



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Mariângela Cristina Almeida Oliveira

APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E
GEOPROCESSAMENTO PARA O LEVANTAMENTO DE ÁREAS
CONSTRUÍDAS NO ENTORNO DO LAGO DA UHE LUÍS EDUARDO
MAGALHÃES EM LUZIMANGUES DISTRITO DE PORTO NACIONAL – TO.

Palmas - TO
2016/1



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Mariângela Cristina Almeida Oliveira

APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E
GEOPROCESSAMENTO PARA O LEVANTAMENTO DE ÁREAS
CONSTRUÍDAS NO ENTORNO DO LAGO DA UHE LUÍS EDUARDO
MAGALHÃES EM LUZIMANGUES DISTRITO DE PORTO NACIONAL – TO.

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCCII) do curso de Engenharia Civil, orientado pela Prof.^a MSc. Roberta Mara de Oliveira Vergara.

Palmas – TO
2016/1

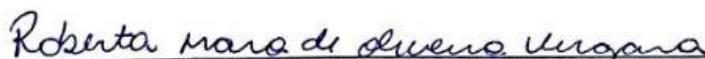
Mariângela Cristina Almeida Oliveira

APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E
GEOPROCESSAMENTO PARA O LEVANTAMENTO DE ÁREAS
CONSTRUÍDAS NO ENTORNO DO LAGO DA UHE LUÍS EDUARDO
MAGALHÃES EM LUZIMANGUES DISTRITO DE PORTO NACIONAL – TO.

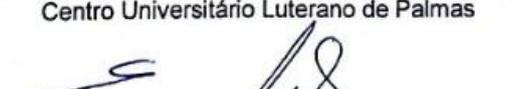
Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCCII) do curso de Engenharia Civil, orientado pela Prof.^a MSc. Roberta Mara de Oliveira Vergara.

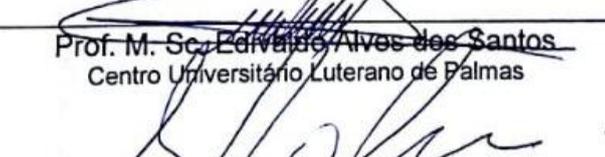
Aprovada em 31/05 de 2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a M. Sc. Roberta Mara de Oliveira Vergara
Centro Universitário Luterano de Palmas


Prof. M. Sc. Edvaldo Alves dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas


Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Manoel Sansão e Maria do Socorro, por acreditarem em mim, investirem e me apoiarem. A vocês dedico este meu trabalho, todo meu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, a ele devo todas as vitórias e conquistas alcançadas durante a minha caminhada até aqui. Ainda há muito que percorrer, mas sua presença me fortalece, me conduz, me conforta e me dá sabedoria.

Aos meus pais, que são os maiores presentes que Deus poderia ter me dado nesta vida, obrigada por toda dedicação para realização deste nosso sonho, sem vocês nada disso seria possível. A toda minha família que esteve presente comigo, em particular meu tio Edgard Júnior, que não mediu esforços para me ajudar. A minha querida sobrinha Maria Eduarda, que em muitos dias me proporcionou seu carinho e seu sorriso tão lindo, fazendo eu até esquecer as minhas ansiedades e angústias.

Ao meu namorado Leandro, agradeço toda compreensão, companheirismo, e por ter me encorajado a acreditar e buscar os meus sonhos. Você foi a pessoa que compartilhou comigo os momentos de tristezas e alegrias.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de faculdade, que se tornaram minha segunda família durante esses anos, em especial Lorrany Fonseca, Luana Beatriz, Félix Benício, Vinícius Teixeira, Henrique Bandeira, Ana Elisa, Letícia Rayane, Daniel Barros e a minha prima, amiga e confidente Karla Adrielli. Obrigado pela amizade, por dividirem comigo as horas de estudo, as aflições e alegrias, vou levar pra sempre comigo cada um de vocês.

Meus agradecimentos aos professores e mestres que colaboraram muito para a minha formação profissional, principalmente a minha orientadora, professora Roberta Mara de Oliveira Vergara, pelo suporte, correções e paciência, contribuindo para a conclusão deste trabalho.

Por fim, a todos que de alguma forma ou de outra fizeram parte da minha jornada, deixo aqui o meu muito obrigado.

“A Verdadeira coragem é ir atrás de seus sonhos mesmo quando todos dizem que ele é impossível.”

Cora Coralina.

RESUMO

OLIVEIRA, M. C. A. **Aplicações das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o levantamento de áreas construídas no entorno do lago da UHE Luís Eduardo Magalhães em Luzimangues distrito de Porto Nacional – TO.** 2016, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas CEULP/ULBRA, Palmas – TO.

Ao longo dos anos o distrito de Luzimangues, que pertence à cidade de Porto Nacional – TO se tornou alvo de uma rápida propagação do uso do solo, ou seja, está passando por um rápido crescimento, recebendo investimentos, principalmente devido a fatores como à proximidade com a capital do estado Palmas – TO, pela formação do lago da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, e a instalação de um polo industrial intermodal, construído para atender as demandas de cargas transportadas pela Ferrovia Norte-Sul. O trabalho é explicado pela obtenção de um levantamento das áreas construídas no entorno do lago da usina hidrelétrica na região de Luzimangues e as possíveis consequências que podem influenciar diretamente na vida útil do lago ao longo dos tempos. As técnicas realizadas foram através do uso de fotointerpretação visual de imagens do satélite Landsat de média resolução espacial e a digitalização de polígonos, que permitiram a percepção da expansão urbana que ocorreu de maneira rápida e menos ordenada, e a comparação entre os períodos de 2011, 2012, 2013 e 2014. Dessa forma, foi possível verificar que a ferramenta de detecção remota proporciona uma análise muito eficiente para estudos de uso e ocupação do solo e para o planejamento urbano, possibilitando a comprovação da evolução e crescimento da mancha urbana de uma nova cidade nas margens do lago da Usina Luís Eduardo Magalhães.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Uso e Ocupação do Solo; Geoprocessamento; Expansão Urbana; Planejamento Urbano.

ABSTRACT

OLIVEIRA, M. C. A. **Applications of remote sensing and GIS to survey areas built surrounding the UHE Luis Eduardo Magalhaes lake in Luzimangues National Port district - TO.**2016, Work Completion of course (Diploma in Civil Engineering) – Centro Universitário Luterano de Palmas CEULP/ULBRA, Palmas – TO.

Over the years the Luzimangues district, which belongs to the city of Porto Nacional - TO became the target of a rapid spread of land use, ie is experiencing rapid growth, receiving investments, mainly due to factors such as the proximity with the state capital Palmas - TO, the formation of the lake of the hydroelectric plant Luis Eduardo Magalhães, and the installation of an intermodal industrial center, built to meet the demands of cargoes carried by the North-South Railway. The work is explained by obtaining a survey of built areas surrounding the lake of the hydroelectric plant in the region of Luzimangues and the possible consequences that can directly influence the life of the lake over time. The techniques used were through the use of satellite images visually Photointerpretation Landsat medium spatial resolution and the scanning polygon, which allowed the realization of urban sprawl has occurred quickly and less ordered manner and the comparison between the periods 2011, 2012, 2013 and 2014. Thus, it was possible to verify that the remote sensing tool provides a very efficient analysis for use studies and land use and urban planning, allowing the evidence of evolution and growth of the urban sprawl of a new city on the shores of Lake of plant Luis Eduardo Magalhaes.

Keywords: Remote Sensing; Use and Land Use; Geoprocessing; Urban expansion; Urban planning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com finalidade, objetivo e áreas de aplicação dos SIG's.....	18
Tabela 2 - Programa LANDSAT	28
Tabela 3 - Características do sensor ETM + do satélite LANDSAT 7	29
Tabela 4 - Comparativo entre as áreas em diferentes anos.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDE - Banco de Dados Espaciais

BDG - Banco de Dados Geográficos

CNES - Centre National d'Études Spatiales

ERTS-1 - Earth Resources Technology Satellite

ESRI - Environmental Systems Research Institute

ETM+ - Enhanced Thematic Mapper Plus

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SR - Sensoriamento Remoto

TM – Thematic Mapper

UHE - Usina Hidrelétrica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos da representação vetorial.....	19
Figura 2- Diferentes representações matriciais para um mapa	20
Figura 3 - Componentes de um Sistema de Sensoriamento Remoto	25
Figura 4 - Satélite LANDSAT.....	29
Figura 5 – Método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança	31
Figura 6 - Método de classificação supervisionada de mínima distância	31
Figura 7 - Método de classificação supervisionada de paralelepípedo	32
Figura 8 - Limites do município de Porto Nacional, com a localização da sede do município, do Distrito de Luzimangues e da área urbana de Palmas ...	33
Figura 9 - UHE Luís Eduardo Magalhães.....	36
Figura 10 - Localização geral da área de estudo	37
Figura 11 - Imagens na plataforma ArcGis.....	39
Figura 12 - Composição colorida ArcGis.....	40
Figura 13 - Luzimangues nos anos de 2002 e 2016	42
Figura 14 - Polígonos (2011) – Landsat 5 TM.....	46
Figura 15 - Polígonos (2012) – Landsat 5 TM.....	47
Figura 16 - Polígonos (2013) –Landsat 8 TM.....	48
Figura 17 - Polígonos (2014) – Landsat 8 TM.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	Justificativa.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Geoprocessamento	17
2.1.1	Geoprocessamento e SIG	17
2.1.2	Análises espaciais em SIG vetorial.....	19
2.1.3	Análises espaciais em SIG matricial.....	19
2.2	O Espaço Urbano.....	20
2.2.1	Uso do Solo	20
2.2.2	Impactos na utilização dos solos	21
2.2.3	Geoprocessamento para análise de uso e ocupação do solo	21
2.2.4	Ferramenta para planejamento e gestão urbana:.....	23
2.3	Sensoriamento Remoto.....	24
2.3.1	Tipo de dados	26
2.3.2	Fonte de dados.....	27
2.3.3	Satélite LANDSAT	27
2.3.4	Fotointerpretação de imagens de satélites	29
2.4	Classificação de imagem por método supervisionado	30
2.4.1	Método da Máxima Verossimilhança.....	30
2.4.2	Método da Mínima Distância	31
2.4.3	Método do Paralelepípedo.....	31
2.5	Contexto histórico de Luzimangues	32
2.5.1	Emancipação	33
2.6	Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães	34
2.6.1	O Lago.....	34
2.6.2	Vida útil do lago	35
2.6.3	UHE Luís Eduardo Magalhães:	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	Localização da área de estudo.....	37

3.2	Procedimento para coleta de dados.....	37
3.2.1	Composição colorida das imagens Landsat 8	38
3.3	Processo para tratamento e análise dos dados	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1	Ocupação do Distrito de Luzimangues.....	42
4.2	Utilização de Geotecnologias na análise do crescimento urbano	43
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

O acelerado processo significativo do aumento da população urbana causa algumas possíveis alterações podendo ser socioeconômicas, culturais, ambientais. São também instaladas novas moradias, novas oportunidades de trabalho, meios de transporte e infraestrutura. Devido a essas alterações vão ocorrendo mudanças na forma de utilização e aproveitamento do solo, que podem se caracterizar por áreas urbanas, áreas de lazer, comerciais, pastagens, entre outros.

Os estudos nessas áreas tem se apresentado bastante eficaz permitindo avaliar e verificar a evolução da ação mútua da atividade humana sobre o uso do solo. As avaliações e o mapeamento do solo possibilitam determinar a capacidade de utilização do espaço, permitindo visualizar as mudanças que acontecem frequentemente por ações humanas. Esses mapeamentos são mapas geralmente produzidos por meio de análises e fotointerpretação de imagens captadas por satélites e das fotografias aéreas, que são trabalhadas em diferentes softwares, com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

O geoprocessamento é uma ferramenta aplicada no conjunto de tecnologias atribuídas a coletar e tratar informações. Já o sensoriamento remoto utiliza de tecnologias que permite alcançar informações de um objeto por meio de sensores sem que haja contato físico com o mesmo.

