

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

TIAGO ROVARIS DE LUCA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO
E COBERTURA DA TERRA NOS MUNICÍPIOS DE ARARANGUÁ E BALNEÁRIO
ARROIO DO SILVA, SANTA CATARINA.**

CRICIÚMA

2018

TIAGO ROVARIS DE LUCA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO
E COBERTURA DA TERRA NOS MUNICÍPIOS DE ARARANGUÁ E BALNEÁRIO
ARROIO DO SILVA, SANTA CATARINA.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental e Sanitarista no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. MSc. Gustavo José Deibler Zambrano

CRICIÚMA

2018

TIAGO ROVARIS DE LUCA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO
E COBERTURA DA TERRA NOS MUNICÍPIOS DE ARARANGUÁ E BALNEÁRIO
ARROIO DO SILVA, SANTA CATARINA.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela
Banca Examinadora para obtenção do Grau de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista no Curso de
Engenharia Ambiental e Sanitária da
Universidade do Extremo Sul Catarinense,
UNESC, com Linha de Pesquisa em
Gerenciamento e Planejamento Ambiental

Criciúma, 28 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Gustavo José Deibler Zambrano - (UNESC) – Orientador

Prof. MSc. Hugo Schwalm - (UNESC)

Prof. MSc. Jóri Ramos Pereira - (UNESC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos meus pais, Saulo e Zilda, por terem sempre mostrado a importância dos estudos em nossas vidas, por todo apoio e incentivo nesta nova graduação que decidi cursar, e pelo o conhecimento que me passam em todas as situações vividas.

Ao professor e orientador Gustavo Zambrano, além dos agradecimentos, por ter confiado a mim seu tempo de orientação, e por todo apoio, paciência, ensinamentos e conselhos ao longo de toda a orientação e nas suas aulas durante a graduação, fica também minha admiração e respeito pelo exemplo de profissional, sempre buscando novos conhecimentos e compartilhando-os com seus alunos, pela responsabilidade e pela dedicação aos interesses da classe.

Aos professores Jóri e Hugo por aceitarem fazer parte da banca avaliadora e disponibilizarem seu tempo para análise e avaliação deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UNESC que, cada um à sua maneira, puderam repassar seus conhecimentos para possibilitar a minha formação profissional.

Aos colegas e amigos que fiz, dentro e fora da universidade, durante a graduação, por proporcionarem bons momentos no decorrer desta jornada, fazendo com que a mesma se tornasse menos cansativa, e pelo apoio nas atividades desenvolvidas neste período.

RESUMO

O ordenamento territorial possui um importante papel no planejamento das cidades, uma vez que a crescente expansão dos centros urbanos quando realizadas de forma desordenada causam inúmeros problemas de ordem ambiental e social. Este ordenamento pode ser auxiliado por ferramentas computacionais que geram dados sobre a realidade espacial de determinada área a ser estudada. Neste contexto o presente trabalho objetivou analisar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra nos municípios de Araranguá e Balneário Arroio do Silva, localizados no extremo sul do estado de Santa Catarina, utilizando para isto imagens de satélite referentes aos anos de 1985, 2003 e 2018, e aplicando a elas a classificação através do método da máxima verossimilhança, valendo-se das ferramentas encontradas no *software* ArcGIS 10.4. Os resultados obtidos mostram que dentre as sete classes de uso e cobertura da terra definidas, três destacaram-se por apresentarem maiores representatividades e variações ao longo do período analisado, são elas: as áreas destinadas à rizicultura, as áreas de cultivos agrícolas temporais (fumo, milho e mandioca) e de pastagem, e as áreas urbanizadas. Devido as características ambientais dos municípios inseridos na área de estudo, a elaboração e o cumprimento integral de Planos Diretores consistentes são de extrema importância para a manutenção dos recursos naturais e do bem-estar da população.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Geoprocessamento. Sensoriamento Remoto. Landsat. MAXVER.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Definição de geoprocessamento.	21
Figura 2 - O SIG como sistema de apoio à decisão.	23
Figura 3 - Formas de representação da Terra.	25
Figura 4 - Representação dos principais componentes do sensoriamento remoto. ...	28
Figura 5 – Espectro da radiação eletromagnética.	31
Figura 6 – Fluxograma da metodologia adotada.	37
Figura 7 – Mapa de localização da área de estudo.	38
Figura 8 – Delimitação dos satélites utilizados para aquisição das imagens.	39
Figura 9 – Representação de ambiente classificado como água.	41
Figura 10 – Representação de uma área considerada urbanizada.	41
Figura 11 – Representação de uma área agrícola destinada à rizicultura.	42
Figura 12 – Representação de uma área agrícola associada à pastagem.	43
Figura 13 – Representação de uma área com remanescente florestal.	43
Figura 14 – Representação de uma área de reflorestamento.	44
Figura 15 – Representação de uma área de dunas.	45
Figura 16 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 1985 para o município de Araranguá.	47
Figura 17 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2003 para o município de Araranguá.	49
Figura 18 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2018 para o município de Araranguá.	51
Figura 19 – Imagem de satélite utilizada para a classificação do ano 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.	57
Figura 20 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.	58
Figura 21 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2003 para o município de Balneário Arroio do Silva.	60
Figura 22 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2018 para o município de Balneário Arroio do Silva.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das imagens utilizadas.....	39
Tabela 2 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 1985 para o município de Araranguá.	48
Tabela 3 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2003 para o município de Araranguá.	50
Tabela 4 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2018 para o município de Araranguá.	52
Tabela 5 – Síntese da quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra para o município de Araranguá.	53
Tabela 6 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.....	58
Tabela 7 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2003 para o município de Balneário Arroio do Silva.....	61
Tabela 8 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2018 para o município de Balneário Arroio do Silva.....	63
Tabela 9 – Síntese da quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra para o município de Balneário Arroio do Silva.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMESC	Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense
APA	Área de Proteção Ambiental
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ETM+	<i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i>
GLOVIS	<i>Global Visualization Viewer</i>
GRS80	<i>Geodetic Reference System 1980</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITRS	<i>International Terrestrial Reference System</i>
LANDSAT	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
MAXVER	Máxima Verossimilhança
MONA	Monumento Natural
MSS	<i>Multispectral Scanner System</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PDI	Processamento Digital de Imagens
RESEX	Reserva Extrativista
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAD69	<i>South American Datum 1969</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SPU	Secretaria do Patrimônio da União
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
UC	Unidade de Conservação
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES	11
2.1.2 Crescimento Urbano e suas Implicações	11
2.2 USO E COBERTURA DA TERRA	12
2.2.1 Análise Multitemporal	13
2.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL	14
3.4 POLÍTICAS PÚBLICAS ESPACIAIS	15
2.4.1 Zoneamento Ambiental e Lei de Uso e Ocupação do Solo	16
2.4.2 Estatuto da Cidade	17
2.4.3 Plano Diretor	18
2.5 FERRAMENTAS PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL	19
2.5.1 Geoprocessamento	20
2.5.2 Cartografia	22
2.5.2.1 Mapas Temáticos	22
2.5.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)	23
2.5.3.1 Georreferenciamento: Sistemas de Referência e Sistemas de Coordenadas	24
2.5.4 Sensoriamento Remoto	28
2.5.4.1 Satélites e Sensores	29
2.5.4.2 Radiação Eletromagnética	31
2.5.4.3 Resoluções das Imagens	31
2.5.4.4 Processamento, Interpretação Digital e Classificação de Imagens Digitais	32
3 METODOLOGIA	36
3.1 ÁREA DE ESTUDO	37
3.2 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE	39
3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS E MAPAS TEMÁTICOS	40
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	46
4.1 ARARANGUÁ	46
4.2 BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	56
5 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	68

APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA ATRAVÉS DE IMAGENS DE SATÉLITE E MAPAS TEMÁTICOS DE CLASSIFICAÇÃO.....	72
ANEXO A – MAPA DE MACROZONEAMENTO MUNICIPAL DO PLANO DIRETOR DE ARARANGUÁ.....	73
ANEXO B – MAPAS DO ZONEAMENTO URBANO MUNICIPAL DO PLANO DIRETOR DE ARARANGUÁ (ZONEAMENTO A).....	74
ANEXO C – MAPAS DO ZONEAMENTO URBANO MUNICIPAL DO PLANO DIRETOR DE ARARANGUÁ (ZONEAMENTO B).....	75
ANEXO E – MAPA DE DELIMITAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL: MONA MORRO DOS CONVENTOS	77
ANEXO F – MAPA DE DELIMITAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL: RESEX DO RIO ARARANGUÁ	78

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes urbanos têm concentrado, cada vez mais, população no mundo e, em especial, no Brasil. Essa concentração, ligada a um crescimento desordenado e acelerado, tem provocado uma série de mudanças no ambiente.

Os principais problemas de ordem ambiental e social pelos quais as sociedades passam atualmente são decorrentes de uma ocupação inadequada do território, ocasionando inúmeros impactos aos recursos naturais e à qualidade de vida do homem.

O ordenamento territorial pode desempenhar um papel chave na conservação e administração dos recursos por meio da incorporação de análises e medidas de sustentabilidade regional no planejamento das cidades.

Com o advento da tecnologia, novas metodologias e ferramentas estão gerando uma quantidade cada vez maior de dados sobre a realidade espacial. Com isso a utilização do sensoriamento remoto e do geoprocessamento de imagens oportunizam a geração de produtos que servem de subsídio para gerir estes espaços.

Levando-se em conta estes aspectos, o presente trabalho objetiva analisar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra nos municípios de Araranguá e Balneário Arroio do Silva, localizados no extremo sul do estado de Santa Catarina, através da aplicação de algoritmos de geoprocessamento para classificação supervisionada de imagem, possibilitando a elaboração de mapas temáticos, e fornecendo subsídios para gestão e planejamento territorial frente aos Planos Diretores Municipais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES

Segundo Lima (2003), para alguns historiadores o surgimento das cidades teve origem no período neolítico (último período da pré-história, de 10 a 6 mil anos a.C.), quando nossos ancestrais foram criando aglomerações de pessoas em pontos de trocas, onde agricultores e pastores permutavam seus produtos.

Desde o começo da vida em sociedade e estabelecimento das primeiras civilizações organizadas, a espécie humana apresentou como característica inata a capacidade de transformar o meio onde vive, a fim de satisfazer suas necessidades físicas e naturais. Entre as principais transformações antrópicas promovidas sobre o ambiente natural, pode-se destacar o processo de urbanização e construção de cidades (PAVANIN et al., 2016).

Para Barbin (2003), a etapa da criação das cidades, talvez, tenha sido a mais importante para o desenvolvimento das civilizações, porém, a partir de então, iniciou-se um processo de artificialização da vida humana, aonde o homem vem se distanciando cada vez mais da natureza.

2.1.2 Crescimento Urbano e suas Implicações

O espaço urbano é resultado de transformações antrópicas sobre o meio físico ao longo dos anos, fazendo com que esse ambiente tenha um caráter dinâmico.

De modo geral, a urbanização da sociedade guarda estreita relação com o processo de industrialização, indo mais além da dimensão econômica no sentido de criar todo um ambiente, impulsionada pelas amplas possibilidades de interação social, relacionado ao desenvolvimento e expansão do modo de produção (CAMPOS; KRAHL, 2006).

Campos e Krahel (2006) apontam que a urbanização realiza-se por meio das diferenciações do espaço, sendo que a cidade pode ser considerada como o local privilegiado da junção das forças produtivas.

Barbin (2003) salienta que com o início da industrialização no Brasil, na década de 50, desencadeou-se um processo intenso de migração do campo para as cidades, inchando-as e causando grandes problemas no que se refere à urbanização.

De acordo com Tucci (2013), a concentração urbana no Brasil é da ordem de 80% da população, e o seu desenvolvimento tem sido realizado de forma pouco planejada.

Segundo Pavanin et al. (2016), o processo de urbanização experimentado pelo território nacional se deu de forma tardia e descentralizada quando comparado ao ocorrido em outros países ao redor do mundo, concretizando-se de maneira rápida e desorganizada.

Os processos de expansão e transformação urbana podem proporcionar baixa qualidade de vida a parcelas significativas da população, bem como impactos negativos ao meio ambiente em que estão inseridas. Guzzo (1999) cita que os impactos no meio ambiente onde se instala e se desenvolve uma cidade afetam todos os elementos naturais, sejam eles bióticos ou abióticos.

Pavanin et al. (2016) citam que a urbanização é um fenômeno de escala global e que promove modificações significativas nos ecossistemas naturais, gerando uma série de impactos que podem colocar em risco a integridade destes ambientes e suas populações.

Conforme Réus (2010), a exploração do solo traz consigo impactos irreversíveis e sem precedentes na história da humanidade, ocasionando a degradação do ambiente natural e da qualidade de vida das populações.

Para Ross (1996, p.14 e 15),

todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também seus malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis.

Historicamente, as aglomerações urbanas se desenvolveram sem levar em consideração os limites impostos pela utilização indevida dos recursos naturais disponíveis no meio em que se inserem. Desta forma, de maneira geral, a ocupação humana e evolução urbano-industrial se dá em primeira instância, desconsiderando as implicações que causam nos ecossistemas naturais (BRAGA, 2003).

2.2 USO E COBERTURA DA TERRA

Para Novo (2011), o termo “uso da terra” refere-se à utilização cultural da superfície terrestre, como por exemplo, recreação e área residencial, enquanto que o

termo “cobertura da terra” é entendido como seu revestimento, por exemplo, florestas e área construída. A autora cita que um único tipo de cobertura pode apresentar diferentes usos associados.

A questão de mudanças nos padrões de uso e cobertura da terra tem despertado interesse, dentro e fora do meio científico, devido ao acelerado processo de mudança das últimas décadas e aos possíveis impactos ambientais e socioeconômicos dessas mudanças (AGUIAR, 2002). Porém, segundo a autora, as mudanças de cobertura ocasionadas por alterações no uso da terra não necessariamente implicam em deterioração, sendo necessário também caracterizar sua função e os agentes envolvidos para melhor entendimento das mesmas.

O uso da terra, para Santos (2004), surge como um tema básico para a questão do planejamento ambiental, permitindo retratar as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os recursos naturais. Para a autora, as formas de uso da terra podem ser identificadas (tipos de uso), especializadas (mapas de uso), caracterizadas (intensidade de uso) e quantificadas (percentual da área ocupada por tipo de uso).

Segundo Briassoulis apud Aguiar (2002), embora sejam principalmente os impactos negativos que motivem o interesse pelo entendimento dos processos de mudança no uso e cobertura da terra, nem sempre as mudanças são negativas, especialmente se consideradas a escala temporal e espacial de observação do evento e suas consequências, e a possibilidade de adoção de medidas mitigadoras.

2.2.1 Análise Multitemporal

Os fenômenos no mundo real podem ser observados sob os aspectos, temático, espacial e temporal. O primeiro aspecto trata da variação das características, já o segundo trata da variação geográfica, enquanto que o terceiro aspecto trata da variação em determinado intervalo de tempo (SILVA, 2007).

Liu (2007) cita que o monitoramento e a vigilância da evolução do uso da terra podem ser alcançados pela análise das imagens obtidas em vários períodos do tempo. Palmeira (2013) afirma que as imagens de satélite permitem uma visão de conjunto e multitemporal, a qual possibilita acompanhar as transformações do espaço ao longo do tempo.

Conforme o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1980), as informações atualizadas sobre o uso da terra e a sua distribuição são essenciais para o manejo eficiente dos recursos ambientais em geral, e há necessidade sempre crescente de constantes atualizações sobre os registros de uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas.

Giotto (1981) ressalta que o monitoramento do uso e cobertura da terra é de grande relevância, pois permite mapear as alterações provocadas por ações antrópicas ao longo do tempo, além de fornecer informações para o manejo eficiente dos recursos naturais, assim como para a gestão e o planejamento ambiental e territorial.

2.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL

A questão mais importante que se coloca atualmente é a sustentabilidade do desenvolvimento, e o balanço adequado entre as questões sociais, econômicas e ambientais envolvidas. Porém, de acordo com Chaddad apud Barbin (2003), 98% ou mais das cidades do mundo crescem desordenadamente sem o mínimo respeito às medidas e aspiração do ser humano.

Santos (2004) informa que o planejamento ambiental surgiu nos últimos trinta anos em função do amplo aumento da competição pelos recursos ambientais, gerando a necessidade de compatibilizar o uso dos mesmos com a proteção de ambientes ameaçados, bem como melhorar a qualidade de vida das populações.

Réus (2010) chama atenção para a necessidade das ações humanas, voltadas à exploração do ambiente, serem planejadas e reguladas garantindo ao máximo condições adequadas de sustentabilidade do mesmo e, por conseguinte, da própria existência humana.

Barbin (2003) enfatiza que se deve buscar minimizar os impactos negativos, não só com medidas de ordem tecnológicas, mas também do ordenamento do meio físico, considerando os aspectos ecológicos.

Para Ross (2006, p.53),

as intervenções humanas devem ser planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos, de um lado, e fragilidades dos ambientes naturais, do outro.

O planejamento territorial, ainda na atualidade, nos moldes convencionais, é voltado prioritariamente às áreas urbanas e rurais, onde a população se concentra, sendo os recursos ambientais e suas potencialidades comumente desconsiderados, levando a uma tomada de decisão com base em informações incompletas e por vezes inapropriadas (VEIGA; SILVA, 2004).

Segundo Andrade (1999), para qualquer ação de planejamento e gestão territorial de um município, o sistema precisa ser analisado sob enfoque da interação entre os fatores naturais e as ações humanas dirigidas ao uso e cobertura das terras, devendo ainda considerar a direção do seu crescimento e a gradativa saturação dos núcleos urbanos.

O planejamento e a gestão ambiental não buscam o desenvolvimento zero para a intocabilidade do ambiente, pois é sabido que as sociedades precisam se desenvolver, porém este crescimento pode se dar de forma organizada, resguardando ecossistemas essenciais para a sobrevivência das espécies, incluindo a espécie humana (RÉUS, 2010).

Para Franco (2001), o planejamento e gestão ambiental visam atingir o desenvolvimento sustentável das sociedades humanas, minimizando os impactos ambientais, procurando manter a biodiversidade dos ecossistemas.

O planejamento e a gestão devem ser tratados em sintonia para ordenação do território, pois é ação primordial planejar o espaço e posteriormente avaliar os resultados das propostas sobre o território planejado (MOURA; SILVA, 2004). Segundo Almeida (1999), é considerada artificial a separação entre planejamento e gestão.

A base estrutural para o sucesso de todo planejamento ambiental e territorial é o diagnóstico do ambiente, que permite analisar a situação atual dos meios naturais e antrópicos e assim delinear condições futuras adequadas de uso e cobertura do solo (SANTOS, 2004; RÉUS, 2010).

3.4 POLÍTICAS PÚBLICAS ESPACIAIS

Uma das maiores funções do Estado é a de salvaguardar os bens coletivos, dentre eles os recursos ambientais, devendo desta forma ser prioridade do governo a alocação dos mesmos tanto para o uso pelo homem, quanto para sua preservação (SILVEIRA, 2004).

