



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA- UNB
FACULDADE UNB PLANALTINA - FUP
GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

VITOR WESLEY SANTANA BONFIM

**UTILIZAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA CONTROLE AMBIENTAL
DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ASSENTAMENTO SÃO
JOSÉ NO ESTADO DE MATO GROSSO**

PLANALTINA - DF

2016

VITOR WESLEY SANTANA BONFIM

**UTILIZAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA CONTROLE AMBIENTAL
DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ASSENTAMENTO SÃO
JOSÉ NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Relatório de conclusão apresentado
como parte do processo de conclusão
da disciplina Estágio Supervisionado
Obrigatório de Gestão do Agronegócio
da Universidade de Brasília -UnB
Orientador(a): Rômulo José da Costa
Ribeiro

PLANALTINA -DF

2016

RESUMO

Com os recursos naturais se tornando escassos no mundo atual, o monitoramento ambiental se faz um instrumento de grande importância para a manutenção e preservação dos bens ambientais, a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto para o monitoramento e controle ambiental se tornaram indispensáveis quando se tem por objetivo atingir um bom nível de precisão e custo relativamente baixo a depender dos instrumentos utilizados. Este trabalho buscou avaliar o nível de desmatamento das áreas de preservação permanente do assentamento São Jose entre os anos de 2008 e 2015, o assentamento está localizado ao norte do Estado de Mato grosso na área do bioma Amazônico, o estudo foi realizado com imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 8 e aplicado o método de classificação supervisionada pela Máxima Verossimilhança. Os resultados encontrados mostram que entre as áreas de preservação permanentes do assentamento nos períodos de 2008 e 2015 foi desmatado ilegalmente 3,2% da área de preservação permanente do assentamento, totalizando 15,4 hectares de área de vegetação nativa a serem recompostos nos termos da lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental, sensoriamento remoto, área de preservação permanente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do assentamento São José no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso.

Figura 2: Continuidade Multiespectral de Cobertura dados fornecidos pelas missões Landsat.

Figura 3: Classificação de áreas do ano de 2008.

Figura 4: Classificação de áreas do ano de 2015.

LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 1:

$$m = E(x) = \frac{1}{K} \sum_{j=i}^K x_j$$

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1.1	Sensoriamento Remoto.....	8
2.1.2	Características Principais das Imagens de Sensoriamento Remoto	16
2.1.3	Resolução espacial.....	17
2.1.4	Resolução Espectral.....	17
2.1.5	Resolução Radiométrica.....	18
2.1.6	Resolução temporal.....	18
2.1.7	Máxima Verossimilhança.....	19
2.1.8	LANDSAT 8	19
3	MÉTODOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÕES	26
	BIBLIOGRAFIA.....	28

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a Amazônia brasileira tem o reconhecimento mundial de sua importância para o equilíbrio ambiental do planeta, sendo um dos maiores biomas do mundo abriga uma grande variedade de espécies da fauna e flora, possui um grande estoque de água doce além de ser responsável por manter o controle e estabilidade hídrica e climática na região e em suas proximidades, contribui também no âmbito social ofertando sustento a partir de seus recursos naturais para inúmeros habitantes por meio do extrativismo, pesca, promoção de serviços ecológicos, ecoturismo, agricultura tradicional, agricultura familiar e pecuária, sua relevância precisa ser preservada para que a sociedade continue a se beneficiar dos recursos oferecidos pela Amazônia.

Com o aumento da preocupação com os recursos naturais nas últimas décadas e com o avanço da fronteira agrícola brasileira para a região da Amazônia, foram criadas ferramentas associadas a tecnologia para auxiliar no monitoramento ambiental e na redução do ritmo de impactos ambientais causados pelo homem. O monitoramento ambiental tem como objetivo principal realizar o acompanhamento das condições dos recursos naturais em qualidade e quantidade disponíveis para a utilização, leva em conta variáveis sociais e econômicas pois estas também têm influência sobre o meio ambiente. No Brasil, uma ferramenta de grande importância utilizada no combate ao desmatamento é o sensoriamento remoto que na maioria das vezes demonstra eficiência na captação de dados gerando informações para estudos sobre estado de conservação, preservação e recuperação ambiental que fornecem subsídios para a elaboração de propostas, planos de recuperação e políticas públicas relacionadas ao meio ambiente (RAMOS & LUCHIARI JUNIOR, 2009).

Neste cenário, em um período de aproximadamente 12 anos, entre 2003 a 2014 os assentamentos rurais exerceram grande influência no

desmatamento na Amazônia, aproximadamente 41,8 milhões de hectares abrigam 3.589 assentamentos de reforma agrária onde existem aproximadamente 12,7 milhões de hectares desmatados. O bioma Amazônia ocupa por volta de 54% do Estado de Mato Grosso, desta área a região norte abriga a maioria dos assentamentos de reforma agrária e mesmo que o desmatamento tenha sido reduzido nos últimos dez anos ainda contribuem para o desmatamento regional do norte de Mato grosso onde há assentamentos mais antigos com modelos de colonização e convencional. (ALENCAR, et al., 2016)

Mesmo com a redução parcial do desmatamento no Estado de Mato Grosso, dados levantados apontam que o desmatamento ainda não está sob controle. Com o auxílio das tecnologias de sensoriamento remoto foi possível em 2015 detectar em 20 dos 141 municípios do Estado de Mato Grosso a concentração da maior parte de desmatamento de todo o Estado. O maior problema do desmatamento no Mato Grosso e dá pela falta de regularização fundiária, foi instituída uma ferramenta para o monitoramento e controle ambiental no novo Código Florestal, o chamado Cadastro Ambiental Rural foi criado para integrar as informações ambientais das propriedades rurais brasileiras, pois somente com o cadastramento dos dados das propriedades é possível notificar os responsáveis.

Este trabalho tem como propósito fornecer dados e informações sobre o estado de conservação ambiental no assentamento São José localizado no município de Guarantã do Norte na região norte de Mato Grosso, por meio da análise de imagens de sensoriamento remoto no período de julho de 2008 e julho de 2015 do sensor Landsat 5 e 8, a região em questão é uma área ocupada por vários tipos de assentamentos de reforma agrária e está inserida no bioma Amazônia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, a reforma agrária surge com o propósito de promover uma melhoria na divisão de terras dos estados, visto que ao longo da história brasileira grandes porções de terra eram concentradas em uma pequena parcela da população, o qual teve início desde os anos de 1530 com a distribuição de áreas rurais pela Coroa portuguesa, causando um grande problema social que perdura até os dias de hoje.