Atualmente a maioria das cidades possui diversidades quando se trata de expansões territoriais, o que se faz necessário uso dessas tecnologias com bancos de dados espaciais para auxílio de vários departamentos, e principalmente soluções de problemas. Com Luzimangues não é diferente, apesar de ser um distrito novo do município de Porto Nacional – TO, está passando por um rápido crescimento, recebendo investimentos, principalmente pela à proximidade com a capital do estado Palmas – TO.

O distrito Luzimangues foi desenvolvido devido à criação do Lago da UHE Luiz Eduardo Magalhães, localizado no Rio Tocantins, o lago da usina engloba os municípios de Miracema do Tocantins, Lajeado, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Assim sendo, o estudo irá avaliar as áreas ocupadas entorno da região que podem acarretar consequências seja na

qualidade da água, como eutrofização, assoreamento e poluição do lago, as quais influenciam na vida útil da hidrelétrica.

Desta forma, o presente trabalho se propõe a executar as aplicações das técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para análise das influências ocorridas devido a mudanças do uso do solo, através de fotointerpretação de imagens do satélite Landsat, como auxílio na identificação dos elementos integrante da paisagem, para um adequado funcionamento do planejamento territorial e ambiental.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo em questão tem como objetivo geral oferecer subsídios para o planejamento urbano, visando o levantamento das áreas construídas entorno do Lago da UHE Luiz Eduardo Magalhães na região de Luzimangues, e sua influência na vida útil da hidrelétrica.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estudar a ocupação do solo da área ao longo dos tempos no entorno do lago;
- Levantamento histórico da urbanização da área;
- Analisar o impacto da urbanização na área do entorno e sua influência na vida útil do lago;
- Análise temporal de 2011 a 2014, com imagens do satélite Landsat 5 e 8.

1.2 Justificativa

O presente trabalho pretende-se oferecer uma análise espacial por meio do emprego do sensoriamento remoto e geoprocessamento para avaliar as mudanças com a evolução da ocupação e o uso do solo, em Luzimangues distrito do município de Porto Nacional, no estado do Tocantins e sua influência no entorno do Lago da UHE Luiz Eduardo Magalhães

As análises das mudanças do uso do solo serão relevantes para avaliar e melhorar a organização da ocupação, mediar conflitos entre áreas que são ocupadas ao redor do lago, para garantir vida útil da hidrelétrica,

procurando-se valorizar os patrimônios seja eles ambientais, paisagísticos, culturais, promovendo um ordenamento urbano com um desenvolvimento sustentável, respeitando o meio físico com sua topografia e vegetação, para evitar possíveis problemas de degradação do solo, erosão, poluição do ar e da água.

Segundo a afirmação: "...Geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante..." (Xavierda- Silva, J.; 2001; p.12-13). Sendo assim pode-se ressaltar que o geoprocessamento torna-se uma ferramenta indispensável, sendo capaz de fornecer dados para o apoio ao planejamento e monitoramento de informações sobre o espaço, estes dados podem ser representados por imagens coletas por sensoriamento remoto.

Um planejamento territorial bem elaborado e executado corretamente assegura que as comunidades submetidas às ações planejadas se desenvolvam em um ambiente mais saudável e mais ordenado. Isto contribui para a recuperação e preservação de áreas naturais remanescentes, necessárias para manter o equilíbrio ecológico e a qualidade ambiental e de vida.

O planejamento contribui para diminuir os impactos negativos, tais como a erosão do solo, o assoreamento dos reservatórios e cursos d'água, o desmatamento da vegetação nativa e a contaminação das águas, entre outros (TUNDISI, 2005).

Desse modo, é importante impedir a deterioração da paisagem dos ambientes aquáticos e dos recursos naturais associados a eles com medidas de planejamento governamental e ambiental.

Dentro dessa preocupação ambiental, deve-se considerar que o funcionamento dos corpos de água está relacionado a processos naturais e antrópicos. Muitas vezes, a população próxima a essas zonas lacustres adota práticas de manejo ambiental e espacial sem o necessário conhecimento do funcionamento dos sistemas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse trabalho possui uma significativa relevância, tendo em vista mostrar a importância da coleta de informações por meio de análises realizadas pelo uso do geoprocessamento e sensoriamento remoto, visto que é uma ferramenta que utiliza de estudos espaciais, auxiliando sobre influências ocorridas referentes às mudanças do uso solo.

2.1 Geoprocessamento

O processamento que se refere ao geoprocessamento trata-se de um sistema de coleta e criação de dados georreferenciados com o objetivo de uma formação de uma base cartográfica.

Com o desenvolvimento e utilização de novas metodologias computacionais da atualidade obtiveram-se um grande surgimento no desenvolvimento de estudos científicos por meio da utilização de diversas técnicas de geotecnologias nas mais diversas áreas. Com este o avanço das tecnologias tornou-se possível denotar e armazenar tais informações propostas pelo o geoprocessamento, buscando obter bons resultados a partir de novos bancos dados.

As adaptações de computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciado, se torna cada vez mais parte do nosso dia-a-dia, visando às atualizações e interações das informações com rapidez e eficiência. De acordo com Rodrigues (1993), o geoprocessamento significa um conjunto de elementos que possuem a capacidade de coletar, tratar, manipular e apresentar informações voltadas para um único objeto. Dentre esses elementos destacam-se o Cartografia, Topografia, Sensoriamento Remoto (SR), Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2.1.1 Geoprocessamento e SIG

Devido à evolução da tecnologia, e ao surgimento de diversos termos, o Sistema de Informações Geográficas (SIG's) e o Geoprocessamento acabam que por varias vezes são confundidos. Todavia, o Geoprocessamento é uma concepção mais ampla e abrangente, simulando qualquer tipo de técnica de dados georreferenciados, já o SIG's tem destaque em análises espaciais e modelação da superfície, dependendo basicamente de mapas.

Conforme Silva (1999), o Sistema de Informações Geográficas remete a sistemas computacionais, estruturados em banco de dados que dispõem de recursos espaciais (mapas), e alfanuméricos ou não espaciais (tabelas) com o propósito de desenvolver análises espaciais e modelagens da superfície. Os SIG's podem ser utilizados como suporte para soluções de problemas de determinadas áreas da superfície terrestre, planejamento do uso do solo urbano ou regional, exploração de recursos naturais, transportes entre outros. É extensivamente usada em diversos setores como infra-estrutura, saneamento, segurança, meio ambiente e telecomunicação. Além do mais, permite a integração e a interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises e representar a grande diversidade de concepções do espaço.

Para Aronoff (1989) apud Francisco (2006), os SIG's, projetados para a entrada, o gerenciamento (armazenamento e recuperação), a análise e a saída de dados, devem ser utilizados em estudos nos quais a localização geográfica seja uma questão fundamental na análise, apresentando, assim, potencial para serem utilizados nas mais diversas aplicações (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela com finalidade, objetivo e áreas de aplicação dos SIG's.

Finalidade	Objetivo	Área de aplicação
Projetos	Definição das características do projeto	Projeto de loteamentos Projeto de irrigação
Planejamento territorial	Delimitação de zoneamentos e estabelecimento de normas e diretrizes de uso	Elaboração de planos de manejo de unidades de conservação Elaboração de planos diretores municipais
Modelagem	Estudo de processos e comportamento	Modelagem de processos hidrológicos
Gerenciamento	Gestão de serviços e de recursos naturais	Gerenciamento de serviços de utilidade pública Gerenciamento costeiro
Banco de Dados	Armazenamento e recuperação de dados	Cadastro urbano e rural
Avaliação de riscos e potenciais	Identificação de locais susceptíveis à ocorrência de um determinado evento ou fenômeno	Elaboração de mapas de risco Elaboração de mapas de potencial
Monitoramento	Acompanhamento da evolução dos fenômenos através da comparação de mapeamentos sucessivos no tempo	Monitoramento da cobertura florestal Monitoramento da expansão urbana
Logístico	Identificação de pontos e rotas	Definição da melhor rota Identificação de locais para implantação de atividades econômicas

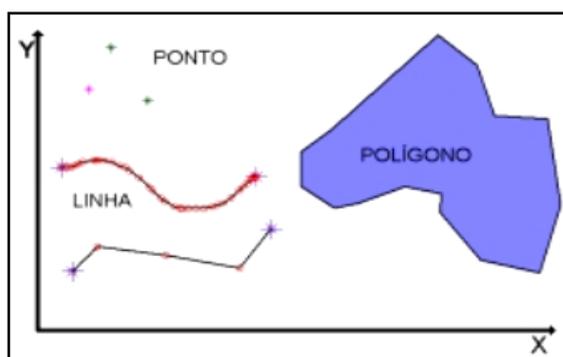
Fonte: (ARONOFF, 1989 apud FRANCISCO, 2006).

Os SIG's permitem a criação e desenvolvimento dos chamados Banco de Dados Geográficos (BDG), também conhecidos como Banco de Dados Espaciais (BDE), os quais são certificados por ser um conjunto de coleta de informações numéricas ou não, em outras palavras possibilita a realização de cálculos como áreas, distâncias e centróides, além de realizar a geração de buffers (zona de influência, é a elaboração de uma área em torno de um ou mais elementos espaciais, como ponto, linha ou polígono) e outras operações entre as geometrias, que podem ser classificadas, como dados espaciais e não espaciais. Os não espaciais são aqueles representados de acordo com uma escala de medição. Enquanto que os dados espaciais são os mais exercidos no geoprocessamento, que são classificados segundo ASSAD; SANO (1998) em representações computacionais de mapas, são elas duas grandes classes: representação vetorial e representação matricial.

2.1.2 Análises espaciais em SIG vetorial

Por definição, os dados vetoriais são representados graficamente por meio de um sistema de coordenadas, através de três formas básicas: pontos, linhas, e ou polígonos. Como a estrutura de dados é complexa, é difícil de programar as operações de superposição e a representação de alta variabilidade espacial não é eficiente.

Figura 1 - Elementos da representação vetorial



Fonte: (CÂMARA; MONTEIRO, 2001. p. 19).

2.1.3 Análises espaciais em SIG matricial

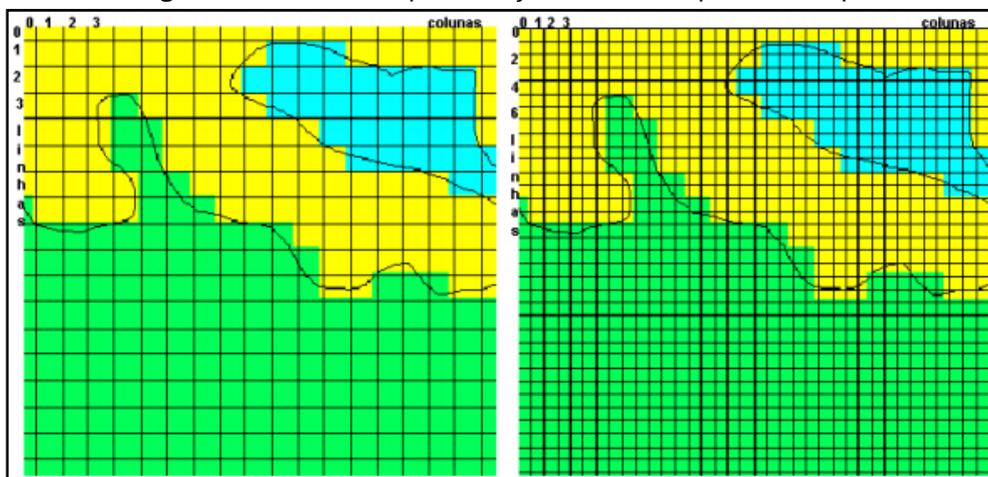
No caso de dados matriciais ou raster, se refere à representação por intermédio de pixel (Picture Element) ou células, ordenadas em linhas e colunas, como uma matriz. Possuem uma estrutura simples, bem como um modelo adaptável com dados de scanners e sensores remotos. É mais utilizado

pelo geoprocessamento, pois é adequado para representar formas ou fenômenos do espaço, como: elevação, precipitação, mapeamento e declividade.

