conjunto de dados disponíveis e de sua representação. Vários podem limitar o uso de dados socioeconômicos como a disponibilidade, periodicidade de coleta de dados, variação do tamanho e limites das unidades de levantamento, variação do conjunto dos itens levantados, entre outros (ESCADA *et al.*, 2009). Os dados que veremos a seguir não possuem datas homogêneas para todos os dados levantados devido a disponibilidades nos órgãos oficiais.

Pode ser observado na figura 13 que em todos os municípios o número de bovinos cresceu de 2000 a 2010, porém vamos destacar aqui os municípios de Santana do Araguaia e Santa Maria das Barreiras que possuem uma produção expressiva em relação aos outros municípios. Pau D'arco foi o município que menos cresceu nessa década, contando apenas com 152.702 mil cabeças em 2010.

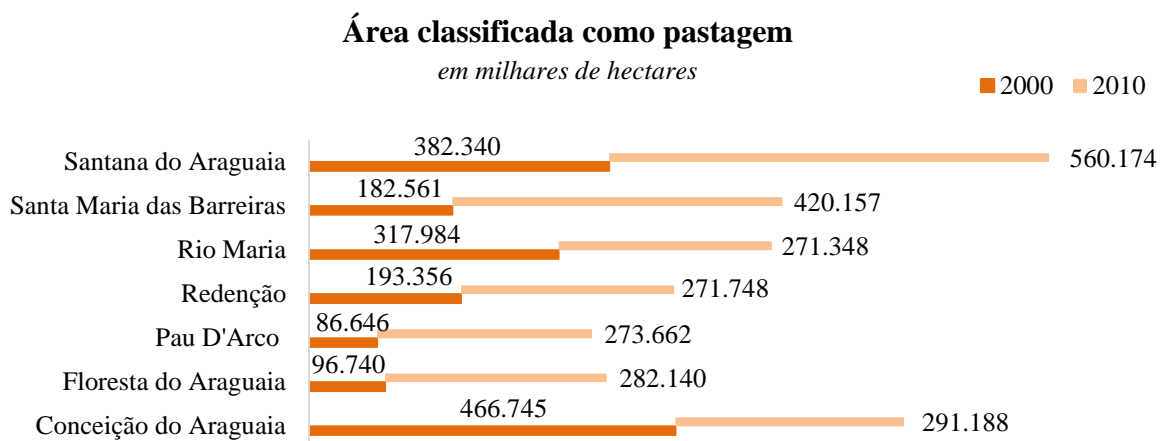
Figura 14- Número de bovinos para os anos 2000-2010



Fonte IBGE (2010).

Em Santana do Araguaia possuía 382.340 hectares em 2000 passou para 560.174 hectares em 2010. O município de maior aumento foi Santa Maria das Barreiras que tinha 182.561 hectares em 2000 e passou para 420.157 hectares em 2010. Estas áreas pertencem a zona de transição Amazônia-Cerrado. Muitas áreas naturais de cerrado são convertidas diretamente em pasto, pela facilidade de manejo, seria com dizer que essas áreas são “pasto pronto” (Figura 15).

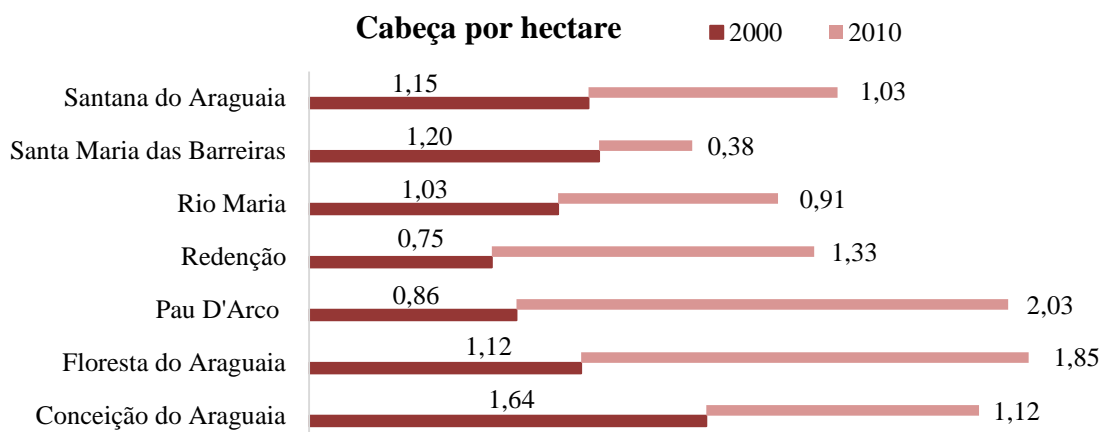
Figura 15- Área classificada como pastagem para os anos 2000-2010



Fonte: TerraClass (2014).

A figura 15 mostra a evolução de lotação média da pecuária nos municípios analisado. Em 2000 chegava há 1,15 cabeça por hectare em Santana do Araguaia, 1,64 em Conceição do Araguaia e 1,20 3m Santa Maria das Barreiras. Em 2010 esses mesmos municípios reduziram o número de cabeças por hectare. Santana do Araguaia caiu para 1,03, Conceição para 1,12 e o pior resultado foi para Santa Maria das Barreiras que diminuiu para 0,38, ou seja, os resultado mostram que esses municípios possuem uma pecuária pouco sustentável.

Figura 16- Relação de cabeça por hectare de área 2000-2010

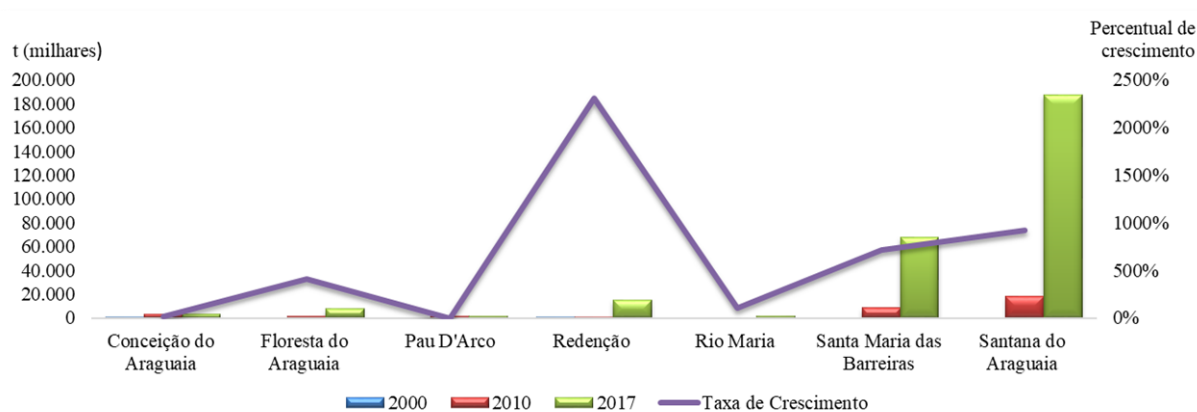


A figura 16 mostra a evolução de lotação média da pecuária nos municípios analisado. Em 2000 chegava há 1,15 cabeça por hectare em Santana do Araguaia, 1,64 em Conceição do Araguaia e 1,20 3 m Santa Maria das Barreiras. Em 2010 esses mesmos

municípios reduziram o número de cabeças por hectare. Santana do Araguaia caiu para 1,03, Conceição para 1,12 e o pior resultado foi para Santa Maria das Barreiras que diminuiu para 0,38, ou seja, os resultados mostram que esses municípios possuem uma pecuária pouco sustentável.

