



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS DIANÓPOLIS
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA**

AILTON EMILIANO DOS REIS

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DO SOLO EM TRÊS
MUNICÍPIOS DO SUDESTE TOCANTINENSE**

Dianópolis-TO

2018

AILTON EMILIANO DOS REIS

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DO SOLO EM TRÊS
MUNICÍPIOS DO SUDESTE TOCANTINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Agrônômica do
Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Dianópolis-TO,
como exigência à obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof.º Me. Pietro Lopes Rego

Coorientador: Prof.º Me. Dieyson Rodrigues de Moura

Dianópolis-TO

2018

Emiliano, Ailton

Título: **ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DO SOLO EM TRÊS MUNICÍPIOS DO SUDESTE TOCANTINENSE/** Ailton Emiliano dos Reis
– Dianópolis-TO, 2018. f. 50

Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônoma) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
– Campus Dianópolis, 2018.

Orientador: Prof.º Me. Pietro Lopes Rego

1. Bioma. 2. Sensoriamento. 3. Antropização. I. Título

AILTON EMILIANO DOS REIS

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DO SOLO EM TRÊS
MUNICÍPIOS DO SUDESTE TOCANTINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharel em Engenharia Agrônômica do
Instituto Federal do Tocantins Campus
Dianópolis-TO, como exigência à obtenção
do grau em Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Me. Pietro Lopes Rego (Orientador)

IFTO – Campus Dianópolis-TO

Me. Dieyson Rodrigues de Moura (Coorientador)

FAG – Campus Guaraí-TO

Me. Virgílio Lourenço da Silva Neto

IFTO – Campus Dianópolis-TO

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos, Thyago e Lara,
à minha esposa Nilvane, pelo
incondicional apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pelo dom da vida, pela permissão de conquistar esse sonho. Gratidão.

Aos meus irmãos e toda minha família pelo incentivo, cooperação e paciência durante esses quatro anos de estudos.

À minha esposa Nilvane pela grande força e paciência em todos os momentos, com a qual divido esta conquista.

Aos meus amigos Carlos e Adriano, pelo companheirismo durante vários momentos difíceis durante essa caminhada.

Ao meu orientador, Pietro Lopes Rego, sempre companheiro, pelo conhecimento repassado e pelo incentivo para desenvolver este trabalho.

Ao professor Dieyson Rodrigues de Moura, meu Coorientador, pela simplicidade, por ser um grande incentivador para este trabalho e parabenizá-lo pelo grande conhecimento na área. Muito obrigado.

À toda a turma do 8º período de Engenharia Agrônômica, agradecer pela amizade e apesar de não estarmos todos concluindo juntos, valeu pela convivência, boa sorte a todos.

Ao coordenador do curso o Sr. Ezequiel Lopes do Carmo, pela imensurável dedicação pelo bom andamento do curso de Engenharia Agrônômica, e pelo apoio incondicional para que chegássemos a este momento.

Enfim, a todos que de alguma forma, contribuíram para a realização desse projeto.

Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Considera-se o cerrado um dos maiores biomas em termo de biodiversidade do planeta, sendo um dos Hotspots brasileiros, possuindo uma área aproximada de 2.036.448 km², o que corresponde a 23,92% do território nacional, portanto, as explorações agropecuárias vêm sendo responsáveis pela degradação da biodiversidade e pela extinção de algumas espécies. Justifica-se o estudo, pois discute-se desmatamento em esfera estadual. É necessário que se explore novas tecnologias para que se possa mensurar e obter dados da exploração agropecuária local. Analisou-se elementos de uso e cobertura vegetal e o uso de imagens de satélite, como ferramenta e adoção de novas tecnologias que contribuem para estreitar estas informações a comunidade regional. Objetivou-se mensurar as alterações que ocorreram no uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, dos municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, localizados na região sudeste do estado do Tocantins, nos anos de 1990, 2000, 2007 e 2017. Descreveu-se os recursos que as novas ferramentas podem trazer para melhorar a gestão dos recursos ambientais, possibilitando um estreitamento entre o desenvolvimento econômico, bem estar social e conservação ambiental, mensuraram-se a expansão da agropecuária e dos empreendimentos aquícolas e hidroagrícolas, empreendimentos esses que contribuiriam para exploração do pescado, geração de energia elétrica e das áreas irrigadas. Conclui-se que essas alterações antrópicas levaram a uma perda de 18,31% da vegetação nativa, com o aumento da área antropizada em 87,78% nos últimos 27 anos, ocupando uma área antropizada de 1.426,66 km². Trazendo como consequências, a grande expansão da pecuária de corte, da agricultura, principalmente com a cultura da soja, e com a implantação de empreendimentos aquícolas, hidroelétricos e hidroagrícolas, se destacando esses como fatores importantes na alteração da paisagem, expandindo assim as alterações antrópicas no meio natural, principalmente entre os anos de 2000 a 2017, havendo assim, a necessidade do acompanhamento desta expansão com políticas públicas para que se possa conciliar conservação e desenvolvimento territorial e econômico.

ABSTRACT

The cerrado is considered to be one of the largest biomes in term of biodiversity on the planet, being one of the brazilian Hotspots, possessing an approximate area of 2,036,448 km², which corresponds to 23.92% of the national territory, so the agricultural holdings have been responsible for the degradation of biodiversity and the extinction of some species. If the study is justified, because it discusses if deforestation in the sphere of the state. It is necessary to explore new technologies so that you can measure and obtain data from local agricultural exploitation. We analyzed elements of use and vegetation coverage and the use of satellite images, as a tool and adoption of new technologies that contribute to strengthen these information to regional community. This study aimed to measure the changes that have occurred in the use and occupation of the soil and vegetation cover, the municipalities of Souls, Dianópolis and Porto Alegre do Tocantins, located in the southeastern region of the state of Tocantins, in the years 1990, 2000, 2007 and 2017. Describe the resources that the new tools can bring to improve the management of environmental resources, allowing a narrowing between economic development, social welfare and environmental conservation, measured the expansion of agriculture and aquaculture ventures and hidroagrícolas, joint ventures, those who contributed for the exploitation of fish, electric power generation and irrigated areas. It is concluded that these anthropic alterations have led to a loss of 18.31% of the native vegetation, with the increase of 87.78% antropizada area in the past 27 years, occupying an area of 1,426.66 km² antropizada. Bringing such consequences, the great expansion of beef cattle, agriculture, mainly with the soybean crop, and with the deployment of aquaculture ventures, hydro and hidroagrícolas, highlighting these as important factors in changing the landscape, thus expanding the anthropogenic alterations in the natural environment, mainly between the years of 2000 to 2017, there is, thus a need for monitoring this expansion with public policies so that they can reconcile conservation and economic and territorial development.

LISTA DE TABELA/ ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Extensão do bioma cerrado	4
Figura 2 - Histograma, tem uma forma simétrica apresentando uma média baixa de valores de níveis de cinza e distribuição fechada, com baixa variância, fazendo com que a imagem apresente classes de alvos com baixa reflectância e baixo contraste e aparência visual escura	15
Figura 3 - Neste caso a média é alta, pode se observar visualmente, que a imagem é clara, apresentando uma variância moderada, portanto, com um contraste espectral dos alvos	15
Figura 4 - Esta apresenta imagem com uma distribuição mais equilibrada, de tons de cinza escuros e claros, apresentando à média centrada próxima a 128, e a maior abertura de histograma indica uma variância mais alta, ou seja, a imagem apresenta contraste mais alto e, portanto, com maior nível de informação	16
Figura 5 - Fluxograma de sequência metodológica do trabalho	17
Figura 6 - Mapa de localização dos municípios de Almas-TO, Porto Alegre do Tocantins- TO e Dianópolis-TO	18
Figura 7 - Mapa dos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.....	21
Tabela 1- Área e percentual de cada classe de cobertura e uso do solo nos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.....	22
Figura 8- Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura Vegetal natural em 1990 e 2000, municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.....	23
Figura 9 - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 2007 e 2017, municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.	24
Figura 10 - Representação da evolução da cobertura antrópica do ano de 1990, 2000, 2007 e 2017 nos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO	25

LISTA DE SIGLAS

ADAPEC-TO	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins.
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento.
GIS	Sistema de Informação Geográfica.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
MATOPIBA	Maranhão Tocantins Piauí Bahia.
MaxVer	Máxima Verossimilhança.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
MSS	Sistema de Varredura Multiespectral.
PCH	Pequenas Centrais Hidroelétricas.
PPCDAm	O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal.
REM	Radiação Eletromagnética.
SAD69	Datum da América do Sul.
SEPLAN-TO	Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins.
SIRGAS2000	Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas.
TM	Mapeador Temático.
UTM	Universal Transversa de Mercator.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Bioma cerrado	3
2.2 Sensoriamento remoto	5
2.2.1 Breve histórico	5
2.2.2 Conceitos	7
2.2.3 Sensoriamento remoto aplicado ao uso e ocupação do solo	8
2.3 Resolução das imagens de sensoriamento remoto	8
2.4 Interpretação de imagens.....	10
3. TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DE IMAGEM (PDI).....	12
3.1 Pré-Processamento	13
3.2 Correção Radiométrica e geométrica	13
3.3 Realce de Imagem.....	14
3.4 Classificação de imagens	16
3.5 Classificação Supervisionada	16
4. MÉTODOS.....	17
4.1 Área de Estudo	18
4.2 Aquisição e estrutura de banco de dados	19
4.3 Mapeamento do uso e cobertura do solo	19
5. RESULTADOS.....	20
5.1 Cobertura vegetal e áreas alagadas	20
5.2 Fatores responsáveis pela alteração do uso e ocupação do solo	25
6. DISCUSSÃO	26
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
9. REFERÊNCIA	29
APÊNDICE.....	34

1. INTRODUÇÃO

A exploração agropecuária no Estado do Tocantins vem se expandindo nos últimos anos, incrementando a economia do estado, bem como a antropização do meio, ameaçando de extinção uma variedade de espécies endêmicas.

Parte do Bioma cerrado vem sendo convertido em áreas antropizadas, principalmente devido à intensificação das explorações agropecuárias, causando reduções significativas na conservação da biodiversidade do Cerrado, conservação esta importante por se tratar de um Hotspots que concentra mais de 50% de toda a biodiversidade do planeta, sendo assim inquestionável a necessidade da conservação de suas espécies (ZANIRATO, 2010).

Ações antrópicas têm se intensificado a partir de 2010, com a expansão da agricultura (CONAB, 2017), principalmente com a intensificação da exploração da cultura da soja, no cerrado brasileiro, buscando a exploração das áreas viáveis para agricultura, a qual tem apresentado uma evolução no bioma, em torno de 70% nos últimos dez anos (INPE, 2017).

De todo o território tocantinense, 91% pertence ao bioma cerrado, estando o restante 9% constituído por floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta, e transição entre Cerrado e floresta ombrófila densa (SILVA, 2017). Os níveis de desmatamento no estado do Tocantins, atingiram 6.107 km², no período entre 2002 e 2004. Na região norte do estado os índices de desmatamento já chegaram a 20,56%, em municípios localizados nessa região como, Colméia e Araguaína chegam a 80% de alteração (VIEGEVER, 2009).

Localizados na região sudeste do Estado do Tocantins, os municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, tem como bioma característico o cerrado, e fitofisionomias, o cerradão, cerrado típico (sentido restrito), campo rupestre e as matas ripárias, apresentando elevada biodiversidade (TOCANTINS, 2012). No entanto, vem sofrendo intensa pressão, pois estes desmatamentos não acontecem de forma homogênea, devido à grande variação relacionada às características de solo e relevo na região em estudo, podendo se encontrar diferentes subáreas com distintos potenciais produtivos (TOCANTINS, 2012).

Segundo Rudorff (2008), ferramentas estratégicas que possibilitem identificar os impactos causados pela entropização, representam uma das maiores implicações para o planejamento das ações do Poder Público e da Sociedade Civil,

esta prática que é de grande valia, para que estas esferas possam em defesa do meio ambiente, traçar algumas ações estratégicas, visando a diminuição da degradação dos ecossistemas, sendo possível colocar em prática a avaliação ambiental estratégica, favorecendo a formação de corredores ecológicos, evitando a fragmentação de habitats, podendo assim amenizar o impacto ambiental (MELO, et al, 2017).

Este estudo se justifica, pois o cerrado assim como a Mata Atlântica, é considerado um dos Hotspots brasileiros, os municípios em estudo, fazem parte de áreas de amortecimento das áreas de preservação ambiental, Parque Estadual do Jalapão e Estação Ecológica Serra Geral, causando assim, impactos significativos com as práticas de antropização. Diversos empreendimentos foram instalados nesses municípios, se destacando como principais, a exploração agropecuária, o Perímetro Irrigado Manuel Alves, as centrais hidrelétricas como: Boa Sorte, Rio Palmeiras, Porto Franco, Riacho Preto, Lagoa Grande, Doido, Água Limpa, Areia e Rio da Conceição (ICMBIO, 2014).

O uso de imagens de satélites vem sendo bastante explorado para monitorar e entender a evolução do desmatamento, os municípios em estudo sofrem mudanças rápidas e expressivas na cobertura e uso do solo, devido principalmente a expansão da agricultura, voltado à cultura da soja.

