



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA
E TERRITÓRIO (ILATIT)**

GEOGRAFIA BACHARELADO

**A COBERTURA E USO DA TERRA NA REGIÃO DA TRÍPLICE FRONTEIRA
BRASIL PARAGUAI E ARGENTINA,
UM ESPECTRO SOBRE AS MODIFICAÇÕES ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO
REMOTO NOS ANOS DE 1985, 2000 E 2021**

RODRIGO AUGUSTO MOURA

Foz do Iguaçu

2021

**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA
E TERRITÓRIO (ILATIT)**

GEOGRAFIA BACHARELADO

**A COBERTURA E USO DA TERRA NA REGIÃO DA TRÍPLICE FRONTEIRA BRASIL
PARAGUAI E ARGENTINA,
UM ESPECTRO SOBRE AS MODIFICAÇÕES ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO
REMOTO NOS ANOS DE 1985, 2000 E 2021**

RODRIGO AUGUSTO MOURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia

Orientador: Prof. Doutor Samuel Adami

Foz do Iguaçu
2021

RODRIGO AUGUSTO MOURA

TÍTULO DO TRABALHO:

**A COBERTURA E USO DA TERRA NA REGIÃO DA TRÍPLICE FRONTEIRA
BRASIL PARAGUAI E ARGENTINA,
UM ESPECTRO SOBRE AS MODIFICAÇÕES ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO
REMOTO NOS ANOS DE 1985, 2000 E 2021**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Doutor Samuel Adami
UNILA

Prof. Doutora Ana Clarissa Stefanello
UNILA

Prof. Doutora Márcia Procópio Scheer
UNILA

Foz do Iguaçu, ____ de _____ de _____.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, por todo apoio e oportunidades durante minha vida e formação, em especial minha mãe, meu pai, meus avós, minha irmã e meus tios.

Agradeço aos meus amigos e amigas de todos os lugares desse mundão, principalmente de São Paulo, Nordeste e de Foz do Iguaçu. Aos queridos amigos da Base Um Foz, meus vizinhos de muro, amigos de banda, amigos e amigas de turma. Obrigado pelo apoio e pelos momentos de fortaleza que com certeza foram essenciais para eu chegar até aqui..

Gostaria de agradecer ao professor Samuel Adami por todo o apoio e disponibilidade durante minha formação e para realização deste trabalho. Aos que fazem a Unila crescer, às professoras Ana Clarissa e Márcia que estão compondo a banca e aos demais que fizeram parte da minha formação na Unila e por onde passei. Agradeço também com muito carinho.

Gostaria de dedicar meus esforços de estudo aos meus avós maternos, ambos recentes vítimas de complicações pós covid-19 nos últimos meses. Todo meu sincero agradecimento e profundo sentimento de amor.

RESUMO

No presente trabalho foi estudado as modificações da cobertura e do uso da terra na região da tríplice fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina, avaliando os anos de 1985, 2000 e 2021. Para isso, foi elaborado um panorama geográfico sobre as características da área de estudo, a representação da cobertura e do uso da terra por meio de técnicas de análise de Sensoriamento Remoto, com a utilização de imagens dos satélites Landsat-5 e Landsat-8 e procedimentos de classificação semi automática, Os métodos de classificação adotados foram do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE. Com este estudo foi possível perceber características sobre a modificação da cobertura e uso da terra de acordo com o nível de análise escolhido (Nível 1), com as seguintes classes: Áreas Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural, Água e Outras Áreas. Procedimentos realizados nos *Softwares* Ilwis e Qgis. O processamento das imagens satélite permitiu a concepção de uma série cartográfica, composta por 8 mapas temáticos. Os resultados foram principalmente obtidos na área do Sensoriamento Remoto, em especial a expansão urbana na região. Através da produção da série cartográfica foi possível obter resultados sobre a modificação da cobertura e uso da terra, foi estabelecido uma análise quantitativa da área de estudo através da geração de gráficos, cálculo de áreas e análises diversas. Foi percebido que as classes Áreas Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas e Outras Áreas, se expandiram em área, considerando 1985-2000. Já a classe Áreas de Vegetação Natural foi reduzida em área total. A classe Água também apresentou redução de área. Os dados obtidos foram apresentados em conjunto com análises sobre as principais infra estruturas e normas técnicas de cada país, e como se deu o suas influências no processo de modificação da cobertura e uso da terra na área de estudo trinacional, especificamente a expansão urbana na região da Tríplice Fronteira.