Com a consolidação da fronteira agrícola no cerrado na década de 90, a expansão agrícola entrou na última fronteira brasileira: região amazônica. Nesta grande região o Projeto Radam na década de 70 identificou vários tipos de vegetação: floresta tropical densa, floresta tropical aberta, cerrado, formações pioneiras, floresta tropical decídua, refúgio ecológico e floresta secundária, portanto a Amazônia é um complexo de paisagens, influenciando na aptidão de área, tornando a Amazônia uma região de grande potencial para produção de grãos. (COSTA, 2000).

Figura 17- Produção e taxa de crescimento de soja em 2000-2010-2018



Fonte: IBGE (2000).

Os dados da figura 17 mostram que, num período de dezessete anos a produção de soja obteve crescimento de mais de 2.000%, destacando a maior taxa para o município de Redenção em 2017. Porém o maior produtor de grãos da região é o município de Santana do Araguaia que num período de sete anos produziu mais de 180 mil toneladas de soja.

No ano 2000 a produção de grãos entre os sete municípios era praticamente inexistente, onde podemos observar na figura 17 uma produção abaixo das 20 mil toneladas nos municípios de Conceição do Araguaia e Redenção.

Sabemos que a produção da soja está em plena expansão no Pará, principalmente no Sul/Sudeste do estado, sendo a estrutura para escoamento da produção um dos grandes incentivadores para o interesse de grandes produtores. As duas rodovias mais importantes do estado Belém-Brasília e a PA-150 oferece boa infraestrutura de transportes e tendo o maior

volume de cargas. Trata-se de modificações territoriais resultante do movimento da economia globalizada que se realiza de forma pontual ou em manchas, o que indica a mutabilidade do meio geográfico e sua transformação em meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 1996).

A produção agrícola impacta diretamente no desmatamento, como dito anteriormente a Amazônia possui grande diversidade ecológica. A área que estamos analisando possui presença de Cerrado (Savanas Amazônicas) que sofre pressão pela produção de monocultura.

Os grandes produtores dizem que somente áreas de pastagem estão sendo convertidas em áreas de plantação, porém as lavouras podem deslocar a pecuária e criar novas fronteiras. Assim, a pecuária não só se desloca, como também multiplica a sua área, não apenas pelo retorno econômico da atividade em si, como também pela valorização das terras na fronteira e outras vantagens financeiras (SAWYER, 2009). As áreas de formação não florestais da Amazônia, assim como o Cerrado brasileiro não possuem monitoramento sistemático para identificar os reais impactos dessa agricultura sobre a vegetação.

Em termos sociais, a produção de soja e outras monoculturas reforça a concentração fundiária e de renda. A soja mecanizada em grande escala expulsa os pequenos produtores. Causando a migração masculina, impactos na saúde e mudanças nos hábitos e costumes, entre outros efeitos (SAWYER, 2009).

Tabela 6- Desenvolvimento municipal e seus componentes

Municípios	% de 18 anos ou mais com fundamental completo		% de 5 a 6 anos na escola		% de 15 a 17 anos com fundamental completo		% de 18 a 20 anos com médio completo		Esperança de vida ao nascer		Renda per capita	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Brasil	39,76	54,92	71,47	91,1	39,72	57,24	24,82	41,01	68,61	73,94	592,46	793,87
Pará	32,5	47,35	64,69	85,5	18,88	39,85	11,07	24,1	68,49	72,36	335,76	446,76
Conceição do Araguaia	26,28	44,6	60,17	82,2	22,18	44,53	14,81	30,58	69,5	71,2	304,21	405,29
Floresta do Araguaia	12,52	30,69	59,04	75,3	7,74	36,48	5,15	23,65	69,25	72,52	181,76	283,57
Pau D'Arco	12,59	32,67	56,16	71,7	9,37	33,32	2,09	23,1	67,84	69,86	173,88	279,72
Redenção	25,68	45,71	66,5	76,9	22,83	51,08	11,45	33,46	69,28	73,23	404,19	529,54
Rio Maria	20,06	36,47	64,69	87,3	20,52	37,75	3,93	21,46	68,41	73,23	385,54	460,83
Santa Maria das Barreiras	10,2	24,06	52,54	71,1	9,53	35,85	4,84	12,17	68,69	72	243,14	253,55
Santana do Araguaia	17,45	41,07	35,44	74,6	25,3	41,97	6,81	18,94	69,8	71,43	236,46	316,81

Fonte: Atlas Brasil (2010).

A dinâmica das populações tende a ter um efeito indireto sobre LULC, por exemplo através de alterações da fertilidade ou migração modificar os padrões de consumo e de produção. Isto gera demanda crescente por alimentos, matérias primas e energia e constitui uma nova força centrífuga das atividades produtivas. Por outro lado, os resultados econômicos (por exemplo, a expansão terras agrícolas) pode ter um impacto direto sobre a conversão da floresta (MANLEY, 2013).

A tabela 07 mostra seis indicadores de desenvolvimento humano. A educação nos municípios. O índice dos que possuem mais de 18 anos com ensino fundamental completo destacamos os municípios de Redenção de saltou de 25,68% para 45,71% em 2010 e Santana do Araguaia de 17,45% para 41,07% em 2010.

O índice dos que frequentam a escola com idades entre 5 e 6 anos mostram que obtiveram ótimo resultado nas últimas décadas incluindo o Pará e o Brasil, entretanto iremos destacar o município de Rio Maria que em 2010 possui 87,3% de crianças nessa faixa etária frequentando a escola, índice mais alto que o regional onde o estado do Pará na mesma década apresentou 85,5%, 1,8% a menos que Rio Maria.

O indicador dos que completaram o ensino fundamental entre 15 e 17 anos aponta que houve melhora de 2000 a 2010, porém os índices ainda são muito baixos, porém os dados mostram também que isso é uma tendência regional e nacional. O município de Pau D'arco possui a menor porcentagem de jovens com ensino fundamental completo com apenas 33,32% e o município com maior índice Conceição do Araguaia não tem nem 50% dos jovens com ensino fundamental completo.

O dado de jovens com ensino médio tem a mesma tendência negativa destacando o município de Santa Maria das Barreiras onde apenas 12,17% possui ensino médio completo. Ou seja, os dados nos mostram que quanto maior o avanço da idade, menos escolaridade entre a população. Vários fatores contribuem para esse cenário crítico, dentre eles está o fato de muitos jovens deixam os estudos para trabalhar e ajudar no sustento das famílias.

A esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano, mostra as condições de vida da população e a qualidade da assistência recebida por essa população. Na figura 06, observamos de 2000 a 2010 um aumento no número de esperança de vida ao nascer em todos os municípios, no Pará e no Brasil. Nesse cenário o pior resultado foi para o município de Pau D'arco que em 2000, era de 67,84 anos, e passou em 2010 para 69,86 anos. Os demais municípios mantiveram uma média entre 71 e 73 anos em 2010, compatível com a média nacional.