Neste contexto foi editado o Estatuto da Terra (BRASIL, 1964) com objetivo de reduzir a desigualdade e aumentar a distribuição de terra, para assim efetivar os princípios de justiça social, promover o desenvolvimento rural sustentável e fomentar o aumento da produção rural. Com a edição do Estatuto da Terra em 1964 são criados os órgãos responsáveis pela reforma agrária, inicialmente nomeados como Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (Ibra) e Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (Inda). O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) foi criado em 1970 e foi resultado da união entre o Inda e Ibra, na época o governo incentivava a colonização da Amazônia, dando incentivos fiscais para empresas e distribuindo terra por meio da criação de assentamentos para pessoas se instalarem às margens da transamazônica, a reforma agrária favoreceu a desconcentração e democratização da estrutura fundiária, aumentou a produção de alimentos básicos, fomentou a geração de ocupação e renda, combateu a fome e a miséria, proporcionou a interiorização dos serviços públicos básicos, reduziu o êxodo rural, promoveu a diversificação do comércio e serviço no meio rural e democratizou as estruturas de poder (INCRA, 2016).

Os assentamentos rurais no Brasil foram criados e definidos pelo Incra como um conjunto de unidades agrícolas que são independentes e instaladas onde havia um imóvel rural com um proprietário somente, os assentamentos são criados de acordo com a capacidade que a terra tem de sustentar as famílias beneficiadas, os padrões geográficos dos terrenos e

condições de produção são levados em consideração para a definição de tamanho e localização dos lotes dos assentamentos, os assentados possuem linhas de crédito específicas, assistência técnica, infraestrutura e outros benefícios proporcionados para promover um desenvolvimento sustentável, atualmente existem aproximadamente 9.334 assentamentos em todo o Brasil e ocupam uma área de 88.422.762 hectares (INCRA, 2016). A região de Mato Grosso possui características econômicas fortemente voltadas para atividades ligadas a agricultura e pecuária, assim favorecendo o setor agropecuário e fomentando seu crescimento desde a década de 1960, com incentivos governamentais com os programas de incentivo a modernização em especial para grandes produtores, o Programa de Desenvolvimento do Centro Oeste (Prodoeste) posto em prática pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) afetou assim o processo de ocupação especialmente de assentamentos direcionando o fluxo de migração de outros estados para o Mato Grosso.

Algumas iniciativas com vista aos pequenos produtores foram tomadas na década de 1980, foram instalados alguns projetos de colonização pela iniciativa pública e privada que incluíam os assentamentos de famílias produtoras em propriedades de pequeno porte, mesmo com as inúmeras dificuldades estruturais da época. Neste momento ocorre um grande aumento no número de municípios do Estado, principalmente os localizados no norte de Mato Grosso, com características de serem municípios com população de 20 a 50 mil habitantes em cada cidade e carentes de infraestrutura e serviços, além de possuir uma biodiversidade da floresta amazônica. (CUNHA, 2006).

Com o crescimento da região norte do Estado de Mato grosso foram percebidas dinâmicas de desmatamento no bioma Amazônia o qual abrange mais de 550 mil quilômetros quadrados no Estado, os assentamentos da região têm sido apontados como os principais atores do aumento de volume de desmatamento em pequenas áreas sendo considerados os assentamentos, agricultores médio e familiar dentre os anos de 2007 a 2014, mesmo que o volume de desflorestamento tenha diminuído em relação a anos anteriores é preocupante

a situação do aumento do desmatamento nos assentamentos contribuindo no nível regional (ALENCAR et al.,2016).

Neste ponto de vista políticas que atuam no monitoramento e controle ambiental foram criadas para se reduzir os impactos ambientais gerados pelas dinâmicas de ocupação como é o caso do Código Florestal criado em 1964 que trata e limita a utilização da vegetação nativa do Brasil, de forma geral o Código determina todos os parâmetros a serem seguidos de preservação das florestas nativas os conceitos mais importantes neste contexto são os de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, sendo definido como Reserva Legal a área de cada propriedade a ser preservada por ter características de vegetação natural do bioma em que a propriedade está inserido e tendo limitações de seu uso, já as Áreas de Preservação Permanentes são criadas para se preservar áreas de difícil recuperação e de risco como beiras de cursos d'água, topos de morros, encostas e nascentes para assim preservar a fauna e flora local.

O código florestal regido pela Lei nº12.651, de Maio de 2012 alinha a política sobre a proteção da vegetação nativa e altera as leis 6.398 de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006 e ainda revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001 ordenando novas diretrizes, mudanças as quais buscam regular atividades que envolvam áreas preservadas e os recursos ambientais em geral, conforme a definição:

Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. (BRASIL, 2012)

Com a promulgação da constituição de 1988 houve a mudança da relação entre o homem e o meio ambiente como diz o Art. 225. "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações." (BRASIL, 1988). Neste contexto as mudanças sancionadas no Código Florestal no ano de 2012 buscam o equilíbrio entre a preservação de áreas com grande importância ambiental visto que o meio ambiente deve ser garantido para todos incluindo as futuras gerações, e a execução das atividades agrícolas essenciais para o desenvolvimento e segurança alimentar do Brasil levando em conta sua dimensão territorial.

Na prática o Código Florestal é aplicado a todas as propriedades privadas, há em sua definição os conceitos que precisam ser seguidos por todas propriedades agrícolas. Foram criados os instrumentos para que se cumpra a preservação ambiental por meio da definição de normas de utilização da propriedade como as mais importantes delimitadas na Lei 12.651 sendo definidas no Art. 3º:

[...]Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas . Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa [...]. (BRASIL, 2012)

Existem inúmeras discussões quanto a legitimidade das alterações realizadas em 2012 no código florestal, porém com as novas exigências os proprietários precisam se adequar.

Para efeitos de fiscalização o Cadastro Ambiental Rural (CAR) foi criado, a partir da Lei 12.651/2012, para servir de mecanismo de controle,

monitoramento e combate ao desmatamento ambiental por meio da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, o CAR é um registro eletrônico obrigatório das informações das propriedades rurais, que tem por objetivo integrar as informações da situação ambiental de áreas de preservação permanente de florestas e remanescentes de vegetação nativa, realizar o levantamento dos dados de áreas de uso restrito e das áreas consolidadas das propriedades.

O CAR foi criado no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) para integrar os cadastros dos imóveis de todos os Estados e formar uma base de dados nacional, para se conseguir uma fiscalização efetiva da extensão territorial brasileira por meio do CAR, se utiliza de técnicas de sensoriamento remoto para o auxiliar em sua execução, onde é possível obter informações precisas dos níveis de preservação e desmatamento de áreas que devem ser preservadas, com a utilização deste tipo de sistema é possível monitorar se a legislação está sendo cumprida nos casos estabelecidos por lei.

A regularização rural depende do atendimento da legislação editada no novo Código Florestal, no qual é necessário, por meio do registro no CAR, declarar todas as áreas utilizadas na propriedade incluindo as áreas de Reserva Legal estabelecidas de acordo com a localização no bioma sendo em 80% estabelecido em áreas de florestas, 35% em áreas de cerrado, 20% situados em áreas de campos gerais e 20% nas outras regiões do país, e Áreas de Preservação Permanente sendo de 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metro de largura, 50 metros para cursos d'água q possuam entre 10 e 50 metros de largura, 100 metros para os cursos d'água que têm de 50 a 200 metros de largura, 200 metros para cursos d'água q possuam entre 200 e 600 metros de largura, 500 metros para cursos d'água que possuam largura superior a 600 metros, as áreas de entorno de lagos e lagoas naturais com as faixas de preservação de 100 metros para as propriedades rurais e 30 metros em zona urbana, áreas em torno de nascentes com raio mínimo de 50 metros, encostas de morros com declividade maior que 45°, restingas que atuam como fixadoras de

dunas ou mangues, os manguezais, as chapadas, nos morros com altura mínima de 100 metros e com inclinação média de 25°, as áreas em altitude superior a 1800 metros de qualquer tipo de vegetação e as áreas de veredas com faixa marginal de preservação de no mínimo 50 metros, existindo possibilidades de exploração limitadas pelo código.