A Constituição Federal de 1988 preceitua, em seu artigo 25, que “incube ao poder público definir em todas as unidades da Federação, os espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos”.

Ferreira e Théry (2006) apontam a proeminência do papel das políticas públicas na estruturação do território, buscando a necessidade de conciliar desenvolvimento e preservação de recursos. Os autores ainda citam que o Brasil, por sua dimensão territorial, e por ser detentor de tantas riquezas naturais e culturais, com extensas áreas a ocupar, recursos a preservar, pobreza e desigualdades sociais a combater, tem grandes desafios a enfrentar neste âmbito.

Ferreira e Théry (2006) ressaltam que, comumente, as atuais políticas públicas desconsideram o espaço e seu papel para a sociedade, anulando a importância do espaço sobre as mesmas e sobre as sociedades.

2.4.1 Zoneamento Ambiental e Lei de Uso e Ocupação do Solo

Segundo Del Prette (2006), o marco do planejamento e gestão ambiental no Brasil foi a criação do zoneamento ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal nº6.938 de 1981. O zoneamento prescreve, por meio de regulamentação, os tipos de uso mais adequados a cada porção do território.

O zoneamento de atividades e usos do território é um instrumento de gestão ambiental e territorial, com função de orientar a distribuição das atividades econômicas, sociais e o uso dos recursos naturais. O zoneamento não é a solução para todos os problemas de gestão, mas sem ele não é possível gerir um território e o uso de sua terra (DEL PRETTE, 2006).

A reafirmação do zoneamento ambiental veio no ano de 2001 com a Lei Federal nº10.257, que instituiu o Estatuto da Cidade, tornando-se requisito essencial para a criação da Lei de Uso e Ocupação do Solo, estabelecendo que o zoneamento ambiental é um dos instrumentos do planejamento municipal (SEGUNDO, 2003).

Conforme Segundo (2003), o zoneamento é apresentado em forma de representação cartográfica de áreas com características homogêneas, elucidando a melhor alternativa para o uso e ocupação do solo. O autor ainda cita que o município possui grande responsabilidade em produzir um zoneamento ambiental

interdisciplinar e metodológico que se expresse, posteriormente, em uma lei de uso e ocupação do solo.

O Decreto Federal nº4.297 de 2002, atualmente, regulamenta o instrumento como Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), que tem como objetivo geral a organização do território através da distribuição espacial das atividades econômicas, considerando a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando necessário, a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais (DEL PRETTE, 2006; BRASIL, 2002).

2.4.2 Estatuto da Cidade

A reforma urbana inaugurada pela Constituição Federal de 1988 em seus artigos 182 e 183 propiciou o surgimento do Estatuto da Cidade (lei nº10.257/2001), que regulamenta estes dois artigos constitucionais e estabelece diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001).

O objetivo do estatuto da cidade é disciplinar a função social da propriedade urbana, a qual foi condicionada pela racionalização dos recursos ambientais, a inoperante política governamental de acesso às habitações populares gerando as grandes favelas, a especulação imobiliária, dentre outros fatores (SEGUNDO, 2003).

De acordo com Fernandes (2006) o Estatuto da Cidade promove a integração entre o direito urbanístico e o direito ambiental, prestando suporte jurídico à ação dos governos municipais empenhados no enfrentamento das graves questões urbanas, sociais e ambientais.

O artigo 39 desta lei cita que:

A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas (BRASIL, 2001).

Em cima desta lei, Fernandes (2006, p.260) salienta que “mais do que nunca, cabe aos municípios promover a materialização do novo paradigma da função social e ambiental da propriedade e da cidade através da reforma da ordem jurídico-urbanística e ambiental municipal.”

Os novos instrumentos urbanísticos, regulamentados pelo Estatuto da Cidade, podem e devem ser utilizados pelos municípios de forma combinada, promovendo a regulação e induzindo ativamente os processos de uso, desenvolvimento e ocupação do solo urbano (FERNANDES, 2006). O autor ainda cita a importância da gestão urbana, chamando atenção à necessidade de os municípios promoverem a integração entre o planejamento, legislação e gestão urbano-ambiental, de forma a democratizar o processo de tomada de decisão.

O Estatuto da Cidade demonstra uma preocupação em efetivar as suas diretrizes. Pensando assim, há inúmeros instrumentos em seu artigo 4º destinados à efetivação do planejamento urbano ambiental, dentre eles pode-se destacar os instrumentos contidos no inciso III:

III - planejamento municipal, em especial: a) plano diretor; b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; c) zoneamento ambiental; d) plano plurianual; e) diretrizes orçamentárias e orçamento anual; f) gestão orçamentária participativa; g) planos, programas e projetos setoriais; h) planos de desenvolvimento econômico e social. (BRASIL, 2001)

Conforme Segundo (2003) os poderes executivos e legislativos municipais realmente preocupados em assegurar a qualidade de vida e o respeito ao meio ambiente terão no Estatuto da Cidade um meio eficaz de realizar seus planos de governo.

2.4.3 Plano Diretor

Prevista no artigo 182 da Constituição Federal de 1988 e regulamentada nos artigos 39 a 42 do Estatuto da Cidade lei nº 10.257/2001, a lei do Plano Diretor é um instrumento fundamental para o planejamento urbano por definir a política de desenvolvimento e expansão urbana, estabelecendo um modelo compatível com a proteção dos recursos naturais, em defesa do bem-estar da população. Daí a relevância de um diagnóstico bem elaborado que orientará a expansão urbana (SEGUNDO, 2003).

Conforme Fernandes (2006, p.259):

Cabe especialmente ao governo municipal promover o controle do processo de desenvolvimento urbano, através da formulação de políticas de ordenamento territorial nas quais os interesses individuais dos proprietários de terras e construções urbanas necessariamente coexistam com os outros interesses sociais, culturais e ambientais de outros grupos e da cidade como um todo.

Schasberg (2006) ressalta que muito embora os instrumentos de política urbana tenham sido regulamentados em 2001, alguns deles já estavam sendo anteriormente aplicados em vários municípios brasileiros, dentre eles pode-se citar a elaboração de alguns planos diretores que, de modo geral, não se constituíram em ferramentas efetivas para o fortalecimento da gestão territorial urbana. O autor relata que a partir da criação do Ministério das Cidades, em 2003, iniciou-se um esforço de revisão da estratégia de apoio à elaboração de planos diretores.

De acordo com Segundo (2003), o conceito de sustentabilidade deve estar presente no plano diretor através da racionalização dos recursos físicos e naturais, abrigando duas ideias fundamentais: a de que existem necessidades a serem supridas e a de que os recursos para supri-las devem ser utilizados de forma racional.

Réus (2010) aponta que o quadro histórico dos Planos Diretores Municipais infelizmente demonstra uma série de problemas, desde seu planejamento até sua implementação que, somados aos interesses de grupos políticos voltados somente ao desenvolvimento econômico, resultam na ineficiência desse instrumento, fazendo do mesmo um instrumento meramente ilustrativo.

2.5 FERRAMENTAS PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL

Réus (2010) cita que o diagnóstico de um ambiente é o ponto de partida para o planejamento e gestão do mesmo, devendo-se ter em mãos metodologias e ferramentas que propiciem a interação da realidade existente no território de forma apropriada, acessível, rápida e dinâmica.

A metodologia que envolve a determinação dos conflitos de uso e ocupação da terra é proposta e apresentada por Poelking et al. (2004), servindo de contribuição à adequação de uso e planejamento racional dos recursos naturais de um ambiente. Esta metodologia determina, especialmente, as áreas que extrapolam sua vocação de uso e que estão contribuindo com mais intensidade para a degradação do ambiente, sendo possível determinar sua adequação.

De acordo com Monguilhott, Guasselli e Sebem (2016), estudos sobre a dinâmica de uso e cobertura da terra estão sendo cada vez mais utilizados, surgindo com isso uma diversidade de metodologias, técnicas e ferramentas associadas às facilidades atribuídas aos aplicativos computacionais disponíveis atualmente.

Com o advento destas metodologias e ferramentas, Moura (2005) indica que o cenário vem migrando da dificuldade em obter dados para o excesso de dados, exigindo do pesquisador boa base conceitual e metodológica para organizá-los e tratá-los, para que os produtos gerados realmente sirvam de subsídios para intervenções positivas na realidade espacial.

Dentro destes subsídios podem ser citados os mapas temáticos de uso e ocupação da terra, que segundo Loch (2006), tem entre as suas aplicações mais importantes o planejamento ambiental e a constituição dos zoneamentos urbanos.

Para o planejamento ambiental, Santos (2004) e Moura (2005) apontam para a importância da representação dos temas no espaço, facilitando a interpretação, integração e manejo das informações por meio da documentação cartográfica, promovendo uma melhor visualização dos fenômenos.

Tais procedimentos servem à geração de produtos diversos que são utilizados como subsídios a pesquisas nas mais variadas áreas do conhecimento. Para Pereira Junior et al. (2014, p.116) “as novas tecnologias de coleta e manuseio de informação espacial podem ser a resposta à gestão municipal, pois subsidiam o processo de tomada de decisão com informações sobre o território.”

2.5.1 Geoprocessamento

Com a automação surgiram diversas ferramentas para capturar, armazenar, processar e apresentar informações espaciais (figura 1). A ligação técnica e conceitual destas ferramentas induziu ao surgimento do geoprocessamento (ROCHA, 2002).

Silva (2007) afirma que geoprocessamento nada mais é do que o uso automatizado de informações que de alguma forma estão vinculadas a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas. O autor ainda cita que o geoprocessamento se apresenta como uma grande ferramenta para resolver os problemas referentes à qualidade das informações necessárias, a organização das mesmas, para a tomada de decisões. Para Moura (2005) ele não se constitui apenas na reprodução de dados geográficos, mas um ganho de conhecimento sobre estes, constituído pela informação.

Segundo Silva (2007), o geoprocessamento é destinado ao processamento de dados georreferenciados desde a sua coleta até a geração de produtos como

mapas, relatórios e arquivos digitais, oferecendo recursos para armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise de dados.

Figura 1 - Definição de geoprocessamento.



Fonte: Silva, 2007.

O geoprocessamento, segundo a maioria dos autores da área, engloba processamento digital de imagens, cartografia digital e os sistemas de informação geográfica. Significa implantar um processo que traga um progresso na representação da Terra, associando a esse ato um novo olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento, que é a informação (MOURA, 2005).

Moura (2005) informa que o geoprocessamento apresenta grande aplicabilidade e enorme de auxílio ao planejamento e gestão territorial. Para Silva e Zaidan (2004), o geoprocessamento tornou possível analisar a geotopologia de um ambiente, ou seja, investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à decisão.

Para Veiga e Silva (2004, p.189), o geoprocessamento permite “a elaboração de planos e estratégias necessários à gestão do território municipal, compatíveis com as características particulares de cada sociedade e do espaço por ela ocupado ou produzido.”

2.5.2 Cartografia

As atividades que envolvem a representação cartográfica e a confecção de mapas são objetos da cartografia. Loch (2006) afirma que na cartografia a informação é intrínseca, e se constitui em objeto principal da cartografia temática.

De acordo com Liu (2007, p.726):

Em geral, por causa da alta heterogeneidade da distribuição espacial de usos do solo, frequentemente, os mapas de base cartográfica são empregados para identificar a localidade, auxiliar a identificação dos objetos de interesse e validação dos métodos de classificação de usos do solo via satélite.

A cartografia está fortemente vinculada ao geoprocessamento, que de acordo com D'alge (1999), utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico.

2.5.2.1 Mapas Temáticos

Segundo Liu (2007) a finalidade básica de um mapa, seja ele digital ou no papel, é fornecer as informações específicas a respeito de determinada área para o usuário.

Os mapas temáticos, são assim denominados por conter informações sobre um tema específico, como os mapas de solos e da vegetação, tendo a função de apontar o que, onde e, como ocorre determinado fenômeno geográfico, aplicando símbolos gráficos para promover a compreensão de diferenças ou semelhanças pelo usuário ao qual é destinado (LOCH, 2006). Liu (2007) ressalta que as temáticas, principalmente, de vegetação e usos do solo devem ser atualizadas com as imagens e aferidas em campo.

Conforme Fitz (2008) a cartografia temática representa uma solução analítica ou explicativa para os produtos cartográficos. Moura (2005) ressalta que pelo fato do mapa ser um modelo, permite diferentes leituras e interpretações, apropriados a visão integrada da questão ambiental, proporcionando uma leitura complexa da realidade, e não apenas uma simples visão linear.

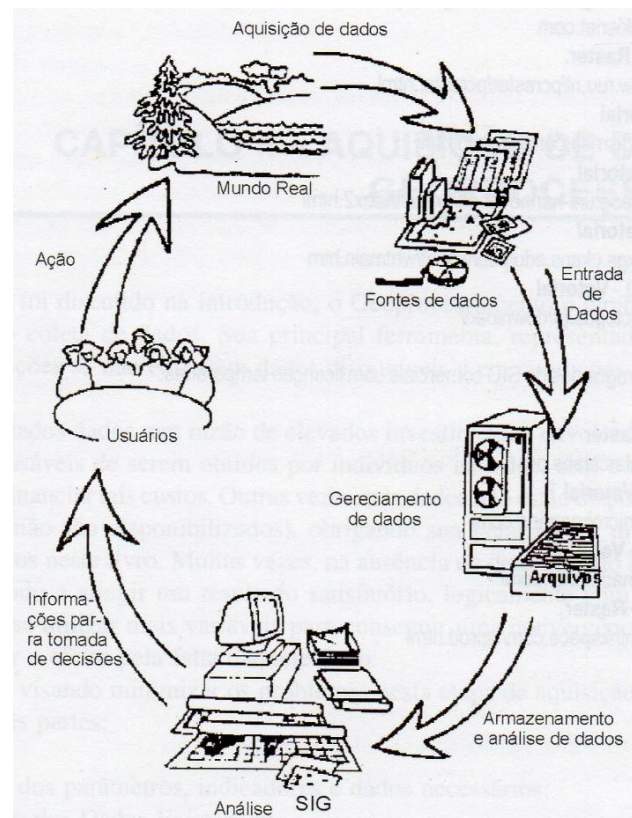
De acordo com Loch (2006), a espacialização das formas de uso da terra, através de mapas temáticos, tem entre suas principais aplicações o planejamento ambiental e a constituição dos zoneamentos urbanos.

2.5.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Segundo Silva (2007), dentre os vários sistemas que compõem o geoprocessamento, o mais importante e difundido, que reúne maior capacidade de processamento e análise de dados espaciais é o SIG.

Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que permitem armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais (figura 2). O principal objetivo do SIG é o suporte à tomada de decisões para gerenciamento do uso da terra, recursos hídricos, ecossistemas aquáticos e terrestres, ou qualquer entidade distribuída espacialmente (SILVA, 2007).

Figura 2 - O SIG como sistema de apoio à decisão.



Fonte: Rocha, 2002.

Fitz (2008) cita que o SIG é compreendido por quatro elementos básicos em sua estrutura, que operam em um contexto institucional: *hardware* (plataforma computacional), *software* (programas, sistemas e módulos vinculados), dados (registros de informações), e profissionais especializados responsáveis pelo projeto.

Já Silva (2007) ainda acrescenta um quinto elemento, os métodos e técnicas, que irão nortear o uso do SIG na solução dos problemas apresentados.

De acordo com Rocha (2002), os *softwares* são módulos que executam as mais variadas funções, no mercado existem inúmeros tipos, dentre eles o ArcGIS. Apesar de existirem muitas variedades de SIG, o objetivo de todos consiste nas transformações geradas entre o mundo real e o meio digital (MIRANDA, 2005).

Para Moura (2005, p.16) o SIG vem se tornando “o principal instrumento de planejamento urbano por possibilitar um retrato mais fiel de sua complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas.” Enfatizando o descrito, a autora ainda relata que o crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações, explica a rápida difusão dos SIGs.

Réus (2010, p.52) salienta que:

A funcionalidade e eficácia desses sistemas podem produzir diagnósticos precisos e subsidiar a identificação e mensuração da ocorrência de conflito do uso do solo, que por sua vez permite verificar as áreas adequadamente ocupadas e as de uso inadequado, e conseqüentemente propor ações para ordenamento e reordenamento do território municipal.

2.5.3.1 Georreferenciamento: Sistemas de Referência e Sistemas de Coordenadas

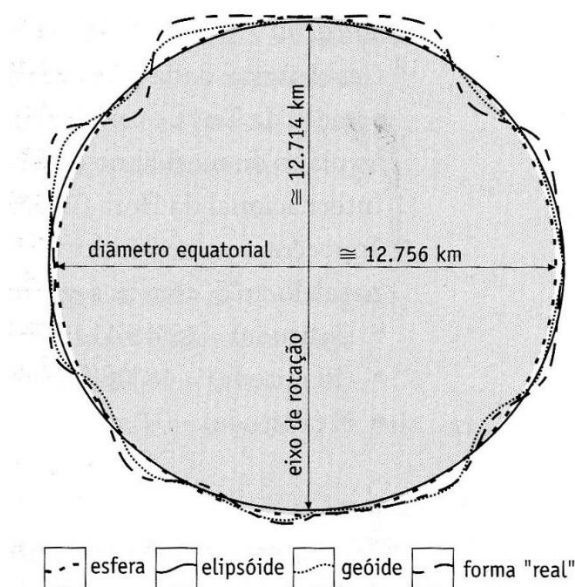
Fitz (2008) ressalta que a utilização de um SIG pressupõe a existência de um banco de dados georreferenciados, ou seja, de dados portadores de registros referenciados a um sistema de coordenadas conhecido, possibilitando uma correspondência com a imagem digital inserida.

Para conseguir formular modelos matemáticos que pudessem representar de forma mais adequada a real superfície da terra foi definido o Datum Geodésico. Este sistema é a correlação entre a superfície de referência (elipsóide) e a forma real da terra (geóide), conforme figura 3, assim o datum é a representação da superfície terrestre que é usada para levantamentos cartográficos georreferenciados (FITZ, 2008).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o sistema de referência é composto por uma figura geométrica representativa da superfície terrestre, posicionada no espaço, permitindo a localização única de cada ponto da superfície em função de suas coordenadas. Segundo Fitz (2008) os sistemas

geodésicos de referência cumprem a função de estabelecer uma relação entre um ponto determinado do terreno e um elipsoide de referência.

Figura 3 - Formas de representação da Terra.



Fonte: Fitz, 2008.

Silva (2007) salienta que para estabelecer qual o sistema de referência, é importante definir qual o Datum (ponto de origem de um sistema de referência) será utilizado para essas coordenadas. Atualmente no Brasil o Datum horizontal utilizado é o SIRGAS2000, que utiliza como referência o Elipsoide Internacional de 1980 (GRS-80). De acordo com Fitz (2008) o sistema SIRGAS leva em consideração o Sistema Internacional de Referência Terrestre (ITRS) e o elipsoide de referência Sistema Geodésico de Referência de 1980 (GRS80).