Esse trabalho teve como objetivo mensurar a perda de cobertura vegetal nativa entre os anos de 1990 a 2017, e os principais fatores responsáveis pelas alterações na cobertura e uso do solo da porção dos municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, gerando informações que possam auxiliar no uso de estratégias para monitoramento da antropização da cobertura vegetal, alcançando uma racional reordenação e condução do desmatamento nesses municípios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioma cerrado

Ocupando uma área de 2.036.448 km², o cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupa 23,92% do território nacional (SANO, et al, 2010), sendo superado apenas pela Amazônia, considerado a última fronteira agrícola do planeta (KLINK ;MACHADO, 2005). Este se localiza no planalto central do Brasil, possuindo uma dinâmica acentuada no que diz respeito a sazonalidade climática, sendo um grande divisor e distribuidor de águas, é o segundo bioma brasileiro mais rico em biodiversidade (MALHEIROS, 2016).

Apesar de se estender também ao litoral nordeste do estado do Piauí e norte do Paraná, engloba além do Distrito Federal, os seguintes estados brasileiros: Tocantins, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí e São Paulo (SANO, et. al, 2010).

O cerrado está sob a influência de clima tropical úmido e com intensa estacionalidade, caracterizando-se como clima savânico. Os solos do cerrado apresentam características quimicamente pobres, porém, possuem uma boa estrutura física, aliando isso ao relevo predominantemente plano, à suavemente ondulado, favorece a exploração agropecuária, com a pecuária intensiva e a agricultura mecanizada (PIVELLO, 2011). Duas vertentes do agronegócio vêm se expandindo no espaço do bioma cerrado, sendo, a grande pecuária de corte, sustentada principalmente na adaptação das braquiárias e a produção de grãos voltados aos sistemas de grandes monoculturas (SILVA, 2009).

Devido à grande área ocupada pelo domínio do cerrado, o mesmo apresenta uma gama de tipos e formas vegetacionais, se diversificando desde as fisionomias de cerrado como: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerradão, florestas decíduas, semi-decíduas, ribeirinhas, campo úmido e campo rupestre, compreendendo mais de 20 fisionomias diferentes, sendo povoado por mais de 6.000 espécies de plantas vasculares e mais de 1.270 espécies de vertebrados terrestres (PIVELLO, 2011).

Figura 1 – Extensão do bioma cerrado



Fonte: WORLD WIDE FUND FOR NATURE- WWF, 2018.

O estado em quase sua totalidade pertence ao bioma Cerrado, em torno de 91%, ficando o restante entre fragmentos de florestas caracterizadas como sendo do Bioma Amazônico, que correspondem a 9% do território tocantinense (SILVA, 2017).

Até 2005, estimou-se que 55% do cerrado brasileiro já havia sido desmatado ou transformado pela ação humana, causando grandes danos ambientais como a fragmentação de habitats, a extinção da biodiversidade, a invasão de espécies exóticas, a erosão dos solos, a poluição dos aquíferos, a degradação dos ecossistemas, a alterações nos regimes de queimadas, o desequilíbrio no ciclo de carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (KLINK; MACHADO, 2005).

Em 1988 o ecólogo conservacionista britânico Norman Myers, conceituou como Hotspots áreas ricas em biodiversidade, principalmente em espécies endêmicas, com alto grau de degradação ambiental, mapeando então as áreas na Terra, que precisariam, com maior urgência, de atenção. Para se qualificar como Hotspot, a região deve preencher no mínimo dois critérios, deve abrigar no mínimo 1.500 espécies de plantas vasculares endêmicas e possuir 30% ou menos da sua

vegetação original. No Brasil, a Mata Atlântica e o Cerrado são considerados Hotspots. São ecossistemas com alta concentração de espécies endêmicas e elevada perda de habitat, neste sentido, esforços de conservação e restauração são priorizados para proteger a biodiversidade (CEPF, 2017).

Áreas consideradas Hotspots estão em constante análise, pois podem sofrer alterações no decorrer do tempo, com as ameaças e os impactos sofridos, podendo alguns lugares se tornar mais ameaçados, e outros poderão vir a se recuperar. Os números de Hotspots definidos eram de 25 em 1999, passando para 34 em 2005, estes Hotspots de biodiversidade correspondem aos meros 2,3% da superfície terrestre, abrigando 50% das plantas e 42% dos vertebrados que se têm registros. Apesar de o cerrado ter sido considerado um Hotspots em 1999, vem sendo intensivamente castigado com a exploração de suas áreas (OLIVEIRA; PIETRAFESA; BARBALHO, 2008).

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe, 2016), “a região Amazônica tem um índice de evolução de mais de 70%, nos índices de desmatamento em relação à registrada em 2004”, ano em que foi instituído pelo Governo Federal o Plano para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) (INPE, 2017).

A ocupação do Estado do Tocantins se deu através da integração da Amazônia na economia nacional, implementação dos programas de desenvolvimento da construção da rodovia Belém-Brasília e da criação do estado, em 1988. Desde então, se destacaram três regiões produtivas, sendo a primeira uma região de pecuária praticada por agricultores familiares em assentamentos, se concentrando especificamente no Bico do Papagaio; a segunda a região Noroeste do Estado, compreendendo a região de Araguaína, e a terceira região central ao longo da BR 153 e sudoeste do Estado (VIERGEVER, 2002).

2.2 Sensoriamento remoto

2.2.1 Breve histórico

Com o surgimento da primeira câmera fotográfica em meados do século 16, quando J.B. Porta, um napolitano que colocou em um fundo de uma câmera escura, uma lente convergente no orifício aumentado, observou que as imagens

ficavam mais claras e mais nítidas, criando assim a primeira câmera fotográfica, denominada câmera escura. Logo depois um alquimista chamado Fabrício, observou que o cloreto de prata ficava enegrecido sob a ação da luz, assim, após duzentos anos o físico Charles realizou a primeira impressão fotográfica, com a projeção dos contornos de um de seus alunos, sobre uma folha de papel branco, impregnada de cloreto de prata (MAIO, et al, 2008).

A aerofotogrametria experimentou grandes avanços devido a consequência da primeira e da segunda guerra mundial, evoluindo de forma gradativa, os meios de obtenção e a forma de interpretação e análise desses produtos. A segunda fase se deu com a corrida espacial, que apesar de ter quarenta anos, apresentou-se como uma grande dinâmica quanto aos meios de obtenção de produtos e instrumentos como forma de interpretação e análise dos dados, contribuindo para significativos avanços nas tecnologias ligadas ao sensoriamento remoto (VENTURIERI, 2007).

Com o objetivo de designar o desenvolvimento de instrumentos capazes de obter imagens da superfície terrestre, e distâncias remotas, o sensoriamento remoto se deu com o surgimento da fotografia aérea na década de 60, que até hoje vem sendo caracterizada por uma diversidade de imagens de satélite. O uso inicial esteve estritamente ligado ao uso militar, e se desenvolveu na segunda guerra mundial, com o desenvolvimento do filme infravermelho, em 1972, houve o lançamento do primeiro satélite de recursos terrestres o Landsat 1, e a partir daí, houve o lançamento de outros satélites como o CIBERS, que é resultado de uma cooperação entre o Brasil e a China (FLORENZANO, 2009).

A partir do programa americano Landsat, se deu o surgimento de outros, europeus, canadenses, asiáticos e sulamericanos, todos com intuito de atender, cada vez mais, necessidades específicas, quer ora em função das características geográficas das diversas regiões terrestres, ou em função das suas aplicações, isso por terem atualmente, dezenas de sensores orbitais imageando a superfície terrestre, em todas as faixas espectrais possíveis, cumprindo os mais variados parâmetros de resolução espacial e temporal. Tendo de um lado os sensores hiperespectrais, com centenas de bandas espectrais, e do outro, os sensores de alta resolução espacial, capazes de detectar na superfície da Terra, objetos menores que 50 cm (MENEZES, et al, 2012).

O país conta hoje com diversas instituições em diversas esferas, com objetivo de proteger o meio ambiente, devidamente amparadas por nossa legislação ambiental, leis estas que começaram a vigorar e se estabelecer a partir da Constituição Federal de 1988, neste contexto, torna-se cada vez mais necessário o uso de ferramentas, em busca de um banco de dados para que se acompanhe a evolução do uso da terra em um curto espaço de tempo, tomando como base as características espectrais, fundamentais para interpretação dos dados (RUDORFF, 2008).

Esta interpretação dos dados irá depender da capacidade do sensor em diferenciar os objetos da superfície da terra, através das diferentes resoluções disponíveis nos sensores, como as espaciais, espectrais, temporais e radiométricas, o que irá influenciar na extração e análise das informações a serem obtidas. O solo a vegetação e os corpos hídricos têm características espectrais fundamentais na análise e assimilação dos dados, para se atribuir a classes de uso e ocupação do solo, e certas características como a textura, a forma, a resposta espectral e o contexto espacial dos alvos, que são de extrema importância, agindo como chaves de interpretação (BERNARDI, et al. 2017).

2.2.2 Conceitos

Sensoriamento remoto pode ser definido como a tecnologia que tem por objetivo desempenhar a obtenção de dados e imagens da superfície terrestre, através da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície, não havendo contato físico entre a superfície estudada e o sensor. Pode-se afirmar também como definição, toda assimilação de dados de um objeto ou fenômeno sem o contato físico entre este e o coletor, emitida ou refletida pelo alvo em estudo, sendo os sensores responsáveis pelos principais instrumentos do sensoriamento remoto a assimilação dessa radiação e conversão, para uma forma que permita interpretações. Sendo o geoprocessamento de grande importância para as mais diversas áreas, com o auxílio e desenvolvimento de análise em suas tecnologias (GONÇALVES; DIAS, 2012).

As primeiras medições realizadas por sensoriamento remoto foram realizadas através de câmeras acopladas em aeronaves, balões, pipas, foguetes e até pássaros, na atualidade, imagens de sensores remotos podem ser obtidas por

diversas plataformas, como satélites, veículos aéreos não tripulados (VANTs), aeronaves, máquinas agrícolas, autopropelidas, dentre outros. Pode-se abordar o sensoriamento remoto em várias situações, como na estimativa da biomassa e produtividade de uma determinada cultura, no monitoramento de estresse hídrico e do vigor nas plantas, na avaliação do estágio fenológico, na mensuração do uso e cobertura do solo, onde dados são obtidos através de diferenças na refletância, ligados à densidade da cobertura vegetal. Sendo, no entanto, a radiometria espectral, uma das mais importantes áreas do sensoriamento remoto, podendo ser efetivada através de medidas realizadas em campo ou em laboratório (BERNARDI, et al. 2017).

2.2.3 Sensoriamento remoto aplicado ao uso e ocupação do solo

Quando expressamos a forma pela qual o ambiente está sendo ocupado, considerando-se tanto os aspectos naturais, quanto as atividades que vêm sendo desenvolvidas pelo homem numa determinada área, estamos falando do uso e ocupação do solo (MOURA, 2012). O levantamento pode ser definido como o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas (RUDORFF, 2008).

Uma vez que os dados para os diferentes tipos de análises forem selecionados, é importante considerar as características das imagens orbitais, pois a resolução espectral não possui dados suficientes para discriminar a diferença entre classes de uso do solo, uma determinada cultura ali existente, isso em função da escala geográfica de análise da máxima generalização ao máximo detalhamento, é necessário assim, levar em consideração a resolução espacial e a temporal, principalmente quando a questão do dinamismo dos fenômenos é preponderante, onde haja impactos e mudanças de curto prazo (MAIO et al, 2008).

2.3 Resolução das imagens de sensoriamento remoto

Define-se como resolução, a capacidade de um sensor distinguir objetos da superfície terrestre, isso é possível devido a três componentes, sendo o primeiro a resolução espacial, que pode ser definida como o menor elemento ou superfície distinguível por um sensor (MOURA, 2012).

A segunda resolução é a resolução espectral, que pode ser definida como sensibilidade do sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno e uma medida da largura das faixas espectrais, onde pode se destacar dois importantes pontos: o comprimento de onda detectado pelo sensor e a quantidade de faixas espectrais (RUDORF, 2008). O sistema sensor vermelho, possui um grande número de bandas espectrais e uma alta sensibilidade espectral, já o sistema sensor azul, possui mínimas bandas e menor sensibilidade espectral, quando comparados os dois sistemas, onde se verifica que o vermelho pode caracterizar e distinguir com mais precisão um objeto na imagem, do que o sistema azul. Pode-se dizer que quanto menor o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior a discriminação do alvo na cena e melhor a resolução espectral (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

A radiação radiométrica, se refere à capacidade do sistema sensor em detectar as oscilações da radiância espectral recebida. Esta radiação passa por uma codificação digital, adquirindo um valor numérico, expresso em bits, este é denominado de Número Digital – ND, que é facilmente traduzido para uma intensidade visual ou ainda a nível de cinza, este localizado num intervalo finito. Os níveis de cinza estará disponível em bits, variando em função do número de dígitos binários suficientes para armazenar, em meio digital, o valor do nível máximo de cinza (RUDORF, 2008).