O Cadastro Ambiental além de possuir caráter obrigatório tem como a possibilidade de regularizar Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal que tenham sido alteradas até 22/07/2008, sem ocorrer o auto de infração administrativa ou crime ambiental, desde que declarados no cadastro, possibilita a suspensão de sanções em propriedades que tenham sido suprimidas áreas proibidas até 22/07/2008, promove a obtenção de crédito agrícola com taxas de juros menores, possibilita a contratação de seguro agrícola, possibilita que haja descontos no calculo do imposto sobre a propriedade territorial rural gerando créditos tributários, torna possível a obtenção de linhas de financiamento para atender demandas de preservação voluntária, e a isenção de impostos para insumos e equipamentos a serem utilizados em beneficiamento a propriedade ligados aos processos de recuperação das áreas de preservação e reservas, este tipo de informação devem ser adquiridos com as ferramentas de sensoriamento remoto.

2.1.1 Sensoriamento Remoto

Segundo Almeida *et. al* (2012), o termo sensoriamento remoto foi criado para definir a tecnologia de equipamentos e instrumentos aplicados na captação de imagens de objetos ou alvos por meio da captação do fluxo de radiação eletromagnética refletida pelos objetos na superfície terrestre. Para a utilização deste tipo de tecnologia é necessário que haja a ausência de qualquer elemento entre o objeto alvo e o sensor, não é considerado sensoriamento remoto outro tipo de sensor que não obtenha as informações a partir da detecção da radiação eletromagnética, o uso do sensoriamento remoto se mostra eficiente para a obtenção de dados ambientais os quais auxiliam no planejamento ambiental.

Jensen (2009) considera o sensoriamento remoto como uma ciência similar a matemática, pois o mesmo utiliza de sensores sofisticados para aferir a quantidade de energia eletromagnética emitida pelos objetos e áreas geográficas a distância, os equipamentos ainda extraem informações importantes convertendo-as por meio do uso de algoritmos baseados em matemática e estatística, caracterizando o sensoriamento remoto como uma ciência de grande relevância atualmente.

As explicações das técnicas do sensoriamento remoto envolvem desde as definições mais clássicas como os termos relacionados aos processos de obtenção de imagens por meio da interação com a radiação eletromagnética entre os sensores e os alvos. Entre os tipos de técnicas utilizadas no sensoriamento remoto é enfatizado que existem níveis de escala e métodos de obtenção de informação adequados para cada tipo de estudo, no estudo da superfície terrestre, as técnicas são utilizadas para se obter informações principalmente dos recursos naturais, como a vegetação, solo, água entre outros (PONZONI & SHIMABUKURO, 2010).

É evidente que as técnicas de sensoriamento remoto são de extrema relevância para o estudo em áreas de difícil acesso, pois é possível obter informações precisas que correspondem a realidade e são facilitadas por meio da utilização dos sensores apropriados, grandes áreas da ciência utilizam o sensoriamento remoto para o levantamento de informações e criação de indicadores diversos os quais são aprimorados com outras ferramentas que atuam em conjunto com outras ciências da informação geográfica.

Assim este tipo de ferramenta afirma seu valor nos diversos campos da ciência, como em um trabalho realizado em Paranaguá no Estado do Paraná. Krug e Noernberg (2006) realizaram seu estudo sobre a formação de bancos arenosos utilizando técnicas de sensoriamento remoto, a importância deste tipo de estudo se dá em locais onde há circulação de embarcações pois a hidrodinâmica altera a morfologia local trazendo riscos as navegações, a utilização do sensoriamento remoto se tornou a melhor alternativa para a obtenção de

informações confiáveis, outros métodos de realização do estudo não eram possíveis uma vez que o custo de obtenção das informações e o tempo para obtê-las era inviável, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial uso de imagens dos sensores da série Landsat para a geração de mapa batimétrico¹ em áreas rasas, foi realizado uma série de tratamentos utilizando se das técnicas de sensoriamento nas imagens captadas para se obter a informação validada, o estudo apontou que é possível utilizar técnicas de sensoriamento remoto para se obter informações que correspondam a realidade de forma eficiente e eficaz, ainda contribui para o planejamento de estudos e para a modelagem ambiental além de proporcionar mais segurança as navegações de embarcações que necessitam transitar nas proximidades dessas áreas.

A tecnologia de sensoriamento remoto utiliza da Radiação eletromagnética (REM) para obtenção das imagens a qual, segundo (ALMEIDA, et al., 2012), consiste no entendimento de duas formas de comportamento da radiação, onda e energia onde são denominadas pelos modelos ondulatório e corpuscular, ondas eletromagnéticas podem ter comprimento desde medidas como bilionésimo de metro a quilômetros de distância.

Para Jensen (2009), os princípios de REM precisam ser entendidos pois o sensoriamento remoto sofre com as interações que acontecem na atmosfera devido a energia que alimenta o sensoriamento remoto vir do sol, a qual é radiada pelas partículas atômicas na fonte (Sol), a energia viaja no vácuo espacial na velocidade da luz, interage com a superfície terrestre, com sua atmosfera para só então atingir o sensor o qual interage com vários componentes ópticos, filtros e detectores para só assim gerar as informações a serem estudadas. A radiação eletromagnética precisa ser entendida pois é a única forma

¹ Levantamentos batimétricos têm como objetivo realizar medições de profundidade associadas a posição de embarcação na superfície da água, são necessários onde se há navegação.

de transferência de energia que pode ocorrer de forma natural no vácuo, onde é a região entre o Sol e a Terra.

A interação da Radiação Eletromagnética na vegetação se apresenta na interação da REM com os pigmentos fotossintetizantes, este tipo de padrão se apresenta na região do visível espectro eletromagnético entre 0,40 a 0,72 μm . As diferentes espécies de vegetação podem apresentar variações que influenciam nas possíveis trajetórias da radiação eletromagnética tendo como consequência mudanças nos padrões para interpretação visual (PONZONI & SHIMABUKURO, 2010).

As ondas eletromagnéticas se constituem de dois campos, o elétrico e o outro magnético, essas ondas se deslocam da fonte emitente à velocidade da luz (aproximadamente $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$) em ângulos ortogonais de mesma amplitude. A onda eletromagnética é gerada quando uma carga elétrica é acelerada, os objetos com temperatura acima do zero absoluto emitem alguma energia eletromagnética, como a água, os solos, rochas e a vegetação as quais os sistemas de sensoriamento remoto na maioria das vezes podem captar. A frequência e o comprimento de onda da REM tem relação inversamente proporcional, pois quanto maior o comprimento de onda menor será sua frequência e quanto menor o comprimento de onda maior será sua frequência, a interação do objeto quando passada de uma substância para outra poderá alterar o tamanho do comprimento de onda e a velocidade da luz mas a frequência permanece constante (JENSEN, 2009).