Desde 25 de fevereiro de 2015, o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil. A transição para este sistema de referência ocorreu entre os anos de 2005 e 2015, e foi estabelecida pela Resolução nº01/2005 do presidente do IBGE. Anterior a este, os sistemas de referência utilizados no Brasil eram o SAD-69 (South America Datum 1969) e o Córrego Alegre.

Segundo Fitz (2008, p.35):

A localização precisa de pontos sobre a superfície da Terra se dá com a utilização de um sistema de coordenadas. Este possibilita, por meio de valores angulares (coordenadas esféricas) ou lineares (coordenadas planas), o posicionamento preciso de um ponto em um sistema de referência.

Os dois sistemas de coordenadas mais utilizados na prática com SIGs são o Sistema de Coordenadas Geográficas, baseado em coordenadas geodésicas, e o Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), baseado em coordenadas plano-retangulares (LIU, 2007; FITZ, 2008).

Com o intuito de estabelecer localizações pontuais no globo terrestre foram criadas as coordenadas geográficas, que é o mais antigo sistema de coordenadas. Estas são linhas imaginárias que são representadas em mapas e cartas cartográficas. Os meridianos e paralelos são as linhas de localização geográfica da terra, onde a cada interseção encontrada caracteriza o ponto de suas coordenadas (ROSA; BRITO, 1996).

O valor da coordenada deve vir acompanhado da indicação do hemisfério correspondente, sendo norte ou sul para latitude, variando de 0 a 90° a partir da linha do Equador, e leste ou oeste para longitude, variando de 0 a 180° a partir do meridiano de Greenwich. A utilização dos sinais “+” ou “-” também são convencionadas, sendo o sinal positivo usado para coordenadas Norte e Leste, e o sinal negativo usado para coordenadas Sul e Oeste (LIU, 2007; FITZ, 2008).

Liu (2007, p.728) cita que “o mapeamento de qualquer distribuição temática na superfície terrestre requer o uso de uma técnica de projeção dos pontos em uma superfície curvada sobreposta à superfície plana do mapa.” O autor ainda afirma que o mapeamento sistemático do Brasil é feito pela projeção cilíndrica transversal, conhecida como *Universal Transverse Mercator* (UTM).

De acordo com Fitz (2008), o maior emprego do sistema UTM se dá pelas facilidades que sua projeção cartográfica apresenta, trabalhando com paralelos e meridianos retos e equidistantes (quadrículas), além de adotar coordenadas métricas. A origem do sistema é estabelecida pelo cruzamento do equador com um meridiano padrão específico, denominado Meridiano Central. Os valores das coordenadas lidas a partir do eixo Norte-Sul de referência vão se reduzindo no sentido sul do eixo, enquanto os valores das coordenadas do eixo Leste-Oeste possuem valores crescentes no sentido leste e decrescentes no sentido oeste.

2.5.3.2 Dados em Estrutura Vetorial (vetor)

Segundo Silva (2007), na representação vetorial os limites das características são definidos por uma série de pontos, que, quando interligados com retas, formam a representação gráfica daquela característica.

A estrutura vetorial é composta por três primitivas gráficas (pontos, linhas e polígonos) e utiliza um sistema de coordenadas para a sua representação. Enquanto os pontos são representados por apenas um par de coordenadas, as linhas e os polígonos são representados por um conjunto de pares delas (FITZ, 2008).

Silva (2007) salienta que os vetores funcionam bem quando as condições espaciais do mundo real podem ser precisamente definidas como linhas ou limites, tendo como principal atrativo as funções de gerenciamento de banco de dados. O autor explica que os sistemas vetoriais são mais eficientes no armazenamento de dados de mapas porque eles armazenam somente os contornos das características e não o que está dentro desses contornos.

O formato vetorial aplica-se melhor às áreas de cartografia e engenharia pela sua coerência na representação do mundo real, definindo com precisão posições e dimensões (SILVA, 2007).

2.5.3.3 Dados em Estrutura Matricial (raster)

Com o sistema raster, a representação gráfica das características e dos atributos que elas possuem são armazenados em arquivos de dados unificados (SILVA, 2007).

De acordo com Fitz (2008) esta estrutura de dados é representada por uma matriz de n linhas e m colunas, na qual cada célula, denominada pixel (elemento de imagem), apresenta um valor. Produtos advindos do sensoriamento remoto, como imagens de satélites, além de mapas digitalizados, utilizam essa forma de armazenamento, onde cada pixel é referenciado pelos números da linha e da coluna que ocupa na malha, e apresenta um par de coordenadas planas e/ou geográficas.

Cada pixel está associado a uma parcela quadrada da superfície da Terra. Portanto, a resolução, ou escala dos dados raster, está na relação entre o tamanho do pixel no banco de dados e o da célula no solo (SILVA, 2007).

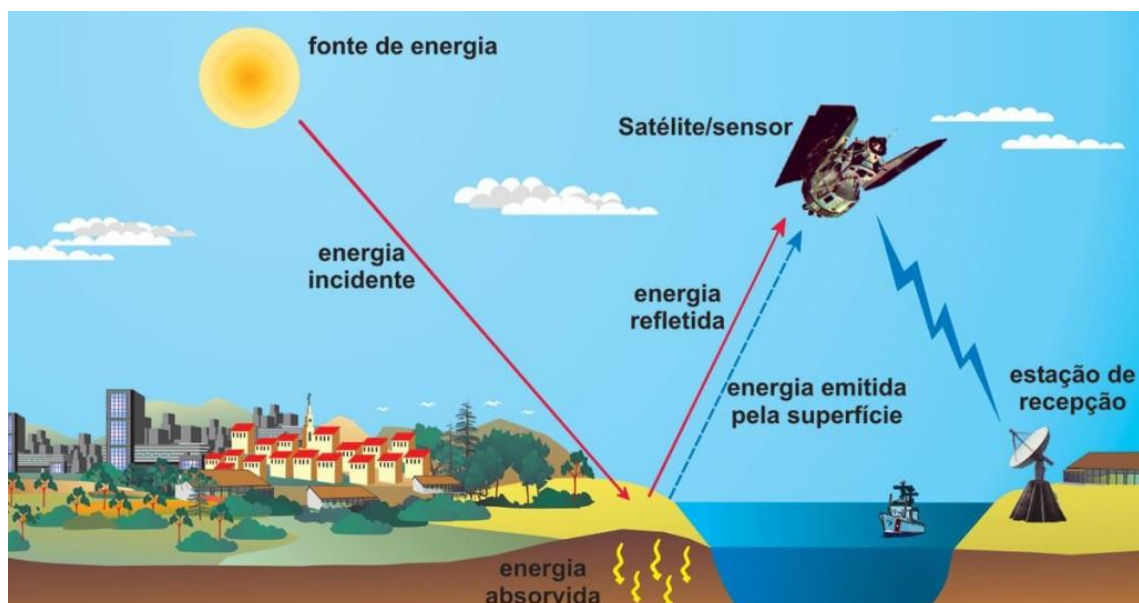
Segundo Silva (2007) a estrutura raster tem mais poder analítico do que o sistema vetorial em análises de espaço contínuo, e são excelentes para avaliar modelos ambientais tais como as cartas de uso e ocupação do solo.

2.5.4 Sensoriamento Remoto

Vários autores vêm empregando análises temporais através de dados obtidos por sensoriamento remoto, a fim de detectar mudanças na paisagem de determinada região. Nesta perspectiva, Pereira et al. (1994) complementam que nas últimas décadas, o sensoriamento remoto tornou-se uma importante fonte de informações para monitorar os recursos naturais da Terra, devido à possibilidade de se adquirirem dados sobre grandes extensões geográficas.

Pode-se conceituar sensoriamento remoto como a técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre (figura 4). Além de levantamentos aéreos, os produtos de sensoriamento remoto podem ser obtidos por meio de imageadores acoplados em satélites artificiais colocados na órbita terrestre (FITZ, 2008).

Figura 4 - Representação dos principais componentes do sensoriamento remoto.



Fonte: <https://blogdaengenharia.com>

Para Liu (2007) sensoriamento remoto é definido como uma técnica de aquisição e de aplicações das informações sobre um objeto sem nenhum contato físico com ele, através da captação das energias eletromagnéticas. O autor ainda aponta que o conhecimento das propriedades e comportamento da radiação eletromagnética é fundamental no campo do sensoriamento remoto.

Para Fonseca apud Palmeira (2013) a utilização do sensoriamento remoto no mapeamento do uso da terra de uma dada área tem papel fundamental, pois oferece a oportunidade da realização de um inventário sistemático da superfície terrestre, ao discriminar, em classe, a categorização dos diferentes usos da terra.

A autora ainda salienta que a técnica de sensoriamento remoto é uma importante ferramenta na obtenção de dados básicos e espaciais, por possibilitar a realização de tarefa de proteção ambiental, auxiliar em decisões de planejamento, e fornecer estruturas básicas para a observação do meio ambiente.

2.5.4.1 Satélites e Sensores

Os satélites artificiais são plataformas estruturadas para suportar o funcionamento de instrumentos de diversos tipos, que quando utilizados para fins de observação da Terra possuem um sistema de sensores capazes de produzir imagens da superfície terrestre em várias bandas simultaneamente (SILVA, 2007). O autor ainda cita que os satélites da série Landsat possuem três sensores responsáveis pela captação do espectro eletromagnético referente à região do visível, compostas pelas três cores reais, R – vermelho, G – verde, B – azul.

Existem dois tipos de satélites, os geoestacionários, ou geossincronizados, e os satélites de órbita polar, ou solarsincronizados. Os satélites geoestacionários permanecem fixos sobre um ponto geográfico da superfície da Terra de tal maneira que se sincronizem com sua rotação. Satélites empregados à comunicação e à meteorologia são exemplos destes. Já os de órbita polar circulam de pólo a pólo, cruzando o plano da linha do Equador, e são empregados no monitoramento dos recursos ambientais, como é o caso da série Landsat (LIU, 2007).

Sensores, de acordo com Fitz (2008), podem ser entendidos como dispositivos capazes de captar a energia eletromagnética refletida ou emitida por uma superfície qualquer e registrá-la na forma de dados digitais diversos (imagens,

gráficos, etc.), que são passíveis de serem armazenados, manipulados e analisados por meio de *softwares* específicos.

Fitz (2008) aponta que os sensores podem ser classificados como ativos ou passivos, quanto à origem da fonte de energia. Os sensores ativos são aqueles que possuem uma fonte de energia própria, emitindo e captando a sua reflexão. Já os sensores passivos não possuem fonte própria de energia, necessitando de fontes externas para a captação da reflexão dos alvos.

Em relação à classificação quanto ao produto gerado, Fitz (2008) relata que os sensores remotos podem ser denominados como não-imageadores e imageadores. Os não-imageadores traduzem os dados coletados sob a forma de gráficos e dados digitais diversos, enquanto que os sensores imageadores traduzem a informação coletada na forma de uma imagem, semelhante a uma fotografia.

Segundo Liu (2007) as informações obtidas através dos sensores presentes nos satélites da série Landsat, que teve a sua primeira versão lançada ao espaço no ano de 1972, tem como uma de suas principais aplicações o acompanhamento dos usos do solo. Atualmente, duas das 8 missões realizadas estão ainda em operação (quadro 1), a Landsat 7 e a Landsat 8 (USGS, 2016).

Quadro 1 – Características dos satélites Landsat.

Satélite	Landsat 1	Landsat 2	Landsat 3	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 6	Landsat 7	Landsat 8
Lançamento	23/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999	11/03/2013
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	Inativo	Inativo (05/10/1993)	Ativo	Ativo
Órbita	Polar, heliossíncrona							
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	705 km	705 km	705Km
Inclinação	99,2°	99,2°	99,2°	98,2°	98,2°	98,2°	98,2°	98,2°
Tempo de Duração da Órbita	103,3 min	103,3 min	103,3 min	99 min	99 min	98,9 min	98,9 min	98,9 min
Horário de Passagem	9:30 AM	9:30 AM	9:30 AM	9:45 AM	9:45 AM	10:00 AM	10:00 AM	10:00
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias
Tempo de Vida Projetado	1 ano	1 ano	1 ano	3 anos	3 anos	s.d.	5 anos	n.d.
Instrumentos Sensores	<u>RBV</u> e <u>MSS</u>	<u>RBV</u> e <u>MSS</u>	<u>RBV</u> e <u>MSS</u>	<u>MSS</u> e <u>TM</u>	<u>MSS</u> e <u>TM</u>	<u>ETM</u>	<u>ETM+</u>	<u>OLI</u> e <u>TIRS</u>

Fonte: Adaptado de USGS (<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>).

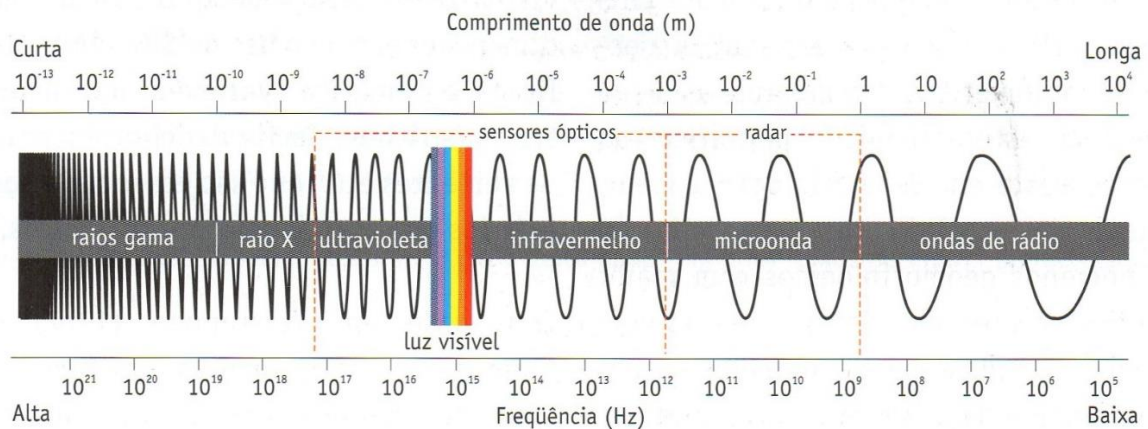
As aplicações possíveis com as imagens dos satélites Landsat são variadas, sendo utilizadas em pesquisas sobre mudanças globais, agricultura, silvicultura, geologia, mapeamento da cobertura do solo, recursos hídricos, estudos costeiros e mapeamento de temperatura da superfície (USGS, 2016).

2.5.4.2 Radiação Eletromagnética

De acordo com Florenzano (2002) os objetos de interesse na superfície da terra, como a vegetação, a água, o solo e todo tipo de obra construída pelo homem, refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda (figura 5), conforme as propriedades físicas e composições químicas dos elementos constituintes desses objetos.

A principal fonte de radiação eletromagnética para o sensoriamento remoto da superfície terrestre é o Sol. A energia irradiada pela fotosfera (superfície aparente do Sol) é também a principal fonte de radiação eletromagnética no sistema solar (NOVO, 1998).

Figura 5 – Espectro da radiação eletromagnética.



Fonte: Florenzano, 2008.

Rocha (2002) cita que as interações entre a radiação eletromagnética e os objetos variam ao longo do espectro eletromagnético, e que para a obtenção de tais informações, a radiação eletromagnética é o meio pelo qual os dados do objeto chegam ao sensor, e, por meio da sua frequência, intensidade e polarização, transformam-se em informação, servindo assim de apoio às tomadas de decisão.

2.5.4.3 Resoluções das Imagens

Segundo Menezes (2012) uma forma de se abordar as potencialidades de um sensor é pelo dimensionamento de suas resoluções. O autor cita que na prática, a detecção ou identificação de um objeto nas imagens de sensoriamento remoto

determinada por quatro diferentes formas de medições: 1) pela área do campo de visada do sensor (resolução espacial); 2) pelo comprimento de onda das bandas (resolução espectral); 3) pelos valores numéricos da medida da radiância do alvo (resolução radiométrica); 4) e pela data em que a imagem foi tomada (resolução temporal).

A resolução espacial determina o tamanho do menor objeto que pode ser identificado em uma imagem. Por definição, um objeto só pode ser detectado caso a resolução espacial da imagem seja igual ou maior que seu tamanho (MENESES, 2012).

A resolução espectral refere-se à capacidade do sensor em obter imagens em diferentes regiões do espectro eletromagnético ao mesmo tempo, envolvendo três parâmetros diferentes de medida: 1) o número de bandas que o sensor possui; 2) a largura em comprimento de onda das bandas; 3) as posições que as bandas estão situadas no espectro eletromagnético (MENESES, 2012).

As imagens de radar e satélite, em função de suas possibilidades de resolução espectral, permitem uso de ferramentas mais sofisticadas para sua manipulação e interpretação (FITZ, 2008).

Resolução radiométrica é a medida da intensidade de radiância realizada pelos detectores na área de cada pixel unitário. Ela define o número de níveis de radiância que o detector pode discriminar. Maior será a resolução radiométrica, quanto maior for a capacidade do detector para medir as diferenças de intensidades dos níveis de radiância (MENESES, 2012).

A resolução temporal refere-se à frequência que o sensor revisita uma área e obtém imagens periódicas ao longo de sua vida útil, sendo fundamental para acompanhar ou detectar a evolução ou mudanças que ocorrem na Terra, principalmente para alvos mais dinâmicos, desmatamentos, desastres ambientais, tendo forte impacto no monitoramento ambiental (MENESES, 2012).

2.5.4.4 Processamento, Interpretação Digital e Classificação de Imagens Digitais

As técnicas de processamento digital de imagens (PDI) têm por objetivo a manipulação, a partir de procedimentos computacionais que permitem o realce de feições espaciais, impossíveis de serem obtidas antes pelos métodos analógicos, de modo a tornar os detalhes contidos nas imagens mais perceptíveis ao usuário

(PALMEIRA, 2013). No mesmo contexto, Silva (2007) salienta que o processamento digital de imagens tem como função primordial fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração da informação contida nas imagens.

A interpretação visual de imagens de satélite baseia-se na percepção do intérprete, o qual, segundo Fitz (2008), deverá estar familiarizado com a área de estudo. O autor ressalta que características dos elementos contidos nas imagens, como a forma, tamanho, textura, padrão de distribuição, sombreamento, tonalidade, coloração, entre outros, são aspectos considerados fundamentais para uma boa análise da área levantada, podendo ser determinantes na identificação deste elemento.

Conforme Fitz (2008, p.129) “a classificação de uma imagem nada mais é do que a identificação de determinados elementos nelas presentes pela associação de cada um de seus pixels a uma determinada classe preestabelecida.”

Silva (2007, p.103) afirma que:

Classificação é o processo de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e é utilizado em sensoriamento remoto para mapear áreas da superfície terrestres que correspondem aos temas de interesse.

Silva (2007) ainda cita que as técnicas de classificação de imagens de sensoriamento remoto atuam sobre uma determinada cena, considerando suas várias bandas espectrais. Fitz (2008) ressalta que a classificação de imagens permite a criação de imagens virtuais da área para a realização de um posterior cruzamento das informações obtidas, ou mesmo para a elaboração de mapas temáticos.