O aumento de esperança de vida ao nascer revela uma relativa melhora no quadro de assistências como: saúde, educação, renda entre outros. Ele também mostra que esses avanços são lentos e que existem desigualdades ao apontar um valor abaixo da média para só município de Pau D'arco.

Analisando a mesma figura o indicador renda per capita reforça os dados de esperança de vida ao mostrar que o município de Pau D'arco tem uma das menores rendas per capita da região. Onde em 2000 a renda era 173, 88 reais e em 2010 passou para apenas 279,72 reais. Todavia o município de Santa Maria das Barreiras apresentou a menor renda per capita, com 243,14 reais em 2000 e 253,55 reais em 2010. Podemos observar um aumento quase inexistente no município ao longo de dez anos.

Os dados apresentados na tabela 8 mostram o comportamento do IDH no Brasil, Pará e nos sete municípios do estudo no período de 2000 - 2010.

Tabela 7- Renda, Saúde (longevidade) e Educação (IDH) para os anos 2000-2010
IDH

Municípios	Renda		Longevidade		Educação	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Brasil	0,692	0,739	0,727	0,816	0,456	0,637
Pará	0,601	0,646	0,725	0,789	0,319	0,528
Conceição do Araguaia	0,585	0,631	0,742	0,770	0,310	0,540
Floresta do Araguaia	0,502	0,573	0,738	0,792	0,188	0,437
Pau D'Arco	0,495	0,571	0,714	0,748	0,182	0,443
Redenção	0,630	0,674	0,738	0,804	0,320	0,561
Rio Maria	0,623	0,651	0,724	0,804	0,276	0,495
Santa Maria das Barreiras	0,549	0,555	0,728	0,783	0,170	0,370
Santana do Araguaia	0,544	0,591	0,747	0,774	0,224	0,478

Fonte: Atlas Brasil (2010).

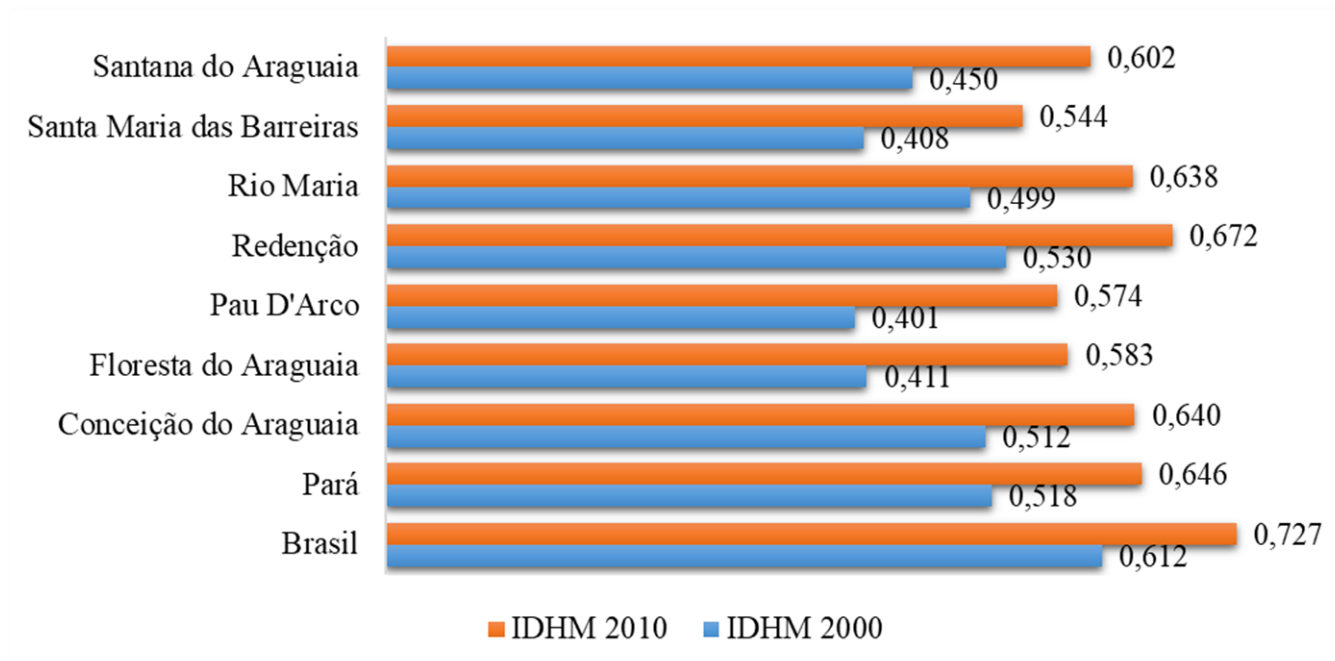
O Desenvolvimento Humano tem como premissa básica aferir o avanço na qualidade de vida da população, considerando não somente os aspectos sociais, mas também aqueles estritamente econômicos. Neste sentido, são consideradas três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda; saúde (expectativa de vida da população) e educação (média de anos de estudos). Esse conceito representa a base do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), cuja escala vai de zero (nenhum desenvolvimento humano) a um (pleno desenvolvimento humano) (SANTOS; PALES; RODRIGUES, 2014).

Identificamos que, em 2000 os municípios com índice renda menos significativos era, Pau D'arco e Floresta do Araguaia. No índice longevidade Pau D'arco e Santa Maria das Barreiras possuíam os menores índices. Na educação Santa Maria das Barreiras e Pau D'arco

tem baixo desempenho em 2000. Em 2010, Santa Maria das Barreiras e Pau D'arco possuem um índice de renda baixos. Em relação há longevidade os municípios que mais se destacam com índices ruins são: Pau D'Arco e Conceição do Araguaia. No índice Educação em 2010, Santa Maria das Barreiras e Floresta do Araguaia apresentaram os índices mais baixos.

Nesse sentido, podemos dizer que houve desenvolvimento desequilibrado entre os municípios com destaque para Pau D'Arco que aparece que com os piores resultados em todos os itens. O município de Pau D'Arco tem sua economia baseada na Agricultura de subsistência, estando entre os municípios mais pobres do estado do Pará.