Já a resolução temporal, refere-se à intensidade de passagem do sensor num mesmo local, em um intervalo de tempo, este ciclo se relaciona às características orbitais da plataforma como altura, velocidade, inclinação e ao ângulo total de abertura do sensor. Comenta-se que um sensor irá possuir maiores resoluções temporais, quando os períodos de tempo entre coletas de dados forem menores (VENTURIERI, 2007).

Imagens do satélite LANDSAT, com resolução que permite gerar cenas de 15 m coloridas por fusão digital. Sua riqueza espectral e a ampla abrangência de cada cena é a solução adotada para trabalhos até a escala 1: 25.000, têm uma resolução espacial de 30 metros, nas bandas de 1 a 7 e 9, onde a banda 8 do instrumento OLI é a pancromática, esta possui resolução espacial de 15 metros, a banda 1 (ultra-azul), é mais empregada em estudos costeiros e a banda 9 é útil para a detecção de nuvens (SANTOS, 2013).

2.4 Interpretação de imagens

Através da interpretação de imagens de satélite, é possível se obter muitas informações sobre os diversos ambientes da superfície terrestre e gerar mapas que podem auxiliar, como mapas geológicos, de solo, de relevo, vegetação e uso da terra. Para que sejam realizados tais mapas, utiliza-se suas variações de cor, forma, tamanho, textura, padrão, localização e contexto (FLORENZANO, 2009). Em outras palavras, para que uma imagem multiespectral possa ser interpretada, é de fundamental importância conhecer os mecanismos de interação da radiação eletromagnética, com a superfície dos materiais terrestres. É através deste conhecimento que se pode determinar como e com qual intensidade cada objeto ou material reflete a onda eletromagnética, com habilidade para identificar em qual banda ou bandas espectrais contém a informação que deseja (MENEZES, et al, 2012).

Uma simples leitura de imagem caracteriza a primeira etapa de identificação, neste momento, o usuário realiza uma correlação entre o objeto observado e outro conhecido. No segundo momento, o usuário desenvolve processos mentais (dedutivos ou indutivos), o qual irá proceder no exame de conjunto, para que possa separar os elementos presentes e estabelecer as relações com o todo. Na terceira etapa, o usuário cria correlações entre os elementos determinados na imagem e elabora hipóteses interpretativas. Onde podemos ter como exemplo a presença de uma lâmina de água, em um terreno plano, o qual irá caracterizar a existência de solo impermeável (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

Para determinar e identificar um objeto, pode-se citar os seguintes critérios:

- Forma: maneira em que um objeto apresenta a geometria na superfície da Terra;
- Tamanho: este irá variar de acordo com a resolução espacial da imagem ou de acordo com a escala da fotografia aérea;
- Tonalidade: quantidade de energia refletida por um objeto, geralmente por uma luz solar; objeto que absorve a energia incidente, aparece nas imagens em tons escuros, enquanto o objeto que reflete a energia aparece em tons claros;
- Textura: lisa ou rugosa, homogênea ou heterogênea;

- Sombras: permitem revelar contornos, porém, detalhes como zonas ensombradas de uma encosta com declive elevado, ou arborização exuberante;
- Localização: está diretamente ligado à posição dos objetos em relação a outro objeto ou ao terreno.
- Padrão: quando uma imagem registra uma característica de forma repetitiva, cria-se um padrão (MOURA, 2012).

As chaves de interpretação são de grande importância no auxílio na interpretação de objetos, são descrições de relações entre os objetos que lhes correspondem e o aspecto dos registros que se observam, são desenvolvidas para auxiliar qualquer usuário na interpretação de imagem nos seus mais variados tipos, podendo ser uma espécie de chave dicotômicas descritivas ou, desenhos com referências aos objetos que correspondem àqueles aspectos visuais (FLORENZANO, 2009).

A aplicação do mapeamento do uso e cobertura do solo é bastante utilizada para mapear, quantificar e compreender, vários aspectos como o desmatamento, atividades agrossilvopastoris, estimativa da biomassa, produtividade da cultura, monitoramento e vigor nas plantas, estresse hídrico e avaliação do estágio fenológico (VENTURIERI, 2007; BERNARDI, 2014).

Para que se obtenha maior confiabilidade na interpretação de imagens, deve se utilizar recursos da classificação supervisionada, onde são utilizadas amostras de treinamento, que são áreas identificadas pelo usuário, a partir de um conhecimento prévio da região, das classes presentes na imagem, quanto a seu número e aos pixels representativos destas classes. Este pode ser teórico ou prático, através de visitas ao campo, dentro da classificação supervisionada, o método mais utilizado é através da Máxima Verossimilhança, baseando-se no cálculo da distância estatística entre cada pixel e a média dos níveis de cinza da classe previamente definida a partir de amostras de treinamento (VENTURIERI, 2007).

Este tipo de interpretação requer a necessidade de um conhecimento das condições de execução da imagem, este é um procedimento utilizado para identificar qualquer objeto que está ao redor, através da visão, com o intuito de corrigir distorções ou imprecisões obtidas na etapa de classificação supervisionada (RUDORFF, 2008).

Para que se tenha êxito na interpretação visual, devem-se relacionar alguns fatores básicos como a época adequada de obtenção das imagens, escala das imagens, bandas espectrais e habilidade do usuário, podendo ser este com ou sem conhecimento de campo (MOURA, 2012).

Algumas etapas devem ser seguidas, como a identificação representando uma simples leitura da imagem, a determinação onde o usuário desenvolve processos mentais, que podem ser dedutivos ou indutivos e a interpretação, onde serão criadas correlações entre os elementos determinados na imagem e a elaboração de hipóteses interpretativas (MENEZES, et al, 2012).

Os critérios usados na identificação e determinação de um objeto são de forma, tamanho, tonalidade, sombras, detalhes, localização padrão, podendo a partir daí proceder à classificação dos objetos determinados com o máximo de acurácia, sendo estes dados obtidos pela técnica de classificação visual bem mais próximo à realidade do que outros métodos como das classificações digitais (MOURA, 2012).

3. TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DE IMAGEM (PDI)

Definido como um conjunto de procedimentos relativos à manipulação e análise de imagens por meio de computador, o processamento digital, tem como objetivo melhorar a informação da imagem representada em forma de pixels, para a interpretação do olho humano, e ou reconhecimento dos objetos de uma cena pelo computador, estas técnicas podem ser classificadas em três conjuntos, sendo as técnicas de pré-processamento, de realce e de classificação, sendo possível monitorar as ações antrópicas nas paisagens, detectando diversos graus de degradação do ambiente, permitindo uma quantificação de áreas (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

Este processo tem como resultado final a produção de outras imagens, já contendo informações exclusivas, extraídas e realçadas a partir das imagens brutas, que se caracterizam em função das propriedades dos objetos ou padrões que compõem a imagem, a maior parte dessa atividade exige grande capacidade de conhecimento por parte do intérprete, devido à complexidade dos processos envolvidos e à falta de algoritmos computacionais precisos. O sistema visual humano possui uma considerável capacidade de reconhecer padrões. Contudo, este dificilmente é capaz de conferir o enorme volume de informação presente numa

imagem. Vários tipos de degradações e distorções, inerentes aos processos de aquisição, transmissão e visualização de imagens, contribuem para limitar significativamente essa capacidade em reconhecer padrões (RUDORFF, 2008).

3.1 Pré-Processamento

Processo que tem a função, de melhorar a qualidade da imagem, envolve duas categorias principais como, os métodos que operam no domínio espacial e as que operam no domínio da frequência. No domínio espacial, estão baseadas em filtros que manipulam o plano da imagem, por outro lado as técnicas no domínio da frequência, se baseiam em filtros que agem sobre o espectro da imagem. O pré-processamento é a fase preparatória onde a qualidade da imagem é aperfeiçoada para a sua análise, onde são extraídas as informações de interesse, sendo este o ponto de partida dessa fase, com a redução no número de bandas, porém com maiores informações (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

A atmosfera pode influenciar nos erros e na qualidade das imagens, podendo apresentar incorreções nas posições espaciais dos pixels, nas deformações de escala, perda de contraste entre os alvos, ou registros incorretos dos valores digitais dos pixels, portanto todas as correções destas distorções fazem parte do conjunto de funções de processamento, denominadas pré-processamento, estas técnicas não visam transformar as imagens, mas melhorar a qualidade visual da cena (MENEZES, et al, 2012).

3.2 Correção Radiométrica e geométrica

Com a função de minimizar as diferenças entre os níveis de cinza, registrados por uma matriz de detectores, onde essas diferenças decorrem de problemas de calibração dos detectores, fatores ambientais durante a aquisição dos dados e propriedades do sensor, esta correção irá influenciar diretamente no valor de brilho da imagem, onde se procura corrigir o funcionamento do sensor ou ajustar o valor para compensar a degradação devido à atmosfera. (MOURA, 2012).

Esta pode ser influenciada por três fatores, propriedades de campo, fatores ambientais durante a aquisição dos dados e propriedades do sensor (VENTURIERI, 2007)

A correção das distorções da imagem está relacionada diretamente a sua utilização, onde em uma determinada época do ano e em épocas diferentes em que são usadas imagens de um mesmo sensor, ou em estudos sobre a reflectância de campo em locais e períodos diferentes, é preciso à correção de elevação solar e da distância Sol – Terra (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

Com a função de reorganizar os pixels da imagem, em relação ao determinado sistema de projeção cartográfica, utiliza-se coordenadas terrestres em uma imagem, proporcionando assim a sobreposição desta imagem por outros dados da mesma área, não havendo a necessidade de utilização de nenhum dado como padrão, podendo haver o registro de diferentes níveis de dados a um sistema de coordenadas em comum (MOURA, 2012).

Distorções geométricas são os desajustes de grade de pixels (MENEZES, et al, 2012). Isso deve ser entendido na imagem digital como a mudança de posição do pixel na grade, uma vez que o pixel é visto por um valor de nível de cinza ou de brilho, se ele muda de posição, pode-se entender que aquele pixel deslocado na grade teve uma mudança de valor de brilho. Isso pode ocorrer devido à alta altitude dos satélites, ou até mesmo por uma pequena mudança da plataforma, podendo causar grandes distorções de posição dos pixels na imagem. Estando essas mudanças, muita das vezes relacionadas à rotação da terra durante o tempo de imageamento, curvatura da Terra, instabilidades dos eixos de posicionamento da plataforma e campo de visada do sensor (MENEZES, et al, 2012).

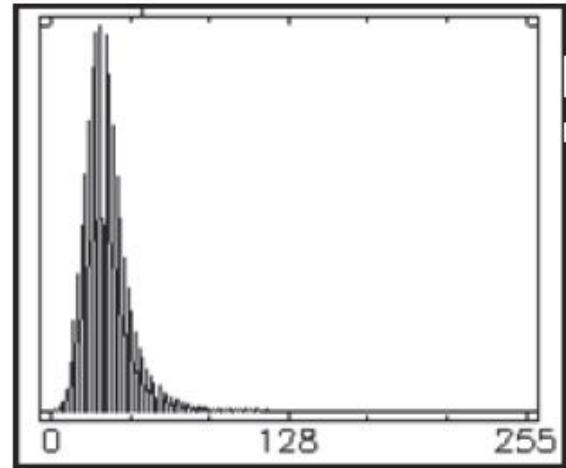
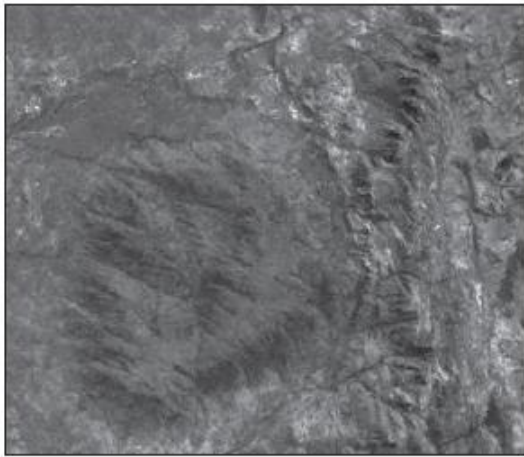
3.3 Realce de Imagem

Com o intuito de distinguir características ou contornos de interesse na imagem, para adaptação ao sistema visual humano, estas operações podem ser pontuais ou locais, o pontual é efetuado pela mudança do histograma, e depende diretamente do nível de cinza do pixel, já na operação local, o novo valor do pixel se correlaciona com valores de seus vizinhos e envolve técnicas de filtragem, detecção de bordas e interpolação (PACHECO; FREIRE; SILVA, 2015).

Os processos de realces realizam transformações do espaço espectral e espacial da imagem, sendo por isso, consideradas como técnicas de transformação de espaço, onde os realces lineares conseguem manter a radiometria da imagem,

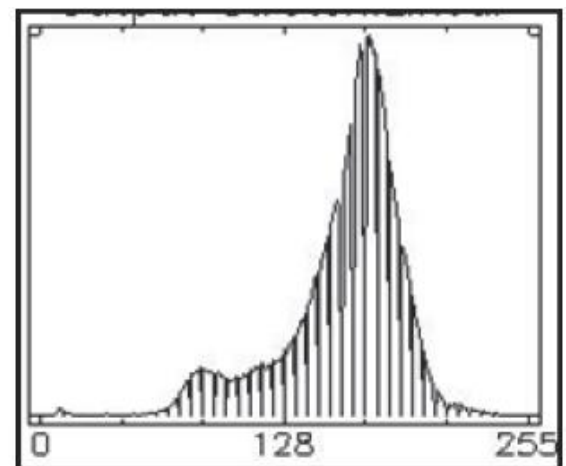
enquanto os realces não lineares, distorcem a radiometria da imagem (MENEZES et al, 2012).

