

## MAPAS DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA SUBSIDIAR POLÍTICAS PÚBLICAS NO ASSENTAMENTO RURAL PARAGONORTE

S. C. SOUSA<sup>1</sup>, F. L. DA SILVA<sup>2</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará<sup>1,2</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8404-661X><sup>1</sup>

[samiosousa@gmail.com](mailto:samiosousa@gmail.com)<sup>1</sup>

Submetido 18/05/2020 - Aceito 20/10/2020

DOI: 10.15628/holos.2020.10146

### RESUMO

A implantação do Assentamento Paragonorte ocasionou degradação ambiental, devido ao desmatamento, para reverter este quadro, é necessária a adequação ao Código Florestal, instituído pela Lei 12.651/2012. Um dos instrumentos criados por esta lei é o Cadastro Ambiental Rural (CAR), cuja finalidade é integrar as informações ambientais. Neste contexto, as geotecnologias permitem a geração de produtos cartográficos para subsidiar elaboração do CAR, tal como o mapa de uso e ocupação da terra. Este trabalho teve como objetivo gerar mapas de uso e ocupação do solo, na perspectiva de subsidiar o planejamento ambiental, no Projeto de Assentamento Paragonorte no município de Paragominas-PA. Para a elaboração deste mapa, aplicou-se técnicas de processamento digital em imagens do satélite CBERS-4 e

classificação supervisionada. Na validação do mapa gerado, verificou-se que o seu índice de Kappa é de 0,8990. Já as classes de uso e ocupação identificadas foram: solo exposto, água, área urbana, pasto, pasto sujo, regeneração, floresta e floresta secundária. Das classes verificadas, as predominantes são floresta e floresta secundária, que representam juntas 49,64% da cobertura, enquanto as classes de uso da terra, que são bastante representativas, são as destinadas às pastagens, que correspondem a 23,01% da cobertura. As informações do mapa gerado neste trabalho podem ser utilizadas na elaboração do CAR e para subsidiar a implantação de políticas públicas voltadas ao planejamento ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias. Sensoriamento remoto. SAGA GIS. QGis. Classificação orientada a objeto. Desmatamento.

## MAPS OF USE AND LAND COVERAGE TO SUPPORT PUBLIC POLICIES IN PARAGONORTE RURAL SETTLEMENT

### ABSTRACT

The implementation of the Paragonorte Settlement caused environmental degradation due to deforestation, in order to reverse this situation, it is necessary to adapt it to the Forest Code established by Law 12.651 / 2012. One of the instruments created by this law is the Rural Environmental Registry (CAR), whose purpose is to integrate environmental information. In this context, geotechnologies allow the generation of cartographic products to support the elaboration of the CAR, such as the land use and occupation map. This work aimed to generate maps of land use, with the perspective of subsidizing environmental planning, in the Paragonorte Settlement Project in the municipality of Paragominas-PA. To prepare this map, digital processing techniques

were applied to CBERS-4 satellite images and supervised classification. In validating the generated map, it was found that the Kappa index is 0.8990. The classes of use and occupation identified were: exposed soil, water, urban area, pasture, dirty pasture, regeneration, forest and secondary forest. Of the verified classes, the predominant ones are forest and secondary forest that together represent 49.64% of the coverage, while the land use classes that are quite representative are those destined to pastures, which correspond to 23.01% of the coverage. The information from the map generated in this work can be used in the preparation of the CAR and to support the implementation of public policies aimed at environmental planning.

**KEYWORDS:** Remote sensing, SAGA GIS, QGis, Object oriented classification, Deforestation.

## 1 INTRODUÇÃO

A dinâmica de uso e ocupação do solo dentro dos assentamentos de reforma agrária é influenciada por um conjunto de vetores que refletem a dinâmica territorial que são: o contexto socioeconômico da região; efetividade, ou não, de políticas públicas destinadas aos beneficiários da reforma agrária; e a eficácia dos órgãos responsáveis pela condução de tais políticas. Nos assentamentos na Amazônia, o histórico da dinâmica de uso e ocupação tende a ser a exploração florestal, seguida do desflorestamento para criação de áreas destinadas a agricultura e pecuária extensiva (Alencar et al., 2016).

A trajetória do uso da terra na colonização da área de estudo, o Projeto de Assentamento (P.A.) Paragonorte, não foi diferente da realidade dos seus pares na Amazônia. A implantação deste foi iniciada no ano de 1998, quando o INCRA executou a realocação de colonos que residiam na reserva indígena Alto Guamá para uma fazenda desapropriada, denominada de Fazenda Swift. A floresta existente na área onde foi implantado o projeto de assentamento já havia sofrido uma intensa exploração, devido à indústria madeireira existente no local e à atividade de pecuária executada nesta fazenda até o ano de 1997 (Moura & Rocha, 2016; Pinho, 2014).

A pressão antrópica exercida sobre a área do P.A. Paragonorte, na forma de desmatamento, práticas de queimadas e o uso da terra desordenado, além de ocasionarem um passivo de reserva legal, causaram a degradação do solo e a perda de produtividade, perda esta justificada pelo baixo rendimento das áreas agriculturáveis, devido ao pouco conhecimento técnico, cultivo de variedades pouco produtivas e ao manejo inadequado do solo. O processo de derrubada e queima da vegetação ainda se destaca como a principal forma de manejo do solo praticada na área do assentamento. Para Modesto Junior et al. (2009), as queimadas são o principal fator que ocasiona os incêndios florestais, muito comuns na região no período da estiagem, deixando o solo desprotegido, agravando mais ainda a falta de recursos hídricos tão necessários para atividades agrícolas.

Diante deste cenário, é imprescindível o planejamento ambiental, tendo em vista o conjunto das principais características físicas, ecológicas e econômicas, visando a compatibilização do uso da terra, recuperação ambiental e proteção de ambientes sensíveis. O planejamento ambiental é a ferramenta necessária para a melhoria da qualidade de vida dos assentados, pois prevê o repasse de conhecimento sobre a dinâmica do meio, devendo ser executado de forma participativa para assegurar o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental. Portanto, é de suma importância que, no planejamento e adequação ambiental dos projetos de assentamento, sejam promovidas as práticas que estejam estreitamente ligadas à pluralidade que caracterizam a agricultura familiar, de modo a promover um ambiente ecologicamente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo (Paz & França, 2009).

O planejamento ambiental é uma importante ferramenta para gestão e ordenação interna do espaço físico dos assentamentos rurais em área de reforma agrária. Para executá-lo, deve-se considerar a legislação ambiental e os princípios básicos das ações promotoras do desenvolvimento rural sustentável, visando adequar os interesses ambientais, econômicos e sociais. No planejamento ambiental de propriedades rurais, tais como os P.As, a principal legislação a ser considerada é o

código florestal, pois tal documento trata da proteção da vegetação nativa, estabelecendo normas para proteção de vegetação em áreas de preservação permanente e de reserva legal, além de definir os critérios para as áreas de uso alternativo consolidadas (Brasil, 2012; Guimarães, Lopes & Pinto, 2018; Soares & Espindola, 2008).