A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno (CÂMARA; MONTEIRO, 2001. p. 23).

“Os valores dos pixels representam uma medição de alguma grandeza física, correspondente a um fragmento do mundo real. Por exemplo, em uma imagem obtida por satélite, cada um dos sensores é capaz de captar a intensidade da reflexão de radiação eletromagnética sob a superfície da terra em uma específica faixa de frequências” (GOÊS; Kátia, 2009. p. 4).

Figura 2- Diferentes representações matriciais para um mapa



Fonte: (CÂMARA; MONTEIRO, 2001. p. 23).

2.2 O Espaço Urbano

Em termos gerais, o espaço urbano é referente a um conjunto de diversos usos da terra justapostos entre si. Esses usos são áreas como: o centro da cidade, local de atividades comerciais, serviço e gestão, áreas residenciais e industriais, áreas de lazer, e outras. Este conjunto é a organização espacial da cidade ou o próprio espaço urbano fragmentado (Corrêa, 1995). Observando o desenvolvimento de uma cidade, percebe-se há existência de loteamentos espalhados de uma forma desordenada.

2.2.1 Uso do Solo

O uso do solo é uma demonstração real da prática pela sociedade imposta, que direta ou indiretamente, é o principal agente modificador do espaço e do meio ambiente, estes que estão sujeitos a alterações de suas

características físicas e biológicas. Braga & Carvalho, (2004. P. 11) apud Labre (2015), caracterizam que toda cidade possui áreas por usos diferenciados do solo. Algumas dessas áreas são ocupadas principalmente por residências; outras, por estabelecimentos comerciais e escritórios; outras, por indústrias, e outras por vários usos. Se observarmos com atenção, veremos que a distribuição dos diversos usos obedece a uma lógica econômica, como exemplo disso é a presença da maioria dos estabelecimentos comerciais no centro da cidade.

Contudo, nem todas as distribuições acontecem de forma equilibrada. O espaço com os usos do solo tendem a gerar conflitos entre si, em virtude do crescimento da cidade, com isso satura habilidade de estrutura da infraestrutura e meio ambiente, armazenando impactos negativos.

Segundo Disperati et al. (1991) apud Barbin (2003), “O meio ambiente urbano é o espaço resultante de diferentes combinações dos processos naturais e humanos e da intervenção do homem no espaço natural. O estudo do uso do solo e as modificações ambientais decorrentes dessa intervenção serão de muita importância para se obter dados sobre os aspectos urbanos”.

2.2.2 Impactos na utilização dos solos

No seguimento da urbanização do espaço, o solo, embora seja de fundamental importância na vida da sociedade e no equilíbrio ambiental, ainda não é valorizado como tal. Os impactos causados pelas atividades humanas, como a exploração e degradação do solo, gera graves consequências ambientais e sociais.

Entre os problemas sócio-ambientais estão à ocupação em áreas de risco, com moradias em locais degradados pelo lixo e pela falta de saneamento básico, o desmatamento, deslizamentos, enchentes, poluição do ar e das águas, tráfico, etc. A ausência de conhecimento a respeito da utilização do solo leva a um uso incorreto deste recurso natural.

2.2.3 Geoprocessamento para análise de uso e ocupação do solo

O uso do solo está associado a um conjunto composto por processos de criação e reprodução de uma sociedade, adaptados com regulamentação espacial, a padrões ou tipos de edificações. O uso do solo

assim admite uma variedade tão grande quanto às atividades da própria sociedade. As categorias de uso do solo são feitas, principalmente com o propósito de classificação das atividades e tipos de edificações, a fim de sua regulação e controle por leis de zoneamento, ou leis de uso do solo.

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Quanto maior a variedade de solos que uma nação possui, maiores serão as oportunidades de seu povo encontrar um melhor padrão de vida, sendo importante que as maiores áreas sejam ocupadas por solos adaptados às grandes produções de alimentos e matérias-primas essenciais à habitação, vestiário, transporte e indústria, e que algumas áreas possam ser disponibilizadas sob outras formas de uso, como a recreação, tão importante ao bem estar físico e mental da população (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, apud NARDINI, 2009. p.12).

A questão do uso e ocupação do solo abrange hoje um discurso que precisa ser avaliado, baseando-se não somente em questões de cunho ambiental, mas em um foco que considere as questões sócio-espaciais e a diversidade do território brasileiro (SANTOS; FILHO, 2011. p. 01). Praticamente todas as áreas de atuação municipal podem obter no geoprocessamento um importante aliado nessas etapas de levantamento de dados de mudanças do uso do solo, que condiciona análises do problema, elaborações de projeto, execução de ações e medição dos resultados.

Nesse contexto retrata a relevância do mapeamento de uso e ocupação do solo, como forma de identificação e espacialização das formas de uso da terra, tornando disponível o dimensionamento, a descrição e avaliação das porções territoriais efetivamente utilizadas e ocupadas por atividades humanas. Esse recurso fornece a análise e identificação dos fatores de pressão e impactos sobre o ambiente, a compreensão das mudanças recentes, do histórico da área e dos elos entre as características do meio biofísico e socioeconômico (SILVA et al., 2006 apud FLAUZINO et al, 2011). O mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidentes os padrões de uso e ocupação dos espaços. A visualização dos fatos no espaço, melhora a compreensão das interações existentes e aponta as ações necessárias (SEBUSIANI, 2011).

Em decorrência do crescimento urbano pode-se acarretar com o surgimento de ocupações inapropriadas, e para que isso seja evitado é preciso um conhecimento aprofundado para que possam ser verificadas novas possíveis áreas para a expansão urbana. Segundo Hupp & Fortes, (2013, p.01) fatores como relevo e recursos hídricos devem ser ponderados ao se planejar a ocupação de área urbana, que uma vez desorganizada e irregular pode causar problemas ambientais, riscos a população e ônus ao poder público.

2.2.4 Ferramenta para planejamento e gestão urbana:

Conforme KOHLSDORF (1985) apud DUARTE (2010), o Planejamento Urbano possui dois fatores cruciais no modo de pensar e agir sobre a cidade. O primeiro é assumir a cidade como um processo contínuo. O planejamento, dentro dessa concepção, é entendido como um processo-subsídio a tomadas de decisões que têm a função de transformar a cidade de acordo com objetivos pré-estabelecidos. O segundo é a entrada em cena de contribuições vindas de outras disciplinas, tais como a sociologia, a geografia e a economia. Assim o Planejamento Urbano assumiu característica multidisciplinar ao longo do tempo.

Para a construção do Plano Diretor é fundamental conhecer a realidade de todo município, o que inclui a infra-estrutura da cidade, o cadastro das áreas construídas, as redes de transporte, água e esgoto, os serviços públicos, os pontos turísticos, as áreas de preservação, dentre outras variáveis consideradas na gestão de uma prefeitura (CAVENAGHI; LIMA, 2006, apud AGUERO, 2013).

Burrough (1986) apud FARINA (2008) resume a utilidade da modelagem espacial como "ferramenta para acrescentar valor à informação", ou seja, gerar novos dados por meio de um processo estabelecido a partir de dados primários e modelos que descrevam o comportamento do mundo real em determinadas condições, obtendo, assim, resultados ou soluções para problemas espaciais complexos.

Em tal caso, conforme as diretrizes de Guimarães (1999) apud LORENZON (2014. p. 417), cuja defesa baseia-se no fato de que o geoprocessamento é uma ferramenta muito útil que permite gerar, manipular, analisar e integrar informações espaciais, sobretudo relativas ao meio

ambiente, podendo subsidiar o processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas.

Cada setor de uma prefeitura, com destino a realização de diversas análises é necessária que faça um perfeito estudo do território que são espacialmente distribuídas. Sem conhecimento amplo destas é imensamente trabalhoso para a administração pública elaborar um apropriado planejamento. Nesse contexto, o uso de geoprocessamento vem a ser apresentado atualmente na forma mais vasta de gerenciamento, sendo bastante eficaz para busca de explicações para os problemas urbanos, possibilitar aos gestores uma visão mais completa sobre os municípios, auxiliando nas tomadas de decisões para melhor planejar suas tarefas, e melhor atender aos usuários internos e externos.

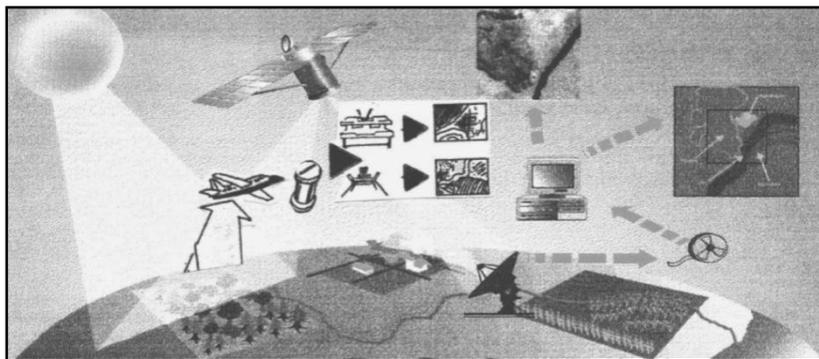
Outras vantagens destacadas são: a probabilidade de detectar as deficiências, riscos e processos de degradação ambiental; potencialidades econômicas e territoriais; controle e distribuição espacial da população e das atividades econômicas; uso e ocupação do solo urbano e análise de funcionamento da Lei de Zoneamento (FARINA, 2008. p.135).

2.3 Sensoriamento Remoto

O termo sensoriamento remoto é estabelecido de várias formas, sendo, portanto a mais adotada e defendida por Avery e Berlin (1992, p. 18) apud Favrin (2009), como uma técnica para obter informações sobre objetos por meio de dados coletados de instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados.

A integração de técnicas de sensoriamento remoto se baseia pelos atos de observar à distância, monitorar de longe, sensoriar do alto. Ou seja, pode ser definido por utilização de equipamentos colocados em aeronaves ou satélites, com o objetivo de obter informações sobre o ambiente terrestre, sem que haja contato físico com o mesmo. Garcia (1982) apud DANTAS (2013. p.12), relata que o termo sensoriamento remoto é restrito aos métodos que utilizam a energia eletromagnética na detecção e medida das características de objetos, incluindo-se as energias relativas à luz, calor e ondas de rádio.

Figura 3 - Componentes de um Sistema de Sensoriamento Remoto



Fonte: (SCHMIDLIN, 1998, apud ROCHA, 2000).

Segundo Novo (1999) apud ROCHA (2000. p.116), este sistema de aquisição de informações é formado por alguns subsistemas importantes:

- Sensores: equipamentos que focalizam e registram a radiação eletromagnética proveniente de um objeto;
- Processamento de dados: convertem o dado em variável física passível de ser interpretada e convertida em informação;
- Análise: incluem ferramentas como os SIGs, que permitem integrar a informação derivadas de Sensoriamento Remoto às de outras fontes.

De acordo com Vettorazzi (1992) apud NASCIMENTO (2010. p.10), os sensores podem ser classificados, de uma forma geral, em passivos e ativos. Passivos são aqueles que necessitam de uma fonte externa de REM (energia eletromagnética) para poderem operar, ou seja, utilizam a energia emitida ou proveniente de outras fontes (das quais a mais comum é o sol) que é refletida ou emitida pelo alvo. Sensores ativos são aqueles que possuem a sua própria fonte de radiação eletromagnética que é projetada sobre uma área e em seguida, estes sensores registram a energia emitida e/ou refletida pelos alvos de ocupação da área imaginada.