Na utilização pelo sensoriamento remoto das informações captadas a radiação eletromagnética é referida pelo seu comprimento e não por sua frequência, as interações são explicadas de acordo com a resposta da superfície dos objetos com o tamanho da onda e do objeto, este tipo de interação se chama de interação macroscópica. Por esta razão é explicada as interferências de nuvens nas imagens captadas pelos sensores quando utilizados alguns tipos de ondas eletromagnéticas (ALMEIDA, et al., 2012).

A Interação macroscópica da Radiação eletromagnética com os objetos é caracterizada quando as reações da REM com os alvos são controladas pelas relações do tamanho de onda, este tipo de relação é visto na pratica como a resposta da intensidade de reflexão da radiação pelo objeto em virtude do tamanho da onda e textura da superfície do objeto alvo. As texturas encontradas nas imagens podem ser especificadas em especulares (textura lisa) e difusoras (textura rugosa), ainda podendo se obter as imagens das superfícies com misturas de refletância, adotou se um padrão para se caracterizar texturas difusoras quando refletirem difusamente 25% ou mais da radiação, esta discussão deve ser levada em conta qual o comprimento de onda o qual incide na superfície analisada, pois os comprimentos podem variar muito como de 0,40 a 0,76 μm a comprimentos de 100 cm influenciando no resultado das análises, este tipo de modelo se aplica melhor quando o objetivo é descobrir variedades nas texturas das imagens de sensoriamento remoto, sendo necessária a utilização de imagens nos grandes comprimentos de onda para se conseguir alcançar o objetivo (ALMEIDA, et al., 2012).

Ponzoni (2001) afirma que a interação macroscópica é aquela que é controlada pelas propriedades ópticas que o alvo emite como a refração, difração e o espalhamento de acordo com a superfície do material alvo, não há uma teoria física exata para explicar este tipo de interação com precisão, pois existem uma grande variedade de reflectância das superfícies encontradas na natureza.

A principal fonte de energia eletromagnética natural é o Sol, a energia é irradiada pela chamada fotosfera a qual é uma camada na superfície solar de cerca de 500km de espessura, o fluxo de energia que é direcionado a terra é chamado Fluxo Radiante (NOVO, 2002).

Para se conseguir imagens de sensoriamento remoto de qualidade é necessário que as fontes de REM emitam radiação com qualidade e intensidade para que os sensores possam captar de forma eficiente, o Sol é a fonte de REM natural mais forte devido sua alta temperatura de aproximadamente

6000°C, a Terra também é uma fonte de REM, porém mais fraca com temperatura média de aproximadamente 27 °C. Esses dois tipos de fonte não emitem Radiação em todos os comprimentos de onda, por isso o homem criou fontes de REM artificiais como o RADAR, LIDAR E SONAR, capazes de emitir comprimentos de onda com altas intensidades. Para o sensoriamento remoto o intervalo espectral da radiação eletromagnética mais importante se constitui de 0,45 µm a 2,5 µm onde o pico máximo com intensidade mais alta é na região do visível (ALMEIDA, et al., 2012).

Como afirma (JENSEN, 2009) todos os objetos acima do zero absoluto são capazes de emitir energia eletromagnética, substâncias como a água, o solo, as rochas, vegetação e a superfície do Sol sendo o maior emissor de Radiação na direção da Terra se constituindo o ator mais importante para o Sensoriamento Remoto terrestre.

O Espectro Eletromagnético é denominado como sendo as regiões que a radiação eletromagnética pode atingir, o espectro conhecido pelo homem vai desde os raios cósmicos aos comprimentos de ondas emitidos por redes de energia elétrica, na utilização prática pelo sensoriamento remoto o fator mais importante é compreender em qual valor de comprimento de onda está sendo apresentado em cada tipo de imagem, onde na divisão do espectro eletromagnético os intervalos espectrais mais utilizados são do visível (0,38 - 0,76 µm), infravermelho próximo (0,76 - 1,2 µm), infravermelho de ondas curtas (1,2 - 3,0 µm), infravermelho médio (3,0 - 5,0 µm), infravermelho termal (5,0 µm - 1 mm), e as micro ondas (1mm - 100cm), a radiação de cada comprimento de onda interage de maneira diferenciada nos objetos terrestres.

Tratando se dos intervalos espectrais, a região do visível é onde se encontra o mais alto fluxo radiante e é o comprimento de onda mais utilizado no sensoriamento remoto, o infravermelho próximo é mais utilizado quando se pretende analisar a refletância em objetos que respondem nos níveis de energia dos átomos como os vários tipos de rochas, o infravermelho de ondas curtas é chamado de região espectral geológica pois é o comprimento de onda mais

adequado para análises de vários minerais que respondem a alterações hidrotermal, o infravermelho médio é mais utilizado para análise de objetos com altas temperaturas como vulcões, é um comprimento de onda mais utilizado para estudos meteorológicos e atmosféricos, o infravermelho termal é utilizado também para a detecção de alguns tipos específicos de minerais como o quartzo, e por fim as micro ondas utilizadas por sensores ativos como os radares artificiais os quais se adaptam bem para estudos geológicos. (ALMEIDA, et al., 2012)

No estudo realizado na bacia do rio Araguaia Mascarenhas *et. al* (2009) colocam em prática os conceitos de sensoriamento remoto apresentados relacionando os aos aspectos reais da utilização das ferramentas de sensoriamento, o estudo surgiu da necessidade de se cumprir com as exigências do novo código florestal em específico a proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APP), o sensoriamento remoto foi utilizado para se obter a caracterização do estado ambiental pesquisado através da utilização de técnicas e das ferramentas de sensoriamento remoto como softwares para o tratamento e processamento de imagens, foi possível se descobrir por meio da utilização dos comprimentos de onda espectral nos intervalos do vermelho e infravermelho a quantidade de área desmatada na APP da bacia pesquisada a qual chegou a 44,58 % do total de áreas que haviam sido convertidas em áreas de utilização até a data do estudo.

Com a utilização prática das ferramentas de sensoriamento deve se observar em quais faixas do espectro eletromagnético a atmosfera interfere menos em cada tipo de análise a ser realizada, Novo (2002) afirma que a atmosfera é irrelevante ou opaca em algumas regiões do espectro eletromagnético, como por exemplo as radiações abaixo de 3,0 μm as quais não são transmitidas pela atmosfera, isto condiciona a utilização da ferramenta para a realização de análises onde há interferência nos resultados do estudo a ser desenvolvido nesta região do espectro eletromagnético. Isto ocorre em várias regiões do espectro cabendo ao usuário compreender qual melhor comprimento de onda a ser utilizado de acordo com sua necessidade.