Com o código florestal, foi instituída a importante política pública de ordenação territorial, surge então, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que consiste em um registro público obrigatório a todos os imóveis rurais, com objetivo de compor uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Este registro consiste na declaração de informações tais como: perímetro do imóvel; as áreas de preservação permanente e os remanescentes que formam a reserva legal. Esta legislação define algumas regras específicas relacionadas às pequenas propriedades ou posses rurais familiares, definidas como aquelas exploradas mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária (Guimarães, Lopes & Pinto, 2018).

Nessa perspectiva, é fundamental a produção de informações, tais como os mapas de uso e cobertura da terra e de hidrografia, já que estes podem auxiliar na realização do CAR no P.A Paragonorte. Por sua vez, o CAR desponta como um instrumento fundamental para o planejamento do uso do lote e uma forma de monitorar e direcionar os investimentos produtivos nos assentamentos, por isso, a sua implantação é essencial para que políticas públicas que promovam o planejamento ambiental tenham sucesso em recuperar as áreas degradadas, em garantir a disponibilidade de recursos hídricos para a produção e o uso geral, bem como recuperar e conservar vegetação nativa existente (Alencar et al., 2016; Neves et al., 2014).

## 2 HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO DO ASSENTAMENTO PARAGONORTE

Entre as décadas de 1950 a 1970, as regiões do Capim e Gurupí foram impactadas pela legislação Federal, que criou um plano de transporte para região amazônica, cujo principal objetivo era construir a ligação terrestre entre a capital do País e Belém do Pará (BR-010 ou Belém-Brasília). As regiões também sofreram os impactos das políticas de integração nacional da Amazônia Legal do governo militar, as quais estimularam intensas migrações para a localidade e, conseqüentemente, a intensa exploração dos recursos naturais (Teixeira Júnior, 2014).

Os acontecimentos históricos que culminaram na ocupação da área de estudo iniciam-se na década de 1970, quando colonos, instigados pelas políticas de integração nacional e pela construção da Belém-Brasília, começaram ocupar áreas no território da Terra Indígena Alto do Guamá (habitada pelos povos indígenas Guajá, Kaapor e Tembé). No princípio, a relação entre os colonos e os indígenas era harmoniosa, entretanto, na década de 1990, estimulados pela política do Governo Federal em assentar 280.000 famílias, o quantitativo de colonos nesta ocupação elevou-se significativamente, o que acarretou em muitos conflitos e atos de protestos dos indígenas que reivindicavam a posse absoluta da terra (Pinho, 2014).

No ano de 1996, o Ministério Público Federal (MPF) realizou uma reunião com os representantes dos indígenas e órgãos e entidades brasileiras (dentre os quais, o INCRA e a Fundação Nacional do Índio - FUNAI), para discutir a questão da ocupação e alternativas para

desintrusão da área indígena. Nesta reunião, foi discutida a necessidade de levantamento de áreas improdutivas próximas à reserva indígena, para posterior desapropriação e remanejamento de todos os colonos que ocupavam área (Moura & Rocha, 2016).

No dia 13 de novembro de 1997, o INCRA desapropriou a área por interesse Social, para fins de Reforma Agrária (Moura & Rocha, 2016; Pinho, 2014). O ato que oficializou a criação do Projeto de Assentamento da Paragonorte foi executado por meio da publicação da Portaria n. 09 de 26 de fevereiro de 1998, e ficou delimitado pelo INCRA um perímetro com uma área de 32.104,00 hectares no total, com capacidade de atender 1.205 famílias. Com a oficialização do Assentamento, deu-se início, em março de 1998, o remanejamento das famílias residentes na Reserva Indígena, juntamente com os demais ocupantes que estavam residindo na área do Projeto de Manejo da antiga fazenda CAIP (INCRA, 2018; Moura & Rocha, 2016).

O Assentamento foi criado em uma área com grande passivo florestal, pois já havia sofrido uma intensa exploração devido à indústria madeireira existente no local e à atividade de pecuária executada nesta fazenda até o ano de 1997. Entretanto, este quadro não foi diferente da realidade de parte considerável de outros P.A.s criados na região Amazônica, conseqüentemente, a dinâmica do uso da terra na colonização do Projeto de Assentamento Paragonorte seguiu pelo modelo tradicional, no qual os primeiros colonos, sem uma eficiente orientação técnica por parte do poder público, iniciaram a ocupação da terra e a implantação do acampamento no local, primeiramente, pela exploração dos recursos madeireiros restantes e posterior conversão de áreas utilizando o corte e queima da vegetação e regime de pousio da terra (Alencar, 2016; Pinho, 2014).

### **3 O CÓDIGO FLORESTAL APLICADO NOS PROJETOS DE ASSENTAMENTO RURAL**

A principal legislação brasileira que trata da proteção da vegetação nativa é a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como Código Florestal. Tal lei designa as normas gerais para proteção da vegetação das áreas de Preservação Permanente (APP) e das áreas de Reserva Legal (ARL). O código florestal determina que todas as florestas, bem como as demais formas de vegetação nativa, são bens de interesse comum de toda sociedade e são dotadas de utilidade aos solos que revestem (Brasil, 2012).

O código florestal estabelecido pela Lei 12.651/2012 revogou o antigo código, disposto pela Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. O novo regimento foi resultado de um intenso embate de interesses, em que muito se argumentou sobre a necessidade de modificação das regras para redução da proteção ambiental, modificação dos critérios para definição das APP's (estabelecendo exceções sobre a proteção destas), regularização de atividades dissonantes à legislação anteriormente em vigor com o estabelecimento da área rural consolidada, bem como a aplicação de anistia de multas e crimes. Para os efeitos desta lei, define-se, em seu artigo 3º, os conceitos relevantes para sua aplicação, discorrendo sobre a definição de APP, reserva legal, uso alternativo do solo, área rural consolidada, pequena propriedade ou posse rural familiar, etc. (Brasil, 2012; Guimarães, Lopes & Pinto, 2018).

Visando integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, foi instituído pelo Código Florestal brasileiro o Cadastro Ambiental Rural (CAR), no âmbito do Sistema Nacional

de Informação sobre Meio Ambiente - SINIMA. O CAR consiste de registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Para o registro no CAR, exige-se a identificação do proprietário ou possuidor, comprovação da propriedade ou posse e a identificação do imóvel. Para identificação do imóvel, é necessária a planta e memorial descritivo do perímetro do imóvel. Esta planta deve constar de informações da localização dos remanescentes de vegetação nativa, das APP's, das Áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e, caso existente, também da localização da Reserva Legal (Brasil, 2012).