Existem três membros relevantes para uma boa funcionalidade do sistema de Sensoriamento Remoto: o objeto de pesquisa, radiação eletromagnética e um sensor. Com isso se tem a divisão de três níveis para o sensoriamento remoto, primeiro o Terrestre, que se trata da realização de pesquisas sobre a refletância, absorbância e transmitância dos objetos, para

que consiga ser apropriadamente interpretados pelos sensores. Em segundo é a Sub-Orbital, com câmeras de vídeo, radares e fotos aéreas, utilizadas para gerar os mapas. E por fim, em terceiro, o Orbital, que são grupos com balões meteorológicos e os satélites, ambos utilizados para estudo do clima, atmosfera e previsões do tempo, mais ainda fornecem imagens para o mapeamento e estudo de recursos naturais (FAVRIN, 2009).

Através das imagens coletadas pelos sensores, o Sensoriamento Remoto tem sido bastante considerável para o diagnóstico de fenômenos naturais e antrópicos de determinadas regiões, com grandes áreas e de difícil acesso. Gradativamente vem sendo atribuído análises temporais através dos dados obtidos, para a elaboração do monitoramento do uso e ocupação do solo a fim de detectar as mudanças associadas a uma determinada região. Para Giotto (1981) apud OLIVEIRA (2013), o monitoramento do uso e cobertura do solo é de grande relevância, pois permite mapear as alterações provocadas por ações antrópicas, além de fornecer informações para o manejo eficiente dos recursos naturais.

A relação entre as técnicas do sensoriamento remoto e os indicadores biofísicos pode ser valiosa para estudos de diagnose e monitoramento, principalmente em habitats vulneráveis e de grande importância na utilização de classificação de solos, uso da terra, levantamento dos recursos naturais e monitoramento do meio ambiente (NOVO, 1988; FREITAS et al., 2005, apud SILVA, 2010). Brito e Prudente (2005) apud FLAUZINO (2011), evidenciam que:

“Uma das vantagens da utilização do sensoriamento remoto para mapeamento de uso do solo é que as informações podem ser atualizadas, devido à característica de repetitividade de aquisição de imagens, além disso, os dados podem ser adquiridos de forma rápida e confiável”.

2.3.1 Tipo de dados

Conforme Couto (2012), os SIG possuem a habilidade de constituir vários tipos de dados, com o propósito de manipular, analisar, consultar e visualizar os dados e resultados por meio de mapas. Os tipos de dados mais comuns são dados temáticos, dados cadastrais, redes, modelos numéricos de terreno, dados não espaciais e imagens de sensoriamento remoto.

As imagens de sensoriamento remoto caracterizam formas de conquista indireta de informação espacial. São obtidas através de satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados. Depositadas como matrizes, cada parte da imagem (Pixel) tem um valor correspondente à energia eletromagnética refletida pela extensão da superfície terrestre. Devido ao procedimento de aquisição das imagens, se faz necessário o uso de técnicas de fotointerpretação e de classificação.

2.3.2 Fonte de dados

Como pré-requisito para a criação de um SIG é preciso da etapa de elaboração e aquisição dos dados. A precisão dos mapas e análises criado por este SIG está relacionado com os métodos utilizados no levantamento e tratamento dos dados originais (FORTES, 2007, apud COUTO, 2012).

As fontes de dados em SIG podem ser reunidas em primárias e secundárias. Os dados de levantamentos de campo, ou produtos de sensoriamento remoto, são dados primários, enquanto que os demais dados resultantes das fontes primárias, são chamados de dados secundários (Teixeira et al., 1992, apud Silva, 2002).

De acordo com Quintanilha (2005) apud Couto (2012) as fontes de dados existentes mais comuns são Levantamentos Cartográficos, Levantamentos Topográficos, Levantamentos Geodésicos, Levantamento em Campo, GPS, LIDAR, Questionários e Entrevistas, e Sensoriamento Remoto, este que obtém as imagens da superfície da terra por sensores embarcados em aviões ou em satélites orbitais.

2.3.3 Satélite LANDSAT

Com o desenvolvimento de satélites, estes começaram a influenciar, de maneira efetiva no cotidiano, com muitos trabalhos que empregam dados obtidos por sensores para os referentes estudos, para melhorar os métodos de obtenção de informações. Ainda, vale ressaltar as referências resultantes dos diferentes sensores remotos que diferem em relação às informações sobre a resolução espacial, espectral, temporal, radiométrica.

Correlação ao Landsat (Land Remote SensingSatellite), a série de satélites foi criada a partir de um projeto de observação que adquire dados multiespectrais da superfície da terra de maneira contínua, dedicado

exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres, sob responsabilidade da Agência Espacial Americana. A série lançou o primeiro satélite ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) em 23 de julho de 1972, em seguida foram os Landsat 2,3,4 e especialmente Landsat 5 e 7.

De acordo com informações obtidas pelo Embrapa, na atualidade, a plataforma do Landsat está em operação com dois satélites (5 e 7), os quais proporcionam uma resolução temporal no intervalo de 16 dias sobre a mesma região. Durante a elaboração dos estudos temporais, os satélites se identificam com uma enorme vantagem, pois não precisam de uma programação prévia, ou seja, as imagens obtidas são armazenadas, fornecendo a recuperação de dados antigos e propicia vários estudos de desenvolvimento do uso do solo e mudanças temporais.

O sensor ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) que pertence ao satélite LANDSAT 7 proporciona 6 bandas multiespectrais com 30 m de resolução espacial, 1 banda termal com 60 m de resolução espacial e 1 banda pancromática com 15 m de resolução espacial, ampliando mais os possíveis estudos (FARINA, 2008. p.135).

Tabela 2 - Programa LANDSAT

Satélite	Lançamento	Fim de operação	Sensores	Revisita
LANDSAT-1	23/07/1972	6/01/1978	RBV, MSS	18dias
LANDSAT-2	22/01/1975	05/02/1982	RBV, MSS	18 dias
LANDSAT-3	5/03/1978	31/03/1983	RBV, MSS	18 dias
LANDSAT-4	16/07/1982	Standby, desde 07/87	TM, MSS	16 dias
LANDSAT-5	01/03/1984	Em operação	TM, MSS	16 dias
LANDSAT-6	03/10/93	Perdido em 03/10/93	ETM, MSS	
LANDSAT-7	14/04/99	Em operação	ETM+	16 dias

Fonte: (NASA, 2001b, apud IWAI, 2003).

Tabela 3 - Características do sensor ETM + do satélite LANDSAT 7

Bandas	Intervalo espectral (microns)	Resolução espacial (m)
1	0,45-0,515	30
2	0,525-0,605	30
3	0,63-0,690	30
4	0,75-0,90	30
5	1,55-1,75	30
6	10,40-12,5	60
7	2,09-2,35	30
Pan	0,52-0,90	15

Fonte: (USGS, 2001, apud IWAI, 2003).

Os Sensores do Landsat empregam uma resolução espacial de 30 m, uma escala ideal para a observação de impactos humanos sobre a terra. Os sensores detectam o crescimento urbano com refletividade visível e infravermelha de forma consistente, objetiva e confiável ao longo do tempo.

As imagens adquiridas pelo satélite Landsat se tornam uma fonte de informação indispensável para uma diversidade de aplicações desde o planejamento urbano e regional, usando os dados para acompanhar a evolução urbana e uma previsão das futuras paisagens, como monitoramento de fenômenos e recursos naturais, acompanhamento do uso agrícola das terras, suporte ao monitoramento e definição de áreas de preservação, controle aos desmatamentos e outras disciplinas que necessitem de Informação Geográfica atualizada sobre a superfície da Terra.

Figura 4 - Satélite LANDSAT

Fonte: (<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/txt/landsat.htm>).

2.3.4 Fotointerpretação de imagens de satélites

Devido às dificuldades de acesso e pela facilidade de acelerar os detalhes referentes a todos os elementos de reconhecimento das áreas de estudo, o procedimento vem a ser necessário. O processo de

fotointerpretação tem como técnica principal averiguar a significância das imagens fotografadas pelos objetos, bem como uma avaliação geomorfológica da área.

Como relatado por LUEDER (1959) e SPURR (1960) apud ROSSI (1999), a fotointerpretação se apoiou em elementos nas fotografias aéreas como textura, cor, forma, tonalidade, dimensão e convergência de evidências. Assim, também proposto por COLWELL (1952) apud RIBEIRO (2002), que a fotointerpretação deve apoiar no “princípio da convergência de evidências”, onde diversos elementos de reconhecimento remetem a uma provável definitiva conclusão.

2.4 Classificação de imagem por método supervisionado

O procedimento de classificação de imagens refere-se à retirada de informação para distinguir padrões e objetos similares e são usados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre. Esse procedimento de classificação confere cada pixel (células) de uma imagem a uma das classes presentes, a qual pode ser feita com base em observações no pixel em si (Pixel a pixel) e na sua vizinhança (Por regiões).

O princípio de classificação supervisionada é fundamentado no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe. A classificação supervisionada é a mais utilizada na análise quantitativa dos dados de sensoriamento remoto (EASTMAN, 1999).

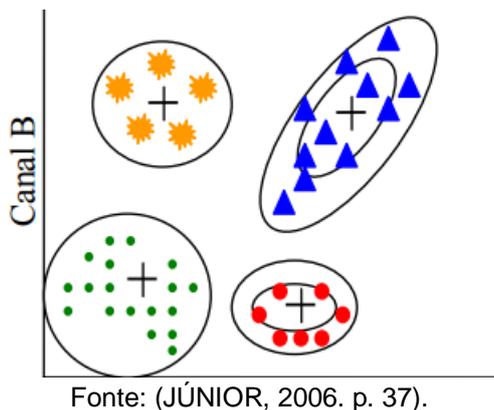
Particularmente, encontram-se várias ferramentas nos quais os pixels ocultos podem ser relacionados com os pixels do conjunto de treinamento. O produto final é uma imagem classificada, representando um mapa temático (Schowengerdt, 1983 apud Beluco, 2002). A seguir segue uma breve descrição de alguns métodos mais conhecidos de classificação supervisionada.

2.4.1 Método da Máxima Verossimilhança

Este método apresenta uma área de treinamento, onde selecionamos na imagem com o cursor áreas modelos dos pixels que sejam representativos para cada alvo do uso do solo (Moreira, 2003 apud Júnior, 2006). A distribuição dos valores é reproduzida por uma função de

probabilidade que analisa a alternativa de um estipulado pixel pertencer a uma categoria, e o identifica para uma categoria à qual ele tem maior probabilidade de associação. Com informações do IBGE (2001) apud Júnior (2006), depois de selecionar todas as classes pré-estabelecidas, o aplicativo adapta os demais pixels desconhecidos ou não classificados às classes.

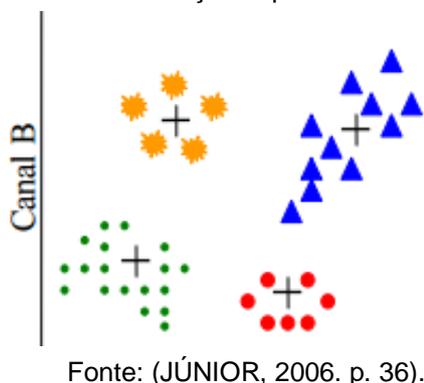
Figura 5 – Método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança



2.4.2 Método da Mínima Distância

O método calcula a distância do valor de reflectância de um pixel e distribui ao pixel a classe cuja média seja mais próxima. Para Richards (1993), há uma maneira de se fazer o cálculo de distância, calculando a distância bruta do valor de reflectância do pixel à média de cada assinatura espectral. No caso do tamanho dos conjuntos de treinamento for pequeno, recomenda-se um método de classificação mais simples, como o algoritmo de distância mínima.