Figura 2 - Histograma tem uma forma simétrica apresentando uma baixa média de valores de níveis de cinza e distribuição fechada, com baixa variância, fazendo com que a imagem apresente classes de alvos com baixa reflectância e baixo contraste e aparência visual escura.



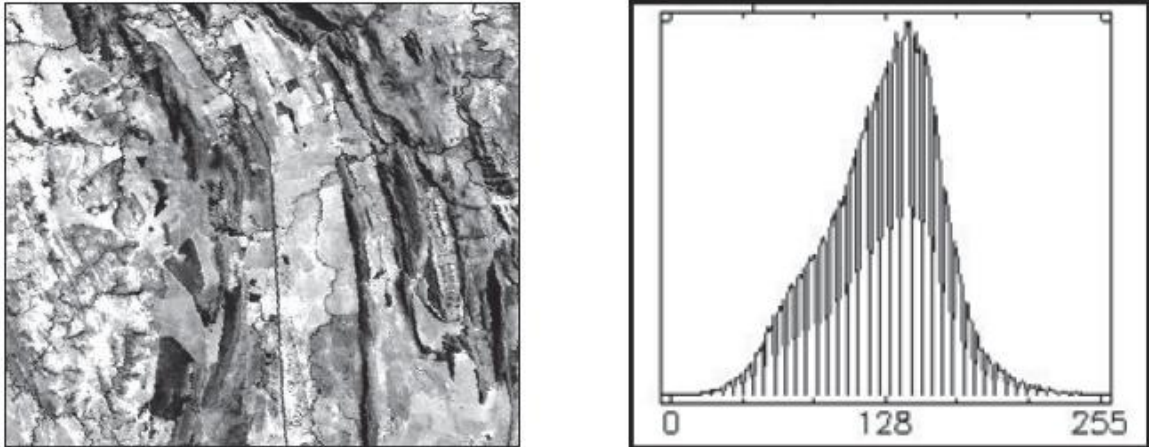
Fonte: (MENEZES, et al, 2012).

Figura 3- Neste caso a média é alta, pode se observar visualmente, que a imagem é clara, apresentando uma variância moderada, portanto, com um moderado contraste espectral dos alvos.



Fonte: (MENEZES, et al, 2012).

Figura 4 – Esta apresenta imagem com uma distribuição mais equilibrada de tons de cinza escuros e claros, apresentando à média centrada próxima a 128, e a maior abertura de histograma indica uma variância mais alta, ou seja a imagem apresenta um contraste mais alto e, portanto, com maior nível de informação.



Fonte: (MENEZES, et al, 2012).

3.4 Classificação de imagens

Podem-se dividir os métodos de classificação de imagens de uso em diferentes critérios, podendo ser por classificação paramétrica e não-paramétrica, classificação espectral e espacial, e classificação supervisionada ou não-supervisionada. Pode-se ainda dividir os classificadores em classificação por pixel ou por regiões, onde a maioria dos classificadores executa a classificação por pixel, utilizando-se somente da informação espectral de cada pixel para encontrar regiões homogêneas, pertencendo a partir daí a uma classe específica (MENEZES, et al, 2012).

3.5 Classificação Supervisionada

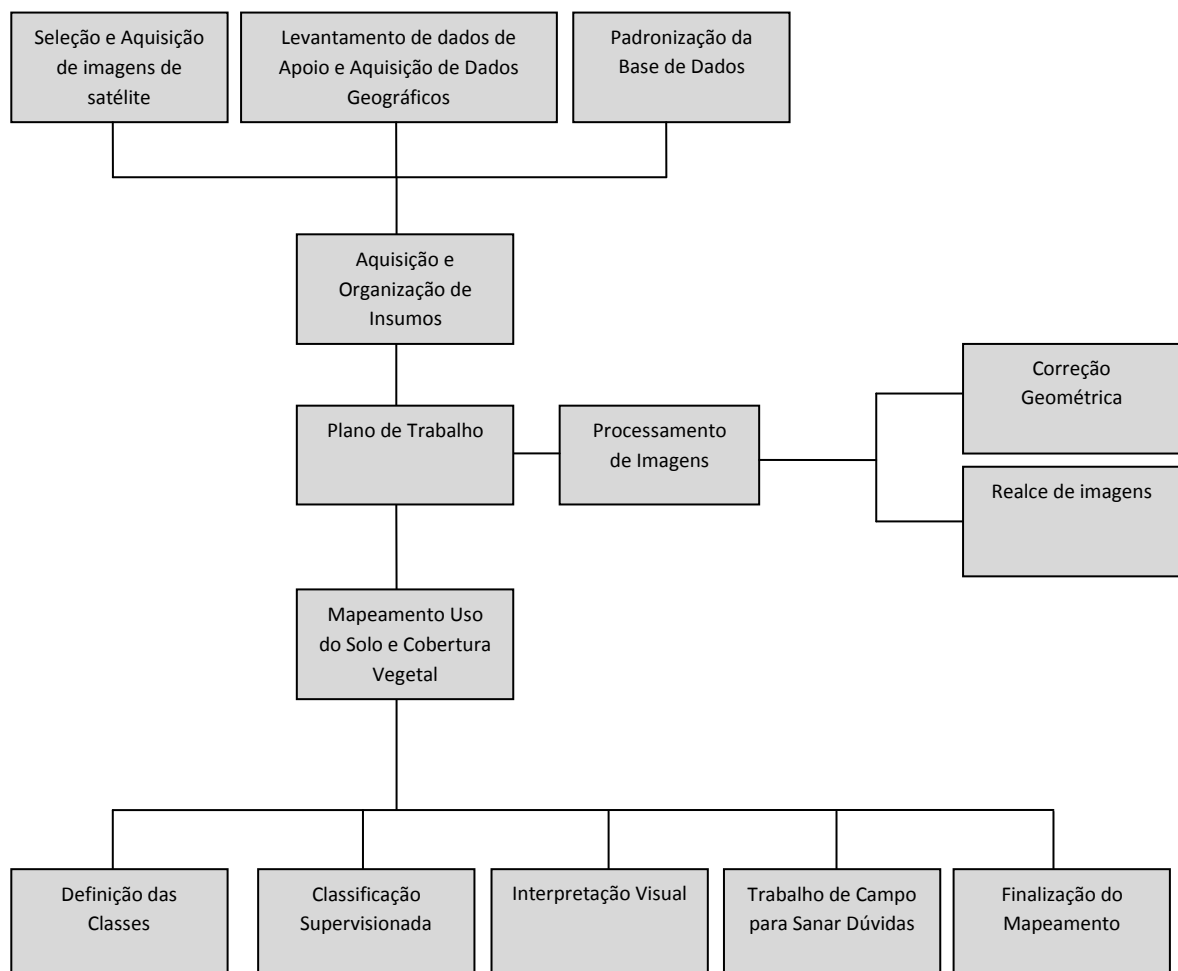
Para este método utilizam-se amostras de treinamento, que consistem em áreas identificadas pelo usuário, as quais podem ser obtidas através de um conhecimento prévio da região, podendo este conhecimento ser teórico, sendo observado através do conhecimento do comportamento espectral dos alvos ou conhecimento prático, adquirido em visita a campo (MOURA, 2012).

Dentre os métodos de classificação mais utilizados, tem-se o denominado Máxima Verossimilhança (MaxVer) o qual classifica-se por pixel, utilizando-se como base as amostras de treinamento representativas das classes a serem mapeadas para extrair das imagens os grupamentos mais homogêneos (ZANETTI, 2017).

Este é um classificador mais eficiente, sendo que nesse método cada pixel é destinado à classe que tem a mais alta probabilidade, isto é, a Máxima Verossimilhança, significando que uma vez que um pixel na posição X do espaço multiespectral, um conjunto de probabilidades são computadas e a classificação de um ponto X é realizada de acordo com suas características. Quando isso não é possível, devido a uma grande semelhança aplica-se o limiar, onde se estabelece um limite para o processo de decisão de separabilidade (MENEZES, et al, 2012).

4. MÉTODOS

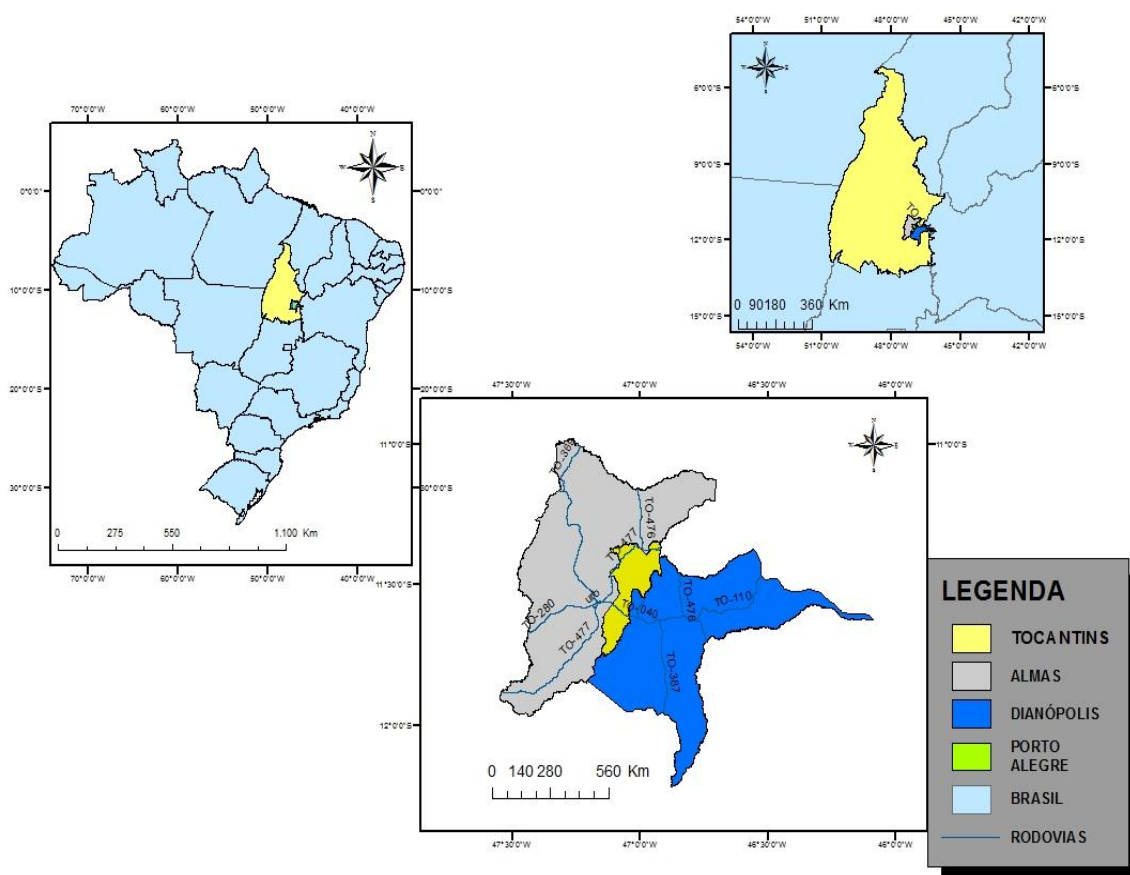
As atividades desenvolvidas neste estudo resumem em três etapas, apresentadas na figura 5.



4.1 Área de Estudo

A área objeto de estudo compreende os municípios de Almas, a uma latitude - 11°34'25" e a uma longitude - 47°10'13, área de 4.013,24 km², Dianópolis, latitude - 11°37'40" e a uma longitude - 46°49'14", área de 3.217,31 km² e Porto Alegre do Tocantins, latitude - 11°36'31" e a uma longitude - 47°02'55" , área de 501,86 km², localizados no Sudeste do estado do Tocantins, ocupam uma área total de 7.732,41 km² (IBGE, 2018).

Figura 6: Mapa de localização dos municípios de Almas-TO, Porto Alegre do Tocantins-TO e Dianópolis-TO.



Fonte: própria

De acordo com TOCANTINS (2012), a região apresenta uma precipitação média anual que vai de 1400 mm a 1600 mm por ano, com uma temperatura média anual de 25 °C possui relevo que vai de plano a ondulado, possuindo várias áreas inviáveis para exploração agropecuária, devido a suas características topográficas, a

região possui solos com diferentes classes texturais, que vão desde arenoso, média a média/argilosa, com presença de Neossolo, Argissolo e Latossolo.

4.2 Aquisição e estrutura de banco de dados

Os dados foram processados com o auxílio do programa QGis 2.8.9 software livre, com código-fonte aberto, para trabalhar com mapas e informações geográficas.