O Código Florestal de 2012 define algumas regras específicas relacionadas às pequenas propriedades ou posses rurais familiares (de até quatro módulos fiscais), portanto, englobando a agricultura familiar e assentamentos rurais. No município de Paragominas (PA), cada módulo fiscal corresponde a 55 (cinquenta e cinco) hectares, portanto, são considerados pequenas propriedades ou posses rurais a que possuem área de até 220 (duzentos e vinte) hectares (Guimarães, Lopes & Pinto, 2018; INCRA, 2018).

A tarefa de se elaborar o CAR, delimitando as áreas de uso alternativo do solo, reserva legal e APP, bem como calcular os passivos ambientais e excedentes de reserva legal são necessárias ferramentas computacionais para otimizar a análise ambiental. Neste cenário utilizam-se as geotecnologias, já que estas passaram a ser ferramentas protagonistas, no que tange o estudo do espaço geográfico, com o uso de técnicas computacionais (Pina & Santos, 2000).

As geotecnologias, que são representadas principalmente pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), apresentam uma série de métodos de aquisição, tratamento e manipulação de dados geográficos, empregando ferramentas computacionais que facilitam a produção de informações para o estudo de uma infinidade de fenômenos geográficos. Tais tarefas, antes morosas e realizadas com grande dificuldade, agora podem ser executadas celeremente e com uma melhor qualidade nos resultados. (Santos, 2015).

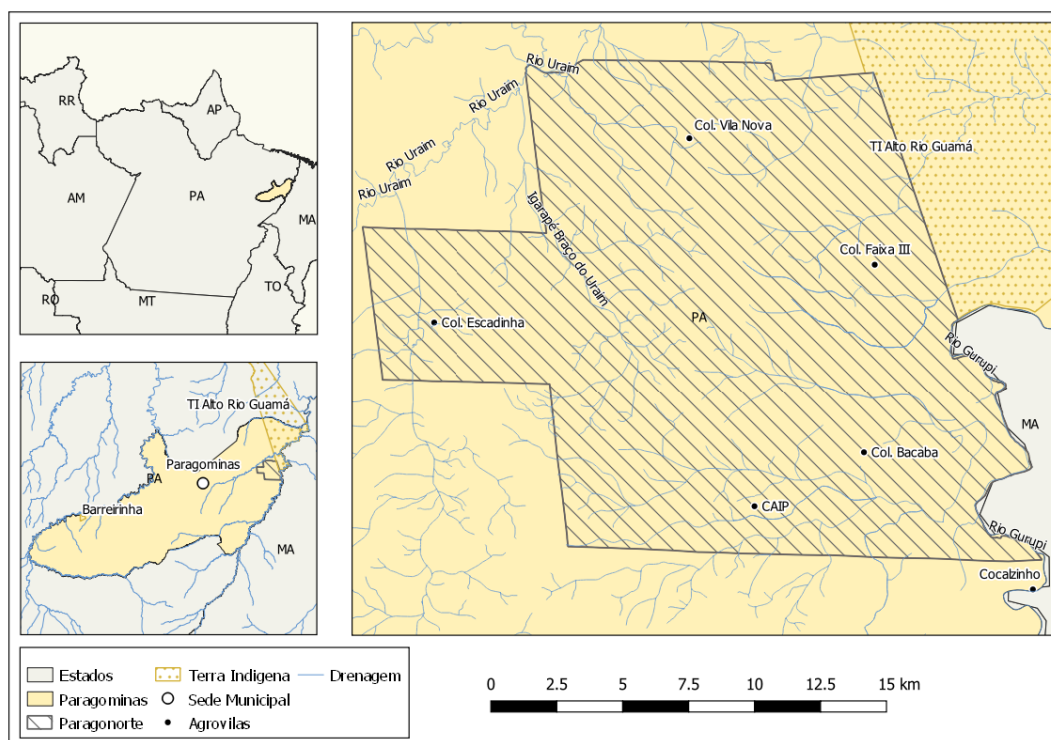
## 4 METODOLOGIA

A metodologia para desenvolver este estudo compreendeu etapas de campo e escritório. Os dados obtidos para elaboração do mapa de uso e ocupação da terra foram as imagens do satélite CBERS-4 referente ao ano de 2017.

### 1.1. Área de estudo, base dados e *softwares* utilizados

O Projeto de Assentamento Paragonorte está localizado no município de Paragominas (PA), entre as longitudes 46°54'0,00"O e 46°36'0,00"O, e as latitudes 3°0'0,00" S e 2°48'0,00"S. O acesso é realizado por meio de um ramal de aproximadamente 80 km, sem pavimentação. Este ramal é acessado pela rodovia PA-125 dentro da sede municipal. Por sua vez, o município de Paragominas está localizado na mesorregião do Sudeste do estado do Pará. O assentamento está localizado numa área do município que estabelece fronteira (demarcada no rio Gurupi) com estado do Maranhão e

com a Terra Indígena Alto Rio Guamá, conforme a Figura 1. As agrovilas presentes são Caip, Bacaba, Vila Nova e Escadinha.



**Figura 1: Localização do Projeto de Assentamento Paragonorte.**

Para estruturação da base de dados foram levantados os materiais cartográficos em formato matricial e vetorial disponíveis para a área pesquisada tais como: limites político-administrativo, perímetro do assentamento, hidrografia e imagens de satélite. Estes dados estão disponibilizados gratuitamente em bases de dados de entidades públicas, como as do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Agência Nacional das Águas (ANA).

As imagens de satélite utilizadas neste trabalho são as registradas pelos satélites CBERS-4, Landsat 5 e Landsat 8. Elas foram obtidas de forma gratuita no catálogo de imagens do INPE, e foram selecionadas considerando-se o menor percentual de cobertura de nuvens. O intervalo irregular dos anos das imagens deve-se à grande dificuldade de aquisição de imagens de sensores ópticos, devido à intensa cobertura de nuvens na área de estudo durante todo o ano. Das imagens obtidas, a do CBERS-4 do ano de 2017 foi utilizada para produzir o mapa de uso e cobertura devido à melhor resolução espacial do sensor PAN (Câmera Pancromática e Multiespectral), enquanto as imagens do Landsat foram utilizadas para uma melhor identificação das mudanças de cobertura e dos padrões de ocupação antrópica.

Todos os dados vetoriais e matriciais obtidos foram compilados em uma base cartográfica georreferenciada no sistema de projeção universal transversa de Mercator (UTM), zona 23, sul e Datum SIRGAS 2000. Os softwares utilizados foram SAGA GIS, versão 7.2, QGIS Desktop versão 3.6 (Noosa) e planilha Microsoft Excel 2016.