Figura 6 - Método de classificação supervisionada de mínima distância

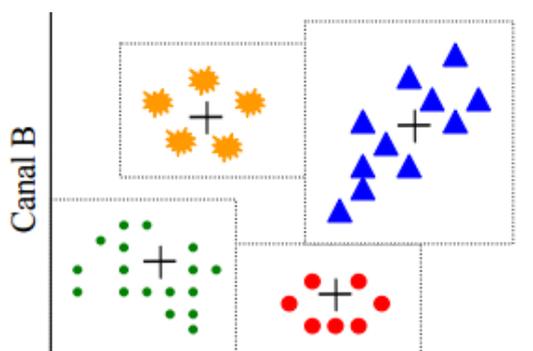


2.4.3 Método do Paralelepípedo

No método do paralelepípedo há a criação de “caixas”, desempenhando-se unidades de desvio padrão, ou de valores de reflectância

mínimos e máximos dentro de cada área. Todavia, se um determinado pixel cair numa “caixa” de assinatura errada, automaticamente ele é atribuído a essa categoria. Sua vantagem deve-se a maior rapidez, sendo muito usado quando a velocidade e a capacidade tecnológica dos computadores eram limitadas. Entretanto sua desvantagem é que suas classificações possuem muitos erros, devido à elevada correlação de informações das bandas espectrais (EASTMAN, 1999).

Figura 7 - Método de classificação supervisionada de paralelepípedo



Fonte: (JÚNIOR, 2006. p. 38).

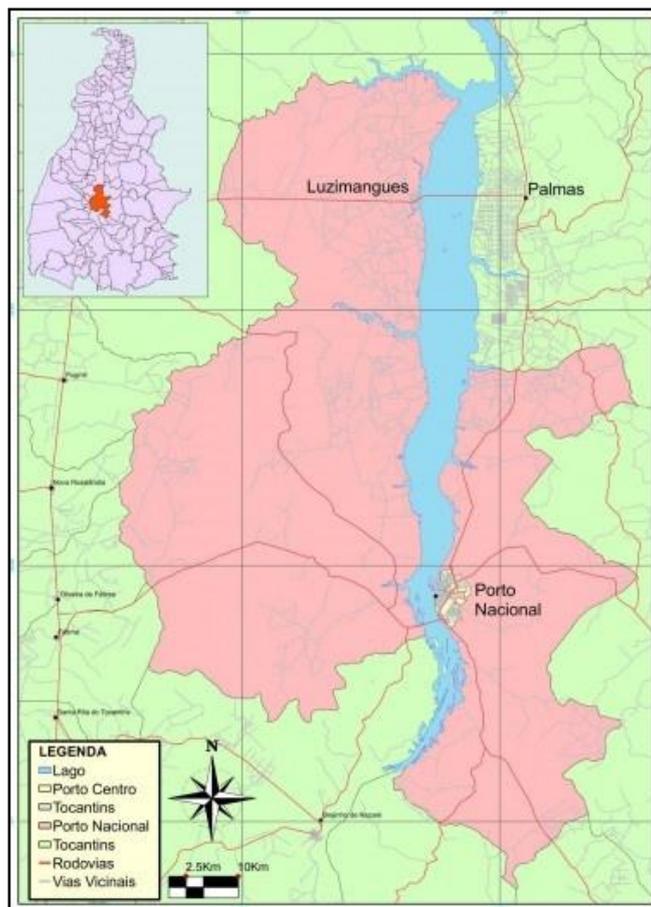
2.5 Contexto histórico de Luzimangues

A história do distrito de Luzimangues se confunde com a própria história da cidade de Porto Nacional, a região vem sendo ocupada desde a primeira metade do século XIX, com uma distribuição bem separada pelo cerrado de propriedades rurais voltadas à agricultura de subsistência e à criação de gado. A localidade aparecia descrita como a região de “Mangues”, e assume mais recentemente a denominação de “Luzimangues”, junção dos nomes dos rios Santa Luzia e Mangues (PINTO, 2014).

Com base nas pesquisas de Pinto (2014), em 2001 com o término das obras da UHE Luís Eduardo Magalhães e o início da formação do seu reservatório, o antigo Distrito de Luzimangues foi inundado e grande parte da sua população foi transferida para um reassentamento rural. Depois do enchimento do Lago (2001) e a construção da Ponte da Amizade e da Integração (2002), ligando Palmas a Porto Nacional, e também com Paraíso do Tocantins e à BR-153, dá início a um certo interesse por parte dos proprietários de terras e do mercado imobiliário em novos loteamentos. Assim, em 2002, a Prefeitura de Porto Nacional aprova uma lei que lhe autoriza efetivar a

aprovação das atividades de ocupação do solo urbano às margens do lago, e outra lei para a área de expansão urbana no Distrito de Luzimangues. Com isso, começam a surgir os primeiros loteamentos urbanos, sem um controle por parte do poder público, são loteamentos nas mais variadas situações, regulares ou não.

Figura 8 - Limites do município de Porto Nacional, com a localização da sede do município, do Distrito de Luzimangues e da área urbana de Palmas



Fonte: (<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.164/5019>).

2.5.1 Emancipação

É perceptível o interesse e movimentação para a criação do município de Luzimangues. Com informações obtidas de pesquisas realizadas pela Folha Capital (<http://www.folhacapital.com.br/>), o distrito de Luzimangues pertence à cidade de Porto Nacional, que se localiza a 75 quilômetros, permitindo uma grande dificuldade. Com isso, os moradores do distrito alegam que a emancipação é a solução para as principais queixas entre elas estão a falta de escola, posto de saúde, agências bancárias, esgoto e coleta de lixo.

O serviço de telefonia móvel também é precário e os benefícios como asfalto e água encanada os moradores argumentam que só existe porque quando compraram os lotes a empresa que vendeu os terrenos já havia feito as benfeitorias.

Os moradores afirmam ainda que quando precisam de atendimento médico, ir ao banco, ou levar os filhos na escola é preciso se deslocar para Palmas, pois a prefeitura de Porto Nacional não oferece os serviços no distrito.

2.6 Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães

2.6.1 O Lago

De acordo Reis Pereira (2002) apud BESSA (2008. p.9), o lago formado pela construção da usina Luis Eduardo Magalhães, abrange uma área de 630 km², extensão de 172 km, sendo apenas na capital 54 km de comprimento, e tempo de residência da água de 24 dias. Tem como principais tributários os ribeirões Lajeadozinho, Santa Luzia, Água Fria, Taquaruçu, São João (Palmas), Mangues, Água Suja, São João (Porto Nacional), e rios do Carmo, Areias e Crixás (MARQUES, 2006 apud BESSA, 2008. p.9).

A vegetação predominante encontrada próxima à área do Lago é campo cerrado e as atividades empregadas na região responsáveis pelo uso e ocupação do solo são agricultura e pecuária (Pereira, 2005 apud MARQUES, 2011. p.26). O cerrado, em suas diferentes fisionomias; alternam-se com segmentos de campos sujos, campos cerrados e cerradões, além de campos antrópicos. Ocorrem ainda, matas de galeria, florestas paludosas e matas ciliares com características secundárias (Reis-Pereira, 2002 apud MARQUES, 2011. p.26).

Uma das principais particularidades do Lago é a potencialidade turística, em virtude das belas paisagens e intensa programação cultural e esportiva, não somente no decorrer das temporadas de praia, mas ao longo de todo o ano. Todavia, para conservar tais belezas, é necessário haver responsabilidade. Muito mais do que um espaço de grande beleza, que atrai oportunidades de esportes, turismo e diversão, o Lago é uma ampla virtude de sustentabilidade. Porém, se não usufruído com consciência, pode gerar

impactos ambientais, prejudicando a comunidade que habita seu entorno e a população que dele necessita.

2.6.2 Vida útil do lago

As cidades vêm crescendo rapidamente e ainda são escassas as pesquisas na área da qualidade da água, porém é de uma grande relevância o estudo da vida útil das águas superficiais para a utilização, preservação, conservação, assim visando à qualidade desses recursos.

Com o decorrer dos anos a vida útil dos lagos vem diminuindo cada vez mais devido a alguns problemas, estes que há algum tempo era por um processo natural, mas que foi intensificado pelas ações humanas. Um dos principais problemas que afeta a vida útil dos lagos é a poluição e o assoreamento, sobretudo a partir da remoção da vegetação das margens dos rios, afetando os cursos d'água pelo acúmulo de sedimentos originados do solo exposto devido à retirada da vegetação e esgotamento do mesmo pelo uso inadequado, resultando no excesso de material sobre o leito do rio, dificultando seu aproveitamento e na diminuição do volume de água.

2.6.3 UHE Luís Eduardo Magalhães:

A Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, segundo Ferreira (2003: 29-34), é conhecida como Usina de Lajeado, está inserida no plano de desenvolvimento integrado ao sistema energético de Tucuruí (PA) e Serra da Mesa (GO), empreendimentos já concluídos. Sua construção foi iniciada em 1998, e início de funcionamento em 2001, com encerramento em fevereiro de 2002.

A Usina de Lajeado fica estabelecida no estado do Tocantins, região norte do Brasil, bem como está localizada no rio Tocantins, na divisa dos municípios de Miracema do Tocantins e Lajeado, a 50 km de Palmas, capital do estado, no maciço rochoso que aflora do rio do Tocantins, nas coordenadas geográficas 9° 45' 26" de latitude sul e 48° 22' 17" de longitude oeste, a 1.030 km de sua foz, que fica no estado do Pará (ZITZKE, 2005).

A demanda por energia elétrica no Brasil, segundo Costa (2011. p.8), é crescente e como a tecnologia que produz energia a partir dos empreendimentos hidrelétricos é a mais viável, esses se expandiram

gradativamente para atender às necessidades da sociedade. Baseado nisso, conforme Zitzke (2005), cerca de 95% da matriz energética brasileira constitui-se energia gerada a partir de hidrelétricas, existindo, a partir de então, diversos interesses que influenciam a construção das hidrelétricas, como os interesses econômicos e sociais, como geração de energia elétrica, valorização de terras, irrigação, surgimento de novas atividades econômicas, falhas nos reassentamentos e no ressarcimento de prejuízos a terceiros, etc.

Figura 9 - UHE Luís Eduardo Magalhães



Fonte: (INVESTCO, 2013).

A represa da UHE Luis Eduardo Magalhães ocupa posição estratégica no médio Tocantins, não só pela dimensão da obra e pelas suas características, mas, principalmente pela inserção geográfica e regional, incluindo inserção na cadeia de reservatórios do rio Tocantins (Tundisi, 2006, apud MARQUES, 2011. p.25).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização da área de estudo

Para o desenvolvimento do trabalho a área de estudo será no entorno do Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães em Luzimangues distrito do município de Porto Nacional – TO. O distrito possui uma extensão territorial de 891,8 km², sua população de 2310 habitantes, de acordo com as estimativas propostas pelo IBGE para o ano de 2010. Está localizado às margens da TO-080, muito próximo com a capital Palmas – TO o que corresponde à passagem de 8 km da Ponte da Amizade e da Integração (2002).

Figura 10 - Localização geral da área de estudo



Fonte: (ANDRADE, 2012; SEDUH, 2011 apud PINTO, 2014).

3.2 Procedimento para coleta de dados

Para realizar o procedimento de coleta de informações do trabalho foram realizados os levantamentos de dados com base em pesquisas científicas, com o objetivo de proporcionar respostas e levantar conhecimento, estas sendo feitas através de livros á disposição na biblioteca da faculdade (CEUL/ULBRA), e a procura de artigos relacionados aos assuntos como: geoprocessamento, sensoriamento remoto, uso e ocupação do solo, contexto históricos do distrito Luzimangues, vida útil dos lagos e UHE Luís Eduardo Magalhães.