Alguns efeitos podem ocorrer no processo de interação da REM com objetos na superfície terrestre, como a refração a qual podem ocorrer no ar e na água, este efeito ocorre quando há o desvio da luz passando de um meio de densidade para outro diferente, isto ocorre porque a velocidade da radiação eletromagnética é diferente em cada um dos meios por onde passa, como na água onde é mais densa a luz passará mais lentamente.

O efeito de espalhamento o qual reduz a eficiência dos sensores de sensoriamento remoto ocorre de forma semelhante ao efeito da refração, a diferença é que no espalhamento o efeito é imprevisível, existem três principais tipos de espalhamento, o Rayleigh, Mie e não seletivo. O espalhamento Rayleigh ocorre geralmente moléculas de ar como oxigênio e nitrogênio entram em conflito com o tamanho da onda de REM, a maioria desse tipo de espalhamento ocorre de 2 a 8km de altura da superfície terrestre.

O espalhamento Mie ou chamado de espalhamento por partículas de aerossóis ocorre na altura de aproximadamente 4,5km onde partículas podem coincidir com o tamanho dos comprimentos de ondas de REM, no comprimento do visível os principais atores para esse tipo de espalhamento é a poeira e poluição na camada atmosférica.

No espalhamento não seletivo ocorre em todos os comprimentos de onda, tem como principais agentes as gotículas de água, e os cristais de gelo os quais formam as nuvens, este tipo de espalhamento pode reduzir o numero de informações captados pelos sensores dificultando as análises. Outra forma de interferência que pode alterar os resultados de forma negativa é a absorção, é onde a energia eletromagnética é absorvida e alterada para outras formas de energia, este tipo de alteração pode ocorrer tanto na atmosfera quanto na superfície da Terra (JENSEN, 2009).

A Radiação eletromagnética vinda do Sol sofre algumas reações quando interage com as moléculas dos gases, sendo elas responsáveis das principais interferências da absorção e o espalhamento da radiação. Esta questão

é de grande importância para o sensoriamento remoto pois interfere diretamente na interpretação de dados captados pelos sensores em órbita. O efeito que mais interfere segundo o autor é a absorção, pois este tipo de interferência pode transformar a REM que ultrapassa a camada gasosa em opaca ou até mesmo anular a passagem de radiação em vários intervalos de comprimento de onda, tendo como consequência a inoperância do sistema de sensoriamento remoto que capta nestas condições. Foram denominadas de janelas atmosféricas as regiões da atmosfera as quais não absorvem totalmente a radiação solar e são as únicas onde se é possível trabalhar com o sensoriamento remoto, onde esta ferramenta é mais utilizada no intervalo do visível ao infravermelho. A atmosfera interfere de forma negativa como nos comprimentos de onda de 1,4 μm e 1,9 μm onde a radiação solar é totalmente absorvida pelas moléculas de vapor de água as quais formam as nuvens deixando a utilização do sensoriamento remoto limitada.

2.1.2 Características Principais das Imagens de Sensoriamento Remoto

Nos dias de hoje, com o avanço das tecnologias de sensoriamento remoto existem sensores capazes de detectar com precisão áreas unitárias com menos de 1 metro o que é adequado para estudos mais detalhados, para estudos ambientais pode se optar por sensores que captam imagens das áreas com mais frequência, existem sensores adequados para cada tipo de finalidade, quando se fala em resolução de imagens é preciso que se tenha em mente qual o objetivo do uso para o sensor, pois não é possível afirmar que um único tipo de sensor com uma resolução é o melhor mas sim cada sensor é o melhor para sua finalidade específica bastando o usuário escolher o que melhor atende suas necessidades. Quanto maior for a resolução espacial de um sensor significa que maior é sua precisão nos alvos, imagens dos sensores Ikonos e Orbview possuem resoluções espaciais de 1 m, estes tipos de sensores recobre áreas pequenas devido sua alta precisão, sensores como o Landsat e CBERS recobrem grandes áreas com pequenas resoluções espaciais entre 30 e 20 metros. No sensoriamento remoto alguns fatores devem ser levados em consideração quanto a detecção da superfície terrestre são elas o tamanho da área do campo de visada

do sensor, o comprimento de ondas de cada banda, os valores numéricos de radiância medidos na superfície terrestre, e as datas as quais as imagens foram adquiridas. São elas denominadas de resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal (ALMEIDA, et al., 2012).

2.1.3 Resolução espacial

Entre os parâmetros dos sensores imageadores a resolução espacial determina o tamanho do menor objeto possível de se identificar na imagem captada, o objeto só pode ser detectado quando seu tamanho é no mínimo o tamanho mínimo captado pelo pixel do sensor além de apresentar contraste com objetos ao seu redor para ser detectado. No caso de identificação de feições naturais como a vegetação mostrando pouca variabilidade e com grandes correlações nas áreas não é necessário a utilização de sensores com alta capacidade de resolução espacial, já para estudos realizados em áreas urbanas onde a identificação mais precisa é necessária é mais adequado a utilização de sensores com altas resoluções espaciais onde se obtém um maior nível de detalhamento nas imagens. Cada tipo de sensor tem seu grau de adequação para a utilização em cada escala de trabalho (ALMEIDA, et al., 2012).

2.1.4 Resolução Espectral

A propriedade que pode ser considerada a mais importante de um sistema de sensoriamento remoto é a capacidade de se obter imagens em múltiplas bandas espectrais, a resolução espectral envolve a quantidade de bandas disponíveis no sensor, o tamanho em comprimento de cada onda das bandas e as posições das bandas localizadas no espectro eletromagnético, as bandas são capazes de detectar os diferentes graus de refletância emitidos pelos objetos na superfície terrestre, quanto maior o número de bandas localizadas em diferentes regiões do espectro maior é a eficiência de se adquirir imagens de diferentes tipos de alvos (ALMEIDA, et al., 2012).

2.1.5 Resolução Radiométrica

A resolução radiométrica define os níveis de radiância que o sensor pode diferenciar, detectando a intensidade de radiância na área individual dos pixels, os dados da radiância detectados pelo sensor imageador são convertidos em número de valores digitais, quanto maior a quantidade detectada maior a qualidade da imagem, nos sensores com resolução espacial de 10 a 30 metros geralmente se encontra resoluções radiométricas de 8 bits, isto significa dizer que o sensor tem a capacidade de converter 256 valores digitais de radiância por banda do espectro eletromagnético, sensores com altas resoluções espaciais conseguem fazer leituras radiométricas de 10 ou 11 bits sendo entre 1024 e 2048 valores digitais, (ALMEIDA, et al., 2012).

Em termo práticos a radiometria é importante quando é necessário se realizar interpretações temáticas, como nos mapas de uso da terra, mapas geológicos, e outros com objetivo de se discriminar objetos apresentados na imagem detectada, o usuário do sistema de sensoriamento remoto deve ter um mínimo conhecimento em resolução radiométrica espectral (Ponzoni, 2001).