## 1.2. Processamento digital de imagens orbitais

O método para a produção do mapa de uso e ocupação da terra foi executado por meio de processamento digital (PDI) de imagens orbitais, conforme o fluxograma ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Processamento de imagem de satélite para produção e validação do mapa de classificação conforme o uso e ocupação da terra.

A correção atmosférica da imagem CBERS foi realizada utilizando o método DOS. Para aplicá-lo, primeiramente, assume-se que cada banda da imagem deveria possuir alguns pixels com valor de brilho próximo a zero, todavia, devido ao efeito aditivo da atmosfera, foi adicionado um valor constante a todos os pixels. A correção consiste em identificar o valor de "deslocamento" em cada banda e então subtraí-lo delas (Richards & Jia, 2006).

Realizou-se o georreferenciamento (registro) da imagem do satélite CBERS-4 utilizando como referência as imagens georreferenciadas disponibilizadas no geocatálogo do MMA disponíveis por meio de serviço WMS (*Web Map Service*). Como a imagem CBERS apresentou poucas distorções, em relação à imagem de referência, realizou-se a transformação utilizando a equação polinomial de 1° conforme Meneses e Almeida (2012). O método de reamostragem foi aplicado pelo vizinho mais próximo. O sistema de projeção cartográfica adotado foi Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23 Sul, Datum SIRGAS2000.

Após o registro da imagem, procedeu-se à aplicação da técnica de realce radiométrico, denominada fusão, com o objetivo de melhorar a resolução espacial de imagem multiespectral conforme Richards e Jia (2006). Visto que as bandas do sensor PAN do CBERS-4 possuem resolução espacial de 5 metros na banda b1 (pancromática) e 10 metros nas demais bandas (b2 - verde, b3 - vermelho e b4 - infravermelho próximo), procedeu-se à fusão para obtenção de imagens das bandas multiespectrais, com resolução espacial de 5 metros.

O método de fusão adotado foi o IHS que no SAGA GIS pode ser aplicado por meio da ferramenta "*IHS Sharpening*". Nesta ferramenta, cada banda espectral foi associada a um canal de cor: b3 (vermelho), b4 (verde), b2 (azul) e b1 (pancromático). Em seguida, procedeu-se à criação de uma composição no sistema de cores RGB (*red, green e blue*) utilizando as bandas fusionadas. A finalidade desta etapa é se obter uma imagem colorida com melhor contraste.

Para classificar a imagem CBERS conforme o uso da terra, utilizou-se o método denominado de classificação por regiões, que é um processo que deve ser realizado em duas etapas: segmentação da imagem e classificação dos objetos (Moreira, 2001). Na etapa de segmentação, utilizou-se a ferramenta "*Object Based Image Segmentation*" do SAGA GIS. O processo de segmentação realizado por esta ferramenta utiliza um algoritmo que aplica o método de crescimento de regiões. Esta ferramenta permite que o *software* identifique, na imagem de satélite, áreas com comportamento espectral homogêneo. Estas áreas são delimitadas em segmentos denominados de objetos e cada um destes é armazenado num polígono em uma camada no formato vetorial (Fisher et al., 2017).

Com a imagem segmentada, procedeu-se à classificação dos objetos desta. Segundo Conrad et al. (2015), o SAGA GIS possui uma gama de ferramentas para classificação (supervisionadas e não-supervisionadas). Neste trabalho, realizou-se a classificação supervisionada, utilizando o algoritmo classificador "distância mínima". Para executá-lo, inicialmente foram coletadas amostras das classes na imagem CBERS-4, em que cada uma destas corresponde a um polígono da camada vetorial de segmentação. Cada amostra dos segmentos foi associada a uma classe de uso e cobertura correspondente, seguindo os critérios estabelecidos por Almeida et al. (2016). Neste procedimento, utilizou-se dados obtidos em campo, imagens mais antigas do satélite Landsat, dados do PRODES e TerraClass para auxiliar interpretação visual da imagem e na identificação das classes das amostras. Após configurados todos os parâmetros da ferramenta, procedeu-se a sua execução para gerar o mapa de cobertura e do uso da terra.

A etapa da avaliação da acurácia do mapa de uso ocupação gerado, foi realizada nas seguintes etapas: dimensionamento da amostra; distribuição aleatória das amostras; checagem por interpretação visual auxiliado por dados obtidos em campo; geração da matriz de confusão; e cálculo dos índices de concordância global e por classes. Para estimar a exatidão do mapa classificado, a partir da matriz de erro, utilizou-se o método da "exatidão global". Segundo Moreira (2001), este método permite que se avalie a exatidão global (Po) do mapa, em um valor que varia em uma escala de 0 a 100%. A partir da "exatidão global", realizou-se a avaliação da qualidade da classificação a utilizando o índice de Kappa (K). Segundo Menezes e Almeida (2012), este índice varia de 0 (concordância nula) a 1 (concordância perfeita), sendo os seus intervalos considerados: ruim (0 – 0,2); razoável (0,2 – 0,4); boa (0,4 – 0,6); muito boa (0,6 – 0,8); e excelente (0,8 – 1,0).

### 1.3. Delimitação de APP e da Área de Reserva Legal

Para delimitar as APPs dos cursos d'água, procedeu-se inicialmente o mapeamento da rede de drenagem da área de estudo. Para a identificação dos cursos d'água, foi realizada, no QGIS, a vetorização da rede de drenagem, a partir da fotointerpretação da imagem de satélite CBERS-4 (Moreira, 2001). Com a rede de drenagem vetorizada, foi aplicado um operador de distância denominado *buffer* para delimitar as APPs. Segundo Câmara e Davis e Monteiro (2001), este recurso permite realizar operações de geoprocessamento que geram polígonos paralelos, em uma distância definida pelo usuário, ao redor de uma feição, tal como uma linha. A operação foi executada na ferramenta "*Buffer*" do QGIS, configurando as distâncias conforme a definição da legislação vigente, ou seja, a Lei 12.651/2012 (Código Florestal).



As áreas de Reserva Legal foram delimitadas utilizando o mapa de Remanescente de vegetação nativa obtido no *website* do SICAR/PA da SEMAS do estado do Pará. Este mapa refere-se às áreas remanescentes de vegetação nativa existentes no marco de 22 de julho de 2008, sendo este o dado de referência no sistema SICAR/PA, para se verificar os passivos ambientais em ARL e APP, e para delimitação de áreas já consolidadas antes do marco legal de 2008, segundo a Lei 12.651/2012 (SEMAS e TNC, 2018).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso da imagem do sensor PAN do satélite CBERS-4 permitiu a obtenção de uma imagem multiespectral com resolução espacial de 5 metros, o que possibilitou, por meio de classificação digital, a produção cartográfica em escala mais adequadas ao contexto de um assentamento rural, onde as propriedades rurais são de pequena dimensão. A partir desta classificação digital supervisionada da imagem do satélite CBERS-4, produziu-se um mapa temático (Figura 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), onde foram identificadas as seguintes classes de uso e ocupação da terra no assentamento: solo exposto, água, área urbana, pasto, pasto sujo, regeneração, floresta e floresta secundária.