Os métodos de classificação de imagens podem ser supervisionados ou não pelo operador. O método supervisionado faz uso da capacidade interpretativa do técnico, o qual definirá determinados parâmetros com base no seu conhecimento da área de trabalho, garantindo o sucesso da classificação. Já o método não-supervisionado é utilizado para atividades que não se tem acesso nem conhecimento da área trabalhada, neste caso o próprio software procurará estabelecer padrões específicos nos pixels que compõem a imagem, implicando incertezas quanto aos produtos gerados (SILVA, 2007; FITZ, 2008).

Segundo Meneses e Sano (2012) não há nenhuma restrição ao número de classes a serem classificadas nos métodos supervisionados, é requerido apenas que o analista faça uma seleção de classes bem distintas porque, caso contrário, no final da classificação ocorrerá muita confusão entre as classes.

Liu (2007) afirma que entre os métodos supervisionados, o método da Máxima Verossimilhança, ou MAXVER, vem sendo o mais utilizado na classificação de imagens digitais. Este classificador, conforme Meneses e Sano (2012) considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

De acordo com Silva (2007) e Fitz (2008) esse classificador avalia as probabilidades, utilizando a média e a covariância, que um determinado pixel amostrado tem de pertencer às classes identificadas e o designa àquela cuja a probabilidade é maior. Isso significa que para um pixel na posição x do espaço multiespectral, um conjunto de probabilidades são computadas e que dão as possibilidades relativas do pixel pertencer a cada classe disponível (MENESES; SANO, 2012).

Fitz (2008, p.134) apresenta os procedimentos básicos para a realização da classificação através do método MAXVER:

- 1) escolhem-se polígonos delimitadores para cada uma das classes consideradas;
- 2) é estabelecido um relacionamento entre as feições designadas pelos polígonos e as porções por eles abarcadas na imagem;
- 3) é definida uma determinada probabilidade de um dado pixel externo aos polígonos pertencer as suas respectivas classes;
- 4) o software executa as operações e gera um mapa temático com as classes específicas.

Uma das últimas etapas da classificação de imagens é a da validação dos resultados da classificação. O que se busca nessa etapa é avaliar a acurácia da classificação, por meio de um cálculo de medida de precisão dos resultados, possibilitando a atribuição de um nível de confiança à imagem classificada (SILVA, 2007; MENESES; SANO 2012).

Meneses e Sano (2012, p.207) define que:

A acurácia é normalmente expressa em termos de índices que são calculados a partir de matrizes de erros que expressam a concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referência. A matriz de erros compara, classe por classe, a relação entre os dados de verdade terrestre (dados de referência) e os correspondentes resultados da classificação.

De acordo com Silva (2007), o mais conhecido e indicado método de avaliação dos resultados para classificações temáticas é o índice de Kappa (K).

Cohen apud Dassoller, Miranda e Neves (2018) afirma que este índice considera a proporção de amostras corretamente classificadas, correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representadas pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes.

3 METODOLOGIA

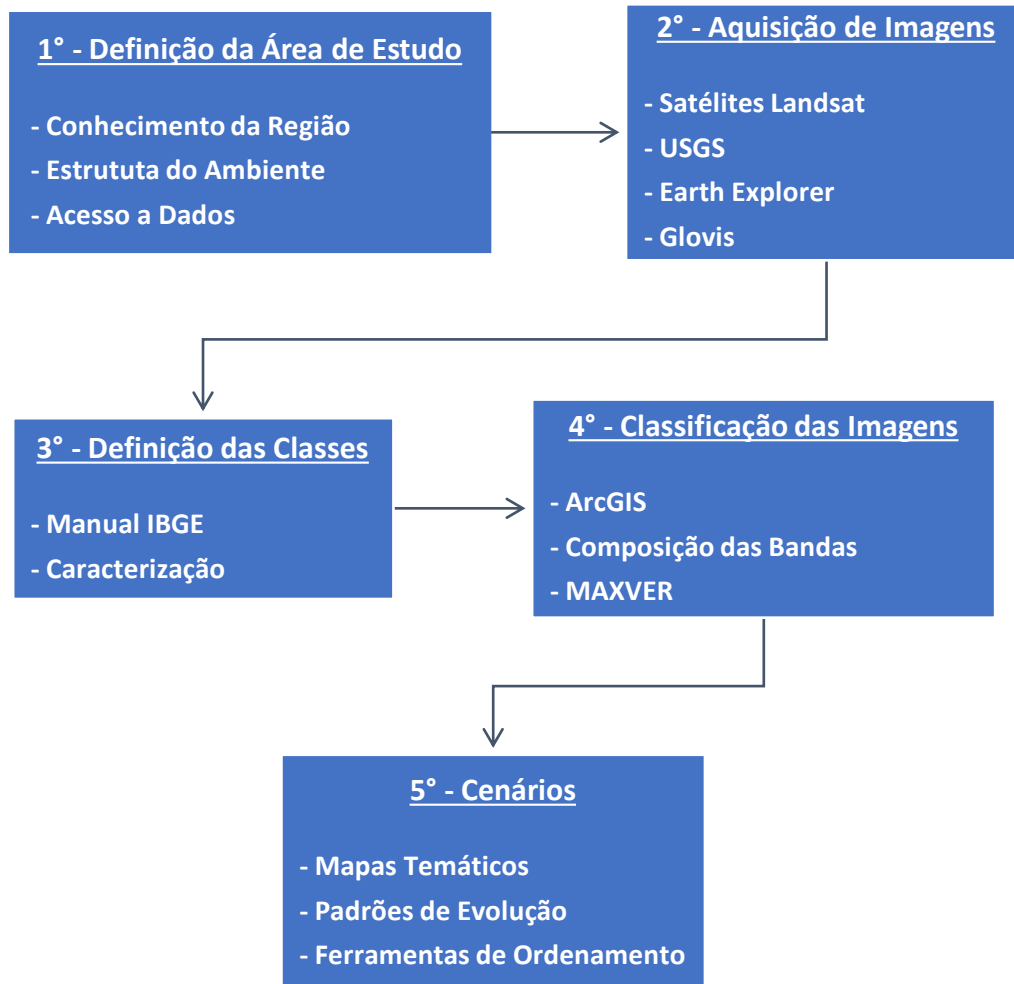
O trabalho em questão trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, pelo fato de fazer uso de informação para criar produtos que servirão de subsídio para futuras discussões referentes a gestão e planejamento territorial e ambiental, com uma abordagem quali-quantitativa, pois ao mesmo tempo que aplica-se uma caracterização de determinada área quanto aos seus tipos de uso e ocupação da terra, a ferramenta aplicada faz a quantificação das amostras através de métodos estatísticos, onde será realizada uma análise da evolução da proporcionalidade das diferentes classes e subclasses adotadas.

Com relação aos objetivos a serem alcançados a mesma pode ser classificada como exploratória, descritiva e explicativa. Exploratória pois ela possibilita aumentar o conhecimento do pesquisador sobre os fatos, permitindo a formulação mais precisa de problemas, como é a questão da busca pela informação dos tipos de uso e cobertura da terra na área de estudo. Para Oliveira (2011) os estudos exploratórios, geralmente, são úteis para diagnosticar situações, explorar alternativas ou descobrir novas ideias.

Descritiva pelo fato de ter como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis, como citado por Oliveira (2011).

E explicativa, que segundo Oliveira (2011), aprofunda o conhecimento da realidade, pois tenta explicar a razão e as relações de causa e efeito dos fenômenos, neste caso referente ao uso da terra.

Figura 6 – Fluxograma da metodologia adotada.



Fonte: Autor, 2018.

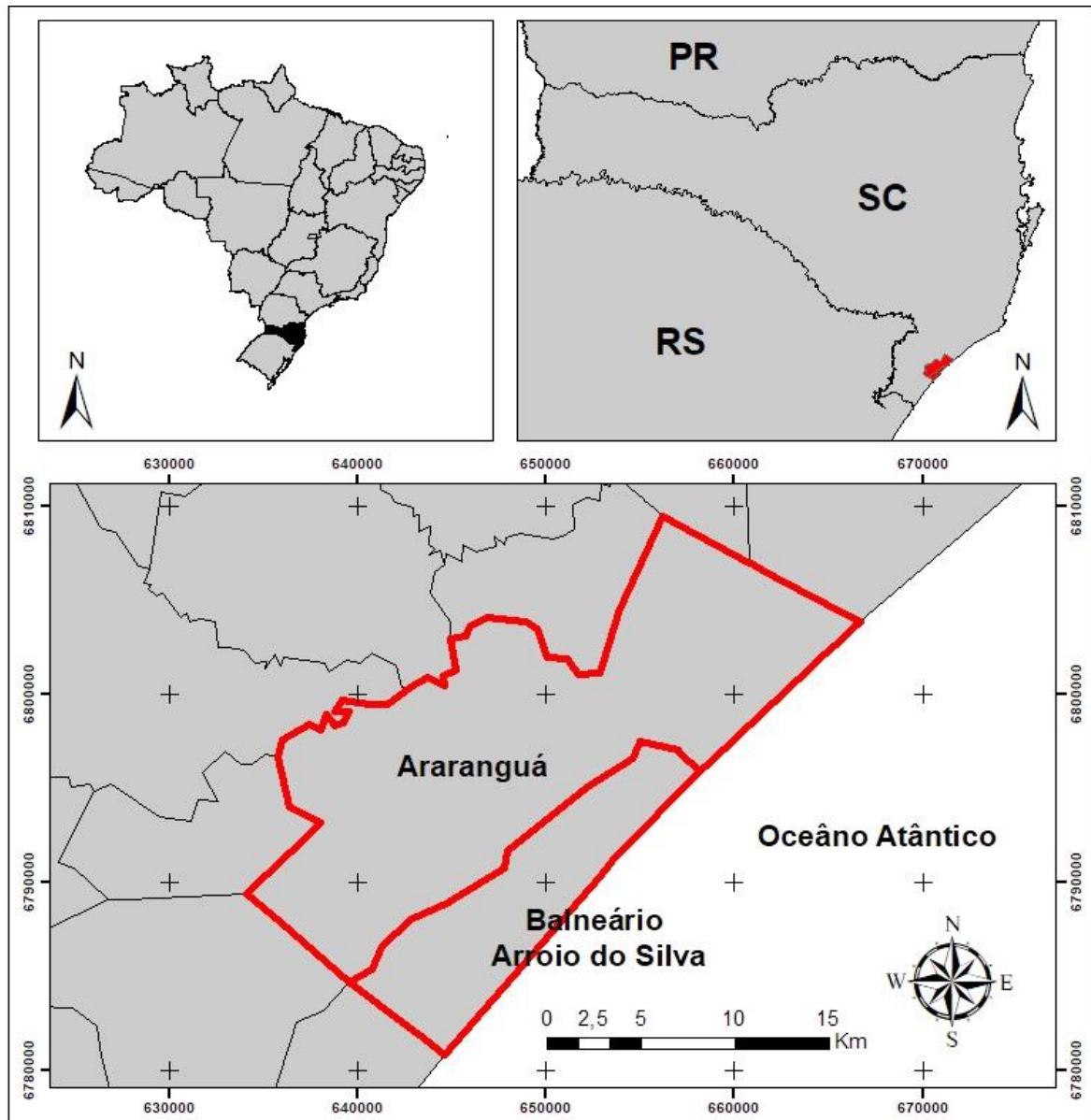
3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo definida para o presente trabalho abrange a totalidade dos municípios de Araranguá e Balneário Arroio do Silva. Como pode ser visto na figura 7, estes municípios estão localizados no litoral sul do estado de Santa Catarina, fazendo parte da região administrativa da AMESC – Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense, e estão inseridos na bacia hidrográfica do rio Araranguá em sua maior parte, porém contribuem também para a bacia hidrográfica do rio Mampituba.

O município de Araranguá, segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2010), possui uma população de 61.310 habitantes, distribuídos nos seus 303,9 km² de área, sendo que cerca de 82% desta população encontra-se residindo nas áreas urbanas da cidade. Balneário Arroio do Silva por sua vez, apresentou no Censo Demográfico

(IBGE, 2010) uma população de 9.586 habitantes, distribuídos ao longo dos seus 93,8 km² de área.

Figura 7 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo o IBGE, o órgão responsável pelos cálculos de estimativa da população, para o ano de 2018, o município de Araranguá deve possuir cerca de 67.580 habitantes, enquanto que Balneário Arroio do Silva possui uma estimativa populacional de aproximadamente 12.700 habitantes.

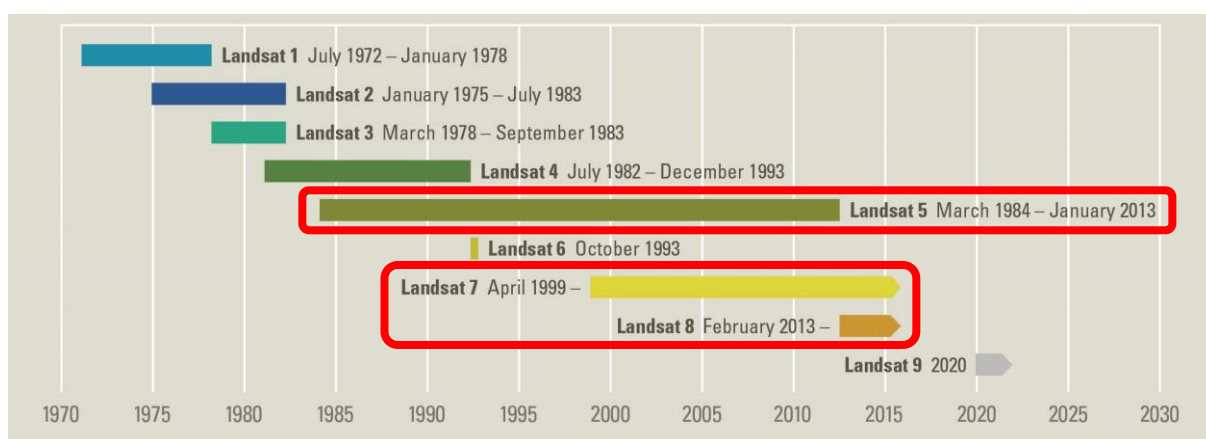
A área de estudo abrange uma porção litorânea, composta pelo município de Balneário Arroio do Silva e uma parte do município de Araranguá, a qual recebe

um grande aporte populacional nos meses de verão. A porção mais interiorizada da área de estudo, pertencente a Araranguá, é o principal centro urbano da região, atraindo cada vez mais habitantes para seu entorno, em função do aumento das atividades econômicas e oportunidades oferecidas.

3.2 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

Para realização da análise evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra utilizou-se as imagens orbitais dos satélites da série Landsat (figura 8), fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – *United States Geological Survey*) nos endereços eletrônicos <https://earthexplorer.usgs.gov/> e <https://glovis.usgs.gov/>.

Figura 8 – Delimitação dos satélites utilizados para aquisição das imagens.



Fonte: Adaptado de USGS, 2016.

Os anos escolhidos para execução da análise proposta foram 1985, 2003 e 2018, sendo que as imagens são provenientes dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente.

Tabela 1 – Características das imagens utilizadas.

Ano	Satélite	Sensor	Bandas RGB	Resolução Espacial	Data da Passagem
1985	Landsat 5	TM	3, 2 e 1	30 m	06 de maio
2003	Landsat 7	ETM+	3, 2 e 1	30 m	14 de abril
2018	Landsat 8	OLI/TIRS	4, 3 e 2	30 m	17 de maio

Fonte: Autor, 2018.

Foram utilizadas 3 imagens com intervalos de tempo que, com o conhecimento de alguns eventos da área de estudo, como a elaboração ou revisão do Plano Diretor, puderam demonstrar uma evolução significativa na questão do uso e cobertura da terra entre as mesmas.

3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS E MAPAS TEMÁTICOS

A classificação das imagens foi realizada com base na classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança (MAXVER), utilizando-se a combinação das bandas do espectro do visível (R-red, G-green, B-blue). Desta forma, como pode ser visto na tabela 1, para as imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 7, provenientes de sensores do tipo TM (*Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) respectivamente, foram utilizadas as bandas 1 (azul), 2 (verde) e 3 (vermelho), enquanto que para a imagem do satélite Landsat 8, proveniente de sensores do tipo OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), foram utilizadas as bandas 2 (azul), 3 (verde) e 4 (vermelho).

Para a classificação supervisionada, foi necessário ser feita a coleta de amostras em cada uma das imagens. As amostras são representativas de cada classe temática identificada na imagem a partir do conhecimento prévio da área de estudo.

As classes temáticas de uso e cobertura da terra utilizadas para a classificação das imagens foram definidas e adaptadas a partir do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), onde a mesma é dividida em três níveis: Classes (Nível I), Subclasses (Nível II) e Unidades (Nível III). Esta classificação aplicada aos métodos de geoprocessamento das imagens resultará em mapas temáticos, que subsidiarão as discussões propostas.

As classes e subclasses adotadas no presente trabalho, assim como suas respectivas definições e representações podem ser observadas a seguir:

- a) **Água:** engloba os corpos hídricos de maior representatividade, como lagos, lagoas (figura 9), rios e oceano.

Figura 9 – Representação de ambiente classificado como água.



Fonte: Autor, 2018.

b) **Área Urbanizada:** contempla as áreas dominadas pelas edificações e estruturas sociais (figura 10), como os centros urbanos, vilas, complexos industriais, etc.

Figura 10 – Representação de uma área considerada urbanizada.



Fonte: Autor, 2018.

c) **Área Agrícola (rizicultura):** abrange as áreas destinadas exclusivamente ao cultivo de arroz (figura 11).

Figura 11 – Representação de uma área agrícola destinada à rizicultura.



Fonte: Autor, 2018.

d) **Área Agrícola / Pastagem:** acerca as áreas destinadas aos demais tipos de cultivos temporais, como fumo, milho e mandioca, além dos campos de pastagem cobertos por gramíneas destinados à criação de animais, ou sem nenhum uso específico (figura 12).

Figura 12 – Representação de uma área agrícola associada à pastagem.



Fonte: Autor, 2018.

e) **Remanescente Florestal:** contempla as áreas de fragmentos remanescentes de vegetação característica da Mata Atlântica (figura 13).

Figura 13 – Representação de uma área com remanescente florestal.



Fonte: Autor, 2018.

- f) **Reflorestamento:** engloba as áreas destinadas à atividade econômica relativa ao plantio de espécies arbóreas como o eucalipto e o pinus (figura 14).

Figura 14 – Representação de uma área de reflorestamento.



Fonte: Autor, 2018.

- g) **Dunas:** abrange as formações de dunas livres e vegetadas (figura 15), assim como a faixa de praia.

Figura 15 – Representação de uma área de dunas.



Fonte: Autor, 2018.

As ferramentas computacionais utilizadas para a classificação das imagens e geração dos mapas temáticos estão presentes no módulo ArcMap do *software* ArcGIS, versão 10.4, desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*).