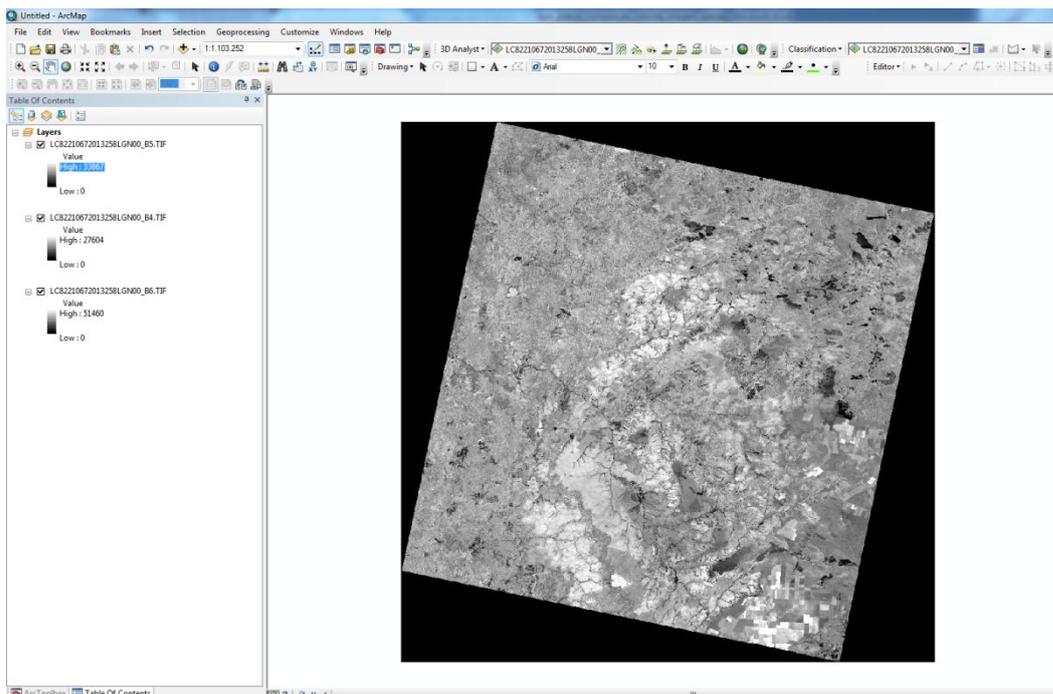
As imagens disponíveis no site da SEPLAN (Secretaria do Planejamento e Orçamento) coletadas do satélite LandSat 5 sensor TM com resolução espacial de 30 metros e do LandSat 8 sensor TM com resolução espacial reamostrada de 15 metros. Onde já foram empregadas técnicas computacionais de sensoriamento remoto, tais como composição colorida e reamostragem de pixel. A utilização do Sensoriamento Remoto é de fundamental importância no contexto atual das sociedades, pois ela é capaz de coletar os dados continuamente no terreno sem contato direto com objeto, fornecendo a expressão espacial e a categoria do atributo através da interpretação e classificação de imagens. Desta forma, é possível obter informações e registrar cartogramas sobre formas de relevo, topografia, revelar muitos dados geográficos e até históricos concernentes aos espaços naturais e também sociais, como a ocupação e o crescimento das áreas urbanas, entre outros.

3.2.1 Composição colorida das imagens Landsat 8

As imagens utilizadas na confecção dos mapas de ocupação da região de Luzimangues, foram processadas no ambiente do software ArcGis, onde primeiramente foi realizada a composição das bandas. Esta técnica é também conhecida como composição RGB (do inglês: Red, Green, Blue) e se refere a uma das ferramentas de maior utilidade para a interpretação das informações do sensoriamento remoto, sendo indispensável para uma melhor identificação e diferenciação dos objetos. A composição colorida é formada adequando-se as cores primárias: vermelha, verde e azul, a três bandas espectrais quaisquer.

Para Landsat 8 foi usada a composição RGB 6-5-4, que corresponde à antiga composição do Landsat-5 RGB 5-4-3.

As imagens foram adicionadas na plataforma ArcGis, bandas 3, 4, 5 e 6.

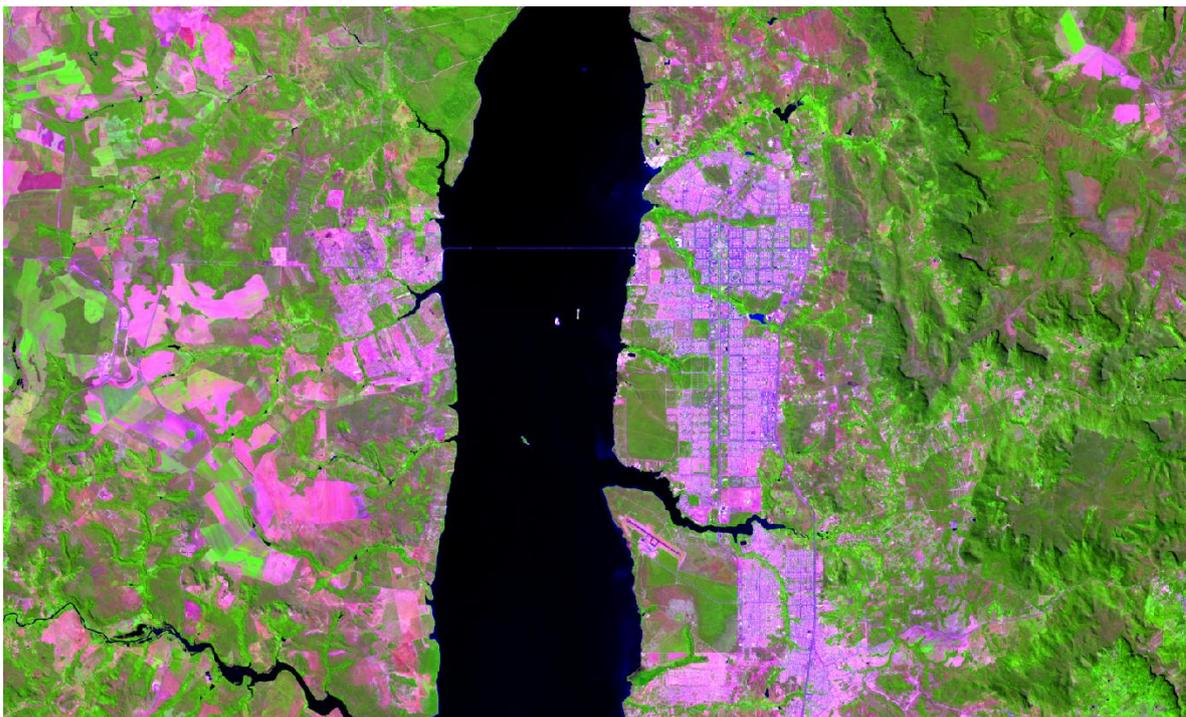
Figura 11 - Imagens na plataforma ArcGis

Fonte: (autor, 2016).

Foi utilizado a caixa de ferramentas do ArcToolBox, para o processamento das imagens, para isso utilizamos a opção Data Management Tools – Raster – Raster Processing – na opção Composite Bands.

Assim foi realizada a composição colorida RGB 6-5-4 do satélite Landsat-8 que corresponde à composição do Landsat-5 RGB 5-4-3. O resultado foi uma imagem colorida com três bandas apenas, que formam as composições das imagens dos anos de 2011, 2012 para o Landsat 5 e 2013 e 2014 para o Landsat 8.

Figura 12 - Composição colorida ArcGis



Fonte: (autor, 2016).

3.3 Processo para tratamento e análise dos dados

As imagens analisadas passaram por técnicas de processamento digital de imagens.

Foram analisados as mudanças e o crescimento dos espaços no distrito Luzimangues, fazendo uso das técnicas de fotointerpretação visual das imagens do satélite Landsat 5 e Landsat 8, com resoluções espaciais de 30 metros e 15 metros.

Posteriormente foi executada a digitalização dos polígonos de crescimento, considerando os períodos de 2011, 2012, 2013 e 2014. Com base nesses polígonos tornou-se disponível calcular as áreas em km² de cada polígono, sendo possível realizar avaliação das áreas onde ocorreram mudanças no uso do solo.

Para apoiar os procedimentos de tratamento e análise dos dados foi utilizada a ferramenta de geoinformação gratuita do Google Earth, além do desenvolvimento de software de geoprocessamento ArcGis para criar mapas de localização, mudanças do uso e ocupação do solo.

As ferramentas do SIG proporcionam realizar análises mais complexas, integrando dados de várias fontes ao gerar banco de dados. Conseqüentemente, o geoprocessamento pode ser determinado como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um dado objetivo.

Com o intuito de verificar de forma mais complexa as mudanças no decorrer dos anos de uso e ocupação do solo de Luzimangues e fazer um levantamento histórico da região, também foi utilizado o programa de geoinformação Google Earth, desenvolvido pela própria empresa Google. As imagens disponíveis são geo-referenciadas obtidas a partir de imagens de satélite, imagens aéreas e GIS 3D. O programa propõe apresentar o globo terrestre de forma tridimensional, elaborando a cartografia do globo, mostrando relevos em perspectiva e com animação gráfica. Pode-se gerar movimento na imagem, assim, sendo permitido reconhecer lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos.

Neste trabalho, foi possível apresentar a quantificação, avaliação das mudanças existentes, uma análise usual das imagens do satélite Landsat, juntamente com o auxílio do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, no mapeamento referente ao uso e ocupação do solo no entorno do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) em Luzimangues.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As discussões abaixo sintetizam os resultados deste trabalho de pesquisa, representando as áreas estudadas de Luzimangues no entorno do Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães.

4.1 Ocupação do Distrito de Luzimangues

Com o intuito de fazer a comparação do crescimento urbano de Luzimangues, foram analisadas imagens de satélite de momentos distintos, conforme podem ser vistos na Figura 13. A transformação do espaço rural em urbano ocorre de forma muito rápida. Se o incentivo inicial no contexto histórico de Luzimangues foi a implantação de Palmas, o próximo e de maior repercussão foi a formação do Lago da usina hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães, além da construção da Ponte Fernando Henrique Cardoso, que liga os municípios de Palmas e Porto Nacional, possibilitando o acesso, à região de Luzimangues.

Figura 13 - Luzimangues nos anos de 2002 e 2016



Fonte: (Google Earth).

Nesse contexto, pode se afirmar que a região em estudo, tornou-se um atrativo, em virtude da valorização dos terrenos com a implantação de uma infraestrutura básica, tais como, iluminação pública, rede de água, asfalto e a oferta de terrenos a preços acessíveis a população. Enquanto que na cidade

de Palmas os preços dos imóveis ganhavam maior valorização no mercado imobiliário, em função de grandes áreas que formam vazios urbanos nas regiões mais valorizadas da cidade.

A expansão urbana do distrito de Luzimangues estabelece uma nova fronteira de crescimento da capital, ou seja, uma cidade dormitório, proporcionando e ampliando a exclusão, os vazios urbanos e a falta de infraestrutura adequada, o que futuramente demandará maior investimento público para a sua consolidação.

Com o crescimento desordenado entorno do Lago da UHE e juntamente com a falta de infraestrutura podem ocasionar consequências que exercem influência diretamente na vida útil do lago. Entre os problemas que podem surgir ao longo dos tempos estão o assoreamento, a poluição, e principalmente o aumento do escoamento superficial.

Devido à necessidade de o homem ocupar novos espaços, provocando a ocupação não planejada, particularmente em áreas próximas os cursos d'água, com isso, gerando alteração da superfície que causa a impermeabilização do solo, diminui a infiltração e aumenta o escoamento superficial ocasionando cheias e inundações.