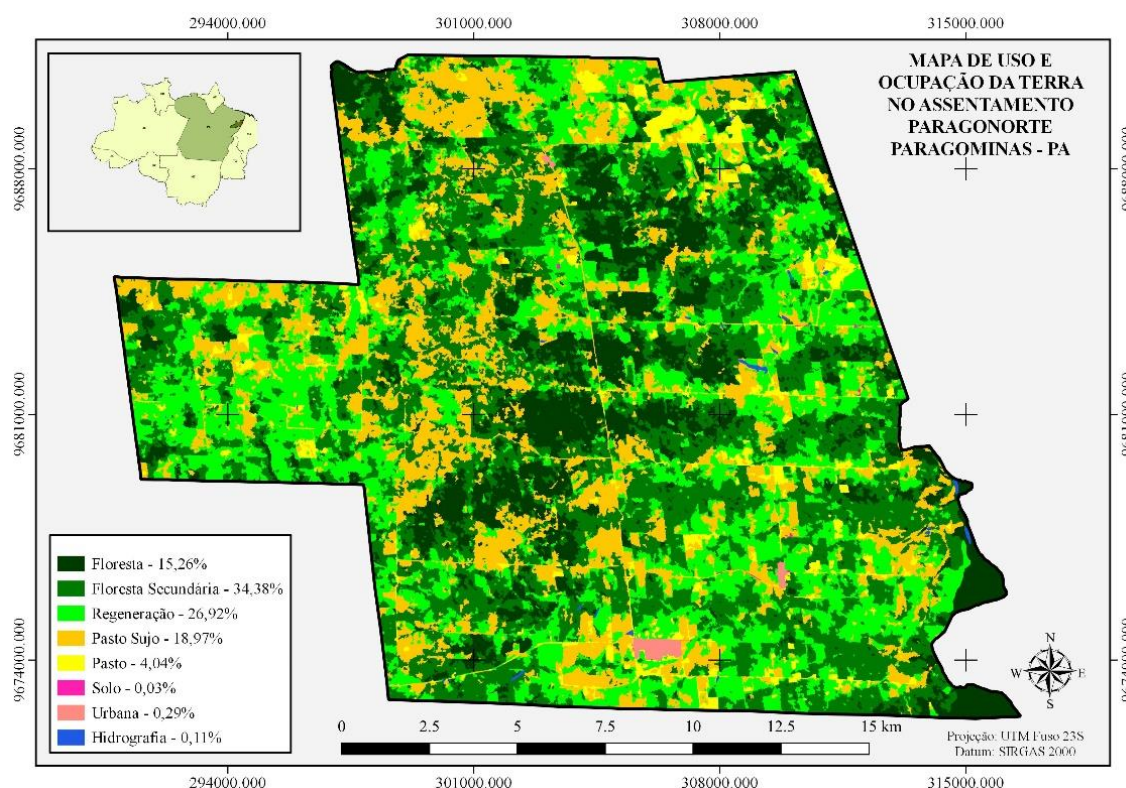


Figura 3: Mapa temático de uso e ocupação da terra no ano de 2017 no P.A. Paragonorte.

Na etapa de validação, que foi realizada utilizando a técnica de análise multivariada da matriz de erro através da estatística Kappa, verificou-se que o índice de concordância entre a verdade de campo e o mapa temático gerado foi de 0,8990 a um nível de confiança de 95%. Segundo Congalton e Green (2008), valores do índice de Kappa superiores a 0,80 representam um forte nível de

concordância entre os dados, portanto a qualidade do mapa classificado neste trabalho está num nível de aceitação considerado "excelente".

Uma vez validado o mapa temático como estatisticamente consistente, realizou-se a quantificação da área ocupada por cada classe identificada, no ano de 2017, estes dados são apresentados na Tabela 1. Todas as classes identificadas apresentam evidências de uso antrópico quando se confronta a imagem classificada com a interpretação visual das imagens óticas do satélite Landsat dos anos anteriores. No cenário analisado, verifica-se que o projeto de assentamento Paragonorte, ao longo do seu processo de formação, foi causador de degradação florestal, entretanto, não somente pelo simples fato de este ter sido instalado em áreas florestadas, mas, segundo Silva (2014), há um conjunto de fatores bastante heterogêneos que envolvem condições naturais desfavoráveis das propriedades, exploração e manejo inadequado pelos antigos proprietários, falta de financiamentos para recuperação de áreas e principalmente a deficiência ou até mesmo a falta de acompanhamentos técnicos, que fazem com o que os assentados estejam desamparados de métodos e tecnologias conservacionistas e recorram a práticas inadequadas de uso e manejo da terra, utilizando os recursos naturais de forma predatória.

**Tabela 1: Área de cada classes de uso e ocupação da terra no assentamento Paragonorte no ano de 2017.**

<b>Classes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área Relativa (%)</b>
Solo	11,16	0,03
Água	36,84	0,11
Urbana	91,94	0,29
Pasto	1.297,00	4,04
Floresta	4.898,73	15,26
Pasto sujo	6.089,64	18,97
Regeneração	8.642,32	26,92
Secundária	11.036,42	34,38
<b>Total</b>	<b>32.104,05</b>	<b>100,00</b>

Observando o campo referente à ocupação relativa de cada classe no ano de 2017, Figura 3, pode-se observar que as classes predominantes no assentamento são as que representam florestas (floresta e floresta secundária), que juntas constituem 49,64% da cobertura de um total de 32.104,05 hectares da área do assentamento. As classes de floresta foram identificadas em dois estágios de antropização: "floresta" – representando 15,26% da área, em sua totalidade, sendo composta de florestas degradadas, pois já sofreram exploração madeireira seletiva; e, "floresta secundária" - que se originaram em áreas que foram ocupadas por floresta que sofreu intensa exploração madeireira, corte raso e impactos decorrentes de sucessivas queimadas, esta classe representa 34,38% da cobertura do assentamento, sendo a classe individual predominante.