Dados cartográficos como, mapas fitofisionômicos de uso e cobertura do solo da base de dados geográficos do Tocantins utilizados para análise dos municípios, bem como para o georrefenciamento das imagens de satélite, foram obtidas junto a Secretaria de Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins - SEPLAN-TO, onde todas as informações já se encontravam na projeção, Universal Transversa de Mercator (UTM) com Datum South America 1969 (SAD69), e tiveram a necessidade de conversão para projeção UTM com DATUM Geocentric Reference System for the Americas (SIRGAS, 2000), sendo que foi utilizada essa projeção em todo o banco de dados, estradas, limites municipais e hidrografia.

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo dos anos de 1990, 2000 e 2007, utilizaram-se bases vetoriais, da base da dinâmica da cobertura e uso da terra do Tocantins, obtidas junto a Secretaria de Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins – SEPLAN-TO, as quais foram ajustadas e trabalhadas para adequar a realidade do trabalho. Para o ano de 2017 foram utilizadas imagens de satélite adquiridas junto a USGS, Satélite Landsat 8 (Sensor Thematic Mapper - TM), estas imagens foram obtidas gratuitamente no endereço eletrônico:<<https://earthexplorer.usgs.gov/>>, com a escolha de imagens do mês de julho, devido menor incidência de nuvens neste período.

4.3 Mapeamento do uso e cobertura do solo

Logo em seguida, após aquisição e organização dos dados foi ajustada a imagem para o Datum SIRGAS 2000, a mesma se apresentava no Datum WGS 84, apesar de não existir diferenças significativas entre as duas configurações, foi realizada padronização de todas as informações e peças técnicas para o processamento, daí iniciou-se o processamento dos dados sobre uso e ocupação do

solo, adquiridos junto a SEPLAN, na sequência foram processadas as imagens, realizando o realce das mesmas, com objetivo de aumentar as diferenças visuais entre as várias características que constam em uma imagem.

Em seguida iniciou-se pelo método de Máxima Verossimilhança (MAXVER) a classificação supervisionada da imagem (ZANETTI, 2017), onde nessa etapa observaram-se as áreas antropizadas. Foram realizadas um total de 30 amostragens em cada classe, com o objetivo de melhorar a precisão quanto a identificação das áreas com suas respectivas características.

Outro passo foi à correção de imperfeições e ou erros na classificação, onde foram ajustados com auxílio de visitas e através de conhecimento de campo, foram utilizadas a composição 6(R)-5(G)-7(B), por apresentar melhor as características dos alvos estudados, com escala de 1:100.000, e resolução de 30 metros, obtendo-se bons resultados com estas configurações, algumas coordenadas foram demarcadas a campo para auxiliar o georreferenciamento do trabalho.

Para definição das áreas antropizadas, foram identificadas alterações no período, portanto, não foram consideradas nas áreas caracterizadas como “corpos D’água”, porções como corpos hídricos, caracterizando-as como áreas de ocupação natural.

Foram utilizados como base de dados, os polígonos dos municípios disponibilizados na base de dados da SEPLAN, os quais apresentaram uma discrepância em relação aos dados de áreas divulgados pelo IBGE, apresentando o município de Almas uma área maior de 9,97 km², o município de Porto Alegre do Tocantins uma área menor em 0,30 km² e o município de Dianópolis também uma área menor de 5,06 km², sendo assim, utilizados os arquivos vetoriais disponíveis na base de dados do Tocantins.

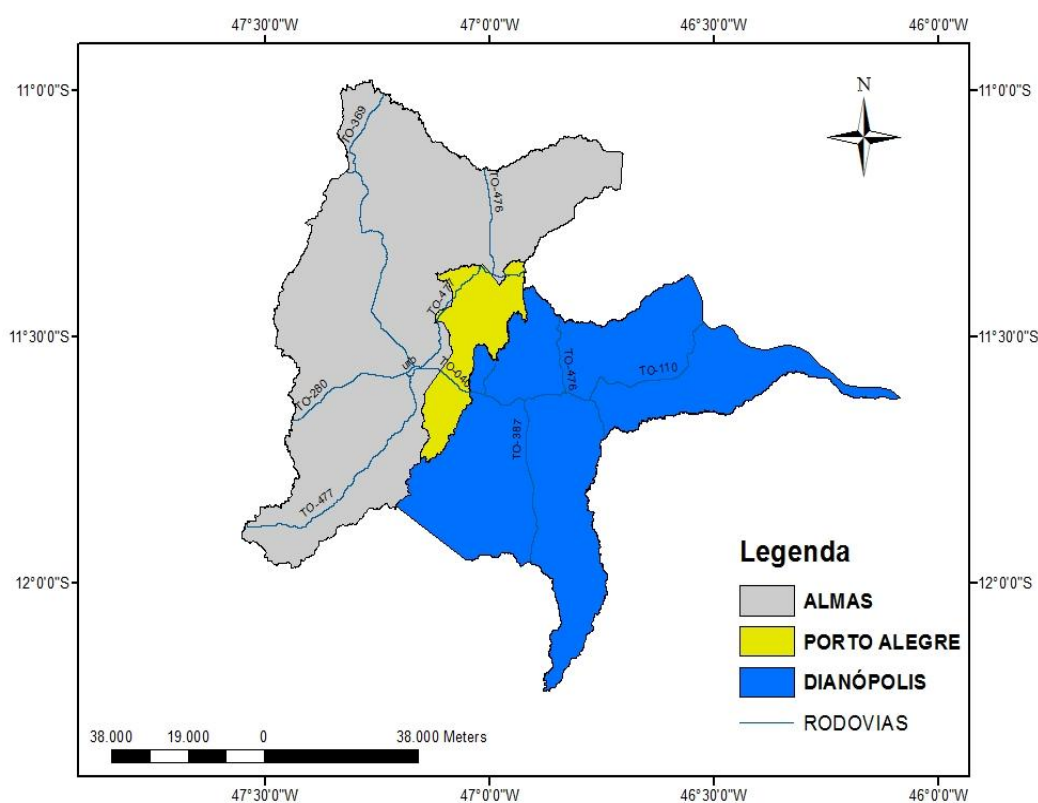
5. RESULTADOS

5.1 Cobertura vegetal e áreas alagadas

A análise de uso e ocupação observada nos anos de 1990, 2000, 2007 e 2017, demonstra uma intensiva modificação no uso do solo devido à ações antrópicas (Figura 8), sendo perceptível uma expansão da agropecuária e construção de barramentos para diversos fins.

Foram utilizados os polígonos disponibilizados na base de dados da SEPLAN, onde apresentou nos três municípios uma área total 779,23 km². No ano de 1990, apenas 2,24% de sua área total, encontravam-se antropizadas com uma área de 174,31 km², sendo que 2,50 km² encontravam-se ocupados com a construção de barramentos, reservatórios e barragens, o que correspondia a 0,03% das áreas totais dos municípios, e 171,81 km² de áreas com explorações agropecuárias, o que corresponde a 2,20% da área total, restando uma área natural de 7.617,92 km², o corresponde a 97,76% da área total.

Figura 7 – Mapa dos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.



Fonte: Própria

No ano de 2017 estas áreas antropizadas representaram um total de 1.426,66 km², o que corresponde a 18,30% da área total, sendo uma área de 73,33 km² de área de lamina D'água, o que corresponde a 0,94% das áreas totais dos municípios, e 1.353,33 km² com explorações agropecuárias, com um percentual de

17,37%, restando ai 6.365,57 km² de área natural, o que corresponde a 81,69% de sua área total em área natural, esta antropização corresponde a um aumento de 87,30% nos últimos 27 anos.

Identificou-se um crescimento significativo em áreas de barramentos, totalizando um aumento nos últimos 27 anos de 96,59%, seja para construção de barragens e tanques para exploração da piscicultura, com destaque para o município de Almas-TO, como na construção de barramentos para implantação de perímetros irrigados ou para geração de energia, como é o caso de Porto Alegre do Tocantins-TO, e Dianópolis-TO.

Tabela 1- Área e percentual de cada classe de cobertura e uso do solo nos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.

Ano	1990		2000		2007		2017	
Classes	Área		Área		Área		Área	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Área natural	7.617,92	97,76	7.444,06	95,53	6.924,29	88,86	6.365,57	81,69
Área antropizada	171,78	2,20	343,14	4,40	814,03	10,45	1.353,33	17,37
Reservatório	2,50	0,03	5,03	0,06	53,90	0,69	73,33	0,94
Área total	7.792,23	100,00	7.792,23	100,00	7.792,23	100,00	7.792,23	100,00

Fonte: Própria

Figura 8 - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 1990 e 2000, municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.

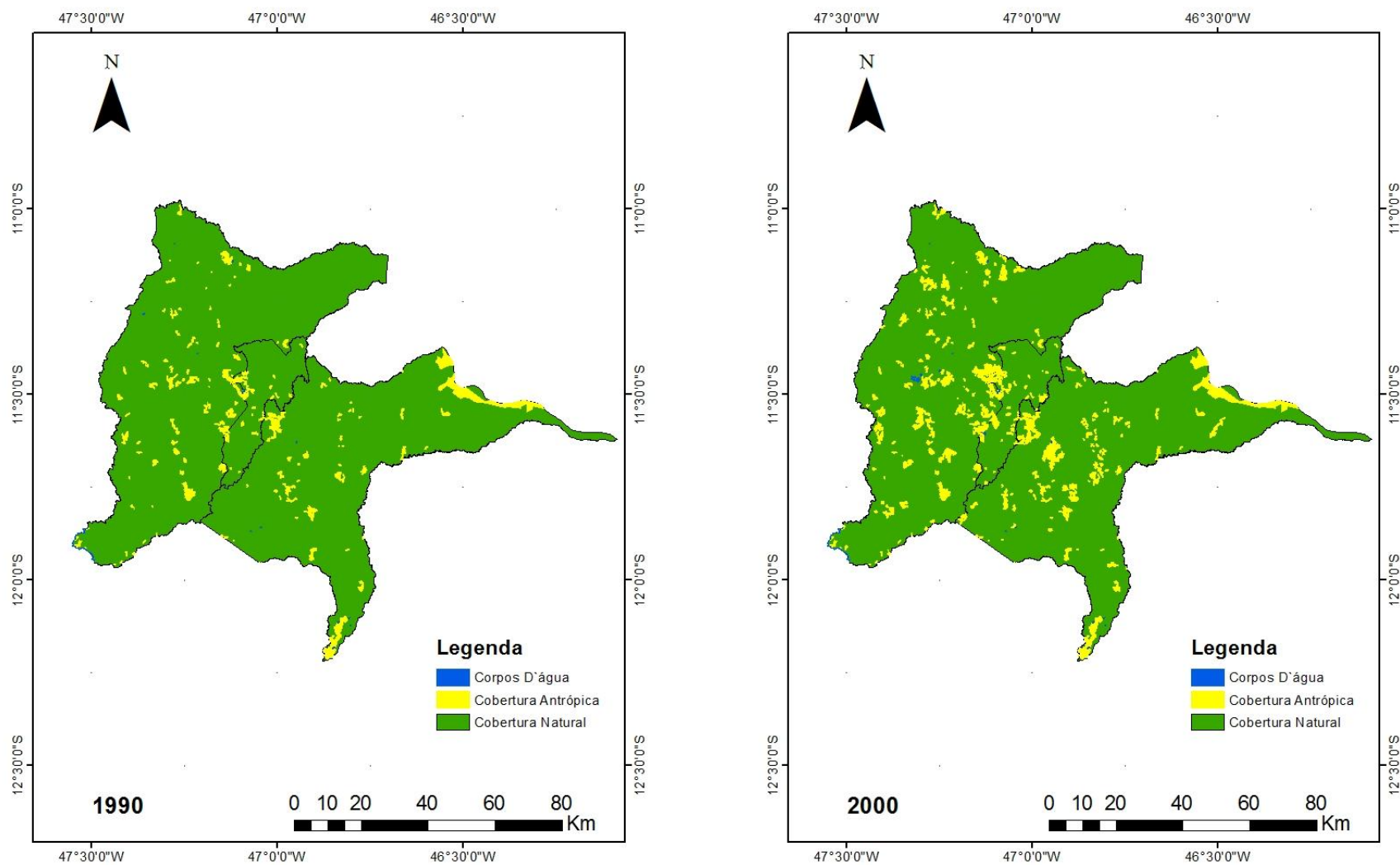


Figura 9 - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 2007 e 2017, municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.