Figura 18- Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM)

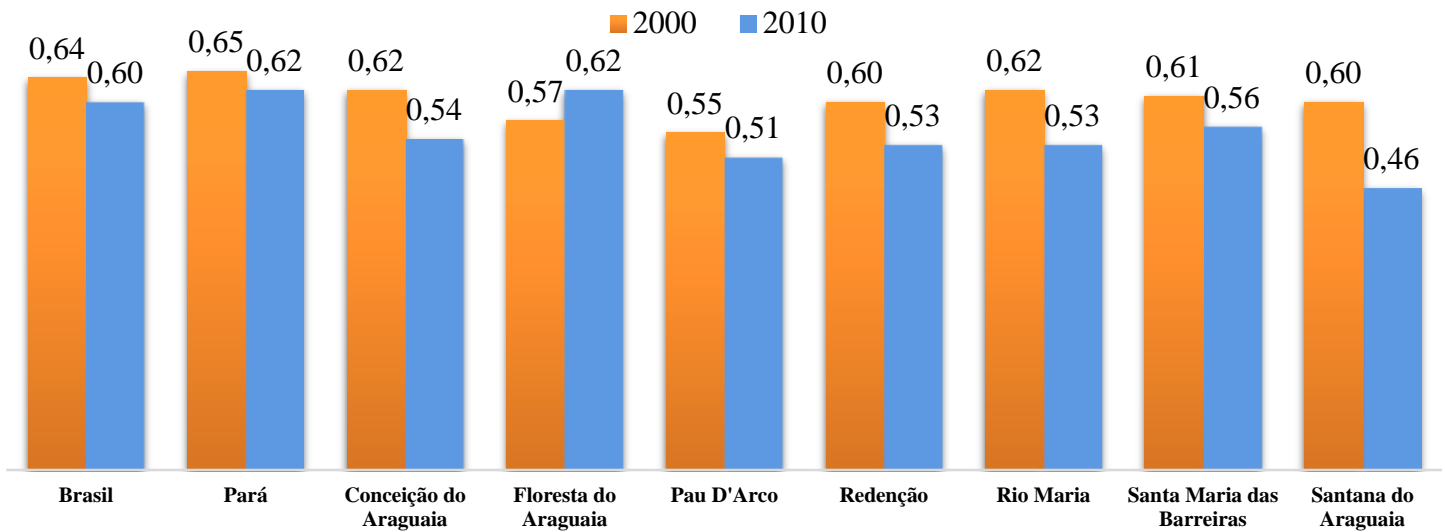


Fonte: Atlas Brasil (2010).

Redenção, Santana do Araguaia, Conceição do Araguaia e Rio Maria (figura 08), são municípios que possuem um IDHM médio, com destaque para Redenção onde o IDHM é maior que o do estado do Pará com 0,646 IDHM e Redenção 0, 672. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) dos municípios Santa Maria das Barreiras, Pau D'Arco e Floresta do Araguaia são considerados baixos.

Ao analisar a figura 18 podemos destacar que as desigualdades existentes em todo o Brasil também atinge a região estudada. Esses municípios possuem IDHM médios e baixos mostrando que a maioria das populações residentes encontram-se em situação desfavorecida vítimas da grande concentração de terra e renda existente em todo o país e principalmente nas regiões norte e nordeste.

Figura 19- Índice de Gine



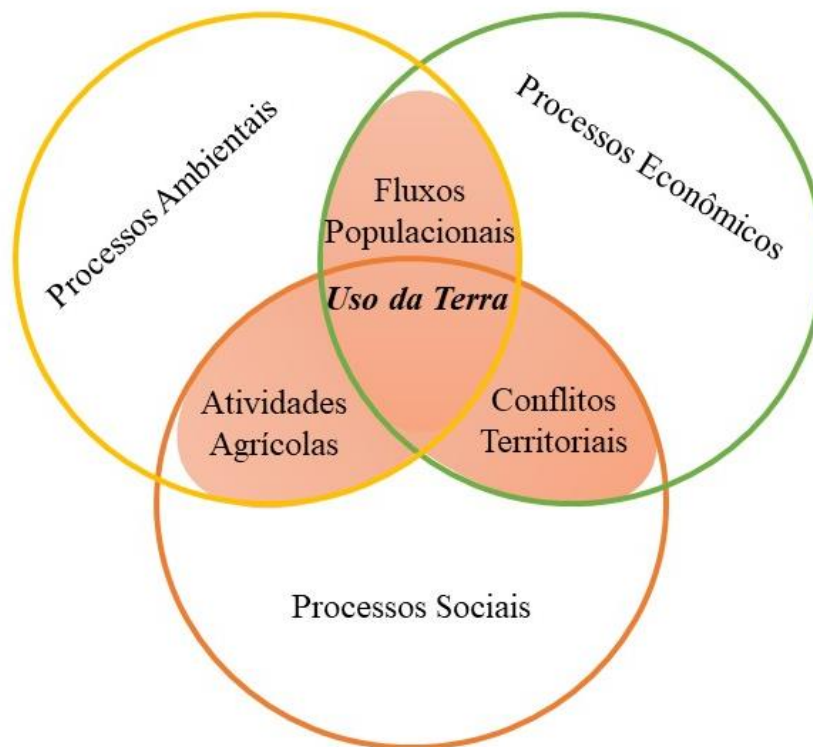
Fonte: Atlas Brasil (2010).

Outra base importante para este estudo foi o Índice de Gini referente aos anos 2000 e 2010. O Índice de GINI descreve a concentração de renda para uma dada sociedade, onde 0 (zero) representaria, de forma hipotética, uma renda igualmente distribuída entre os indivíduos, e, 1 indicaria a concentração de toda a renda por um único indivíduo (MOREIRA et al., 2010).

O índice de Gini na maioria dos municípios da onde se encontra a área de estudos fica entorno de 0,51 a 0,57 para o ano de 2010, ou seja, abaixo da média regional e nacional. Para este índice, quanto mais alto este valor, maior a concentração de renda. Assim, podemos concluir que o município de Floresta do Araguaia possui maior concentração de renda em 2010 e Santana do Araguaia menor concentração de renda.

Muitos fatores importantes influenciam de maneira decisiva as mudanças no uso da terra. Vamos destacar aqui alguns como os de cunho ecológico (clima, aptidão do solo e biodiversidade), político (aspectos agrários e reservas indígenas) e humano (fatores culturais, preferências e aversão ao risco) devem ser consideradas para um maior entendimento das mudanças no uso da terra numa dada localidade (B; Jr. 2008). A dinâmica de uso da terra relaciona vários processos que vamos descrever através de escalas abrangência. Em escalas maiores temos os fenômenos geoespaciais, processos sociais e processos financeiros globais. Seus subconjuntos são formados por fluxos populacionais, conflitos territoriais e atividades agrícolas. Todos esses processos pertencem ao conjunto uso e cobertura da terra (Figura 20).

Figura 20- Conjunto de Processos de Uso e Cobertura da Terra



Elaboração da autora.

Desencadear eventos, sejam eles biofísico (uma seca ou furacão) ou socioeconômico (uma guerra ou crise econômica), também impulsionam o uso da terra alterações. As alterações são geralmente conduzidas por uma combinação de fatores que funcionam gradualmente e fatores que ocorrem de forma intermitente (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

Fenômenos geoespaciais estão associados a alguma dimensão espacial e podem ou não ser cognitivos pelo ser humano. É a realidade em sua completude (IBGE, 2013). Aqui citamos fenômenos geoespaciais no sentido da variabilidade natural que também pode levar a insustentabilidade socioeconômica, por exemplo, são condições incomuns que podem alterar a percepção de riscos e gerar overstocking em pastagens. Quando as condições mais críticas voltarem que é o caso das secas, as práticas de gestão tornam-se inadequadas causando a degradação da terra.