Após a finalização da edição, as classes de cobertura e uso da terra constituintes da área de estudo foram quantificadas, através da calculadora de atributos do ArcGIS.

Para melhor visualização da evolução espaço-temporal dos principais tipos de uso e cobertura do solo encontrados na área de estudo, os mesmos foram representados individualmente em forma de tabelas, indicando suas áreas de abrangência, possibilitando uma melhor análise do padrão de evolução.

A análise espaço-temporal foi realizada através da avaliação da dinâmica das classes ao longo dos 33 anos que separam a imagem mais antiga da mais recente utilizada, cartografada nos mapas temáticos gerados e nos valores apresentados pelas classes de cobertura e uso da terra da área de estudo.

Os mapas temáticos referentes ao uso e cobertura da terra da área de estudo podem ser observados no decorrer da discussão do presente trabalho, assim como no Apêndice A, onde estão associados as respectivas imagens de satélite utilizadas para a aplicação do método de classificação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

As classificações do uso e cobertura da terra, obtidas a partir do geoprocessamento de imagens de satélites, são apresentadas neste capítulo na forma de figuras e tabelas, facilitando assim a visualização da evolução espaço-temporal das mesmas.

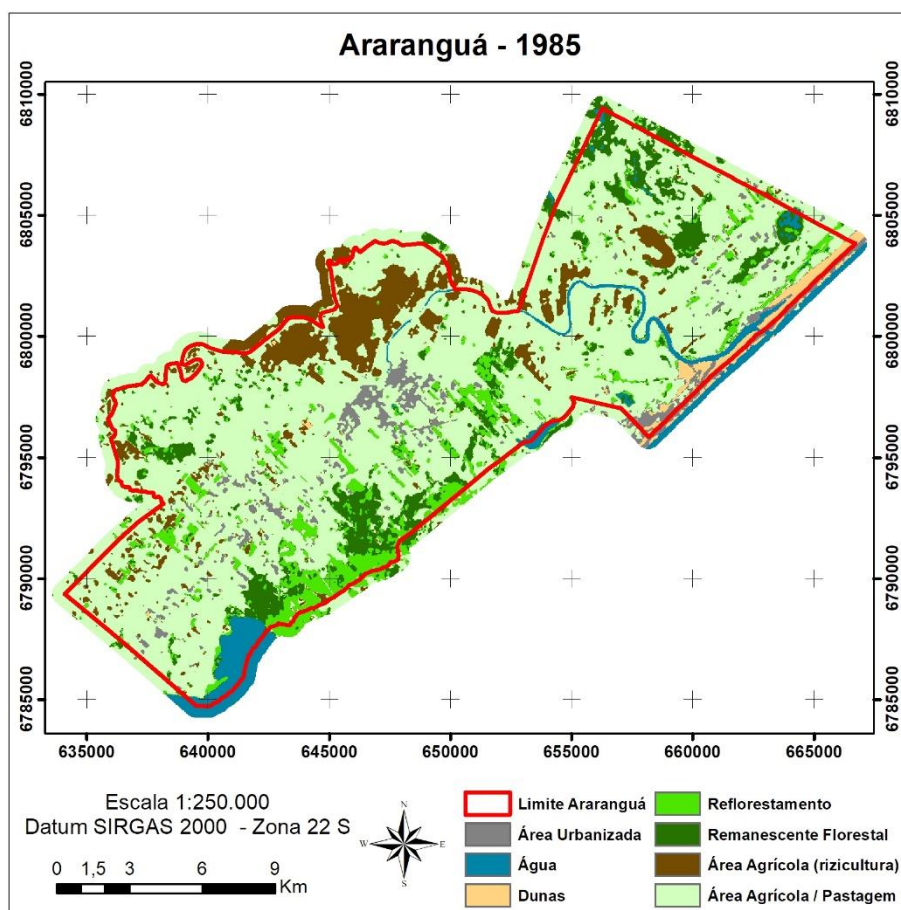
A explanação dos resultados obtidos será feita separadamente para os dois municípios que constituem área de estudo, porém no Apêndice A é possível observar as imagens de satélite utilizadas e suas respectivas classificações de uso e cobertura da terra, para os dois municípios de forma agrupada, organizadas lado a lado para uma análise mais ilustrativa.

4.1 ARARANGUÁ

Na figura 16 é apresentada a classificação para o uso e cobertura da terra no município de Araranguá no ano de 1985. Na mesma é possível notar que a maior parte da área é destinada à agricultura de cultivos temporais, principalmente fumo, milho e mandioca, assim como áreas de pastagem, utilizadas para a alimentação de animais ou campos sem uso específico.

Nota-se que a área agrícola destinada ao cultivo de arroz (rizicultura), representa uma pequena parte do território do município em questão, cerca de 9%, quando comparada aos demais tipos de cultivos somadas às áreas de pastagem, que representa aproximadamente 66% do mesmo (tabela 2), e concentra-se nas regiões mais próximas a corpos hídricos, principalmente do rio Araranguá, devido ao fato de ser uma cultura que depende de uma grande quantidade de água no seu ciclo de produção, e do tipo de solo mais propício nestas áreas.

Figura 16 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 1985 para o município de Araranguá.



Fonte: Autor, 2018.

Como pode ser visto na figura 16, e na tabela 2, a área classificada como urbanizada para este ano era bem reduzida, representando 3,7% da área total do município. Entre os anos de 1980 e 1991, datas de realização de censos demográficos pelo IBGE, Araranguá passou de 33.685 para 48.415 habitantes respectivamente, dos quais aproximadamente 85% residiam nas áreas urbanas.

Tabela 2 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 1985 para o município de Araranguá.

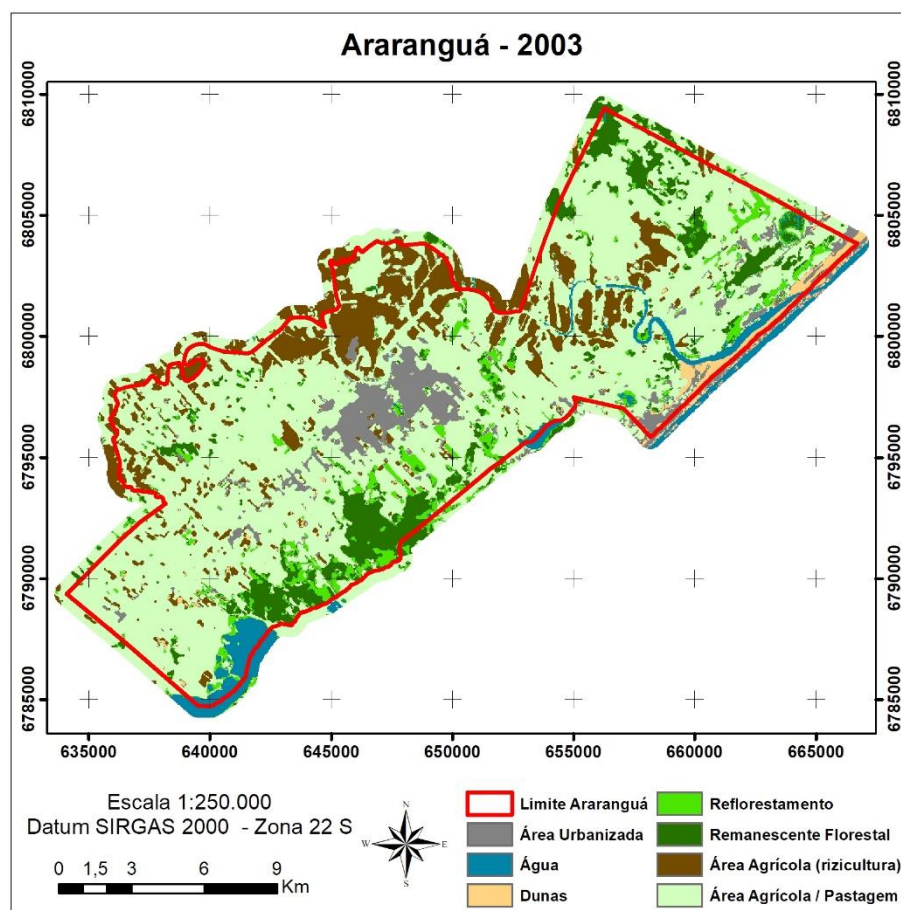
Araranguá - 1985			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	1118,59	11,19	3,7
Água	890,05	8,90	2,9
Dunas	460,41	4,60	1,5
Reflorestamento	2518,11	25,18	8,3
Remanescente Florestal	2660,97	26,61	8,8
Área Agrícola (rizicultura)	2700,02	27,00	8,9
Área Agrícola / Pastagem	19974,17	199,74	65,9
Total	30322,32	303,22	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Na classificação referente ao ano de 2003 (figura 17) é notório o aumento e o adensamento das áreas consideradas urbanizadas, com destaque para o principal centro urbano da cidade, uma vez que as demais são representadas por pequenas comunidades. Na mesma figura é possível notar o surgimento de novas áreas urbanizadas, que se deram, principalmente, nas mediações do trecho da rodovia federal BR-101, que atravessa o território do município em questão.

O censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2000 apontou uma população de 54.706 habitantes para o município de Araranguá, sendo que cerca de 82% desta estava concentrada nas áreas consideradas urbanas. Esta porcentagem da população encontrava-se distribuída em 6,4% do total do território (tabela 3).

Figura 17 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2003 para o município de Araranguá.



Fonte: Autor, 2018.

O decréscimo das áreas relativas à agricultura temporal (fumo, milho e mandioca) e à pastagem, é explicada, principalmente, pela utilização das mesmas para a expansão urbana ocorrida, assim como para o aumento das áreas destinadas à rizicultura, que passaram a representar 12,2% do total da área do município, conforme tabela 3.

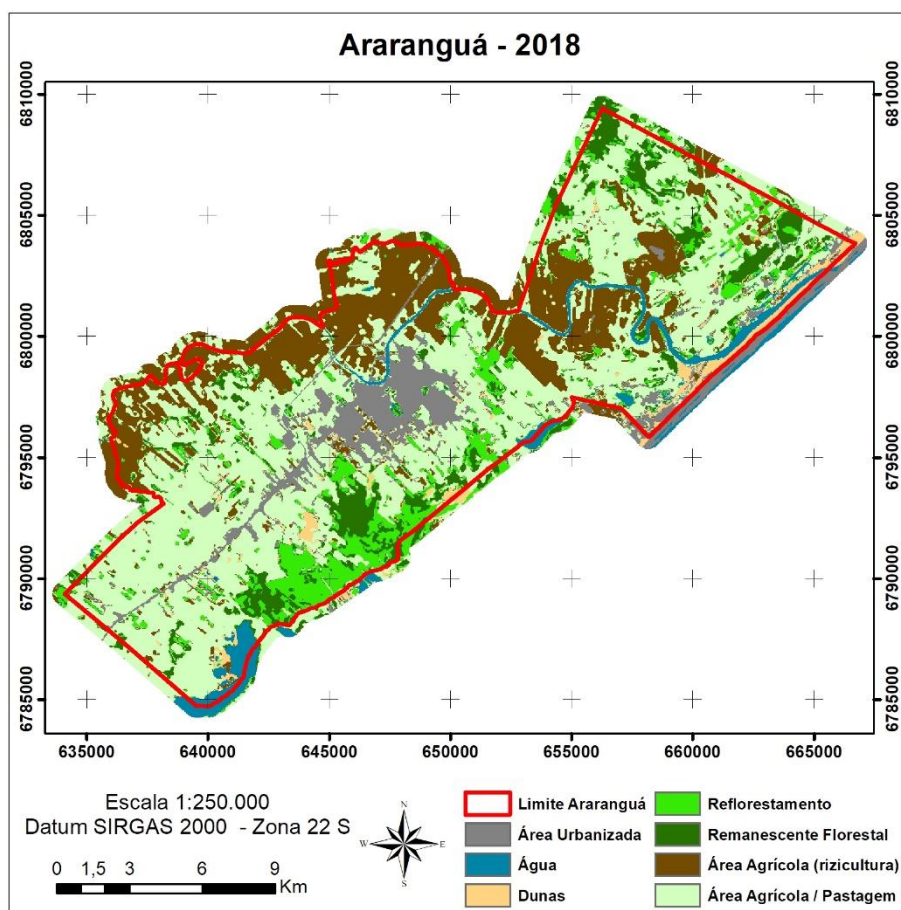
Tabela 3 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2003 para o município de Araranguá.

Araranguá - 2003			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	1946,94	19,47	6,4
Água	804,02	8,04	2,7
Dunas	453,69	4,54	1,5
Reflorestamento	1569,66	15,70	5,2
Remanescente Florestal	2735,24	27,35	9,0
Área Agrícola (rizicultura)	3688,19	36,88	12,2
Área Agrícola / Pastagem	19124,58	191,25	63,1
Total	30322,32	303,22	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Conforme é observado na figura 18, para o ano de 2018 observa-se um grande aumento das áreas destinadas à rizicultura, passando a mesma a representar 19,1% do total da área do município, atividade esta que é a principal força econômica na região a qual Araranguá está inserida, abrangendo praticamente toda a área no entorno do rio Araranguá e de seus dois afluentes, como pode ser observado na imagem de satélite para o ano de 2018 apresentada no Apêndice A. Assim como relatado anteriormente, esta expansão resultou uma contínua supressão das áreas que antes eram destinadas à agricultura temporária e à pastagem, que agora abrangem 49,1% do território municipal (tabela 4), sendo potencializada ainda, pelo aumento do centro urbano e surgimento de novas comunidades.

Figura 18 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2018 para o município de Araranguá.



Fonte: Autor, 2018.

As áreas urbanizadas passaram a representar 7,9% do território de Araranguá, conforme tabela 4, dobrando seu percentual quando comparado ao ano de 1985. Este crescimento foi acompanhado pela população da cidade, uma vez que a mesma praticamente dobrou quando comparados os períodos analisados, passando de cerca de 34.000 para aproximadamente 67.000 habitantes, conforme os censos demográficos e cálculos de estimativas populacionais realizados pelo IBGE. Nesta classificação fica ainda mais evidente o surgimento de novas comunidades nas mediações de umas das principais rodovias do país, a BR-101.

Tabela 4 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2018 para o município de Araranguá.

Araranguá - 2018			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	2390,84	23,91	7,9
Água	1068,01	10,68	3,5
Dunas	865,73	8,66	2,9
Reflorestamento	2662,29	26,62	8,8
Remanescente Florestal	2647,61	26,48	8,7
Área Agrícola (rizicultura)	5794,60	57,95	19,1
Área Agrícola / Pastagem	14893,24	148,93	49,1
Total	30322,31	303,22	100,0

Fonte: Autor, 2018.

As demais classes representadas nos mapas temáticos (água, dunas, reflorestamento e remanescente florestal) ilustrados anteriormente, de maneira geral, não apresentaram grandes mudanças em relação à área ocupada dentro do território do município de Araranguá ao longo dos anos considerados, como pode ser visto mais claramente ao analisarmos na tabela 5.

No caso das áreas relativas aos corpos hídricos existentes, a pequena variação observada na tabela 5 é resultado de variáveis climáticas, uma vez que as imagens de satélite utilizadas na classificação podem ter sido obtidas em diferentes padrões de pluviosidade, resultando em uma menor área dos lagos e lagoas devido a estiagens, ou em uma maior área dos mesmos corpos hídricos em um período mais chuvoso.

Os rios classificados não corroboram tanto com esta pequena variação observada, uma vez que o fluxo contínuo dos mesmos, em direção à foz junto ao oceano Atlântico, em épocas mais chuvosas, fazem com que sua área de influência mantenha-se praticamente constante, mesmo para os rios mais caudalosos, como o caso do rio Araranguá e os dois afluentes que o formam. De maneira geral, estas áreas consideradas como corpos hídricos correspondem a cerca de 3% da cobertura do município.

Tabela 5 – Síntese da quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra para o município de Araranguá.

Araranguá			
Classe	% Área		
	1985	2003	2018
Área Urbanizada	3,7	6,4	7,9
Água	2,9	2,7	3,5
Dunas	1,5	1,5	2,9
Reflorestamento	8,3	5,2	8,8
Remanescente Florestal	8,8	9,0	8,7
Área Agrícola (rizicultura)	8,9	12,2	19,1
Área Agrícola / Pastagem	65,9	63,1	49,1
Total	100,0	100,0	100,0

Fonte: Autor, 2018.

As áreas de reflorestamento e remanescentes florestais, de certa forma, estão associadas quanto aos locais de ocorrência. A constância observada em suas respectivas áreas de abrangência também pode estar relacionada com época da imagem de satélite utilizada, uma vez que o reflorestamento de caráter econômico de espécies como o eucalipto e o pinus são feitos de ciclos, podendo ter maior ou menor área de indivíduos plantados e desenvolvidos dependendo da época.

Já os remanescentes florestais, apesar de apresentarem uma área considerável, e praticamente constante, de aproximadamente 9% da cobertura do município, também sofrem alterações durante o tempo. Observa-se que a uma supressão dos pequenos fragmentos caracterizados por este tipo de vegetação, para dar lugar a áreas agrícolas e de reflorestamento, porém existe uma facilitação ao desenvolvimento das áreas mais adensadas deste tipo de ambiente, que estão associadas às mediações das grandes lagoas existentes, principalmente à lagoa do Caverá e suas áreas úmidas, situada no extremo sul do município, assim como aos morros observados na área em questão, principalmente na porção mais ao norte.

Como pode ser visto nas figuras que ilustram as classificações de uso e cobertura da terra para o município de Araranguá, as áreas de dunas, por serem formações associadas ao ambiente litorâneo, estão limitadas à região mais a nordeste da área em questão, a qual é banhada pelo oceano Atlântico, e onde encontra-se a foz do rio Araranguá.

Apesar de se conhecer o fato do desenvolvimento urbano nesta região litorânea durante o período analisado, principalmente no Morro dos Conventos,

contribuindo para um decréscimo das áreas de dunas, principalmente as vegetadas, as áreas relativas a este tipo de ambiente mantiveram-se constantes, como ser visto nas tabelas apresentadas. Este fato é explicado devido à semelhança da tonalidade dos *pixels* relativos às áreas dominadas pela formação de dunas vegetadas, com os *pixels* concernentes às áreas agrícolas e de pastagem em sua maioria, desta forma, o *software* e o método utilizados causaram um erro de classificação. Assim as porções caracterizadas na classe referente às dunas compreenderam apenas as dunas livres de vegetação e a faixa de praia, as quais realmente não sofrem variação neste local devido às barreiras físicas que as impedem de migrar e aumentar sua área de abrangência.

Estas inconsistências existentes entre a classificação gerada através dos métodos utilizados em relação ao ambiente real, devido, principalmente, a esta semelhança na tonalidade dos *pixels*, podem ser melhor visualizadas no Apêndice A, onde são organizadas lado a lado as imagens de satélite utilizadas e seus respectivos mapas temáticos de classificação de uso e cobertura da terra.