Outras classes de uso da terra que são bastante representativas são as destinadas às pastagens (pasto limpo e pasto sujo), que correspondem a 23,01% da cobertura do assentamento, fato que demonstra que a pecuária é a atividade econômica mais relevante na área de estudo. Mesmo estando a maioria da pastagem em processo produtivo, apesar de predominar a vegetação gramínea, há a presença esparsa de vegetação arbustiva e de indivíduos arbóreos (Tabela 3), o que,

segundo Almeida et al. (2016), caracteriza-as como áreas da classe “pasto sujo”, as pastagens com estas características representam, aproximadamente, 19% da cobertura total. O pasto sujo tende a predominar nas áreas dos agricultores familiares, pois é característico do tipo de manejo praticado na Amazônia, que consiste em realizar as atividades, tais como controle de plantas invasoras e plantio de forma manual e também pelo sub ou superpastejo, ocasionando a degradação da pastagem (Sarmiento et al., 2010).

As áreas onde a cobertura vegetal não é predominante são as representadas pelas classes: solo, águas e urbana, tais áreas correspondem juntas menos de 0,5% da cobertura do assentamento. A classe "solo" representa as áreas de solo exposto, sendo que os principais objetos associados a ela são as estradas de maior largura e áreas de extração de aterro, conforme verificado *in loco*. Na classe "urbana", foram associadas as agrovilas do assentamento, que são as áreas com maior concentração demográfica, com a presença de infraestruturas características de áreas urbanizadas. Na classe "água", os principais objetos mapeados foram pequenas represas, rios mais largos e lagos.

As áreas em regeneração observadas na classificação representam 26,92% da cobertura total do assentamento (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). No sistema tradicional, as áreas de regeneração (capoeiras) são frequentemente utilizadas para formação de pastagens no sistema tradicional de corte-e-queima, no qual, primeiramente, o mais comum é a implantação da agricultura (com o plantio de milho, mandioca e feijão) e, posteriormente, no início da estação chuvosa, é plantada a gramínea para formar a pastagem (Sarmiento et al., 2010). Esta característica verificada no P.A. Paragonorte não difere da realidade, retratada por Alencar et al. (2016), dos demais assentamentos na Amazônia Legal, onde o manejo tradicional de corte e queima é amplamente utilizado para incorporar novas áreas de floresta ou reutilizar as que estão em pousio, para garantir a produtividade nos ciclos anuais de produção agrícola.

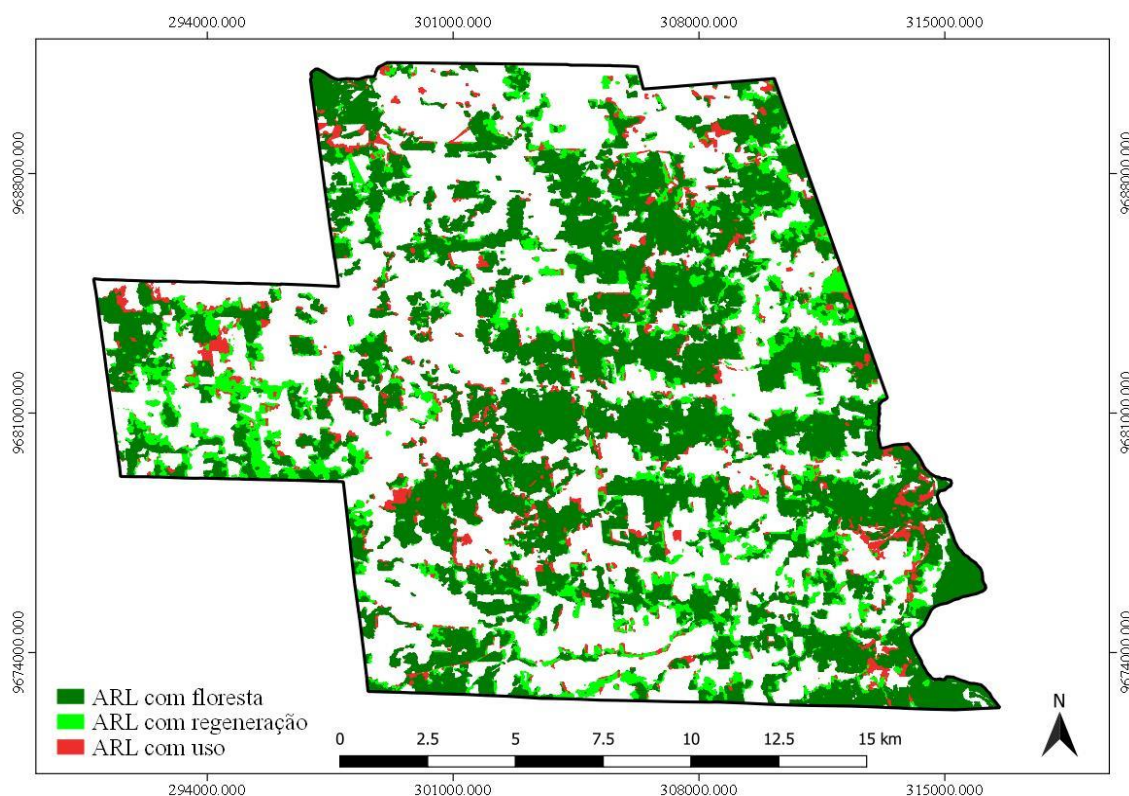
Foi observado que, no mapa temático de uso e ocupação do assentamento, no geral, a distribuição espacial das classes é bastante fragmentada e heterogênea. As classes de pastagem, regeneração e floresta se apresentam distribuídas em polígonos de pequena dimensão e de formato irregular, o que dá indícios de que a produção é predominantemente de subsistência e também evidencia, segundo Matos, Vidal e Mello (2018), que as condições naturais da propriedade desapropriada são desfavoráveis ao pequeno produtor. Os autores ressaltam ainda que este quadro é bastante comum nos assentamentos agrícolas do país e é agravado pelos impactos ambientais prévios à implantação do assentamento, causados pelos antigos proprietários motivados em maximizar a produção e o lucro.

### 5.1 Análise das Áreas de Reserva Legal do P.A. Paragonorte

O mapa de remanescente de vegetação nativa obtido no SICAR do estado do Pará, que representa, neste sistema, os remanescentes de floresta nativa existentes no marco de 22 de julho de 2008 do código florestal, aponta que no P.A. Paragonorte há 14.762,19 ha de área classificada como tal. Levando em consideração as disposições do Código Florestal (Lei 12.651/2012) e da IN nº 2/2014 do MMA sobre a reserva legal em assentamentos de reforma agrária, estas áreas devem ser

computadas como área de reserva legal (Brasil, 2012). Portanto, a ARL do P.A. Paragonorte deve corresponder a 45,98% da cobertura do mesmo.

Com o resultado do cruzamento do mapa de remanescente de vegetação nativa do SICAR/PA com o mapa de uso e ocupação da terra (Figura 4), produzido neste trabalho, constatou-se que nos remanescentes florestais apontados pelo SICAR/PA há o predomínio de áreas com floresta (classes floresta e floresta secundária), que correspondem ao total de 79,23% da cobertura. Das demais áreas, estão 15,12% em processo de regeneração (pousio) e 5,66% com uso como pastagem, portanto, 20,77% da ARL encontra-se em efetivo uso ou com uso recente.