Os processos sociais também contribuem para as alterações no LULC. Os aumentos e diminuições de uma dada população também têm um grande impacto sobre o uso da terra. As alterações demográficas não implicam apenas a mudança de alta para baixas taxas

de fecundidade e mortalidade, mas também está associada com o desenvolvimento das famílias e das características do seu ciclo de vida. As características familiares ou de ciclo de vida referem-se principalmente à disponibilidade de trabalho ao nível dos agregados familiares, que está ligada à migração, urbanização e a repartição de famílias extensas em várias famílias nucleares (FERNADES, 2008).

Políticas econômicas definem uma série de variáveis que tem impacto direto sobre a tomada de decisão pelos gestores de terras, por exemplo, os preços de entrada e saída, impostos, subsídios, custos de produção e transporte, os fluxos de capital e em paramentos, acesso ao crédito, o comércio, e tecnologia.

Na prática o consumo interno afeta a terras menos do que a demanda externa, o caso dos roçados ou agricultura familiar que conseqüentemente, diminuem enquanto os terrenos com culturas para mercados (latifúndios de monocultura) aumentam com um aumento paralelo na intensidade agrícola. O acesso ao mercado é largamente condicionado por investimentos estatais em infraestrutura de transporte. A distribuição desigual da riqueza entre as famílias, países e regiões determina diferenças geográficas laços econômicos e suas restrições (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

A reprodução ampliada das contradições do capitalismo e da política camponesa de construção de sua existência, geram conflitos que projetam diferentes modelos de desenvolvimento. O conflito resulta do enfrentamento das classes. De um lado, o capital expropria e exclui; de outro, o campesinato ocupa a terra e se ressocializa. O conflito gerado pelo capital em seu processo de territorialização, destrói e recria o campesinato, excluindo-o, subordinando-o, concentrando terra, aumentando as desigualdades (FERNANDES, 2008).

9 CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como objetivo principal analisar a dinâmica da paisagem em áreas de formação não florestais nos períodos de 2000, 2010 e 2018 para sete municípios do sudeste paraense. Optou-se por essa área pois ela não possui monitoramento constante como as outras áreas da floresta amazônica. E também pelo desafio de mapear uma área com grande heterogeneidade de fitofisionomias.

As classificações LULC mostraram os seguintes resultados: A área antrópica em 2000 era 725.326 ha, passando para 628.374 em 2010 e 540.629. Os principais usos destas áreas antrópicas eram pastagem e mosaico de agricultura/pastagem. Com relação as áreas naturais em 2000 era 323.009, passando para 419.674 em 2010 e 507.419. A Savana Parque obteve maior crescimento em 2000 e 2010. Isto está relacionado diretamente com o mal uso da terra e muitas áreas de pastagem abandonadas.

Em relação ao desenvolvimento econômico da região, a expansão das suas atividades produtivas, como o cultivo da soja, traz uma nova fronteira de expansão agrícola para o Estado do Pará. Destacamos que num período de dezessete anos a produção de soja obteve crescimento de mais de 2.000 %, a maior taxa é para o município de Redenção em 2017. Porém o maior produtor de grãos da região é o município de Santana do Araguaia que num período de sete anos produziu mais de 180 mil toneladas de soja.

Esse desenvolvimento econômico impacta diretamente no desenvolvimento social, porém os índices dos municípios ainda estão muito abaixo das médias nacionais. Identificamos que, em 2000 os municípios com índice renda menos significativos era, Pau D'arco e Floresta do Araguaia. No índice longevidade Pau D'arco e Santa Maria das Barreiras possuíam os menores índices. Na educação Santa Maria das Barreiras e Pau D'arco tem baixo desempenho em 2000. Em 2010, identificamos que, Santa Maria das Barreiras e Pau D'arco possuem um índice de renda baixos. Em relação há longevidade os municípios que mais se destacam com índices ruins são: Pau D'Arco e Conceição do Araguaia. No índice Educação em 2010, Santa Maria das Barreiras e Floresta do Araguaia apresentaram os índices mais baixos.

Com isto, fazendo um panorama geral da paisagem de uma área de NF no sudeste paraense, podemos concluir que: É uma área extremamente degradada ambientalmente devido ao seu histórico de ocupação. Por se tratar de uma área de Cerrado em plena Amazônia, ela apresenta alto endemismo, porém pouco estudado e muitas vezes desconhecido e pouco amparado pela legislação. Sua economia gira em torno da

agropecuária, porém suas populações possuem pouco desenvolvimento social. É uma região com altas concentrações de terra.

A plataforma GEE mostrou-se eficiente e ágil que permitiu que num curto espaço de tempo fosse realizado várias tentativas de classificação até se chegar no melhor resultado possível com excelentes resultados de validação.

10 FONTES DE APOIO E FINANCIAMENTO

A pesquisa foi realizada através da concessão da bolsa; ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) com financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e apoio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-CRA).

REFERÊNCIAS

- Ab'SÂBER, Aziz Nacib. **Contribuição a geomorfologia da area dos Cerrados**. Sao Paulo: Universidade de Sao Paulo, 1963.
- ADAMI, M. *et al.* A web platform development to perform thematic accuracy assessment of sugarcane mapping in South-Central Brazil. **Remote Sensing**, v. 4, n. 10, p. 3201–3214, 2012.
- ARCE, J. E. *et al.* Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de Pinus taeda L. **Floresta**, v. 27, n. 1/2, p. 83-98, 1997.
- ARIMA, E. Y. *et al.* Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 6, n. 2, p.024010 (7p), 2011.
- BARONA, E. *et al.* The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 2, p.024002 (9p), 2010.
- BARROS, M. N. R. *et al.* Validation of TerraClass mapping for the Municipality of Paragominas state of Pará. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 5, n. 7, p. 326–334, 2018.
- BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. **The land use database: a knowledge based software program for structured storage and retrieval of user defined land use data sets: user's reference manual**. Version 1.04 for MS-DOS. [S.l.]: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Food and Agriculture Organization: United Nations Environment Programmed: Wageningen University, 1996. 41 p. Disponível em: <http://ces.iisc.ernet>. Acesso em: Junho de 2017.
- BLASCHKE, T. Object based image analysis for remote sensing. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing ISPRS**, v. 65, n.1, p.2-16, 2010.
- BRASIL. **Lei nº 12.651**. Planalto Casa Cível, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Abril de 2018.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Panorama do Estado do Pará**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>. Acesso em: Janeiro de 2019.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: Sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. 271p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1).

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da Terra**. 3.ed, Rio de Janeiro: Coordenação dos Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf> . Acesso em: 15 mai. 2019.

BRASIL. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará -IDESP. **Estatísticas municipais paraenses**. Belém- Pará, 2010.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Atlas do desenvolvimento humanos**. Ranking - Todo o Brasil 2019. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>. Acesso em: Março de 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia Brasileira por satélites: detecção de desmatamento em tempo real – DETER**. São José dos Campos: INPE, 2008.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Monitoramento da floresta amazônica por satélite: Projeto PRODES**. 2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: Janeiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente- MMA. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da região hidrográfica Tocantins - Araguaia**. Brasília,DF, 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao02032011035943.pdf. Acesso em: 15 de Abril de 2017.

CARVALHO, W. D.; MUSTIN, K. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1–3, 2017.