É conhecido e observado que o município de Araranguá vem apresentando um crescimento urbano considerável ao longo do tempo, alavancado pelo aumento constante da população, que além do aumento natural por conta da taxa de natalidade, recebe a contribuição de pessoas e famílias vindas de outras cidades menos desenvolvidas em busca de melhores oportunidades e condições de vida. Este fato vem levado ao adensamento e expansão do principal centro urbano da cidade e das comunidades adjacentes, com a construção de prédios na região central, caracterizando um crescimento vertical, e o surgimento de novos loteamentos nos arredores da cidade, principalmente nas áreas adjacentes à rodovia BR-101 como citado anteriormente, devido à localização das maiores indústrias responsáveis pelas oportunidades de empregos e pelo valor mais reduzido de lotes e moradias.

Diante deste fato, assim como o da intensa atividade agrícola, que também é responsável por descaracterizar os ambientes naturais, municípios como Araranguá, que possuem uma população acima de 20.000 habitantes tem a obrigatoriedade, perante a lei, de constituírem um Plano Diretor, este que é a principal ferramenta do Poder Público Municipal para a execução da política de desenvolvimento urbano e a ordenação do território, de forma a proporcionar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade (moradia, lazer, circulação, trabalho) para o bem-estar de seus habitantes.

As macrozonas e as zonas implantadas pela Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo, como parte integrante do Plano Diretor Municipal de Araranguá, em sua última revisão e atualização no ano de 2014, assim como deve ser, englobam as principais atividades e ambientes encontrados no município, como as áreas de desenvolvimento urbano, turístico, industrial, atividades rurais e de conservação ambiental, como pode ser observado no Anexo A. Porém este macrozoneamento e o zoneamento mais detalhado (Anexos B e C) vem sendo alterado com o passar dos anos, nas reformulações do Plano Diretor Municipal, caracterizando um não cumprimento integral destas limitações apresentadas por cada zona e macrozona estipuladas em lei. Com a pressão, principalmente, do desenvolvimento urbano, estes limites estipulados vêm sofrendo alterações a cada atualização e revisão desta ferramenta de gestão do território, como a exclusão ou redução de algumas zonas de proteção ambiental e a criação de zonas menos rígidas quanto aos usos permitidos, permissíveis e proibidos, que de certa maneira acabam por descaracterizar o real objetivo deste instrumento de ordenação do território.

Além destas zonas apresentadas no Plano Diretor Municipal de Araranguá, no ano de 2016, foram assinados três decretos referente à criação de três Unidades de Conservação (UC) para a porção litorânea do município. Este processo foi capitaneado pela pasta ambiental do município, dentro das discussões do Projeto Orla. Este projeto é uma ação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, no âmbito da sua Secretaria do Patrimônio da União (SPU), sendo responsável pela gestão integrada da orla marítima, tendo como objetivo o ordenamento e utilização sustentável dos espaços da zona costeira.

Cada uma das UCs criadas foram enquadradas em uma categoria diferente, sendo uma Área de Proteção Ambiental (APA), denominada APA da Costa de Araranguá (Anexo D), através do Decreto nº7828/2016, abrangendo uma área de 3.213,17 hectares, um Monumento Natural (MONA), designada Monumento Natural Morro dos Conventos (Anexo E), por meio do Decreto nº7829/2016, compreendendo uma área de 280,20 hectares, e uma Reserva Extrativista (RESEX), denominada Reserva Extrativista do Rio Araranguá (Anexo F), através do Decreto nº7830/2016, abarcando uma área de 566,53 hectares. Uma quarta UC, pertencente à categoria Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), fazia parte do mesmo projeto, porém não foi aprovada junto aos decretos que regulamentaram as demais.

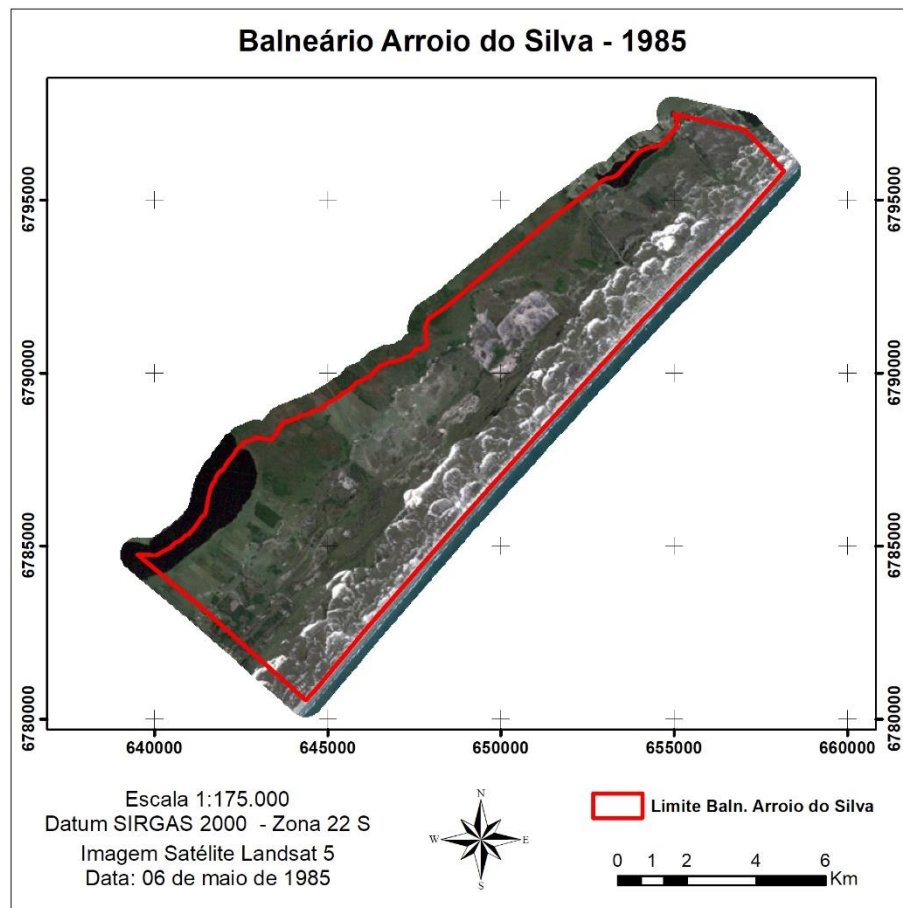
Cada uma destas categorias de UC apresenta suas limitações e possibilidades quanto ao uso das suas áreas e recursos. A iniciativa do governo municipal em criar as UCs visou disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais desta região costeira do município, uma vez que ambientes com tais características apresentam-se mais frágeis quanto a pressão antrópica.

4.2 BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA

Pelo fato do município de Balneário Arroio do Silva estar inserido, em sua totalidade, na zona costeira, o mesmo apresenta padrões diferentes quanto a predominância das classes de uso e cobertura da terra, assim como a evolução das mesmas, quando comparados aos do município de Araranguá descrito anteriormente.

Para o ano de 1985 é possível observar na figura 19 que as duas classes dominantes são as dunas, vegetadas em sua maior parte, e as áreas identificadas como campos de pastagem.

Figura 19 – Imagem de satélite utilizada para a classificação do ano 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.

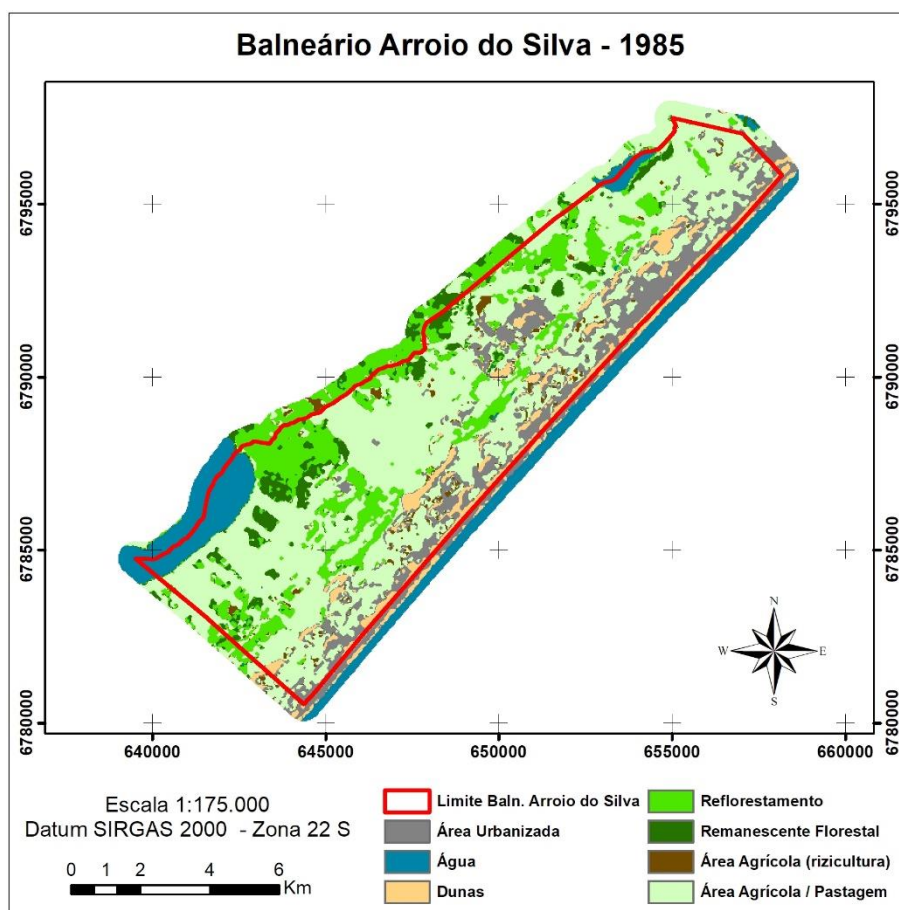


Fonte: Autor, 2018.

Mesmo ficando claramente ilustrada a grande área abrangida pelas formações de dunas, principalmente vegetadas, através da imagem de satélite apresentada na figura 19, a classificação realizada aponta que para o ano de 1985 esta classe representa uma pequena porção do território do município, conforme mostra a figura 20.

Desta forma, a classificação apresentada na figura 20 apresenta um superdimensionamento substancial da área considerada urbanizada, uma vez que a mesma, na realidade vista na figura 19, concentra-se apenas na região mais a Nordeste do território do município analisado, estando em um estado inicial de ocupação, e consequentemente um subdimensionamento das áreas de dunas.

Figura 20 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.



Fonte: Autor, 2018.

Ainda que a tabela 6 quantifique área relativa à rizicultura, não se observa este tipo de uso da terra em Balneário Arroio do Silva devido as características do ambiente não serem adequadas para este tipo de atividade.

Tabela 6 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 1985 para o município de Balneário Arroio do Silva.

Balneário Arroio do Silva - 1985			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	1290,76	12,91	13,6
Água	388,20	3,88	4,1
Dunas	554,26	5,54	5,8
Reflorestamento	1457,20	14,57	15,3
Remanescente Florestal	455,03	4,55	4,8
Área Agrícola (rizicultura)	178,44	1,78	1,9
Área Agrícola / Pastagem	5199,61	52,00	54,6
Total	9523,49	95,23	100,0

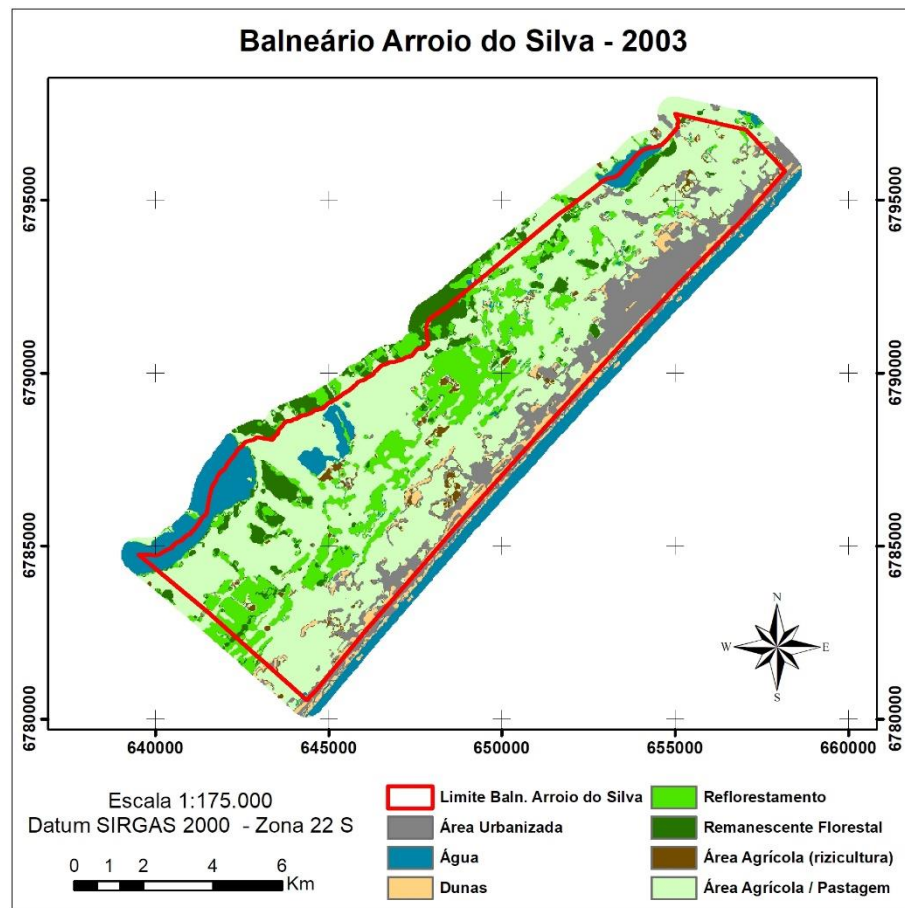
Fonte: Autor, 2018.

Mesmo as áreas de pastagem estando superdimensionadas na classificação apresentada na figura 20 e na tabela 6, esta, de fato, é uma classe que abrange uma área substancial no território analisado. As áreas de reflorestamento por pinus e eucalipto são bem caracterizadas por esta classificação, assim como os fragmentos de remanescentes florestais, correspondendo a 15,3% e 4,8% da cobertura total do município, respectivamente.

Na classificação referente ao ano de 2003 (figura 21) a área urbanizada passou a ser melhor caracterizada, deixando de ser superdimensionada, indicando um adensamento do principal centro urbano e uma expansão da ocupação tanto no sentido longitudinal à costa, com o surgimento de novas comunidades e loteamentos, quanto no sentido transversal, com a ampliação da ocupação do centro urbano para zonas mais afastadas da costa.

O censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2000 contabilizou uma população de 6.043 habitantes, dos quais 95% desta residiam nas áreas consideradas urbanas, representada por 13,1% do total da área do município, conforme mostra tabela 7.

Figura 21 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2003 para o município de Balneário Arroio do Silva.



Fonte: Autor, 2018.

Para esta classificação realizada as áreas de pastagem continuam sendo superdimensionadas pelo fato de abrangerem também as regiões cobertas pelas dunas vegetadas, porém, do mesmo jeito que para o ano de 1985, elas são a classe de cobertura da terra mais representativa do território indicado.

Tabela 7 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2003 para o município de Balneário Arroio do Silva.

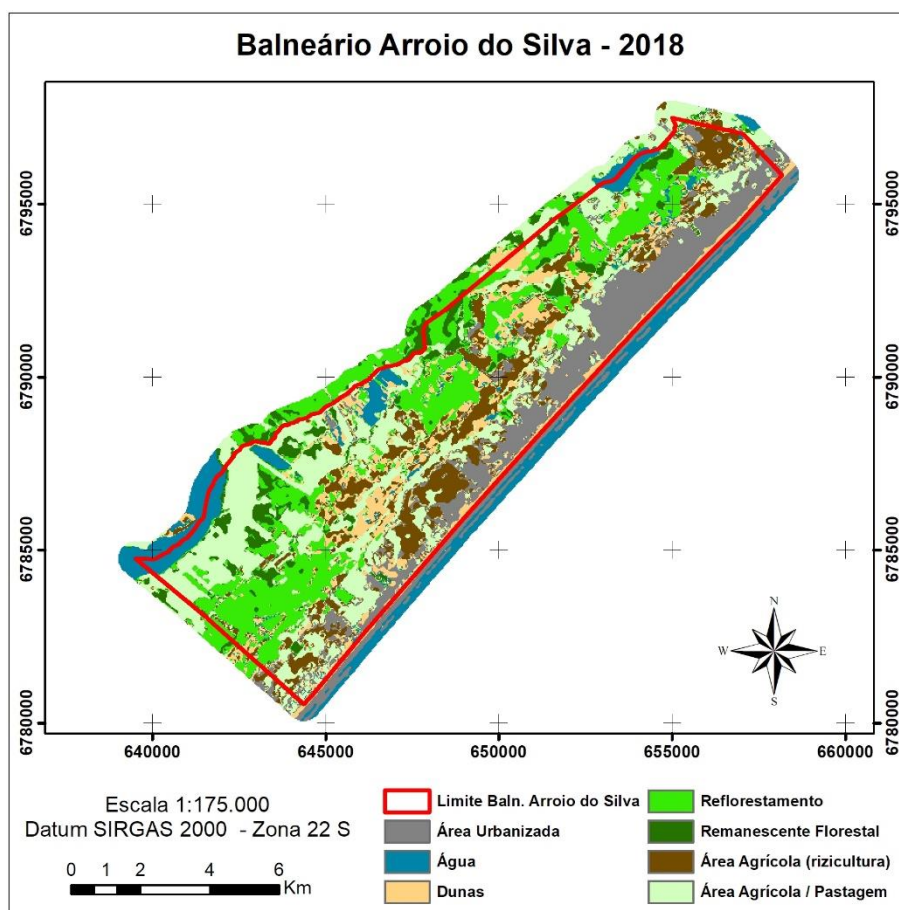
Balneário Arroio do Silva - 2003			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	1250,53	12,51	13,1
Água	487,12	4,87	5,1
Dunas	340,11	3,40	3,6
Reflorestamento	1414,78	14,15	14,9
Remanescente Florestal	467,44	4,67	4,9
Área Agrícola (rizicultura)	171,63	1,72	1,8
Área Agrícola / Pastagem	5391,88	53,92	56,6
Total	9523,49	95,23	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Para o ano de 2018, devido a mudança da tonalidade dos pixels referentes a algumas áreas de pastagem e das áreas de dunas vegetadas, a classificação realizada (figura 22) passou a interpretar esses tipos de cobertura como áreas de rizicultura, superdimensionando esta última citada em uma região que a ocorrência deste tipo de atividade é inexistente.

Por outro lado, a caracterização das áreas urbanizadas e das extensões direcionadas ao reflorestamento apontam para um cenário do que realmente se observa quando analisamos as imagens de satélite apresentadas no Apêndice A.

Figura 22 – Mapa de classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2018 para o município de Balneário Arroio do Silva.



Fonte: Autor, 2018.