**Figura 4: Uso e ocupação no ano de 2017 em Área de Reserva Legal.**

Ao se realizar o comparativo entre os mapas de remanescente florestal do SICAR/PA e de uso e ocupação da terra em 2017, é possível observar-se que muitas áreas de vegetação nativa, seja esta secundária em ou em regeneração natural, estão fora do perímetro definido no SICAR/PA como reserva legal. Logo, considerando que a cobertura de vegetação nativa existente (floresta, floresta secundária e regeneração), que corresponde à 24.577,47 ha, representa 76,55% da cobertura do assentamento, e considerando que a ARL mínima exigida é de 45,98%, conclui-se que o P.A. Paragonorte possui um excedente potencial de 9.815,28 ha de vegetação nativa, caso esta seja declarada como ARL, podendo este excedente, segundo Guimarães, Lopes e Pinto (2018), ser utilizado como cota de reserva ambiental (CRA) para compensação de reserva legal de outrem, possibilitando que os assentados tenham uma fonte de renda extra advinda da comercialização de serviços ambientais.

## 5.2 Análise das Áreas de Preservação Permanentes do P.A. Paragonorte

Com a delimitação das faixas de APP da área de estudo, calculou-se que elas totalizam 1.632,70 ha. Nesta operação, também foram discriminadas as classes dos usos da terra encontrados nestas áreas. Deste total, uma área relativa à 57,49% possui cobertura florestal (floresta e floresta secundária), 28% sofreu antropização recente e está em processo de regeneração e 13,55% encontra-se com uso conflitante, ou seja, sendo destinadas ao uso alternativo do solo (área de pastagem). As APP's que apresentam uso conflitante totalizam 221,21 ha.

O quantitativo de 221,21 ha, com uso conflitante refere-se ao total de APP's dentro da faixa mínima exigida pela legislação com uso diferente de "vegetação nativa". Se este passivo ocorreu antes de 22 de julho de 2008, o mesmo pode ser recomposto obedecendo à faixa mínima, segundo o Código Florestal, que deve ser de 5 metros para cursos d'água em propriedades com até 1 módulo fiscal, caso contrário, a totalidade deverá ser recomposta (Brasil, 2012). Para distinguir as áreas degradadas antes ou após o marco legal do código florestal, realizou-se o procedimento, conforme a metodologia descrita, utilizando o mapa de "remanescentes de vegetação nativa em 2008" obtido no SICAR/PA. Realizado o procedimento no SIG, o resultado obtido é que a área mínima de APPs a recompor totalizam 75,98 ha. O mapa das APP's do assentamento e a distribuição das APP's a recompor estão ilustradas na Figura 5.

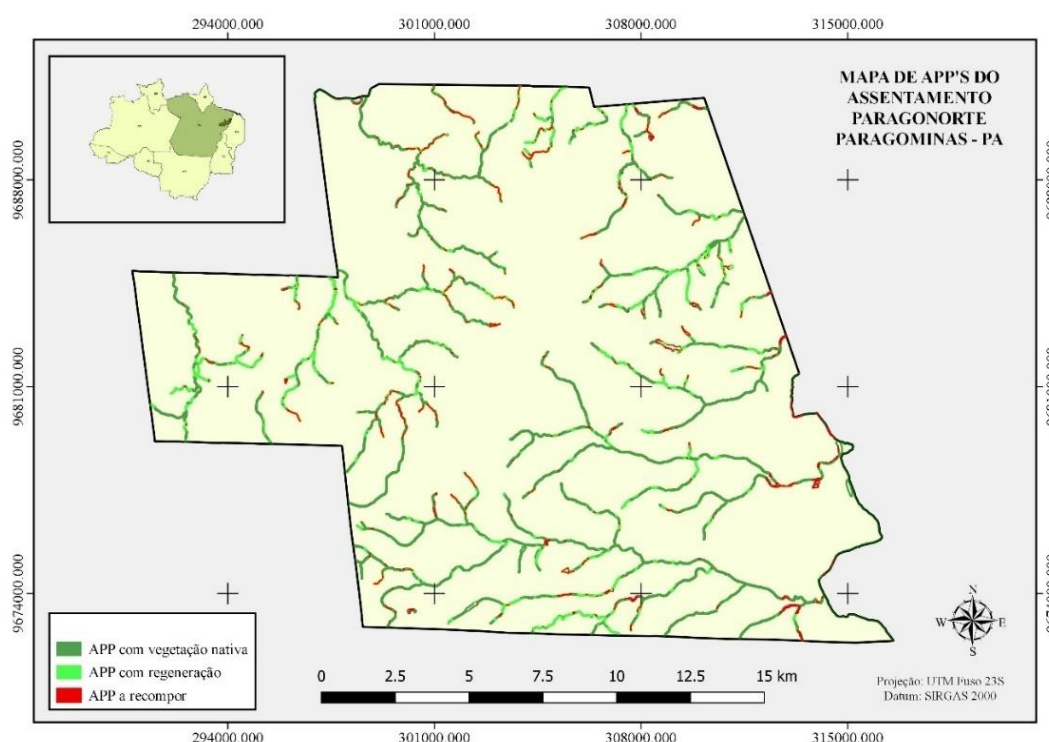


Figura 5: Mapa das APP's e a localização dos passivos a recompor.

Implantar políticas para recuperar e preservar as áreas de preservação permanente é de suma importância para conservar o abundante recurso hídrico provido pela densa rede de drenagem fluvial existente na área do Assentamento Paragonorte. Pois existência de cobertura florestal possibilita que o ciclo hidrológico ocorra de forma perfeita, de modo que ocorram as precipitações, a água infiltre-se lentamente até o lençol freático que abastece os rios, sendo

absorvida pela vegetação, que promove a evapotranspiração, formando-se nuvens e ocorrendo as precipitações novamente. Um ciclo hidrológico equilibrado promove a melhoria da qualidade de água e o aumento da vazão dos rios (Calijuri, Cunha, 2013; Crepani et al., 2001).

## 6 CONCLUSÃO

As imagens do satélite CBERS-4 mostraram-se como uma importante fonte de dados de sensoriamento remoto para elaboração de produtos cartográficos no contexto de pequenas propriedades familiares. A principal característica que o qualifica deste modo é a resolução espacial de 5 metros do sensor PAN, que possibilita o imageamento das feições em escala compatível com pequenos imóveis rurais. Soma-se ainda, o fato de que as imagens de alta resolução espacial do território brasileiro, geradas pelo programa CBERS, podem ser obtidas sem custo financeiro, característica, não encontrada em outros produtos de sensoriamento remoto.