2.1.6 Resolução temporal

A resolução temporal refere se a frequência que o sensor passa por determinada área captando imagens em um período de tempo ao longo de seu período de funcionamento. Os sensores executam um plano de órbita sempre fixo ortogonal ao sentido em que há a rotação terrestre, o sensor sempre passa na mesma hora sobre o mesmo ponto na superfície terrestre, em altitude próxima entre 550 a 900 quilômetros de altura, completam uma órbita em aproximadamente 90 minutos, cada sensor tem capacidade diferente quanto ao imageamento de uma determinada faixa de quilômetros, a resolução temporal é importante quando se leva em conta estudos periódicos em alvos da superfície terrestre, é necessário para o acompanhamento de mudanças ocorridas na superfície terrestre em alvos que mudam constantemente como por exemplo desmatamentos, desastres naturais e áreas agrícolas (ALMEIDA, et al., 2012).

2.1.7 Máxima Verossimilhança

O método de classificação por máxima verossimilhança considera a ponderação das distâncias entre as medias dos pixels das classes e utiliza métodos estatísticos para a classificação. Neste método cada pixel é destinado a classe que tem mais probabilidade de pertence la assim nomeando a como máxima verossimilhança, o método classifica os pixels com valores digitais próximo em classes. (ALMEIDA, et al., 2012).

Este método se mostra eficiente para análises de dinâmica de alteração da cobertura vegetal, pois é o mais utilizado quando se há necessidade de classificar em classes as informações apresentadas nas imagens, o método exige que haja uma grande quantidade de pixels na imagem para que torne a análise mais precisa, a fórmula que calcula o método é dada pela equação 1:

Equação - 1

$$m = E(x) = \frac{1}{K} \sum_{j=i}^K x_j$$

Fonte: RIBEIRO,2003

Sendo K o número de pixels na classe $E(x)$ o valor esperado de x, um cálculo estatístico utilizado para estimar a média de x (RIBEIRO, 2003).

2.1.8 LANDSAT 8

O projeto Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*) foi iniciado a partir do lançamento do satélite Landsat 1 em julho de 1972 o qual foi promovido pela Agência Espacial Americana (NASA) com objetivo inicial de monitorar os recursos naturais existentes no planeta, em seguida foi lançado o Landsat 2 em 1975 e Landsat 3 em 1978 com mesma configuração de equipamentos, Landsat 4 iniciou suas operações em 1982, após dois anos de uso foi enviado o Landsat 5 o qual encerrou seu ciclo em 1995, o Landsat 6 foi lançado porém não alcançou a

órbita terrestre e em 1999 foi lançado o Landsat 7 desenvolvido com melhorias significativas em seus equipamentos, atualmente o satélite Landsat 8 é o utilizado atualmente, lançado em 2013 com evolução em seus sensores de captação, o programa tem como missão fornecer dados multi espectrais confiáveis e de grande qualidade para utilização de usuários sem nenhum custo, sua base de dados é preservada em um arquivo nacional nos Estados Unidos. (U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2015)

O sensor Landsat 8 opera a uma altitude de 705 km e com tempo de duração de sua órbita de 99 minutos, é equipado com instrumento sensor OLI (*Operational Land Imager*). A coleta de dados do sensor Landsat 8 ocorre em nove bandas espectrais de ondas curtas por meio do sensor OLI sendo a banda 01 chamada de costal com resolução espectral de 0.433 - 0.453 μm , banda 2 azul com resolução espectral de 0.450 - 0.515 μm , banda 3 verde com resolução de 0.525 - 0.600 μm , banda 4 vermelho com resolução espectral de 0.630 - 0.680 μm , banda 5 infravermelho próximo com resolução espectral de 0.845 - 0.885 μm , banda 6 infravermelho médio com resolução espectral de 1.560 - 1.660 μm , banda 7 infravermelho médio com resolução espectral de 2.100 - 2.300 μm , todas estas com resolução espacial de 30 metros, possui ainda a banda 8 pancromático com resolução espectral de 0.500 - 0.680 μm e resolução espacial de 15 metros, e a banda 9 cirrus com resolução espectral de 1.360 - 1.390 μm e resolução espacial de 30 metros, o sensor possui resolução temporal de 16 dias e possui aproximadamente 190 quilômetros de faixa de área imageada o satélite opera num ângulo de inclinação de 98,2 °, e possui período de revisita a determinado alvo de 16 dias.

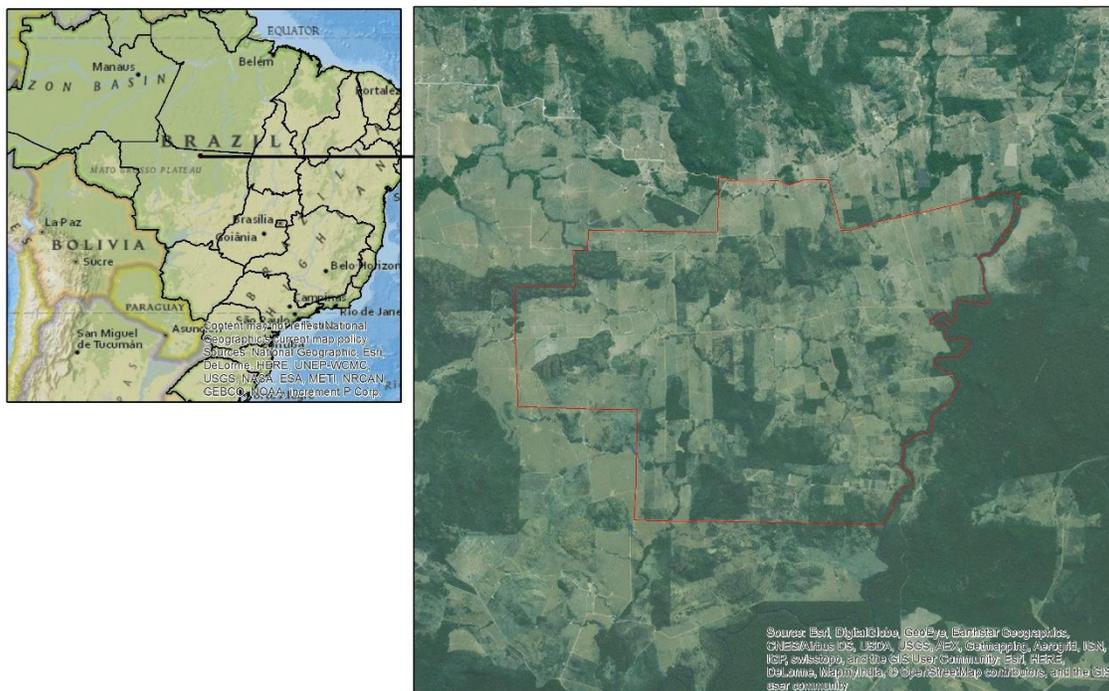
O sensor Landsat 8 tem a resolução temporal, espectral e espacial adequadas para utilização em estudos ambientais especialmente onde tem necessidade de se monitorar o desmatamento a nível local como é o caso do estudo em questão. Com a utilização do sensor torna preciso o mapeamento da cobertura vegetal do norte de Mato Grosso fazendo se a diferenciação e identificação das feições utilizando o Máxima Verossimilhança das áreas

destacando o nível de biomassa relevante, para se identificar o nível de desmatamento em que a vegetação local se encontra para subsidiar futuros estudos na área.