4.2 Utilização de Geotecnologias na análise do crescimento urbano

Foi possível por meio do geoprocessamento e fotointerpretação fazer uma análise da ocupação do uso do solo das áreas e o seu crescimento no decorrer dos anos de 2011 a 2014. Para cada imagem disponibilizada pelo satélite Landsat 5 e 8 sensor TM (Thematic Mapper) e OLI, com resolução espacial de 30 m e 15 metros fusionadas, respectivamente, para isso foram vetorizados polígonos, pelo método de edição vetorial, representando as áreas em Km² de ocupação urbana no período, o que permitiu a comparação das áreas de cada polígono nos diferentes anos, como pode ser verificado na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparativo entre as áreas em diferentes anos

ANO	ÁREA 1 (KM²)	ÁREA 2 (KM²)	ÁREA 3 (KM²)
2011	3,876	2,702	-
2012	5,378	4,167	2,031
2013	7,801	5,532	3,844
2014	8,732	6,952	5,743

Fonte: (A própria autora).

Os dados mostram um progressivo aumento na ocupação urbana na região de Luzimangues, que se deu por vários fatores, entre eles à instalação de um polo industrial intermodal que foi construído para atender as demandas de cargas transportadas pela Ferrovia Norte-Sul, que trouxe a possibilidade de novos empregos e a valorização da região.

No mapa de 2011, detectaram-se cinco polígonos de áreas urbanas ocupando uma área aproximada de 6,58 km² e no mapa de 2014 detectaram-se cinco polígonos de manchas urbanas ocupando uma área aproximada de 21,43 km². Nota-se em uma primeira análise a clara diferença entre as áreas urbanas dos dois mapas em questão, explicitando em um primeiro momento a notável expansão urbana do distrito de Luzimangues. Observa-se que em 2011 há dois polígonos principais de mancha urbana, e mais três polígonos menores não contínuos aos polígonos principais, porém próximos aos mesmos. No mapa de 2014 nota-se que há três polígonos urbanos principais, porém seguidos de dois polígonos menores não contínuos aos polígonos principais, porém próximos aos mesmos.

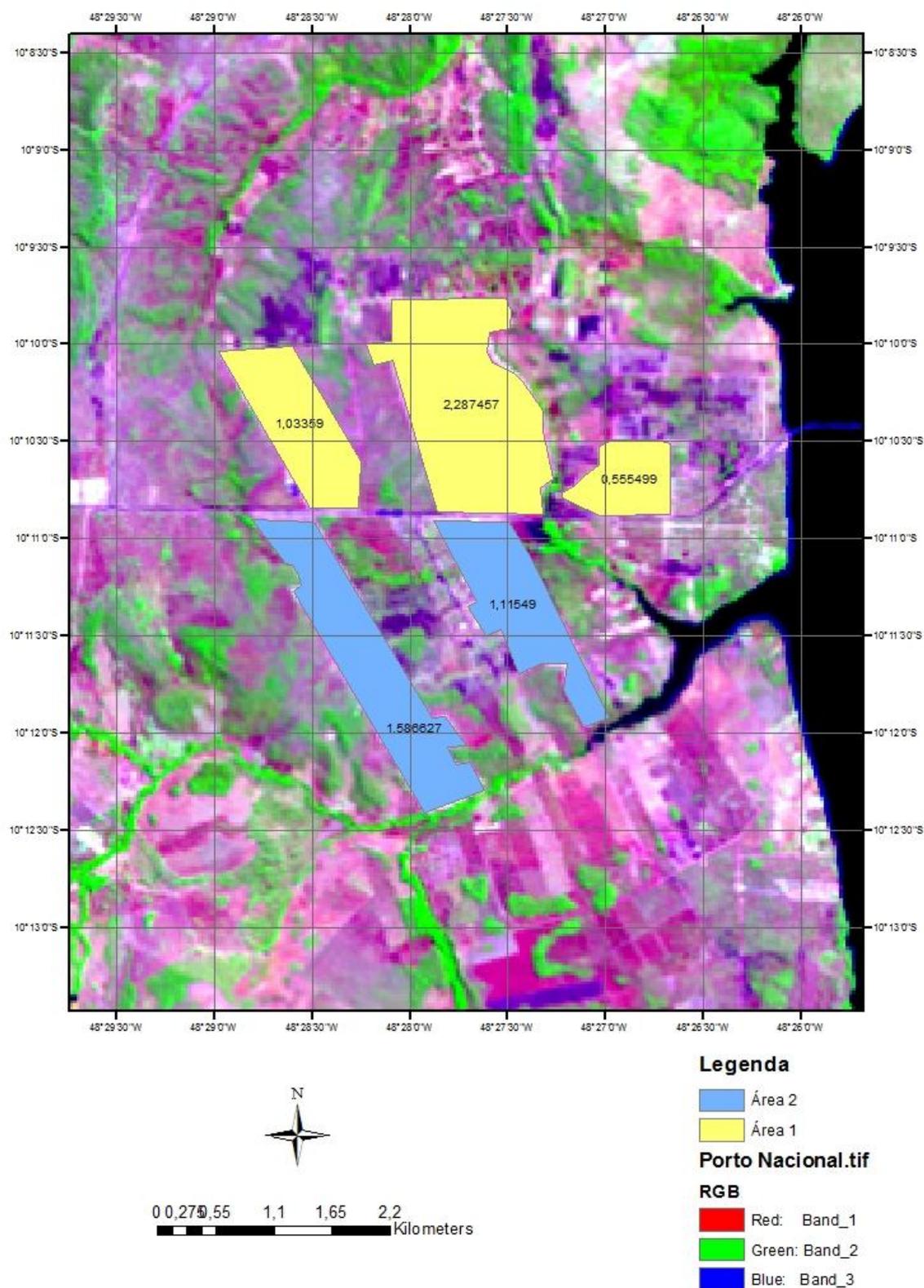
No comparativo referente aos dois mapas em questão nota-se ainda a tendência ao crescimento ao longo da TO 080. Se comparadas as imagens de 2011 e 2014 há uma clara junção entre as áreas urbanizadas, mostrando uma característica eminente de expansão urbana por estas ocorrerem de maneira mais rápida e menos ordenada. Ainda, nota-se como o crescimento das áreas urbanas abrangeu alguns polígonos antes isolados e que na análise de 2011 os polígonos centrais já abrangeram ou se ‘soldaram’ a alguns polígonos menores e também, com a contínua expansão das áreas urbanas, detectou-se novos polígonos isolados que em um futuro próximo estarão anexos aos grandes polígonos urbanos detectados. Ressalta-se ainda, na

análise comparativa, o crescimento urbano do distrito de Luzimangues em direção ao entorno do Lago, proveniente da proximidade dos loteamentos com o lago.

Nas figuras seguintes, mostram a evolução da ocupação do solo urbano, confirmando o crescimento rápido de uma nova cidade nas margens do Lago da Usina de Luiz Eduardo Magalhães.

Figura 14 - Polígonos (2011) – Landsat 5 TM

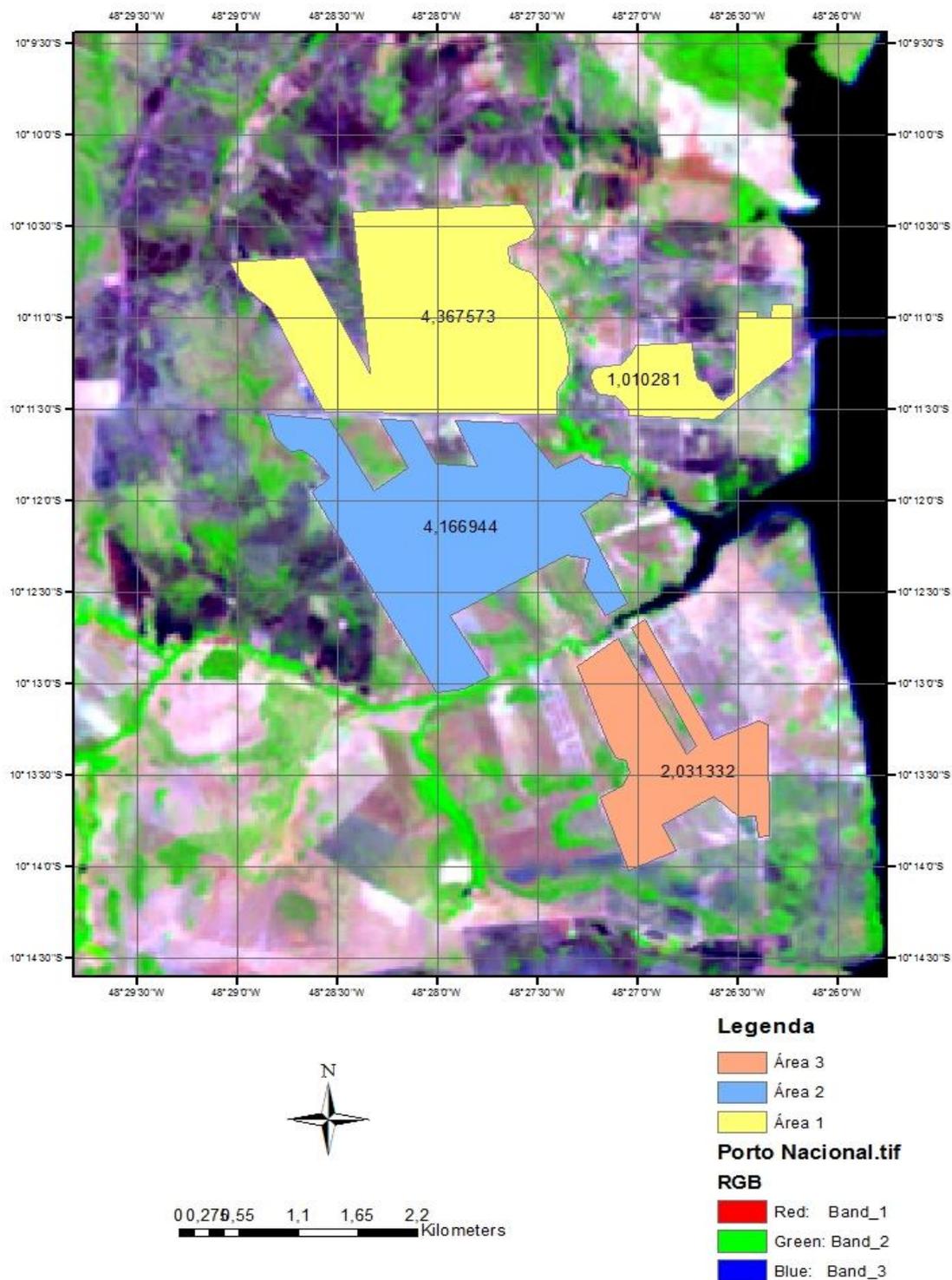
Mapa de ocupação 2011



Fonte: (A própria autora).