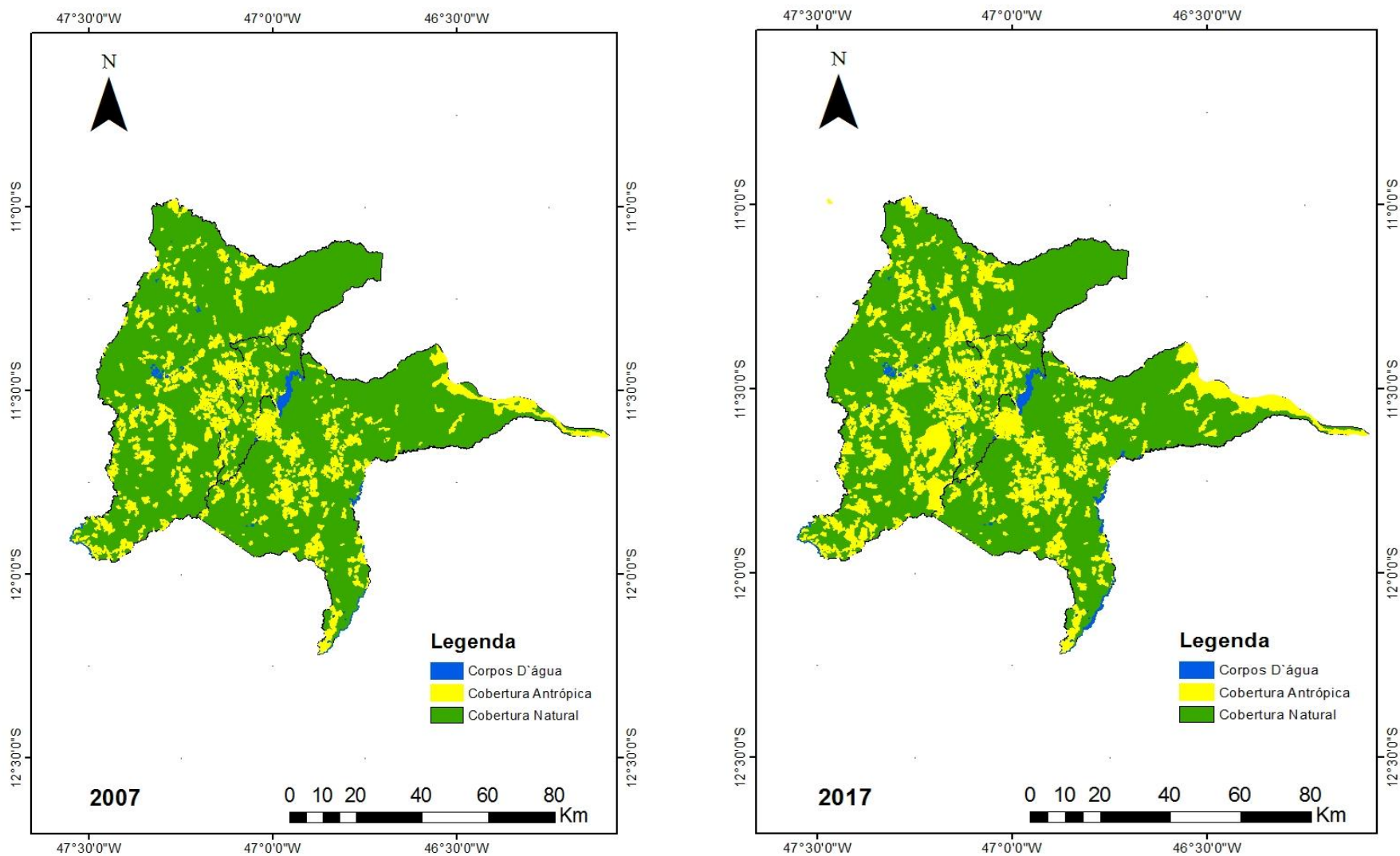
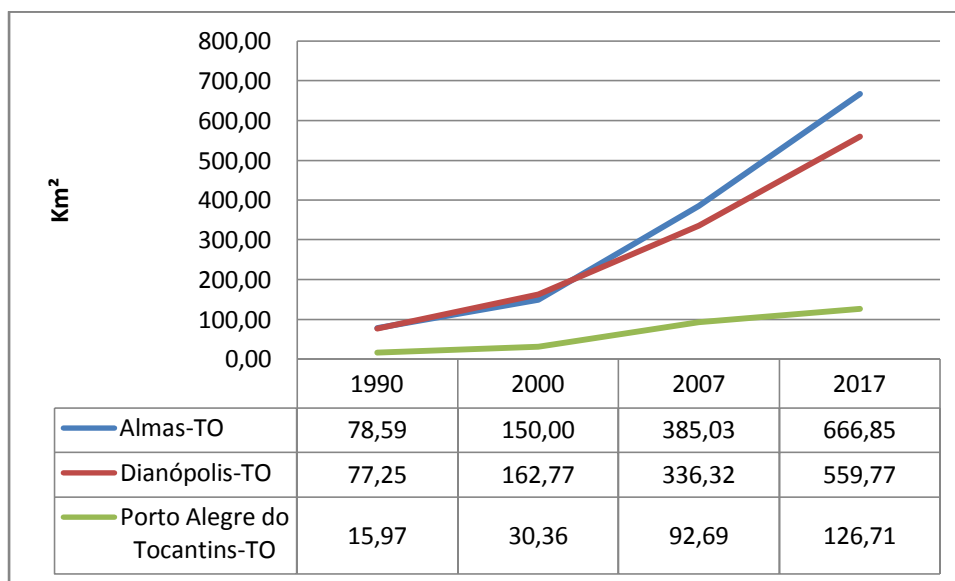


Figura 10 - Representação da evolução da cobertura antrópica do ano de 1990, 2000, 2007 e 2017 nos municípios de Almas-TO, Dianópolis-TO e Porto Alegre do Tocantins-TO.



5.2 Fatores responsáveis pela alteração do uso e ocupação do solo

A região sudeste do Estado do Tocantins foi colonizada por agricultores familiares tradicionais, comunidades quilombolas, região essa que era conhecida como o corredor da “miséria”, por ter sido no passado, bastante isolada e com baixas precipitações pluviométricas, sendo a maioria de seus rios, córregos e vertentes não perenes, portanto nos últimos dez anos, com a intensificação do plantio de lavoura em grandes áreas localizadas nos municípios em estudo, observa-se um grande aumento nos índices de antropização.

Outro fator que contribuiu para aumento do desmatamento foi a intensificação da pecuária de corte na região, os municípios em estudo possuem um rebanho de 111.819 animais, em um total de 1.109 criadores (informação verbal)¹, isso exerceu uma forte pressão sobre a cobertura vegetal natural. Também com menor impacto, a chegada de linhas de luz elétrica e estradas influenciaram no impacto ambiental através da intensificação dos efeitos do desmatamento.

Outros fatores que contribuíram para impactos nestes municípios foram construções de barragens e tanques para criação de peixes, barramento do

¹ Informação fornecida pela assistente administrativo da ADAPEC, Srª Rita Costa Souza Lima

perímetro irrigado Manoel Alves, e as construções das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

6. DISCUSSÃO

A agropecuária teve um grande crescimento nos últimos 20 anos no estado do Tocantins, por parte da pecuária com o seu principal produto, o bovino de corte, possuindo no ano de 2017, um rebanho de mais de 8,69 milhões de cabeças (ADAPEC, 2017), contribuindo significativamente para a economia do Estado.

Outro produto que se destaca é a soja, esta leguminosa teve sua origem na costa leste da Ásia, no final do século XV, a cultura da soja se expandiu para Europa, passando no século XX a despertar interesse econômico por parte das indústrias mundiais. No Brasil a soja passou a ser um produto comercial na década de 60, surgindo como uma cultura para safra de verão, no entanto, a cultura veio a expandir no país na década de 70, expandindo-se para o cerrado, com a explosão do preço da soja no mercado mundial, se destacando por sua produção ser exportada na entressafra americana, se beneficiando pelas maiores cotações neste período (ABREU; MEDEIROS; WERNECK, 2003).

A cultura da soja vem se destacando como a principal cultura produzida no país, contribuindo significativamente para sua economia, o país foi o segundo maior produtor mundial, na safra 2015/2016, onde foram produzidas 95,63 milhões de toneladas de grãos em uma área de 33,17 milhões de hectares, alcançando uma produtividade de 2.88 kg/ha (SILVA, 2016). Tendo como principal estado produtor o Mato Grosso e como região em expansão da cultura da soja, no MATOPIBA, o Estado do Tocantins, onde foram produzidas 2.854,0 mil toneladas de grãos, com uma produtividade média de 2.877 kg/há, estando esta cultura em expansão no estado (CONAB, 2018).

Diferentes tipos de desmatamentos que vão desde a ocupação por roça de tocos, causadas pela ação dos agricultores familiares, podendo ir desde a degradação do cerrado com intensidade leve a intensidade moderada, ou intensidade alta, que são causadas pelas grandes explorações agropecuárias (MOREIRA, 2012), podendo em alguns casos virar capoeira e descaracterizar a vegetação nativa, impactando diretamente nas características locais.

A análise realizada, leva a possibilidade de inferir-se que no ano de 1990, a paisagem dos municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins eram em quase sua totalidade ocupada por vegetação nativa, não ultrapassando 2,24% em áreas antropizadas, o que correspondia a uma área de 171,81 Km². Entre 1990 e 2017, a área antropizada nestes municípios passou para 18,31%, com um aumento de 87,78%, o que se refere a uma área de 1.353,33 Km². Trazendo como consequência o isolamento e recorte de parte da vegetação nativa e oportunização da exploração agropecuária.

O município de Almas no ano de 1990 apresentava uma área antropizada de 78,59 Km², o que significa 1,96%, da área total do município. No ano de 2017 o mesmo apresentou uma área antropizada de 666,85 Km², representando um percentual de 16,64% da área total do município, tendo um crescimento de 88,21% em relação ao apresentado em 1990. No município de Dianópolis no ano de 1990, apresentou-se uma área antropizada de 77,25 Km², representando 2,35% de sua área total, em 2017, o município apresentou uma área antropizada de 559,77 Km², o que equivale 17,06% da área total do município, apresentando um crescimento de 86,20% em relação ao apresentado em 1990. No ano de 1990 o município de Porto Alegre do Tocantins apresentava uma área antropizada de 15,97 Km², o que representava 3,16% de sua área total, no ano de 2017 o município apresentou uma área antropizada de 126,71 Km², o que corresponde a 25,09% da área total do município, que representa um crescimento de 87,40%.

A importância do papel da biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas e o uso da terra sobre o funcionamento dos mesmos, ou seja, desenvolvimento versus conservação é de grande valia para a disseminação de melhores práticas para conservação e uso do solo, práticas como a integração lavoura pecuária floresta, ou pecuária floresta e plantio direto, vem contribuindo significativamente para que se tenha um equilíbrio entre a exploração agropecuária e a conservação do ecossistema (KLINK; MACHADO, 2005).

A exploração do Hotspots cerrado vem se expandindo significativamente nestes municípios, por se tratar de locais estratégicos para região do MATOPIBA e estarem próximos a grandes áreas produtoras de grãos, como é o caso da região da “Garganta”, com parte localizada no município de Dianópolis, que como todo o estado do Tocantins vem perdendo grande parte da sua vegetação de cerrado em consequência do grande avanço da agropecuária (CONAB, 2018).

O grande avanço da ação do homem sobre as paisagens naturais, coloca em risco os recursos hídricos dessa região, bem como outros ecossistemas como a biodiversidade, que são fundamentais para manutenção dos processos biológicos e recursos naturais (SAMBUICHI, et al, 2012).

Como em outras regiões do país, o bioma cerrado, tem se mostrado produtivo, devido a suas características físicas do solo, tendo impulsionado a implantação de atividades como a criação de gado de corte, plantio de soja e milho, além destes municípios abrigarem grandes empreendimentos piscícolas, geração de energia e perímetro irrigado, isso devido à riqueza de nascentes e características do solo que possibilitam a implantação deste empreendimento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo das imagens, identificou-se que os municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, passaram por significativas alterações em sua vegetação natural no período compreendido entre 1990 e 2017. Estas alterações vêm se intensificando na última década, afetando a biodiversidade regional, mas por outro lado trazendo desenvolvimento econômico para a região.

A grande expansão da pecuária de corte, a agricultura, os empreendimentos aquícolas, hidroelétricos e hidroagrícolas, foram fatores importantes para a mudança da paisagem, principalmente entre os anos de 2000 a 2017, com grande conservação da região até 1990, ano da criação do estado. Com isso, é possível afirmar que a criação do Estado do Tocantins foi de fundamental importância para o desenvolvimento da região. Estudos voltados à caracterização do uso e ocupação do solo são de fundamental importância para se definir políticas públicas de ordenamento territorial, compreendendo assim, a forma de ocupação da região e a influência desta no meio natural, conciliando a conservação socioambiental e o desenvolvimento territorial e econômico.

Entretanto, outros estudos devem ser desenvolvidos, com objetivo de quantificar e ou detalhar dados oriundos de ações antrópicas, voltados a degradação solo, suprimimento de APPs, ou de ganhos econômicos e sociais gerados pelas instalações dos empreendimentos.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, M.P; MEDEIROS, M.C; WERNWCK, R.L.F. **Formação de preços de commodities: padrões de vinculação dos preços internos aos externos.** Departamento economia PUC Rio, nº 74, Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS. **Tocantins vacinou 99,54% do rebanho de bovinos e bubalinos contra febre aftosa.** Disponível em: <<https://adapec.to.gov.br/noticia/2017/6/21/tocantins-vacinou-9954-do-rebanho-de-bovinos-e-bubalinos-contr-febre-aftosa/>>. Acesso em: 20 Abr. 2018.