3 MÉTODOS

A área de estudo está localizada na região norte de Mato Grosso no município de Guarantã do Norte localizado à 725 km da capital Cuiabá, correspondente as coordenadas latitude 09°47'15" sul e a uma longitude 54°54'36" oeste conforme apresentado na figura 01. A elaboração deste trabalho consistiu na utilização do método classificação supervisionada pela Máxima Verossimilhança, foram definidos e levantados dados do assentamento São José que se encontra em área de floresta e possui área aproximada de 7.120 hectares, em que apresentaram alterações na cobertura vegetal causadas pela ação antrópica considerando o desmatamento das propriedades de acordo com as normas do código florestal.

Figura 1 - Localização do assentamento São José no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram utilizadas imagens de satélite, do dia 18 de Julho de 2008 do sistema Landsat 5 e uma imagem do sistema Landsat 8 do dia 22 de Julho de 2015, por meio do software Envi 5.3 o qual possui ferramentas para visualização, exploração e análise de dados espectrais de sensoriamento remoto, e com o software Arcmap utilizado para criação dos mapas de resultados.

Para se aplicar o método Máxima Verossimilhança foram utilizadas as bandas 2, 3,4 do satélite Landsat 8 e bandas 3,4,5 do satélite Landsat 5, a utilização de bandas em numeração distinta se justifica pois abrangem as mesmas faixas espectrais, visto que o Landsat 8 adiciona a banda costeira alterando a numeração das bandas, as mesmas faixas espectrais no Landsat 5 e 8 sendo a verde, vermelha e infravermelha foram utilizadas como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Continuidade Multiespectral de Cobertura dados fornecidos pelas missões Landsat.

Satellite	Sensor	Swath	Bits	VNIR				SWIR		TIR
L8	OLI	185km	12	30m	30m	30m	30m	30m		
	TIRS								100m 100m	
Landsat 7	ETM+	185km	8	30m	30m	30m	15m	30m	30m	60m
Landsat 4 & 5	MSS	185km	8		62m	82m	82m	82m		
	TM	185km	8	30m	30m	30m	30m	30m	30m	120m
Landsat 1-2	RBV	183km		80m	80m	80m				
Landsat 3	RBV	183km			40m					
Landsat 1-3	MSS	183km	8		79m	79m	79m	79m		240m (L3 Only)

Fonte: USGS, 2016

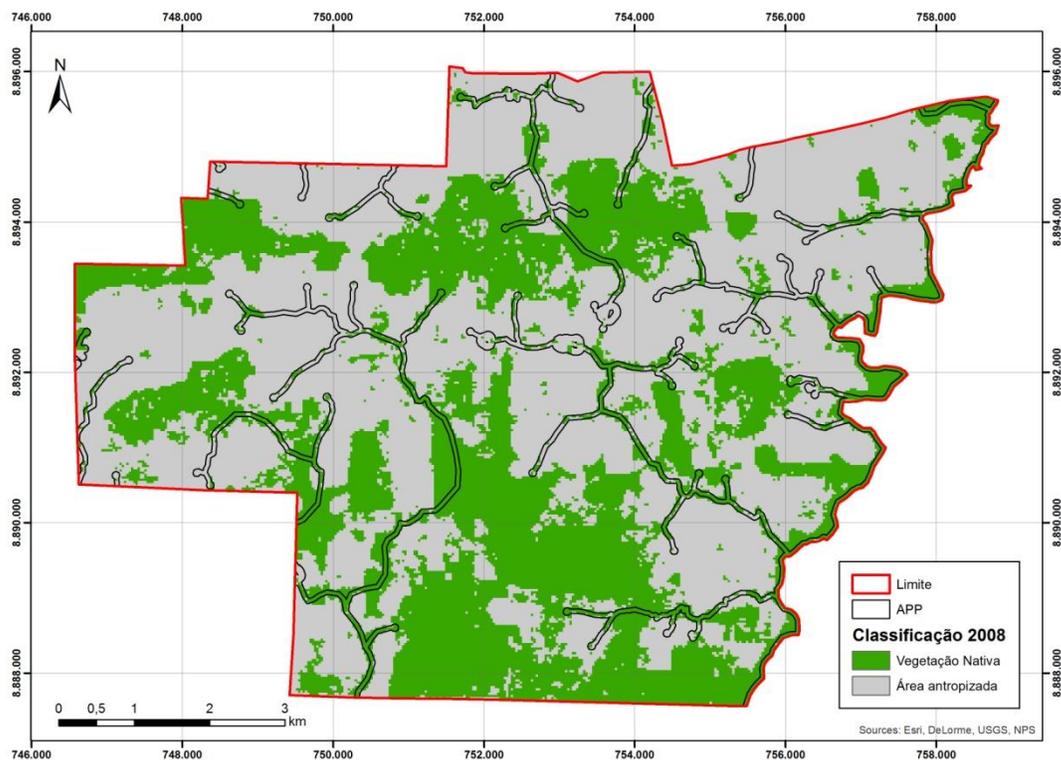
No software Envi, foram coletadas amostras de pixels correspondentes as áreas com cobertura natural e áreas de cultivo de pasto e agricultura foram tratadas como uma única classe, pois não houve possibilidade de diferencia-las a partir da imagem Landsat utilizando a ferramenta região de interesse (ROI) e em seguida foi aplicado o método da Máxima Verossimilhança nas imagens, nas quais se atingiu um bom nível de eficiência na classificação dos elementos. Com o software Arcmap a área do assentamento São Jose foi definida a partir do limite de demarcação, em seguida foram incluídas as feições de áreas

de topo de morro, nascentes, cursos d'água de até 10 metros cuja faixa de área de proteção permanente é de 30m e cursos d'água de 10 a 50 metros com áreas de preservação que devem ser de 50m de largura, para a criação das APPs no Arcmap foi utilizado a ferramenta de criação de Buffer que cria ou amplia uma área de influência selecionada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do método aplicado de Máxima Verossimilhança, foram encontradas diferenças significativas na quantidade de vegetação natural dentro das áreas de preservação permanente no assentamento São José entre Julho de 2008 e Julho de 2015, a área total aferida de APPs do assentamento é de 471,9 hectares, sendo que em 2008 foi verificado uma área antropizada de 270,8 hectares e 201,1 hectares em área de vegetação nativa, a figura 3 demonstra a situação das áreas de preservação permanente no dia 18 de julho de 2008.