É possível observar na figura 22 o grande desenvolvimento da área urbanizada, que atualmente abriga cerca de 90% da população do município, que no censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2010 era de 9.586 habitantes, e que para o presente ano estima-se que seja em torno de 12.700 pessoas com moradia fixa em Balneário Arroio do Silva. Esta área urbanizada atualmente corresponde a 16,4% do total da área do município (tabela 8).

Tabela 8 – Quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra em 2018 para o município de Balneário Arroio do Silva.

Balneário Arroio do Silva - 2018			
Classe	Área (ha)	Área (km²)	%
Área Urbanizada	1561,80	15,62	16,4
Água	483,36	4,83	5,1
Dunas	1183,49	11,83	12,4
Reflorestamento	1919,38	19,19	20,2
Remanescente Florestal	522,62	5,23	5,5
Área Agrícola (rizicultura)	1339,24	13,39	14,1
Área Agrícola / Pastagem	2513,61	25,14	26,4
Total	9523,49	95,23	100,0

Fonte: Autor, 2018.

As áreas relativas aos corpos hídricos existentes no município analisado são caracterizadas pelas lagoas presentes no mesmo. Estas podem sofrer pequena variação temporária em suas extensões conforme o regime pluviométrico da época a qual a imagem foi obtida, mas de forma geral seus valores referentes à cobertura do território permanecerão constantes (tabela 9).

As principais áreas de remanescentes florestais estão associadas às mediações destas lagoas existentes, ou apresentam-se em formas de pequenos fragmentos isolados. A constância da taxa de cobertura referente a esta classe pode-se dar pelo fato de que ao mesmo tempo que um fragmento é suprimido, as áreas de maior concentração de remanescente florestal podem estar se desenvolvendo, uma vez que as mesmas encontram-se em locais mais propícios para que isto ocorra.

Apesar da tabela 9 não corroborar com isto, fato que já foi explicado anteriormente, no município é inexistente a ocorrência de atividade agrícola destinada à rizicultura, e quase que inexistente o cultivo de culturas temporais, como fumo, milho e mandioca. Nas áreas indicadas na classificação o que predomina são os campos de pastagem.

Tabela 9 – Síntese da quantificação das áreas por classe de uso e cobertura da terra para o município de Balneário Arroio do Silva.

Balneário Arroio do Silva			
Classe	% Área		
	1985	2003	2018
Área Urbanizada	13,6	13,1	16,4
Água	4,1	5,1	5,1
Dunas	5,8	3,6	12,4
Reflorestamento	15,3	14,9	20,2
Remanescente Florestal	4,8	4,9	5,5
Área Agrícola (rizicultura)	1,9	1,8	14,1
Área Agrícola / Pastagem	54,6	56,6	26,4
Total	100,0	100,0	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Ainda que a semelhança na tonalidade dos *pixels* subdimensione as áreas de dunas vegetadas, é possível observar no Apêndice A que a expansão urbana deste município suprimiu grandes áreas deste tipo de ambiente, restando apenas a porção mais ao sul, que ainda encontra-se preservada. Assim como na classificação realizada para o município de Araranguá a classe referente às dunas limitou-se em caracterizar apenas as porções cobertas pelas dunas livres e a faixa de praia.

Este tipo de ocorrência, assim como o grande aporte na população que esta região recebe durante as temporadas de verão, ou seja, uma área de especial interesse turístico, o município se enquadra na obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor, visando o desenvolvimento urbano e a ordenação do território, garantindo o bem-estar da população.

O primeiro Plano Diretor adotado pelo governo municipal foi o pertencente ao município de Araranguá, uma vez que Balneário Arroio do Silva era um distrito de Araranguá que veio a se emancipar. Porém as diferenças nas características dos ambientes que compõem cada município, e as aspirações de desenvolvimento, fizeram com que o governo municipal deste elaborasse seu próprio Plano Diretor, abordando os aspectos condizentes com sua realidade.

Atualmente este plano diretor está sofrendo uma revisão, que de certa forma, acompanhará os moldes das revisões feitas nos Plano Diretor de Araranguá, no que diz respeito à inserção de novas zonas menos restritivas, à exclusão de zonas mais restritivas, ou à alteração de limites e usos já existentes, afim de contemplar essa grande expansão urbana que vem ocorrendo no município.

5 CONCLUSÃO

Para o município de Araranguá o estudo apresenta uma potencialidade para o uso da terra relacionado às atividades agrícolas, principalmente para as voltadas à rizicultura, uma vez que esta apresentou um crescimento substancial ao longo do período analisado, relacionado às áreas adjacentes ao rio Araranguá, responsável pela drenagem de uma das principais bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina.

A área agrícola referente aos cultivos temporais e à pastagem, apesar de ainda ser a classe de maior cobertura e uso da terra do município de Araranguá, vem apresentando uma redução considerável de sua extensão em função do crescimento da atividade de rizicultura e da expansão urbana observada.

O desenvolvimento da área urbanizada de Araranguá se deu com o adensamento do núcleo inicial observado e a expansão do mesmo nos sentidos Leste e Sul, impulsionado pelo trecho de uma das rodovias mais importantes do país que cruza o território do município, a BR-101, e pelas oportunidades de emprego que este fato proporciona à região de influência, assim como na porção litorânea do município com o desenvolvimento urbano na região do Morro dos Conventos e da expansão da comunidade de Ilhas, onde encontram-se as principais concentrações de dunas livres.

Balneário Arroio do Silva por sua vez, como toda área litorânea, apresentou um crescimento urbano muito acelerado, que apesar de apresentar uma população fixa pouco considerável, recebe um aporte muito grande de habitantes na temporada de verão, justificando o substancial desenvolvimento da área urbanizada observado no presente trabalho.

A expansão urbana do município de Balneário Arroio do Silva além de ocorrer no sentido noroeste, para zonas mais afastadas da costa, se deu também de forma longitudinal à costa, acarretando na supressão de grandes áreas que antes eram cobertas por dunas vegetadas.

Para futuros trabalhos que visem analisar mais detalhadamente a expansão das áreas urbanizadas sugere-se a utilização de composição de bandas que resultam em uma falsa cor que destaque mais esta classe de uso e cobertura da terra.

Os remanescentes florestais encontrados na área de estudo como um todo, estão relacionados, principalmente, às mediações dos recursos hídricos encontrados na região, assim como aos pequenos morros inseridos no território analisado.

O reflorestamento por pinus e eucalipto, espécies exóticas, é uma atividade econômica bem difundida no uso da terra de ambos os municípios, podendo ser encontrada nas regiões mais arenosas, e ocorrendo de forma cíclica e em áreas bem definidas.

A lagoa do Caverá, um importante corpo hídrico presente na área de estudo, a qual encontra-se em uma área de fronteira entre os municípios de Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Sombrio e Balneário Gaivota, apresenta um decréscimo significativo na sua área superficial, o que pode ser explicado pela constante pressão antrópica exercida em seu entorno, uma vez que demais corpos hídricos encontrados na área de estudo não apresentaram diminuição tão acentuada nos mesmos períodos analisados, descaracterizando uma possível explicação pela imagem classificada ter sido obtida em épocas distintas em relação ao regime pluviométrico.

Os municípios inseridos na área de estudo possuem Plano Diretores elaborados com o intuito de gerir e ordenar seus territórios quanto aos usos e ocupação dos mesmos, a fim de garantir a qualidade do ambiente e o bem-estar da sua população. Para isto, os mesmos devem ser cumpridos integralmente conforme as propostas aprovadas para cada zona que os compõem, não devendo as mesmas serem modificadas quanto aos possíveis usos e restrições, principalmente no caso de zonas de proteção ambiental.

A escala de trabalho adotada para o presente trabalho serve de subsídio para as ferramentas de planejamento e gestão territorial, como os Planos Diretores, no que diz respeito às delimitações de macrozonas potenciais da área de estudo, uma vez que para análise e delimitação de um zoneamento mais detalhado é de extrema importância a utilização de uma escala maior, onde a representação da realidade seja melhor observada.

As Unidades de Conservação implantadas pelo governo municipal de Araranguá são importantes ferramentas de gestão do ambiente no que diz respeito a manutenção dos recursos naturais e valores ambientais, devendo ser considerado os seus possíveis usos e restrições por lei, garantindo a função das mesmas.

Para a aplicação do método da máxima verossimilhança (MAXVER) é de extrema importância a realização de conferências em campo para maior conhecimento das classes de uso e cobertura da terra que compõem a área de estudo e de como estas classes aparecem representadas nas imagens de satélite utilizadas para a classificação.

O método de classificação utilizado está sujeito a possíveis erros quanto a manipulação dos dados pelo operador, como na escolha dos *pixels* representativos de cada classe, e pela qualidade das imagens de satélite utilizadas, uma vez que diferentes classes podem apresentar características semelhantes gerando confusão no processamento destes dados pelo *software* utilizado. Desta forma sugere-se que a classificação seja realizada separadamente para cada município inserido na área de estudo com o intuito de minimizar os erros do processo.

Devido às possíveis inconsistências no decorrer do processo de classificação do uso e cobertura da terra pelo método utilizado, sugere-se que para futuros trabalhos seja feita a validação através do cálculo do índice de Kappa com a finalidade de verificar a confiabilidade das representações obtidas, assim como seja realizada uma reambulação das áreas que apresentaram conflitos entre as classes observadas em campo e as classes geradas pelo software através do processamento das imagens.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. D. **Modelagem de mudanças de uso e cobertura do solo na Amazônia**: Questões gerais. In: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2002.
- ALMEIDA, J. R. de. **Planejamento ambiental**: Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio. Rio de Janeiro: Thex, 1999. 180p.
- BARBIN, H. S. **Histórico da evolução do uso do solo e estudo dos espaços livres públicos de uma região do município de Piracicaba, SP**. Piracicaba: USP, 2003.
- BRAGA, R. **Planejamento urbano e recursos hídricos**. Rio Claro: UNESP – IGCE, 2003. 131p.
- BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. Brasília, 1988.
- BRASIL. Lei Federal nº10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, 2001.
- BRASIL. Decreto Federal nº4.297, de 10 de julho de 2002. **Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências**. Brasília, 2002.
- CAMPOS, N.; KRAHL, M. F. L. Territorialidade: Elo entre o espaço rural e o espaço urbano. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. p.83-100.
- D'ALGE, J. C. L. Cartografia para geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; CLODOVEU, D.; MONTEIRO, A. M. V. **Fundamentos do geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 1999.
- DASSOLLER, T. F.; MIRANDA, M. R. S.; NEVES, S. M. A. S. **Dinâmica espaço-temporal da paisagem de Mirassol D'oeste / Mato Grosso, Brasil**. Geosul, Florianópolis, v. 33, n. 67, p. 162-180, mai./ago. 2018.
- DEL PRETTE, M. E. Metodologias de zoneamento: Controvérsias sobre o ecológico e econômico. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. p. 187-215.
- FERNANDES, E. Estatuto da cidade: Promovendo o encontro das agendas “verde” e “marrom”. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. p.243-265.

FERREIRA, I. B.; THÉRY, H. Prefácio. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. p. 11-15.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume, 2001. 34p.

GIOTTO, E. **Aplicabilidade de Imagens RBV do LANDSAT 3 em levantamento do uso da terra no município de Tapera - RS**. Santa Maria: UFSM, 1981.

GUZZO, P. **Estudo dos espaços livres de uso público da cidade de Ribeirão Preto com detalhamento da cobertura vegetal e áreas verdes públicas de dois setores urbanos**. 125f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/> > Acesso em: 22 set. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LIMA, J. A. A. **Urbanismo como ciência, técnica e arte: sua política e sua proteção legal**. Disponível em: < <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.027/760> >. Acesso em: 20 set. 2018.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2007.

LOCH, R. E. **Cartografia: Representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: UFSC, 2006. 313 p.

MENESES, P. R. Princípios do Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: CNPq, 2012. p. 1-33.

MENESES, P. R.; E. E. SANO. Classificação pixel a pixel de imagens. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: CNPq, 2012. p. 191-208.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília: Embrapa, 2005. 425p.

MONGUILHOTT, M.; GUASSELLI, L. A.; SEBEM, E. Análise da evolução da ocupação do solo no contexto agrícola da agricultura familiar. **Boletim de Geografia**. Maringá: v. 34, n. 1, p. 42-62, 2016.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora da autora, 2005.

MOURA, A. C. M.; SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado à caracterização e planejamento urbano de Outo Preto – MG. In: SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.217-258.

NOVO, E. M. L de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 1998. 308 p. 62

OLIVEIRA, M. F. de. **Metodologia Científica: um manual para realização de pesquisas em administração**. Catalão: UFG, 2011. 72 p.

PALMEIRA, A. N. **Evolução do uso e cobertura da terra e sua correlação com a declividade do terreno em Santa Margarida do Sul – RS**. Santa Maria: UFSM, 2013.

PAVANIN, E. V.; CHUERUBIM, M. L.; LÁZARO, B. O.; NISHIYAMA, L. Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia – MG, **Revista de Engenharia Civil IMED**, 3(2): p. 24-38, jul./dez. 2016 - ISSN 2358-6508.

PEREIRA JÚNIOR, E. R.; et al. Geoprocessamento aplicado à fiscalização de áreas de proteção legal: O caso do município de Linhares – ES. In: SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.115-141.

POELKING, E. L.; et al. Determinação dos conflitos de uso dos solos como base para o planejamento racional dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. In: **Reunião Brasileira de Conservação do Solo e da Água**. Santa Maria: UFSM, 2004.

RÉUS, M. F. **Análise do conflito de uso do solo como ferramenta para o planejamento ambiental empregando técnicas de geoprocessamento. Estudo de caso: Lagoa do Faxinal, Içara, SC**. Criciúma: UNESC, 2010.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. 2 ed. Juiz de Fora: Editora do Autor, 2002. 220p.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: Sistema de informação geográfica**. Uberlândia: UFB, 1996. 104p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 1996. 85p.

ROSS, J. L. S. **Ecografia do Brasil**: Subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006. 208p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEGUNDO, R. O planejamento urbano municipal e o meio ambiente. In: **Jus Navigandi**, Teresina, ano 7, n.63, mar. 2003. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3836>>. Acesso em: 20 set. 2018.

SCHASBERG, B. A nova safra de planos diretores pós Estatuto da Cidade. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. p.267-281.

SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.

SILVA, R. M. da. **Introdução ao geoprocessamento**: conceitos, técnicas e aplicações. Novo Hamburgo: Feevale, 2007. 176 p.

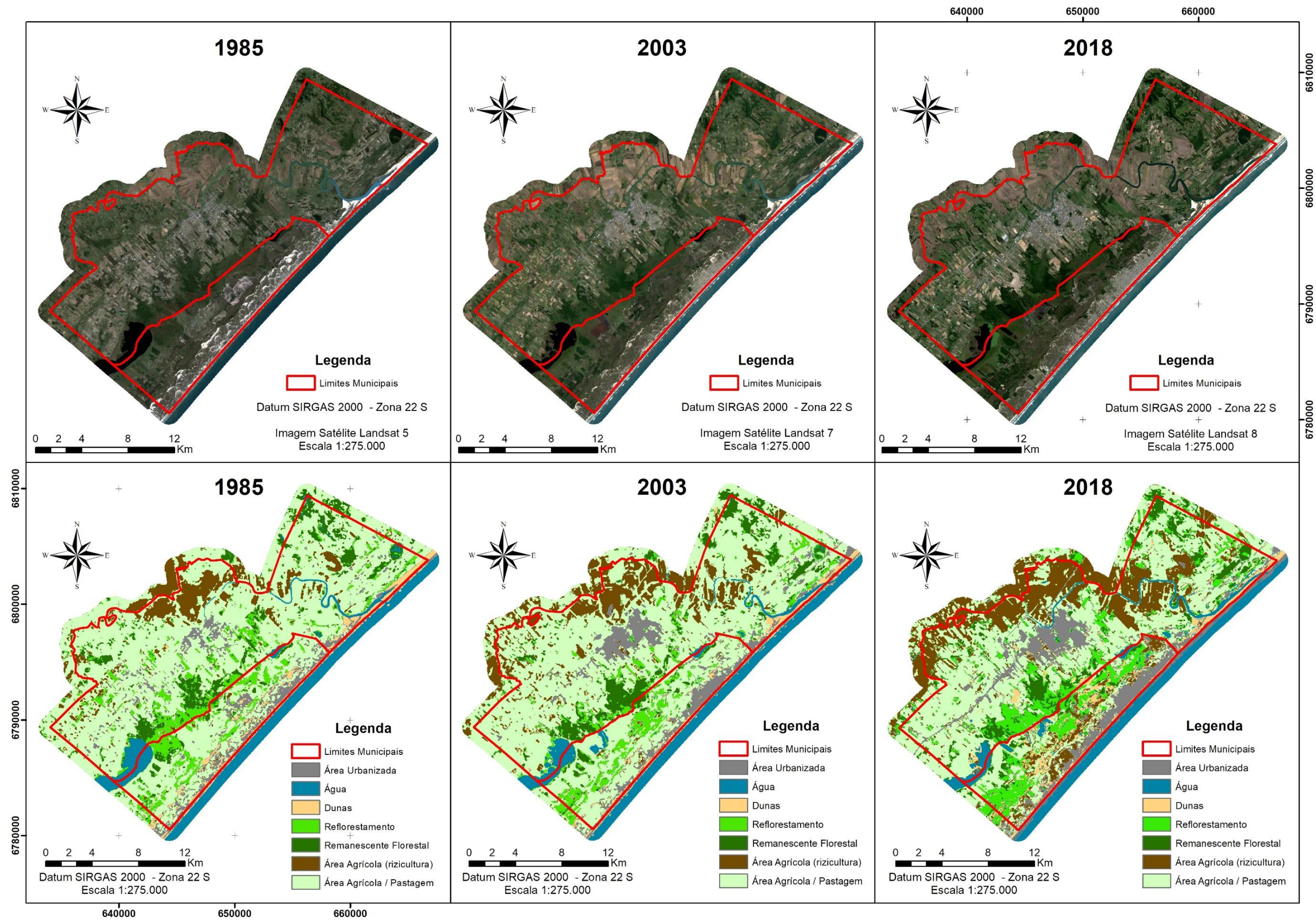
SILVEIRA, V. F. Geoprocessamento como instrumento de gestão ambiental. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004. P.945-968.