Os resultados obtidos aplicando técnicas de processamento digital de imagens e de geoprocessamento, por meio de SIG's com licença livre (SAGA-GIS e QGIS), por sua vez, demonstram que tais softwares têm grande potencial como alternativas aos softwares comerciais, o que contribui na redução de custos na execução do trabalho. Dentre os algoritmos dos SIG's aplicados, o de segmentação se demonstrou bastante eficiente em identificar e delimitar objetos na imagem, que, segundo Moreira (2001), é uma etapa fundamental na classificação orientada a objetos. Este método de classificação permitiu obter-se um produto isento de ruídos *salt-and-pepper*, que, segundo Meneses e Almeida (2012), é um efeito inerente aos métodos pixel a pixel, que é suprimido nos métodos por região, como o que foi o utilizado neste trabalho.

As ferramentas e produtos de geotecnologia utilizados neste trabalho, como os SIG's de licença livre (QGIS e SAGA-GIS) e as imagens de sensoriamento remoto, oriunda do sensor PAN do satélite CBERS-4 proporcionaram satisfatoriamente a produção de mapas temáticos, que possuem informações espaciais com características e acurácia satisfatória, de modo a possibilitar a serem utilizados como insumos para subsidiar a elaboração e implantação de políticas públicas de planejamento ambiental como CAR das pequenas propriedades rurais familiares do PA Paragonorte.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, A., Pereira, C., Castro, I., Cardoso, A., Souza, L., Costa, R., Bentes, A. J., Stella, O., Azevedo, A., Gomes, J., & Novaes, R. (2016). *Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades*. Brasília (DF): Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM).
- Almeida, C. A. de et al. (2016). High Spatial Resolution Land Use and Land Cover Mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 Using Landsat-5/TM and MODIS Data. *Acta Amazonica*, 46(3), 291-302. DOI: <10.1590/1809-4392201505504>.
- Brasil. *Lei n. 12.651*, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, mai. 2012.
- Calijuri, M. do C., & Cunha, D. G. F. (2013). *Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão*.

Rio de Janeiro: Elsevier.

- Câmara, G; Davis, C., & Monteiro, A. M. V. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. (2001). São José dos Campos (SP): Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Recuperado de: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., & Böhner, J. (2015). System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA). *Geosci. Model Dev.*, 2.1.4 (8).
- CREPANI, Edison *et al.* (2001). *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. São José dos Campos: INPE.
- Fisher, R., Hobgen, S., Mandaya, I., Kaho, N., & Zulkarnain, U. (2017). *Satellite Image Analysis and Terrain Modelling: A Practical Manual for Natural Resource Management, Disaster Risk and Development Planning Using Free Geospatial Data and Software* (7th ed.). Charles Darwin University, Universitas Nusa Cendana dan Universitas Halu.
- Guimarães, V. T., Lopes, J. C. P., & Pinto, P. M. de B. (2018). Código Florestal Brasileiro, Agricultura Familiar e Assentamentos Rurais. *Dom Helder Revista de Direito*, 1(1).
- INCRA - *INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA*. Recuperado de: <<http://www.incra.gov.br/assentamento>>.
- Matos, T. E. S., Vidal, M. R., & Mello, A. H. de. (2018). Análise Temporal do Uso do Solo no Assentamento Agrícola Alegria, no Município de Marabá-PA. *III Encontro de Pós-Graduação*, Marabá, PA: Unifesspa - PROPIT.
- Meneses, P. R., & Almeida, T. (org.). (2012). *Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto*. Brasília: CNPq.
- Modesto Júnior, M. De S., Alves, R. N. B., & Silva, E. S. A. (2009) *Produtividade de mandioca cultivada por agricultores familiares em áreas de mata de Paragominas, Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Moreira, M. A. (2001) *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. São José dos Campos: INPE.
- Moura, R. de L., & Rocha, V. W. P. (2016) *Da conquista da terra, ao sistema de produção e comercialização: dados relevantes do PA Paragonorte Paragominas, Pará*. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas, PA, Brasil.
- NEVES, S. M. A. da S. *et al.* (2014) Dinâmica da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra no Assentamento Roseli Nunes, Região Sudoeste de Planejamento de Mato Grosso. *Cadernos de Agroecologia* – 9( 4).
- Paz, M. R., & França, F. A. (2009). A Importância da Adoção de Técnicas de Geoprocessamento no Planejamento Agroecológico de Propriedades Rurais Familiares. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2).

- Pina, M. de F. de., & Santos, S. M. (2000). *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde*. Brasília: OPAS.
- Pinho, B. C. P. (2014). *Desmatamento e uso e cobertura da terra: um estudo de Caso no assentamento de reforma agrária Paragonorte, Pará* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil.
- Richards, J. A., & Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. (4. Ed). Berlin: Springer-Verlag.
- Santos, A. R. dos (Org.). (2015). *Geotecnologias e Análise Ambiental: Aplicações Práticas*. Alegre, ES: Caufes.
- Sarmento, C. M. B., Veiga, J. B., Rischkowsky, B., Kato, O. R., & Siegmund-Schultze, M. (2010). Caracterização e avaliação da pastagem do rebanho de agricultores familiares do nordeste paraense. *Acta Amazônia*, 40 (3).
- SEMAS - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO PARÁ; TNC – (THE NATURE CONSERVANCY). (2018). *Guia: Programa de Regularização Ambiental (PRA) e Licenciamento Ambiental no Pará*. Agroícone. Recuperado de: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/guia-pra-para.pdf>.
- Silva, L. F. (2014). *Uso e ocupação do solo no Assentamento Rio Bonito em Cavalcante - Goiás*. Planaltina-DF: Universidade de Brasília.
- Soares, J. L. N., & Espindola, C. R. (2008). Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável. *Revista NERA*, 11(12), 108-116. ISSN: 1806-6755.
- Teixeira Júnior, T. R. (2014). *Fazendo as pazes com a natureza? Estudo sobre a implantação do projeto "município verde" em Paragominas/PA* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia (PDTSA) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Marabá, PA, Brasil.

#### COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Sousa, S. C., Silva, F. L. da. (2020). Mapas de uso e cobertura da terra para subsidiar políticas públicas no assentamento rural Paragonorte. *Holos*. 36(8), 1-17.

#### SOBRE OS AUTORES

##### S. C. SOUSA

Programa de Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

E-mail: [samiosousa@gmail.com](mailto:samiosousa@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8404-661X>



**F. L. DA SILVA**

Professor do Instituto Federal do Pará - Campus Castanhal atuando na área de Estatística, Matemática e Computação.

E-mail: [lixlellis@yahoo.com.br](mailto:lixlellis@yahoo.com.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4076-9696>

**Editor(a) Responsável:** Jacques Borges

**Pareceristas *Ad Hoc*:** Kelyn Schenatto e Ramofly Bicalho