CARR, D.L.; SUTER, L.; BARBIERI, A. Population dynamics and tropical deforestation: State of the debate and conceptual challenges. **Population Environ**. v.27, n. 1, p.89–113, 2005. doi:10.1007/s11111-005-0014-x.

CHRISTINA, D. H.; JOHN, A. B.; JOHN, L. D. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. **Landscape Ecology**, v. 13, n. 1992, p. 167–186, 1998.

COSTA, F.G. **Avaliação do potencial de expansão da soja na Amazônia Legal: uma aplicação do modelo de Von Thünen**. 2000. vii, 138, xvf. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracucapa-SP, 2000.

DINIZ, C. G. *et al.* DETER-B: The new Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 8, n. 7, p. 3619–3628, 2015.

DONG, J. *et al.* Mapping paddy rice planting area in northeastern Asia with Landsat 8 images, phenology-based algorithm and Google Earth Engine. **Remote Sens Environ**, n. 185, p. 142-154, Novembro 2016. ISSN 10.1016.

ESCADA, M. I. S.; PINHEIRO, T. F.; RENNÓ, C. D.; AMARAL, S.; MAURANO, L. E.; VALERIANO, D. M. Sistema de avaliação dos dados do monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por Satélite? DETER. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 14., 2009, Natal. [Anais...]. Natal: ABSR, 2009. [1 CD-ROM].

FAO. Food and Agriculture Organization. Global Forest Resources Assessment 2010. **FAO Forestry Paper**, v. 163, 2010. 350 p.

FARIA, K.M.S. de.; CASTRO, S.S. de. Caracterização dos remanescentes de ce suas relações com o uso e ocupação das terras da Alta Bacia do rio Araguaia. *In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX*, 2; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., Goiânia. [Anais eletrônicos]. Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.

FERREIRA, I. M.; TROPPIAIR, H. Aspectos do cerrado : análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do chapadão de Catalão (Go). *In: GERARDI, Lúcia Helena de O.; LOMBARDO, Magda Adelaide (org.). Sociedade e natureza na visão da geografia.* p. 135-152. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/geografia/pos/downloads/2004/aspectos.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2017.

GADELHA, L. M. R. *et al.* SiBBR : uma infraestrutura para coleta, integração e análise de dados sobre a biodiversidade brasileira. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO*, 34 & BRESCI - BRAZILIAN E-SCIENCE WORKSHOP, 8., 2014, Brasília, DF: SBC, 2014. p. 345–352. Disponível em: https://www.lncc.br/~lgadelha/publications/sibbr_bresci_2014.pdf. Acesso em: Fevereiro de 2018.

GIBBS, H.K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D.C.; NOOJIPADY, P., SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N.F. Brazil's soy moratorium. **Science**, v. 80, n. 347, p. 377–378, 2015. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0181>.

GORELICK, N. *et al.* Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, Mountain View, p. 1-10, Junho 2017. ISSN 10.1016/j.rse.2017.06.031.

HILL, M. J.; HANAN, N. P. Current approaches to measurement, remote sensing and modelling in savannas: a synthesis. *In: HILL, M. J.; HANAN, N. P. (eds.). Ecosystem function in savannas: measurement and modeling at landscape to global scales.* Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 515-546.

HUECK, K. Die ursprünglichkeit der brasilianischen “Campos Cerrados” und neue beobachtungen an ihrer Südgrenze. **Erdkunde**, v. 11, n. 3, p. 193-203, 2008. 10.3112/erdkunde.1957.03.03.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** information systems, 2011. Disponível em: <http://www.parentese.com.br/pdf/jensen.pdf>. Acesso em: Fevereiro de 2018.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land use and land cover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, n. 1, p. 205–241, 2003.

KANIANSKA, R. Agriculture and its impact on land- use, environment, and ecosystem services. In: ALMUSAED, A. **Landscape ecology - the influences of land use and anthropogenic impacts of landscape creation**. 1. ed. [S.l.]: Intech, 2016. Cap. 1, p. 1-26. ISBN 10.5772/63719.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução de Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MACEDO, R. D. C. *et al.* Modelagem dinâmica espacial das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 19, n. 2, p. 313–337, 2013.

MACHADO, R. B. *et al.* **Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro**. Brasília,DF: Conservação Internacional-Programa do Brasil; Oreádes Núcleo de Geoprocessamento ; Conservation International-GIS & Regional Analysis-EUA, 2004. (Relatório técnico não publicado)

MARTHA JR, Geraldo B. Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-deaçúcar no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, v. 17, n. 3, p. 31-43, 2008.

MALHI, Y. *et al.* Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169–172, 2008.

MANÇANO FERNANDES, B. Questão agrária: conflitualidade e desenvolvimento territorial. In: BUAINAIN, Antônio Márcio (org.). **Luta pela terra, reforma agrária e gestão de conflitos no Brasil**. [São Paulo]: Unicamp; Ciências Humanas e Sociais, 2008. p. 173–224.

MAURYA, A. K.; TRIPATHI, S.; SONI, S. A strategy of forest / non-forest cover mapping of Achanakmar-Amarkantak biosphere reserve, Central India: based on remotely sensed imagery and gis data. **International Journal Of Remote Sensing & Geoscience (IJRSG)**. . v. 2, n. 4, p. 50-54, 2013. Disponível em: http://www.ijrsg.com/Files/ce80b9db-e10a-4da1-9680-67bae29ee6ed_IJRSG_07_09.pdf. Acesso em: 2 de Julho de 2018.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.). **Introdução ao processamento de imagens de SR**. Brasília,DF: UnB; CNPQ, 2012. 266p.

MULLER, H. *et al.* Mining dense Landsat time series for separating cropland and pasture in a heterogeneous Brazilian savanna landscape. **Remote Sensing of Environment** , p. 1-10, Outubro 2014. ISSN 10.1016/j.rse.2014.10.0140034-4257/.

MOREIRA, R. C. *et al.* Políticas públicas, distribuição de renda e pobreza no meio rural brasileiro no período de 1995 a 2005. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 4, p. 919–944, 2010.

MOREIRA F. R.; CÂMARA G.; ALMEIDA FILHO R. **Técnicas de suporte a decisão para modelagem geográfica por álgebra de mapas**. Local: São José dos Campos-INPE. Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas Ação "Métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental", 2001.

MÜLLER-HANSEN, F. *et al.* A matrix clustering method to explore patterns of land-cover transitions in satellite-derived maps of the Brazilian Amazon. **Nonlinear Processes in Geophysics**, v. 24, n. 1, p. 113–123, 2017.

MÜLLER, H. *et al.* Mining dense Landsat time series for separating cropland and pasture in a heterogeneous Brazilian savanna landscape. **Remote Sensing of Environment**, v. 156, p. 490–499, 2015.

OLOFSSON, P. *et al.* Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. **Remote Sensing of Environment**, v. 148, p. 42–57, 2014.

PARENTE, L.; FERREIRA, L. Assessing the spatial and occupation dynamics of the Brazilian pasturelands based on the automated classification of MODIS images from 2000 to 2016. **Remote Sensing**, v. 10, n. 4, p. 606, 2018.

PAULO, R.; HENRIQUES, B. **Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma cerrado**. Brasília,DF: Universidade de Brasília, 2005. p. 73–92.