TUCCI, C. E. M. Prefácio. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

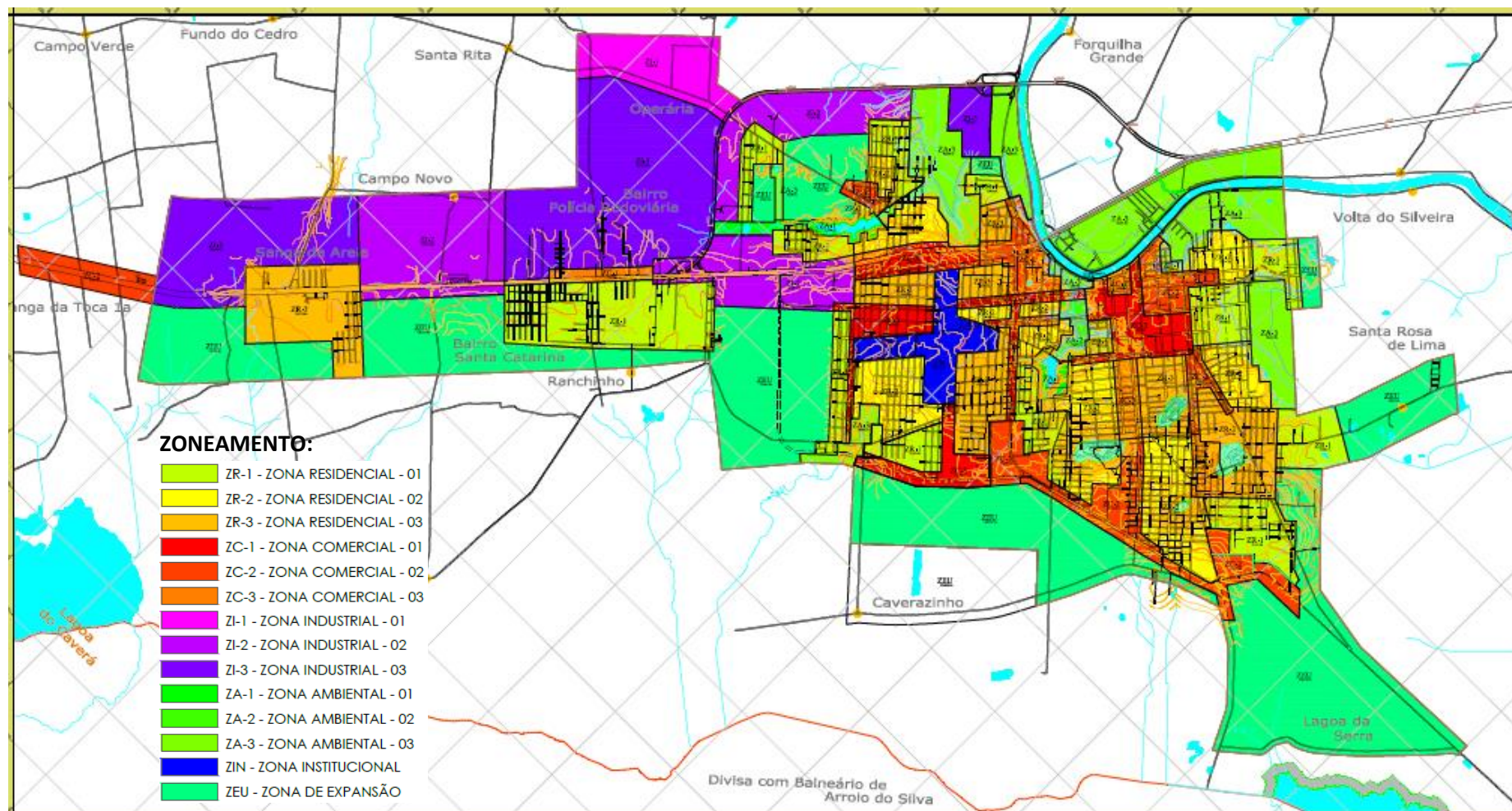
USGS. **Landsat—Earth observation satellites**. Reston: Eros, 2016. 4 p. (Fact Sheet). Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/fs/2015/3081/fs20153081.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2018.

VEIGA, T. C; SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para atividades turísticas: O caso do município de Macaé – RJ. In: SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental**: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.179-215.

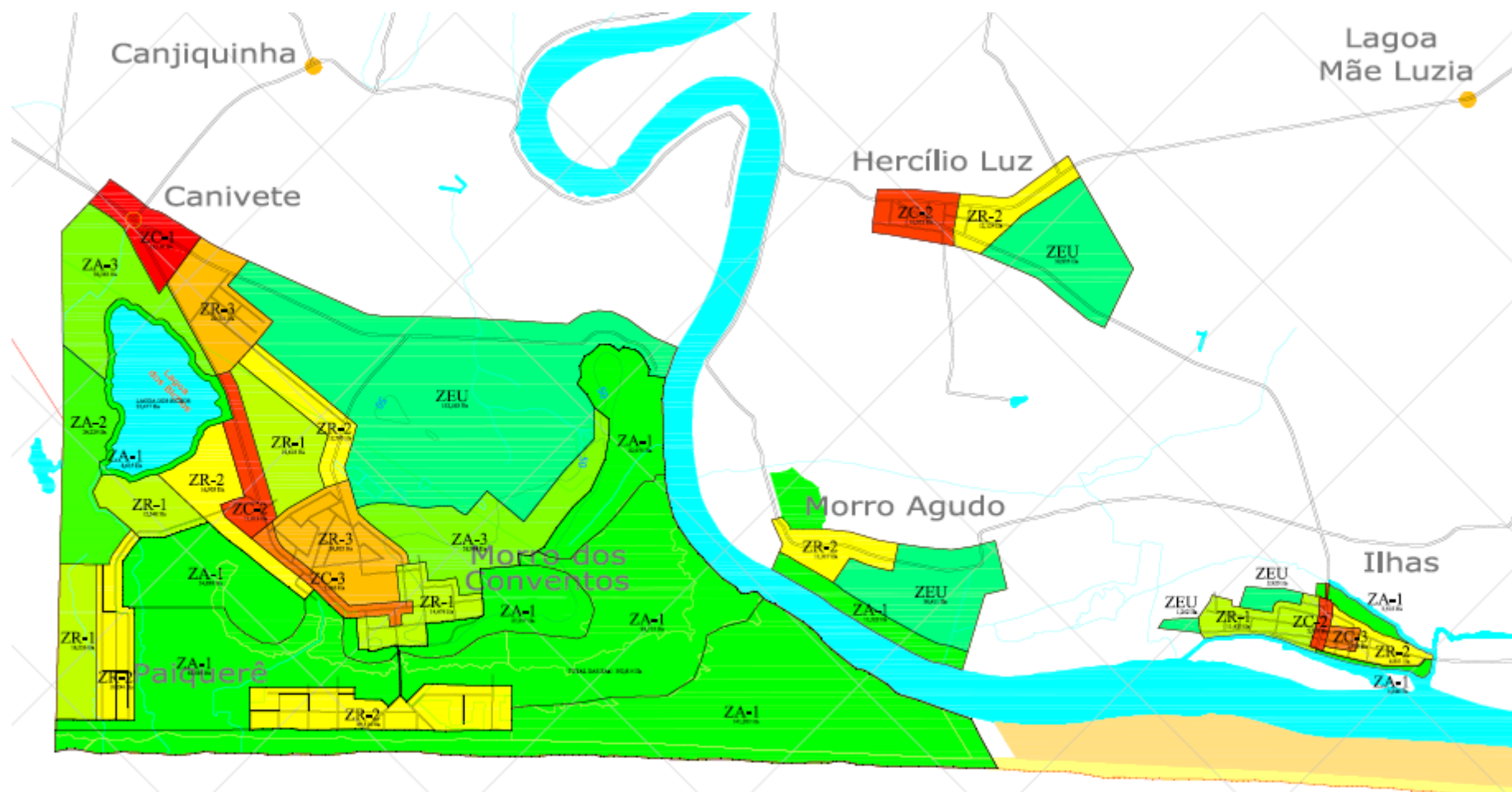
APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA ATRAVÉS DE IMAGENS DE SATÉLITE E MAPAS TEMÁTICOS DE CLASSIFICAÇÃO



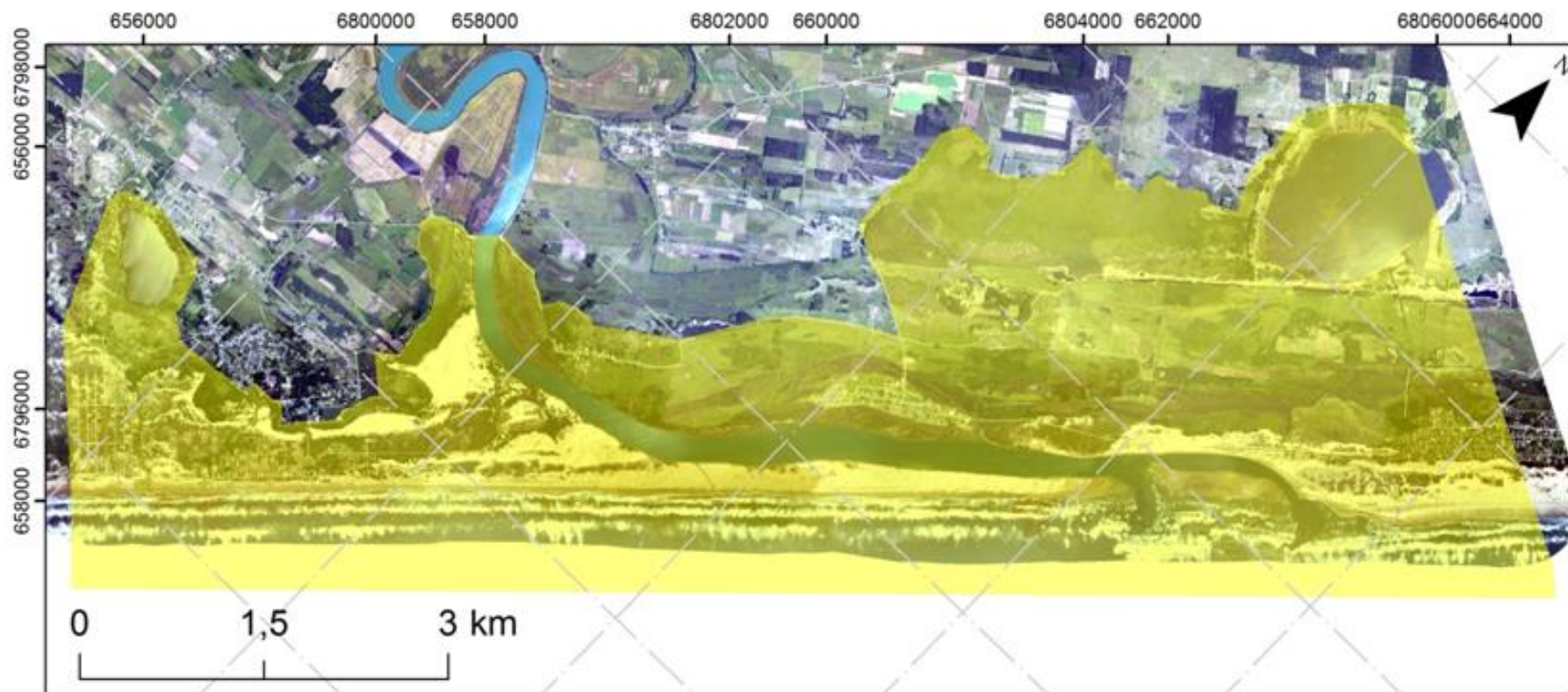
ANEXO B – MAPAS DO ZONEAMENTO URBANO MUNICIPAL DO PLANO DIRETOR DE ARARANGUÁ (ZONEAMENTO A)



ANEXO C – MAPAS DO ZONEAMENTO URBANO MUNICIPAL DO PLANO DIRETOR DE ARARANGUÁ (ZONEAMENTO B)

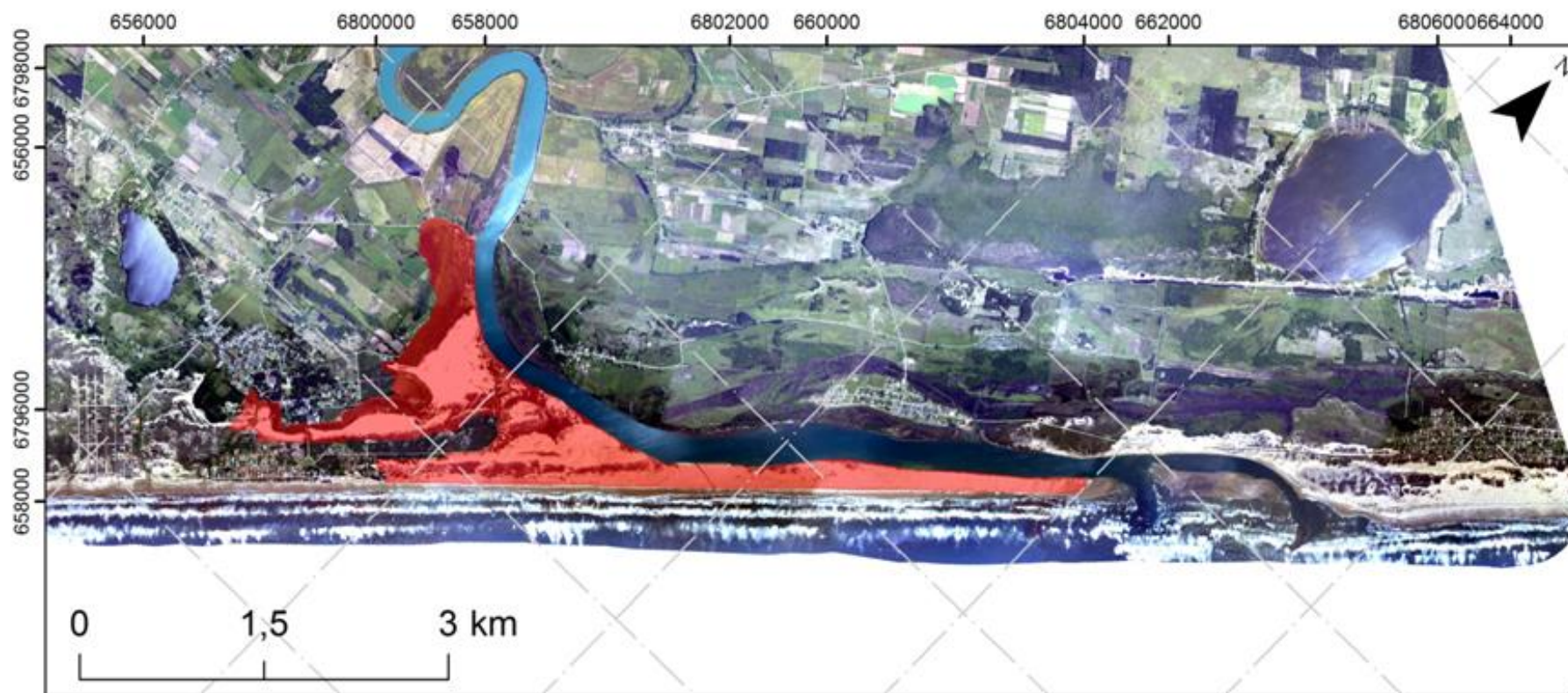


ANEXO D – MAPA DE DELIMITAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL: APA DA COSTA DE ARARANGUÁ



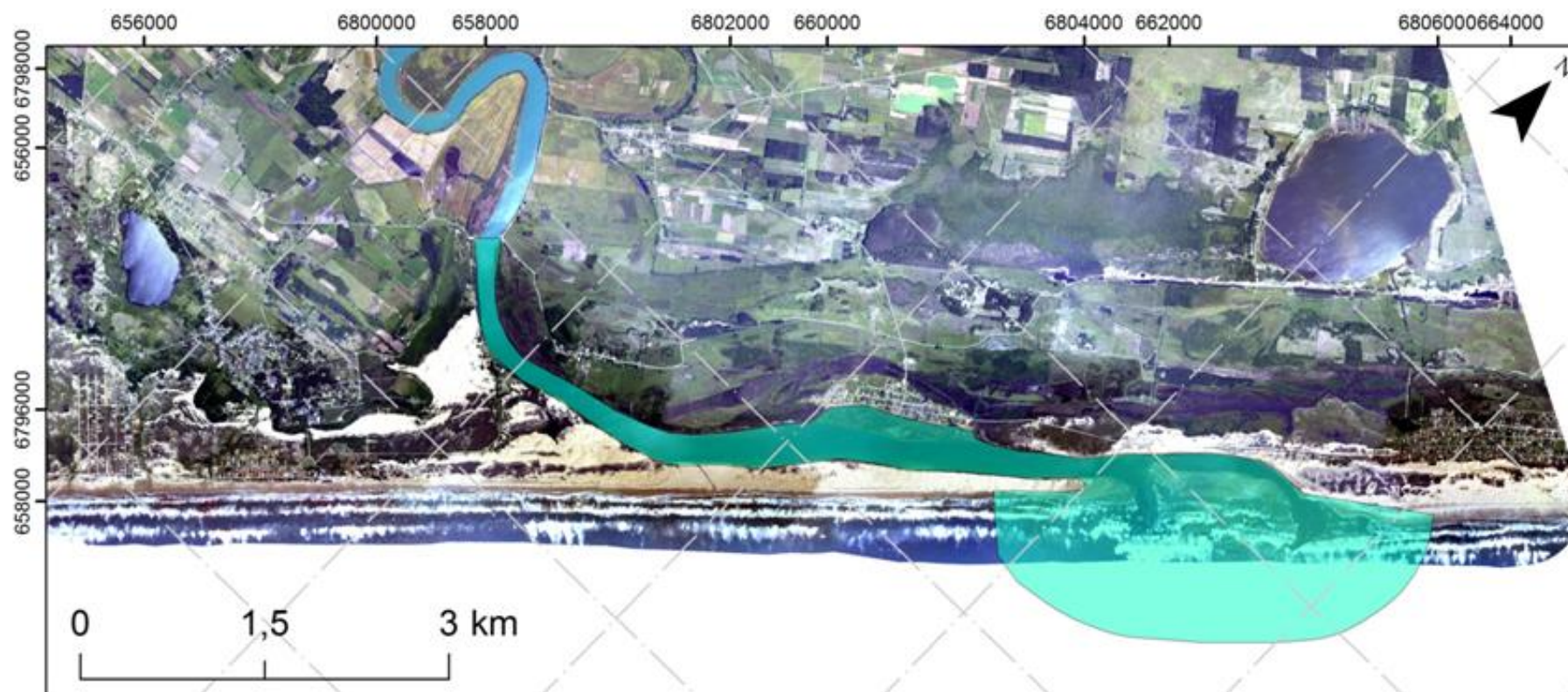
LEGENDA  Área de Proteção Ambiental da Costa de Araranguá	FONTE: Imagem: SDS - Levantamento Aerofotogramétrico 2012 Sistema de Coordenadas UTM DATUM SIRGAS 2000	   
---	---	--

ANEXO E – MAPA DE DELIMITAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL: MONA MORRO DOS CONVENTOS



LEGENDA  Monumento Natural Morro dos Conventos	FONTE: Imagem: SDS - Levantamento Aerofogramétrico 2012 Sistema de Coordenadas UTM DATUM SIRGAS 2000	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO  FAMA Fundação Ambiental do Município de Araranguá 
--	---	---

ANEXO F – MAPA DE DELIMITAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL: RESEX DO RIO ARARANGUÁ



LEGENDA  Reserva Extrativista do Rio Araranguá	FONTE: Imagem: SDS - Levantamento Aerofotogramétrico 2012 Sistema de Coordenadas UTM DATUM SIRGAS 2000	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO  FAMA Fundação Ambiental do Município de Araranguá 
--	---	---