BERNARDI, A.C.C. et al. **Agricultura de precisão.** Resultados de um novo olhar. Brasília: Embrapa, 2014.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Estimativa do escoamento das exportações do complexo soja e milho pelos portos nacionais.** Safra 2016/2017. V.6. Brasília, 2017.

CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND. **Perfil do ecossistema hotspot de biodiversidade do cerrado.** 2017.

FLORENZANO. T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais.** Rio de Janeiro, 2009.

GONÇALVES, F.D; DIAS, J.W. **Estudo baseado nas tecnologias de geoprocessamento.** Paranavaí: Unipar.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/almas>>. Acesso em: 15 Mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/dianopolis>>. Acesso em: 15 Mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto_alegre_do_tocantins>. Acesso em: 15 Mai. 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins**. Plano de manejo para Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. Brasília: 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Estudo aponta riscos da exploração do cerrado**. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4370>. Acesso em: 15 Abri. 2018.

KLINK, A.C; MACHADO R.B. **A conservação do cerrado brasileiro**. Megadiversidade, V.1, n.1, Brasília, 2005.

LIMA, Rita Costa Souza. Assistente administrativo. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins – Escritório de Dianópolis-TO. Dianópolis – TO, 15 mai. 2018 (informação verbal).

MAIO, et al. **Sensoriamento remoto**. Agência espacial brasileira, 2008.

MALHEIROS. R. **Influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma cerrado**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 12 – Vol. 19. Goiânia: 2016.

MELO. A.M. et al. **Projeto corredor ecológico**. Unindo flores e articulando forças. Belo Horizonte: 2017.

MENEZES, P.R. et al. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012.

MOURA, D.R. **Estimativa da perda de cobertura vegetal nativa da amazônia tocantinens e através de análise multitemporal da cobertura e uso do solo**.

2002. 60 f. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO, 2002.

OLIVEIRA. D.A; PIETRAFESA. J.P; BARBALHO.M.G.S. **Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado**. Caminhos de Geografia, v. 9, n. 26, p. 101 – 114. Uberlândia: 2008.

PACHECO, A.P; FREIRE, N.C.F; SILVA, J.B. **Sensoriamento remoto e meio ambiente**. A contribuição do Sensoriamento Remoto para o estudo do bioma Caatinga. Capítulo 3. Recife: 2015.

PIVELLO, V.R. **Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade**. São Paulo, 2011.

RUDORFF, B. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5º Seminário de sensoriamento remoto interpretação e processamento de imagens de satélite, Cachoeira Paulista – SP, 2008.

SAMBUICHI, R.H.R. et al. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. 1782, Texto para discussão, Rio de Janeiro, 2012.

SANO, E.E. et al. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal bioma cerrado ano – base 2002**. Série Biodiversidade 36, Brasília: MMA, 2010.

SANTOS, J. – **Geotecnologias e software livre processamento digital**. Landsat-8, Download de imagens através dos sites Earth Explorer e GLOVIS. 2013.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Cobertura Uso Terra 2007**. Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/Estado_do_Tocantins_Mapas_A0_2015/Cobertura_Uso_Terra_2007_TO_2015.pdf>. Acesso em: 20 Abri. 2018.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas: SEPLAN/DZE. Atlas do Tocantins, 2012”.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Temperatura_Ar_Media_Anual, PrecipitacaoMediaAnual**. Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/Estado_do_Tocantins_Mapas_A0_2015/Temperatura_Ar_Media_Anual_TO_2015.pdf>. Acesso em: 20 Abri. 2018.

SILVA, C.E.M. **O cerrado em disputa**. Apropriação global e resistências locais, Brasília: Confea, 2009.

SILVA, L.A.G.C. **Biomass presentes no estado do Tocantins**. Nota técnica. Brasília, 2017.

SILVA, L.R. **Análise do mercado internacional do complexo de soja**, Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2016.

VENTURIERI, A. **Curso de introdução às técnicas de sensoriamento remoto**. Belém: 2007.

VIERGEVER, M. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e queimadas do estado do Tocantins**. Brasília, 2009.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Cerrado**. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomass/bioma_cerrado/. Acesso em: 25 Abr. 2018.

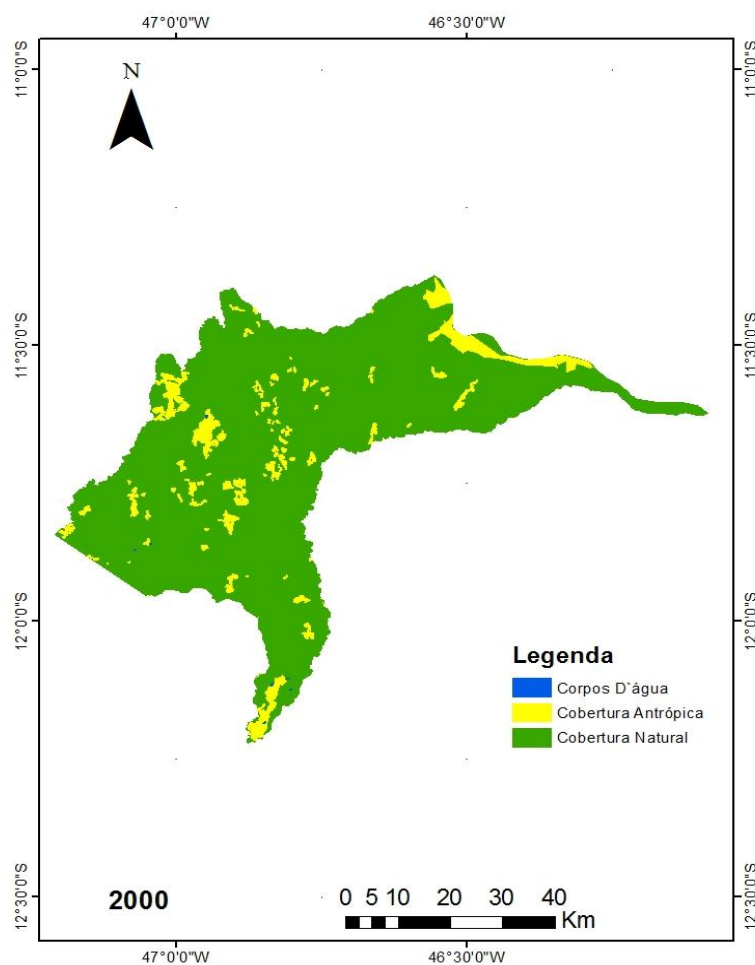
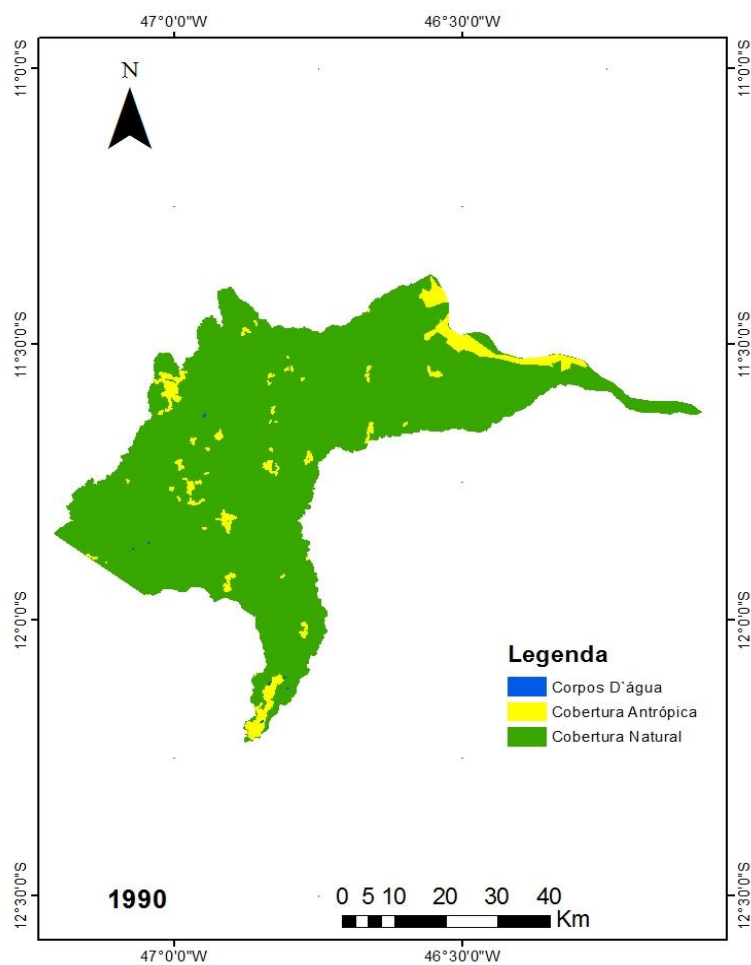
ZANETTI, J; BRAGA, F.L.S; DUARTE, D.C.O. **Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem máxima verossimilhança, distância euclidiana, paralelepípedo e redes neurais em imagens vant, utilizando o método de exatidão global, índice kappa e o tau**. IV Simpósio Brasileiro de

Geomática – SBG2017, II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica - CTIG2017, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Presidente Prudente - SP, 2017.

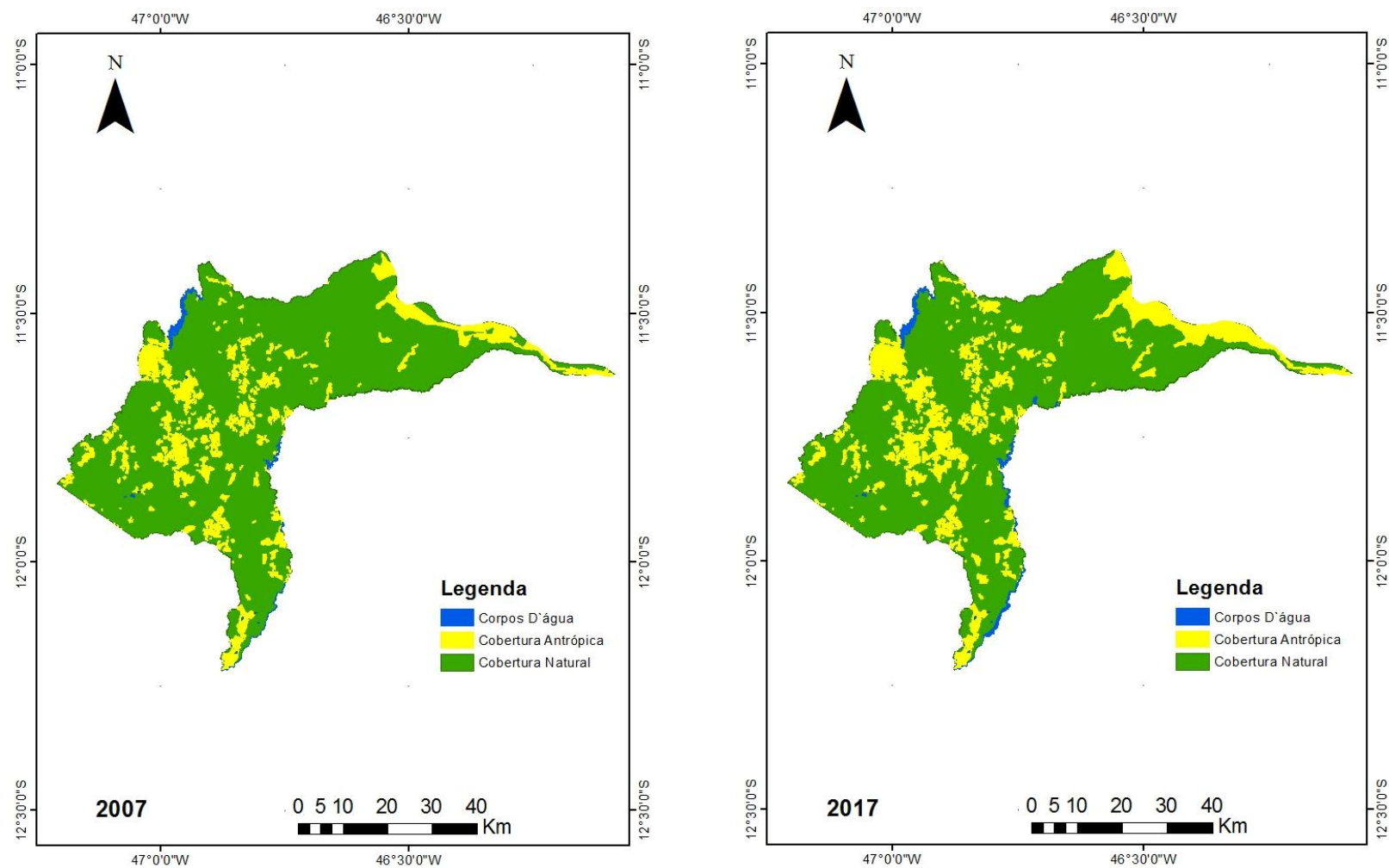
ZANIRATO, S.H. **O patrimônio natural do Brasil**. Projeto História nº 40, 2010.