PIVETTA, M. Manchas de cerrado surgiram sobre leitos de antigos rios da Amazônia. **Pesquisa FAPESP**, v. 179, p. 46–49, 2011.

PONTIUS, JR; ALÍ, S., C. Quantity, exchange, and shift components of difference in a square contingency table. **International Journal of Remote Sensing**, v. 35, n. 21, p. 7543–7554, 2014.

RAMANKUTTY, N; O. T. COOMES. 2016. Land-use regime shifts: an analytical framework and agenda for future land-use research. **Ecology and Society** 21(2):1. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08370-210201>.

RATNAM, J. *et al.* When is a 'forest' a savanna, and why does it matter?. **A journal of Macroecology**, Bangalore, p. 1-8, 2011. ISSN 10.1111/j.1466-8238.2010.00634.x.

REIS, L. C.; REIS, T. E. S.; SAAB, O. J. G. A. Diagnóstico das áreas de preservação permanente das microbacias hidrográficas do município de Bandeirantes - Paraná. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 527-536, jul. /Set. 2009.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M. Biodiversity from a historical geology perspective: A case study from Marajo Island, lower Amazon. **Geobiology**, v. 4, n. 3, p. 215–223, 2006.

SÃO MIGUEL, A.E. *et al.* Características morfométricas do relevo e rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Taquaruçu/MS. **Biblioteca. Ibge. Gov.Br**, v. 51, n. 2, p. 180, 2017. ISSN 0034.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento da cobertura da terra da região de savana tropical no Brasil. Brasília, DF; Embrapa. p. 113–124, 2010.

SANTOS, G. R; PALES, R. C.; RODRIGUES, S. G. Desigualdades regionais no Brasil – 1991-2010. **InterScience Place**, v. 1, n. 31, p. 145–173, 2014.

SANTOS, L.S. dos; CABRAL, C.J.; SILVA, H.P. de B. Mancha de cerrado associada à teoria dos refúgios no agreste pernambucano. **Revista CERES**, v. 1,n. 2, p. 169-175, 2015.

SAWYER, D. Fluxos de carbono na Amazônia e no Cerrado: um olhar socioecossistêmico. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, p. 149–171, 2009.

SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio são joão, rj. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 411-426, Agosto 2013.

SILVA, D. A da; ROSS, J.L.S.; NAKAMURA, E.T.; YUHARA, C. Fragilidade ambiental de um setor do parque estadual da cantareira e entorno seccionado pela Rodovia Fernão Dias (BR 381): *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2006, Goiânia. [**Anais...**] Goiânia: SINAGEO, 2006. p. 1-12. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/4/181.pdf>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2018.

SILVA, J. F. *et al.* Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536–548, 2006.

SILVA JÚNIOR, Luiz Honorato da; SOBRAL, Eryka Fernanda Miranda. O ICMS socioambiental de Pernambuco: uma avaliação dos componentes socioeconômicos da política a partir do processo de Markov. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 42, p. 189-217, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4177/1/PPP%20n42%20ICMS.pdf>. Acesso em: Março de 2019.

SOBRAL, Eryka Fernanda Miranda; SILVA JUNIOR, Luiz Honorato da. O ICMS socioambiental de Pernambuco: uma avaliação dos componentes socioeconômicos da política a partir do processo de Markov. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 42, p. 189-217, 2014.

SCARAMUZZA, C. A. M.; SANO, E. E.; ADAMI, M ; BOLFE, E. ; COUTINHO, A. C. ; ESQUERDO, J. C. D. M. ; MAURANO, LUIS, E, P ; NARVAES, SILVA, I ; OLIVEIRA; F, F. J. B. ; ROSA, R. ; SILVA, E. B. ; VALERIANO, D. M. ; VICTORIA, D. C. ;

BAYMA, A. P. ; OLIVEIRA, G. H. ; SILVA, G. B. S. . Land-use and land-cover mapping of the brazilian cerrado based mainly on landsat-8 satellite images. **Revista Brasileira de Cartografia** (online), v. 69, p. 1041-1051, 2017.

TERRACLASS. **Mapeamento do uso e da cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira**: 2012. Brasília, DF; Belém: Embrapa; INPE, 201. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php. Outubro de 2018.

VALE JÚNIOR, J. F. do *et al.* Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@Mambiente on-Line**, v. 5, n. 2, p. 158, 2011.

MARCOS Valéria de. **Trabalho de campo em geografia**: reflexões sobre uma experiência de pesquisa participante. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=Sobre+uma+experi%C3%Aancia+de+pesquisa+participante+algumas+preocupa%C3%A7%C3%B5es+iniciais&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b>. Acesso Abril de 2019.

VASCONCELOS, S. S.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, M. V. N. Projection of the diameter distribution in a selective logging forest in the western Amazon TT - Projecao da distribuicao diametrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazonia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 71–80, 2009.

WHITE, J. C. *et al.* Pixel-based image compositing for large-area dense time series applications and science. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 40, n. 3, p. 192–212, 2014.

WU, J. The magazine of food, farm, and resource issues land use changes: economic, social, and environmental impacts. **Agriculture and Applied Economic Association**, v. 23, n. 4, p. 6-10, 2008.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DAS ZONAS LESTE E CALHA NORTE DO ESTADO DO PARÁ-ZEE. **Núcleo de gerenciamento do programa Pará rural**. Belém, PA, 2010. 3v. 30 p.

**APENDICE A - SCRIPT DA CLASSIFICAÇÃO DE USO E COBERTURA
DA TERRA REALIZADA NO GEE.**

```
var municipios =
ee.FeatureCollection("users/larissesouza14/municipios_campo"),
  Savana_Arborizada = /* color: #5a9933 */ ee.FeatureCollection(
    [ee.Feature(
      ee.Geometry.Point([-49.99726531163469, -
7.828833893017099]),
      {
        "system:index": "0"
      }
    )]
  )
Pastagem = /* color: #ebdd3f */ ee.FeatureCollection(
  [ee.Feature(
    ee.Geometry.Point([-49.98652290990776, -
8.039904063585583]),
    {
      "system:index": "0"
    }
  )]
)
```

APENDICE B- TABELA DE VALIDAÇÃO DE PONTOS

Tabela 4- Coordenadas coletadas em campo e Validação de pontos

(continua)