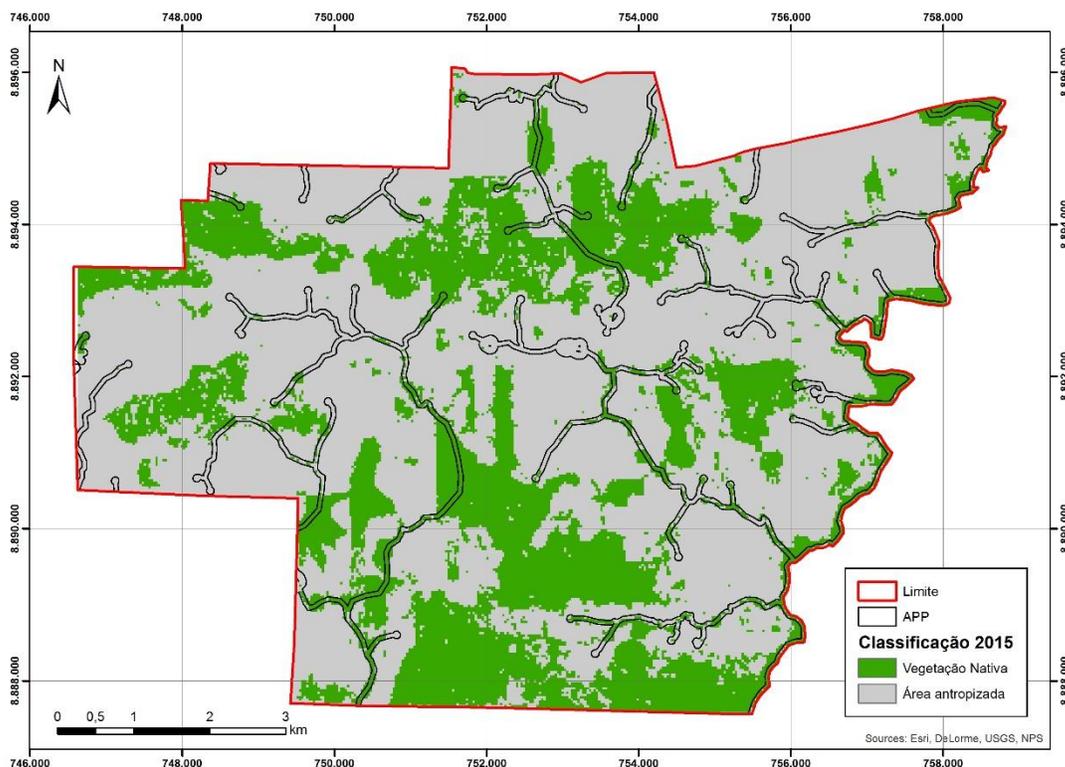
Figura 3 - Classificação de áreas do ano de 2008



Fonte: Elaborado pelo autor

No ano de 2015 foi encontrado 286,2 hectares de área antropizada e 185,7 hectares de área de vegetação nativa apresentado na figura 4, o assentamento se enquadra na legislação do novo código florestal que não exige a recomposição de APPs desmatadas até o dia 22 de julho de 2008.

Figura 4 - Classificação de áreas do ano de 2015



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados obtidos apontam perdas de 15,4 hectares de área de vegetação nativa no local de estudo após o período estabelecido em legislação, isto significa que os 15,4 hectares de área desmatada terão de ser recompostos conforme prevê a legislação do novo código florestal.

5 CONCLUSÕES

O método MaxVer se mostrou eficiente para a definição das classes utilizadas neste trabalho, as feições ficaram bem definidas alcançando um bom nível de satisfação e confiabilidade condizente com a realidade, as classificações realizadas de 2008 e 2015 no assentamento apresentaram bons resultados na detecção de pontos de desmatamentos, visto que da área total mapeada 3,26 % de áreas desmatadas foram identificadas através do estudo, podemos afirmar que é possível utilizar o sensoriamento remoto com precisão em áreas que se deseja descobrir o nível de desmatamento de áreas realizando análises temporais. Mesmo que os resultados encontrados precisem ser validados em campo o sensoriamento remoto é de grande importância nas áreas da ciência que estudam impactos ambientais.

As áreas de preservação permanente que sofreram degradação no assentamento são de extrema importância para manter o equilíbrio ambiental, pois abrigam parte da fauna e flora do ecossistema além de auxiliar à contenção de erosões no solo e reduzir os riscos de enchentes e deslizamentos de terra nos cursos hídricos e nascentes.

Para se estimar o custo de recuperação do impacto do desmatamento no assentamento São José há necessidade de um novo estudo com objetivo de se descobrir o estado de degradação ambiental e potencial de regeneração da área, deve se levar em consideração os aspectos legais, técnicos e econômicos para em seguida definir o plano de recuperação a ser aplicado. A recuperação florestal é uma atividade a qual o custo inicial é elevado a depender das espécies a serem replantadas e da estratégia aplicada, pode ser mensurado com maior precisão a longo prazo. A ação de recuperação tem de ser bem planejada para que não haja imprevistos devendo ser realizado por atores capacitados, é preciso que seja definida a equipe de trabalho e os parceiros que irão arcar com as despesas do processo de recuperação da vegetação das áreas

de proteção permanentes do assentamento bem como responsabilizar os proprietários que desmataram área ilegalmente. (ALMEIDA D. S., 2006)

Bibliografia

- ALENCAR, A., PEREIRA, C., CASTRO, I., CARDOSO, A., SOUZA, L., COSTA, R., . . . NOVAES, R. (2016). *Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, tendências e oportunidades*. Brasília: IPAM amazônia.
- ALMEIDA, D. S. (2006). *Recuperação Ambiental da Mata Atlântica*. Ilheus: Editus.
- ALMEIDA, T. d., MENESES, P. R., SANTA ROSA, A. N., SANO, E. E., SOUZA, E. B., BAPTISTA, G. M., & BRITES, R. S. (2012). *Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto*. Brasília.
- BRASIL. (1964). *Estatuto da Terra Lei nº 4504*.
- BRASIL. (1988). Constituição Federal.
- BRASIL. (Maio de 2012). LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.
- CUNHA, J. P. (Janeiro de 2006). Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23(1), 87-107.
- INCRA, I. n. (2016). *Reforma Agrária*. Disponível em: http://www.incra.gov.br/reforma_agraria.
- JENSEN, J. R. (2009). *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres*. São José dos Campos: Parentese Editora.
- Krug, L. A., & Noernberg, M. A. (2006). O sensoriamento remoto como ferramenta para determinação de batimetria de baixinhos na Baía das Laranjeiras. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25, 101-105.
- MASCARENHAS, L. M., FERREIRA, L. G., & FERREIRA, M. E. (Abril de 2009). Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. *Sociedade & Natureza*, 21, 5-18.
- NOVO, E. M. (2002). *Sensoriamento Remoto Principios e Aplicações*. São Paulo: Edgar Blucher.
- Ponzoni, F. J. (2001). *Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais*. Brasília: UnB.
- PONZONI, F. J., & SHIMABUKURO, Y. E. (2010). *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação*. São José dos Campors: Parêntese Editora.
- RAMOS, N. P., & LUCHIARI JUNIOR, A. (2009). http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_73_711200516719.html. Jaguariúna: Acesso em: 04 de maio de 2016.

RIBEIRO, R. J. (2003). *Geotecnologias em apoio a aplicação de instrumentos de política urbana*. Brasília.

Service, (. U. (8 de Junho de 2015). *Landsat8 Data Users HandBook*. Estados Unidos da América. Acesso em 8 de Março de 2016