APÊNDICE

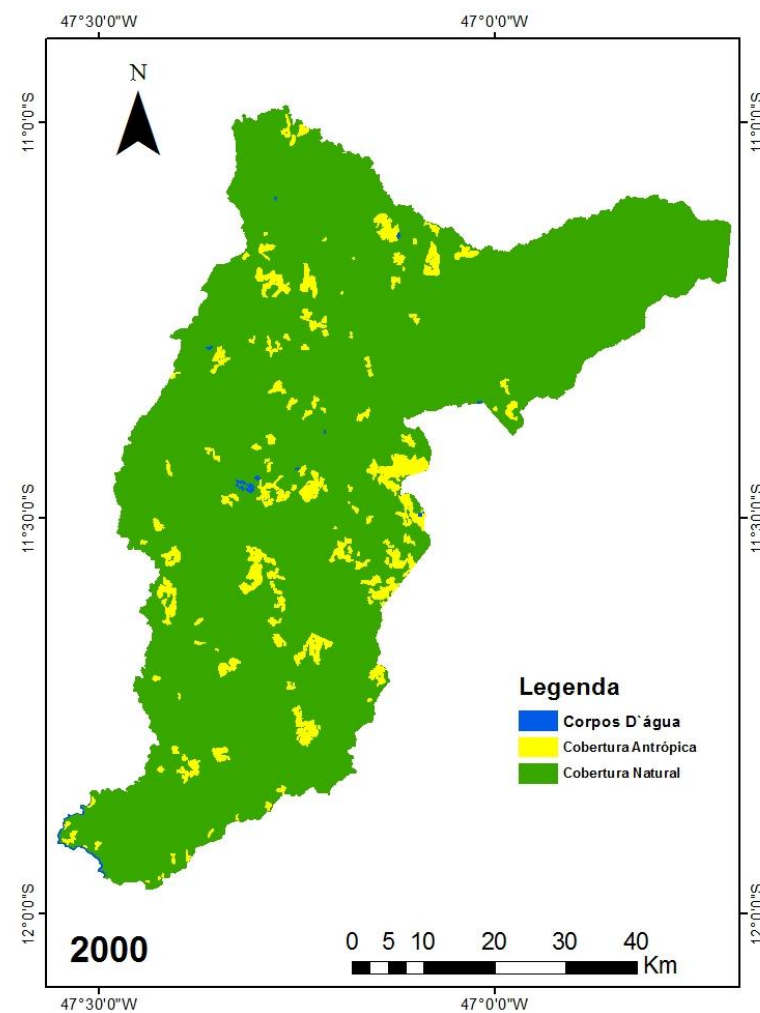
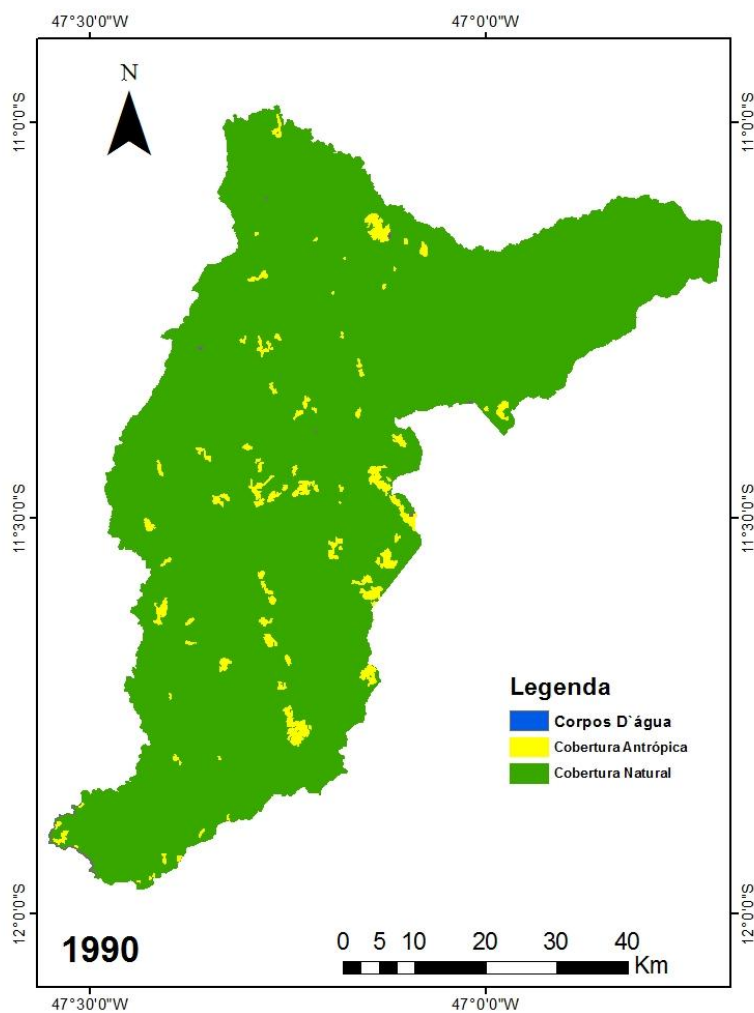
Apêndice A - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 1990 e 2000 no Município de Dianópolis-TO.



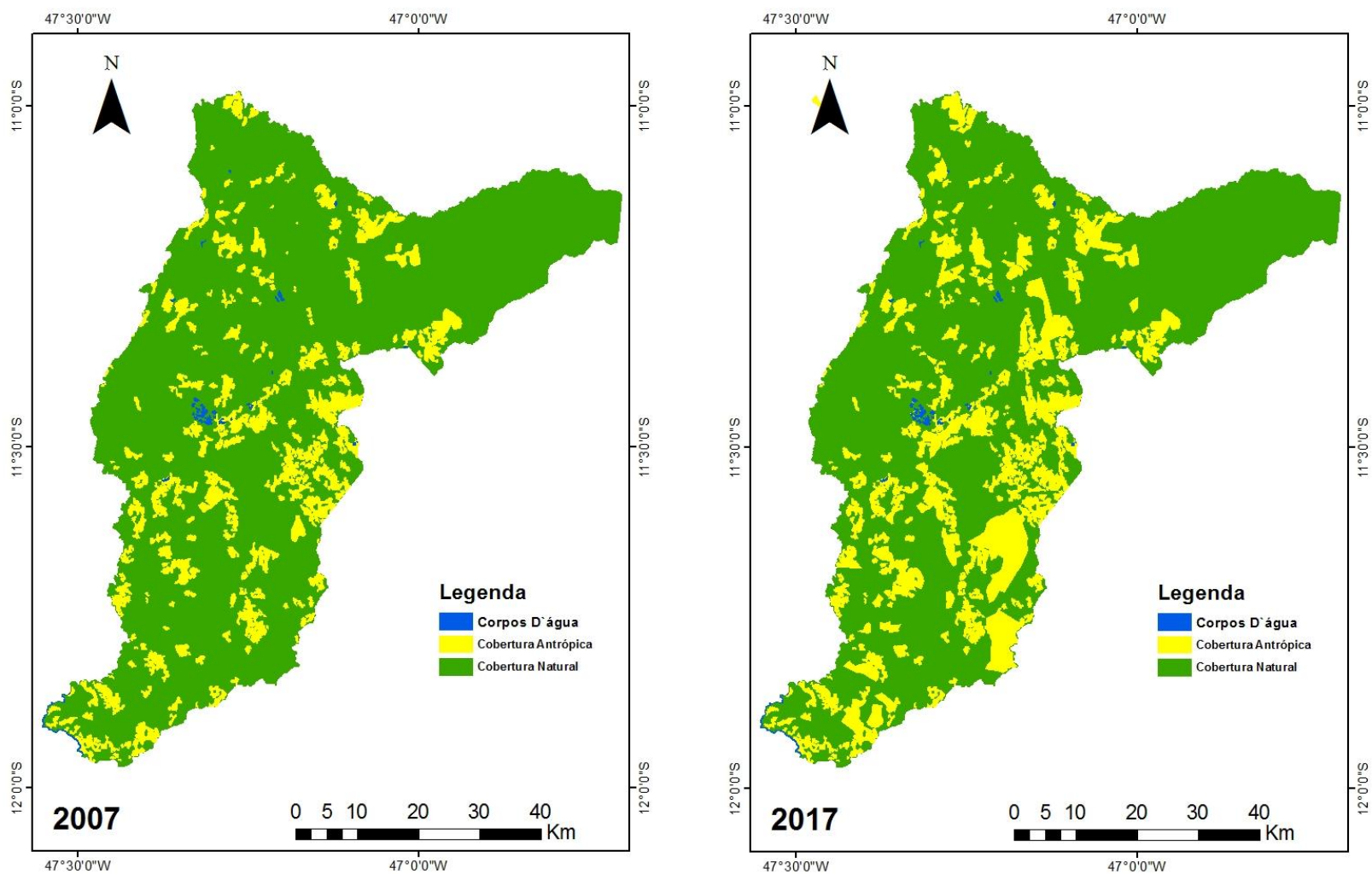
Apêndice B - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 2007 e 2017, no município de Dianópolis-TO.



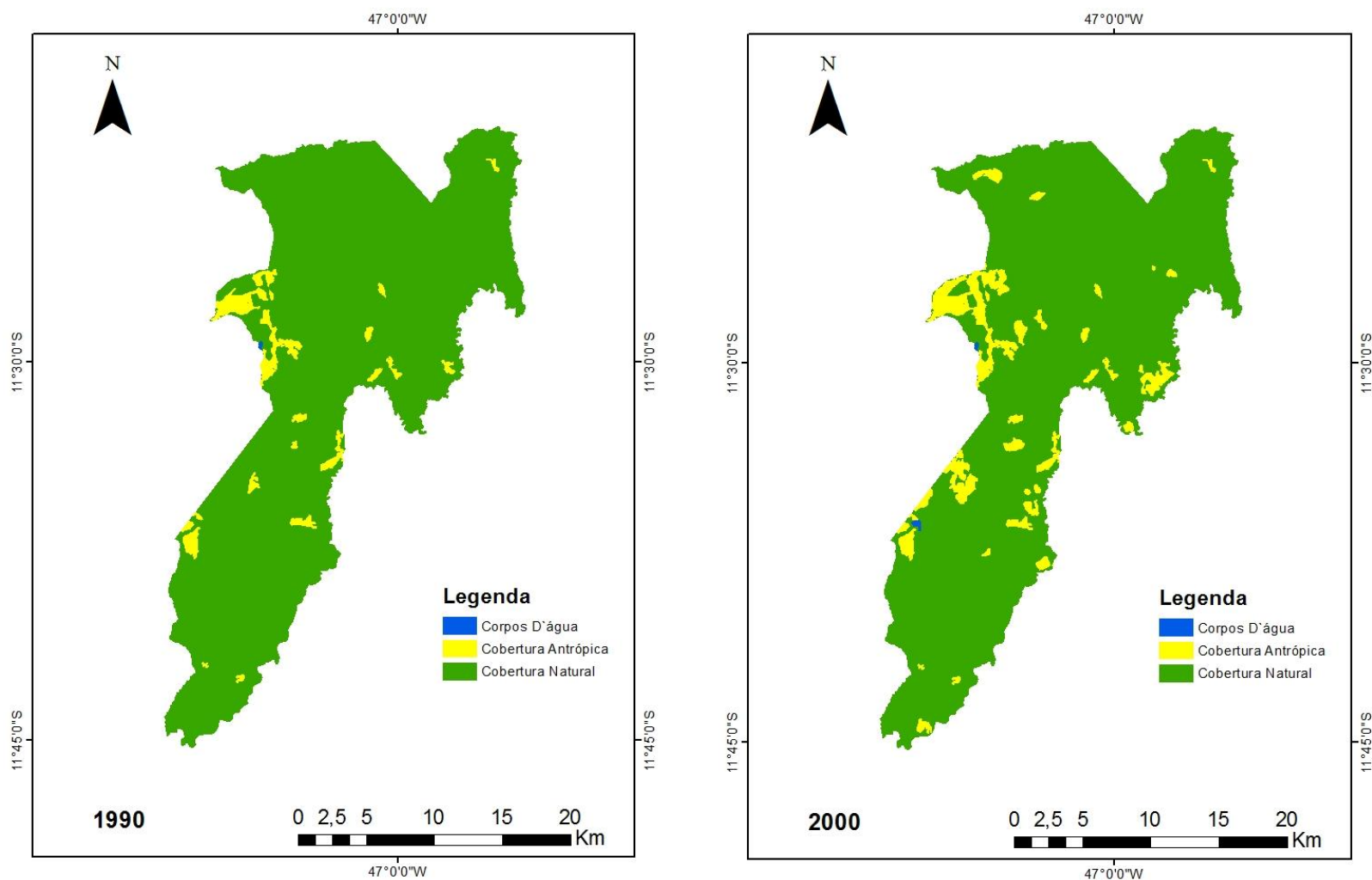
Apêndice C - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 1990, 2000, no município de Almas-TO.



Apêndice D - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 2007 e 2017, no município de Almas-TO.



Apêndice E - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 1990 e 2000, no município de Porto Alegre do Tocantins-TO.



Apêndice F - Distribuição espacial de áreas com cobertura antrópica e cobertura vegetal natural em 2007 e 2017, no município de Porto Alegre do Tocantins-TO.