Figura 15 - Polígonos (2012) – Landsat 5 TM

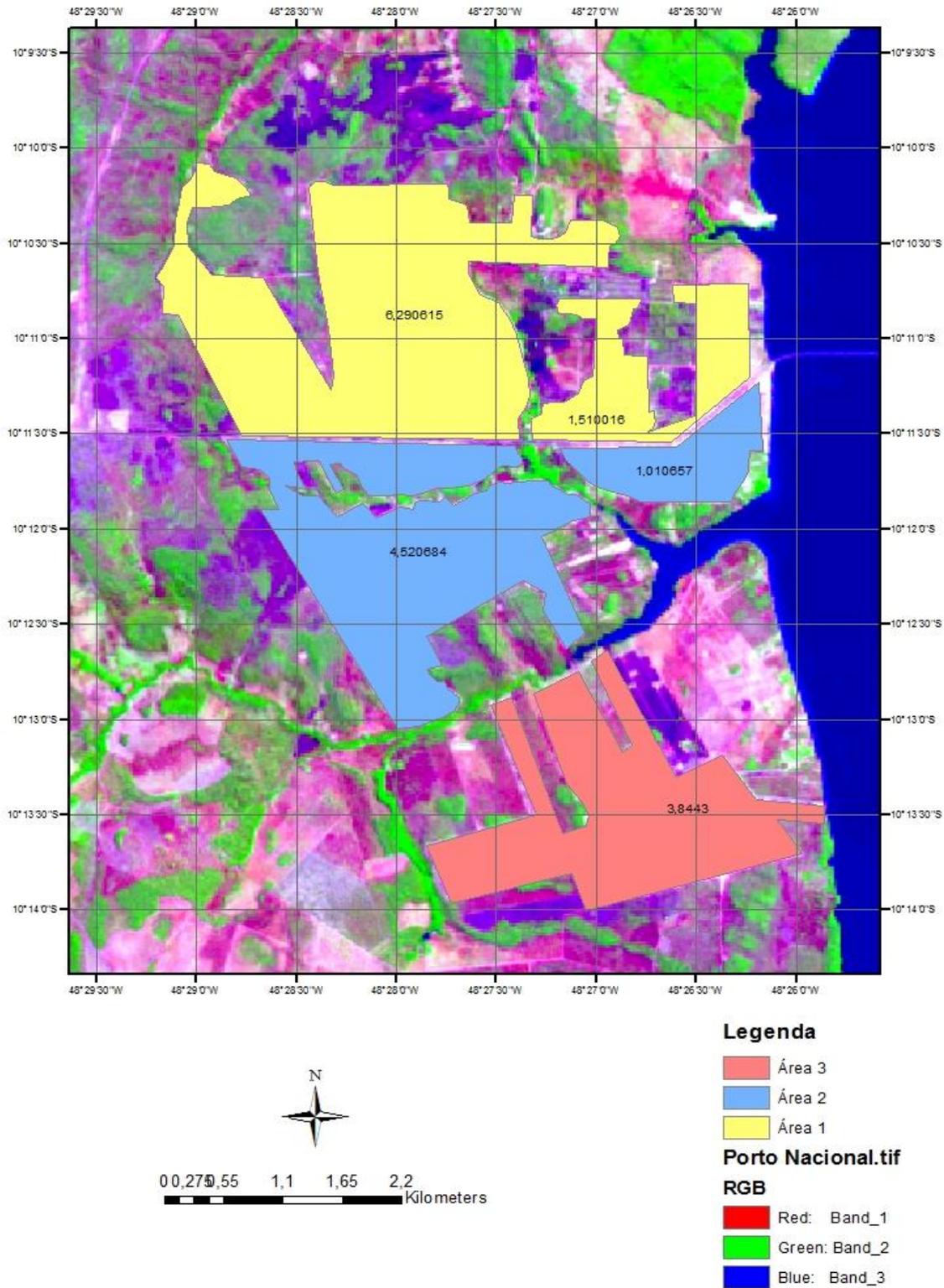
Mapa de ocupação 2012



Fonte: (A própria autora).

Figura 16 - Polígonos (2013) –Landsat 8 TM

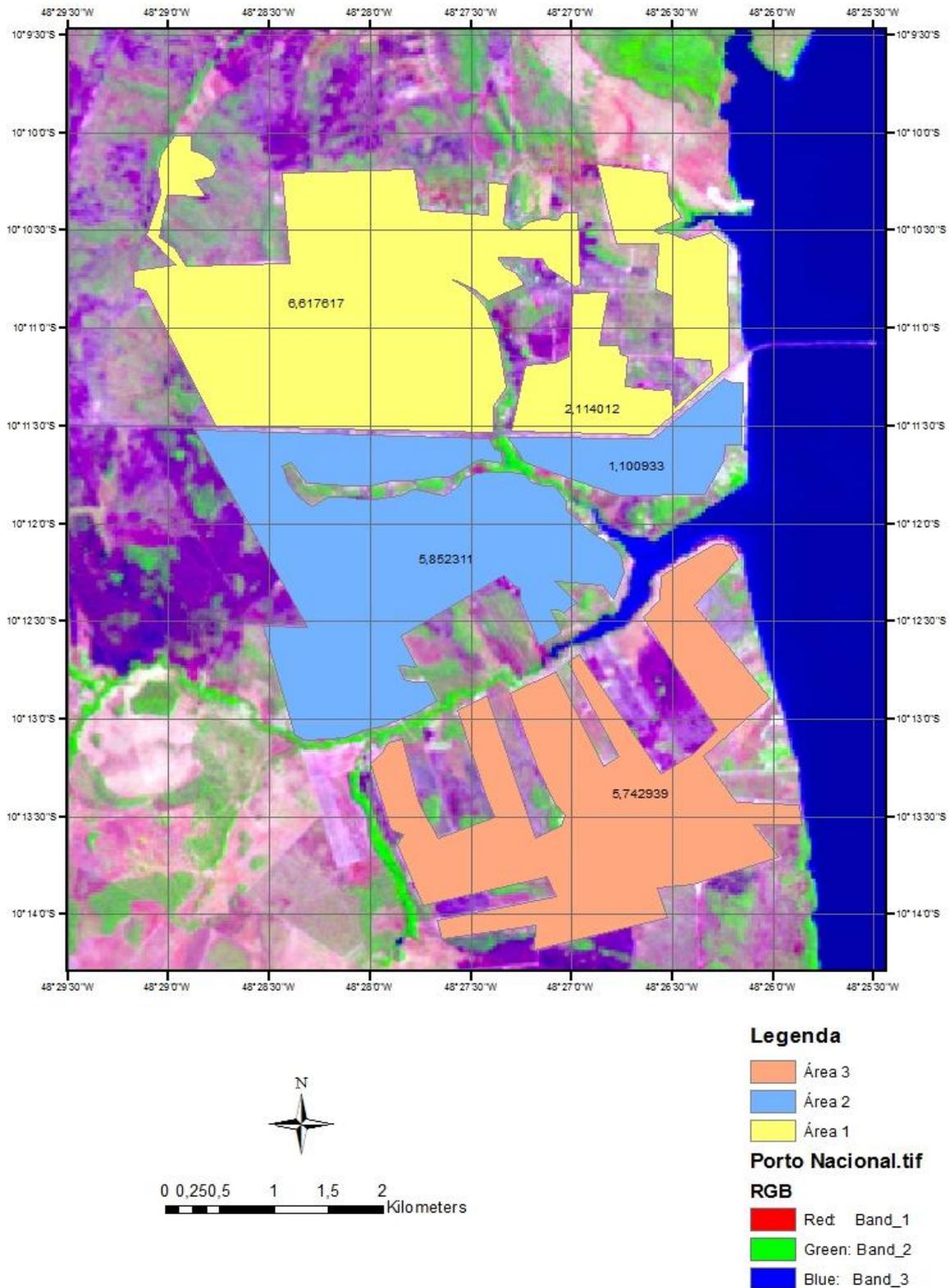
Mapa de ocupação 2013



Fonte: (A própria autora).

Figura 17 - Polígonos (2014) – Landsat 8 TM

Mapa de ocupação 2014



Fonte: (A própria autora).

5 CONCLUSÃO

A expansão das áreas urbanas sob as áreas naturais é facilmente visível ao longo de quatro anos e representa uma resposta ao crescimento do setor imobiliário na região.

Contudo, percebe-se que a ferramenta de detecção remota possibilita uma análise muito eficiente para estudos de uso e ocupação do solo, mostrando que a metodologia adotada neste trabalho demonstrou bons resultados, possibilitando a comprovação da evolução e crescimento da mancha urbana do distrito de Luzimangues.

Esta ferramenta produz sem dúvida resultados visíveis, de fácil compreensão, constituindo um grande apoio à tomada de decisão dos responsáveis pelo ordenamento do território, como por exemplo, para a elaboração de instrumentos de gestão territorial.

Muitos trabalhos de sensoriamento remoto estão sendo empregados em estudos de uso e ocupação do solo como ferramentas de gestão em prefeituras. Isso implica em uma abordagem mais completa na geração de planos diretores mais estruturados.

Em última análise, pode-se dizer que a utilização de imagens de satélite para a visualização e gestão de mudanças no uso e ocupação do solo torna-se indispensável ao estudo das modificações do espaço.

Além de registrar a dinâmica do espaço metropolitano ao longo do tempo, é uma forte evidência de como as imagens de satélite e as ferramentas de sensoriamento remoto podem contribuir para uma análise mais precisa e mais completa do uso e ocupação do território.

REFERÊNCIAS

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 158 p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 211p.

SEBUSIANE, H. R. V. **Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana**, 2011. 285f. Iniciação Científica (PIC/FAPIC/Reitoria) – Faculdade de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas.

MARINO, T. B. **Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN**, 2008. 76f. Geoprocessamento Departamento de Geociências – Instituto de Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHAFFER, W. B. et al. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra: Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: MMA, 2011. 96 p.(Série Biodiversidade, 41).

OLIVEIRA, E. S. **ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PLANALTINA DE GOIÁS**. 2013. 123f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília.

ROVANI, F. F. M. et al. **ANÁLISE DE TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS PARA MAPEAMENTOS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KALISKI, A. D. **Avaliação Temporal do Uso e Ocupação do Solo no Município de Butiá/RS**. 2011. Monografia (Bacharel em Geografia da Pontifícia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BACANI, V. M.; LUCHIARI, A. **Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS**. GEOUSP – Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 18, n. 1, p. 184-197, 2014.

MESQUITA, R. A. S et al. **A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP's)**. 2010. Monografia (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Faculdade Católica do Tocantins, Palmas.

MARQUES, A. K. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina**

Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, TO. 2011. 229f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

HUPP, C.; FORTES, P. T. F. O. **Geoprocessamento como ferramenta para análise da ocupação urbana e relação com áreas de preservação permanente na sede do município de Alegre (ES).** 2013. 864f. (Departamento de Geologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, Espírito Santo.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento.** 1997. 161f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

CARVALHO, G. L. **GEOPROCESSAMENTO COMO APOIO À ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE TOCANTINS/MG.** 2007. Monografia (Especialista em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ZITZKE, V. A. **DESLOCAMENTO INVOLUNTÁRIO E NOVOS TERRITÓRIOS NO TOCANTINS: O CASO DA UHE DO LAJEADO.** 2011. 229f. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MORAES, E. C. **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO.** 2002. 23f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – São José dos Campos. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf> Acessado em: 02/10/2015.

FARINA, F. C. **Gestão Urbana e Meio Ambiente na Perspectiva do Geoprocessamento.** 2008. 147f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Canoas, RS.

NARDINI, R. M. **Determinação do conflito de uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão Água-Fria, Bofete (SP) visando à conservação dos recursos hídricos.** 2009. 72f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP.

COSTA, M. J. A. **Alterações no ambiente e na pesca, a partir da percepção dos ribeirinhos da área de influência da usina hidrelétrica de Lajeado, Tocantins, Brasil.** 2011. 75f. Dissertação (Mestrado Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows: User's guide.** Massachusetts: Clark University, 1999. 367 p.

BELUCO, A. **CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTOBASEADA EM TEXTURA POR REDES NEURAIAS**. 2002. 154f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto na área de concentração classificação digital de imagens) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RIBEIRO, R. P. **Avaliação das alterações na rede de drenagem de sub-bacias hidrográficas da porção média da bacia do rio Capivari (SP): Escala 1:25.000 – Subsídio para o planejamento integrado**. 2002. 231f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de São Paulo, São Carlos.

LABRE, Lara Thallita Resplande. **A contribuição do geoprocessamento como ferramenta integradora e de análise no planejamento e gestão urbana de Palmas - To**. 2015. xxp. Monografia de Conclusão do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – TO.

MANTELLI, L. R. **Sensoriamento Remoto como ferramenta para gestão de recursos hídricos: Modelagem espaço – temporal dos riscos ecológicos em bacias hidrográficas**. 2012. 78f. Tese (Doutorado em Ciências, na área de Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

JÚNIOR, H. C. A. **EVOLUÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DE MATA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DE JETIBÁ**. 2006. Monografia (Bacharel em Geografia) - Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória.

VENTURIETI, A. **Curso de Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Belém, PA. 2007. 84p.

IWAI, O. K. **Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernardo do Campo, através de imagens de satélite**. 2003. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.