Estado	ID	Pontos	Lat	Long	GEE (Mapeado)	Validação de Campo	Resultado
PA	1	Ponto 01 Rio Maria	7,71672	50,57410	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	2	Ponto 02 Rio Maria	7,49267	50,04164	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	3	Ponto 03 Rio Maria	7,50391	50,04408	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	4	Ponto 04 Rio Maria	7,50391	50,04407	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	5	Ponto 05 Rio Maria	7,50413	50,04407	Pasto	Pasto	1
PA	6	Ponto 06 Floresta do Araguaia	7,62380	49,90090	Pasto	Pasto	1
PA	7	Ponto 07 Floresta do Araguaia	7,61402	49,87505	Formação Savânica (Savana Parque)	Pasto	0
PA	8	Ponto 08 Floresta do Araguaia	7,57394	49,70061	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	9	Ponto 09 Floresta do Araguaia	7,57624	49,69777	Pasto	Pasto	1
PA	10	Ponto 10 Pau D'arco	7,59230	49,69441	Agricultura	Agricultura	1
PA	11	Ponto 11 Pau D'arco	7,83835	50,03169	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	12	Ponto 12 Pau D'arco	7,82976	49,99693	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	13	Ponto 13 Pau D'arco	7,81167	49,96242	Pasto	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	14	Ponto 14 Redenção	8,04046	49,98522	Agricultura	Agricultura	1
PA	15	Ponto 15 Redenção	8,10926	49,92999	Mosaico de Agricultura ou Pastagem	Mosaico de Agricultura e Pastagem	1
PA	16	Ponto 16 Redenção	8,12046	49,92311	Pasto	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	17	Ponto 17 Redenção	8,11952	49,89128	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	18	Ponto 18 Redenção	8,08396	49,85937	Agricultura	Agricultura	1
PA	19	Ponto 19 Redenção	8,07616	49,85298	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	20	Ponto 20 Redenção	8,06684	49,84864	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	21	Ponto 21 Conceição do Araguaia	8,05490	49,84342	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	22	Ponto 22 Conceição do Araguaia	8,05106	49,83836	Agricultura	Agricultura	1

(continuação)

Estado	ID	Pontos	Lat	Long	GEE (Mapeado)	Validação de Campo	Resultado
PA	23	Ponto 23 Conceição do Araguaia	7,98993	49,81108	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	24	Ponto 24 Conceição do Araguaia	8,12526	49,80516	Pasto	Pasto	1
PA	25	Ponto 25 Conceição do Araguaia	8,10985	49,80740	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	26	Ponto 26 Conceição do Araguaia	8,10117	49,80371	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	27	Ponto 27 Conceição do Araguaia	8,06464	49,80194	Agricultura	Agricultura	1
PA	28	Ponto 28 Conceição do Araguaia	8,05901	49,80322	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	29	Ponto 29 Conceição do Araguaia	8,17038	49,72978	Formação Savânica (Savana Parque)	Pasto	0
PA	30	Ponto 30 Conceição do Araguaia	8,17176	49,72622	Pasto	Pasto	1
PA	31	Ponto 31 Conceição do Araguaia	8,17624	49,71084	Pasto	Pasto	1
PA	32	Ponto 32 Conceição do Araguaia	8,18071	49,65393	Agricultura	Pasto	0
PA	33	Ponto 33 Conceição do Araguaia	8,20662	49,61327	Pasto	Pasto	1
PA	34	Ponto 34 Conceição do Araguaia	8,20374	49,61240	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	35	Ponto 35 Conceição do Araguaia	8,19640	49,61389	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	36	Ponto 36 Conceição do Araguaia	8,18305	49,60678	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	37	Ponto 37 Conceição do Araguaia	8,17742	49,60746	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	38	Ponto 38 Conceição do Araguaia	8,17203	49,60219	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	39	Ponto 39 Conceição do Araguaia	8,12455	49,60153	Pasto	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	40	Ponto 40 Conceição do Araguaia	8,10953	49,60903	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	41	Ponto 41 Conceição do Araguaia	8,37825	49,33555	Pasto	Pasto	1
PA	42	Ponto 42 Conceição do Araguaia	8,39882	49,36227	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	43	Ponto 43 Conceição do Araguaia	8,42003	49,37533	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	44	Ponto 44 Conceição do Araguaia	8,50776	49,43811	Agricultura	Agricultura	1
PA	45	Ponto 45 Conceição do Araguaia	8,53252	49,46664	Pasto	Outros	0

(continuação)

Estado	ID	Pontos	Lat	Long	GEE (Mapeado)	Validação de Campo	Resultado
PA	46	Ponto 46 Conceição do Araguaia	8,31592	49,62478	Formação Savânica (Savana Parque)	Pasto	0
PA	47	Ponto 47 Conceição do Araguaia	8,38405	49,67119	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	48	Ponto 48 Conceição do Araguaia	8,41859	49,69744	Outros	Outros	1
PA	49	Ponto 49 Conceição do Araguaia	8,44712	49,70730	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	50	Ponto 50 Conceição do Araguaia	8,50398	49,72249	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	51	Ponto 51 Conceição do Araguaia	8,51538	49,79494	Pasto	Pasto	1
PA	52	Ponto 52 Conceição do Araguaia	8,52739	49,83689	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	53	Ponto 53 Conceição do Araguaia	8,59579	49,86946	Agricultura	Agricultura	1
PA	54	Ponto 54 Conceição do Araguaia	8,65560	49,85180	Mosaico de Agricultura ou Pastagem	Formação Savânica (Savana Arborizada)	0
PA	55	Ponto 55 Conceição do Araguaia	8,71382	49,83677	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	56	Ponto 56 Conceição do Araguaia	8,76732	49,79379	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	57	Ponto 57 Conceição do Araguaia	8,87286	49,78804	Pasto	Pasto	1
PA	58	Ponto 58 Conceição do Araguaia	8,94658	50,09867	Pasto	Pasto	1
PA	59	Ponto 59 Conceição do Araguaia	9,05117	50,07300	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	60	Ponto 60 Conceição do Araguaia	9,09883	50,06130	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	61	Ponto 61 Conceição do Araguaia	9,28803	50,10641	Pasto	Pasto	1
PA	62	Ponto 62 Santa Maria das Barreiras	9,26368	50,16147	Pasto	Pasto	1
PA	63	Ponto 63 Santa Maria das Barreiras	9,06604	60,42360	Agricultura	Agricultura	1
PA	64	Ponto 64 Santa Maria das Barreiras	9,05975	64,06130	Agricultura	Agricultura	1
PA	65	Ponto 65 Santa Maria das Barreiras	9,05889	63,11790	Pasto	Pasto	1
PA	66	Ponto 66 Santa Maria das Barreiras	9,05720	62,80110	Pasto	Pasto	1
PA	67	Ponto 67 Santa Maria das Barreiras	9,04965	62,44050	Agricultura	Agricultura	1
PA	68	Ponto 68 Santa Maria das Barreiras	9,04303	62,63280	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	69	Ponto 69 Santa Maria das Barreiras	9,03659	62,79620	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1

(conclusão)

Estado	ID	Pontos	Lat	Long	GEE (Mapeado)	Validação de Campo	Resultado
PA	70	Ponto 70 Santa Maria das Barreiras	9,03066	63,26720	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	71	Ponto 71 Santa Maria das Barreiras	9,01899	63,32660	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	72	Ponto 72 Santa Maria das Barreiras	9,01741	62,68450	Formação Savânica (Savana Parque)	Formação Savânica (Savana Parque)	1
PA	73	Ponto 73 Santana do Araguaia	9,01495	62,03990	Formação Savânica (Savana Arborizada)	Formação Savânica (Savana Arborizada)	1
PA	74	Ponto 74 Santana do Araguaia	9,01518	60,51140	Pasto	Pasto	1
PA	75	Ponto 75 Santana do Araguaia	8,98204	60,61540	Pasto	Pasto	1
PA	76	Ponto 76 Santana do Araguaia	8,96804	57,21990	Outros	Outros	1
						Porcentagem de Acerto	86%
						Total de Pontos	76
						Acertos	65
						Erros	11