Palavras-Chave: Usos do território; Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento; Região; Fronteira.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron los cambios en el uso del suelo en la región de la triple frontera entre Brasil, Paraguay y Argentina, evaluando los años 1985, 2000 y 2021. Para lo anterior, fue realizado un panorama geográfico sobre las características del área de estudio, elabore la representación de la cobertura y uso del suelo mediante técnicas de análisis de Detección Remota, utilizando Landsat-5 y Landsat-8. Imágenes de satélite y procedimientos de clasificación semiautomáticos Utilicé métodos de clasificación adoptados por el Manual Técnico de Uso del Suelo del IBGE. Con este estudio fue posible percibir características de modificación de uso del suelo según el nivel de análisis elegido (Nivel 1), con las siguientes clases: Áreas Antrópicas No Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetación Natural, Aguas y Otras Áreas. Procedimientos realizados en Ilwis y Qgis Software. El procesamiento de imágenes de satélite permitió el diseño de una serie cartográfica, compuesta por 8 mapas temáticos. Presentando los resultados obtenidos en el campo de detección Remota y también una discusión socioespacial sobre los cambios de la cobertura y uso del suelo, especialmente la expansión urbana en la región. A través de la producción de la serie cartográfica se logró obtener resultados sobre la modificación de uso del suelo, establecí un análisis cuantitativo del área de estudio mediante la generación de gráficos, cálculo de áreas y análisis. Se notó que las clases Áreas Antrópicas no Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas y otras Áreas se han expandido en área, considerando 1985-2000. La clases de Áreas de vegetación natural se redujo en el área total. La clase de Agua también presentó reducción de área. Los datos obtenidos fueron presentados junto con análisis de cómo algunas infraestructuras y normas técnicas de cada país influyeron en la modificación de la cobertura y uso del suelo en el área de estudio trinacional, específicamente la expansión urbana en la región de la Triple Frontera.

Palabras clave: Usos del territorio; Detección remota; Geoprocesamiento; Región; Frontera.

ABSTRACT

In this work, changes in land use in the triple border region between Brazil, Paraguay and Argentina were studied, evaluating the years 1985, 2000 and 2021. The representation of land cover and land use through Remote Sensing analysis techniques, using Landsat-5 and Landsat-8 satellite images and semi-automatic classification procedures. The classification methods adopted by the IBGE Land Use Technical Manual. This study allowed characteristics of land cover and land use modification according to the chosen level of analysis (Level 1) to be undertaken with the following classes: Non-Agricultural Anthropic Areas, Agricultural Anthropic Areas, Natural Vegetation Areas, Water and Other Areas. The procedures were performed in Ilwis and Qgis Software. The processing of satellite images allowed the conception of a cartographic series, consisting of 8 thematic maps. I present the results obtained in the field of Remote Sensing and also a socio-spatial discussion about changes in land use, especially urban expansion in the region. Through the production of the cartographic series it was possible to obtain results on the modification of land cover and land use. I established a quantitative analysis of the study area through the generation of graphics, calculation of areas and analyses. It was noticed that the Non-Agricultural Anthropic Areas, Agricultural Anthropic Areas and Other Areas classes have expanded in area, considering 1985-2000. The Natural Vegetation Areas class was reduced in total area. The Water class also presented area reduction. The data obtained were presented together with analyzes of how some infrastructures and technical norms of each country influenced the modification of land cover and land use in the tri-national study area, specifically urban expansion in the Triple Border region.

Keywords: Uses of territory; Remote sensing; Geoprocessin; Region; Border.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INE	Instituto Nacional de Estadística
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PNI	Parque Nacional do Iguaçu
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SCR	Semi-Automatic Classification Plugin
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 OBJETIVOS:	14
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1 ÁREA DE ESTUDO	15
4.1.1 Geossistema, Rede e Região da Área de Estudo	15
4.1.2 Localização	15
4.2 PROCEDIMENTOS	25
4.3 MATERIAIS UTILIZADOS	27
5 RESULTADOS	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXO	67
APÊNDICE	69

1 INTRODUÇÃO

Todos nós estamos sob a condição da passagem do tempo, não sendo diferente para as formas de apropriação dos espaços conhecidos pela sociedade. A cada ano que passa há uma relação de crescimento em variabilidade de formas de uso da cobertura terrestre e expansão do uso das áreas mais variadas do planeta e fora do planeta, expressões evidenciadas nas paisagens conforme cada lugar.

É de suma importância o conhecimento sobre as modificações na paisagem de acordo com a escala temporal de cada estudo e análise nas mais diversas correntes do pensamento.

Tratando da potencialidade de estudos sobre as modificações das paisagens e relações fronteiriças na América Latina, considero o estudo geográfico em questão: as modificações da cobertura e uso da terra da Região da Tríplice Fronteira, entre Brasil, Argentina e Paraguai entre 1985, 2000 e 2021. A região trinacional em questão é considerada pela densidade de variabilidade de processos geográficos, detém infraestruturas e normas que influenciam territórios em diversas escalas, constituindo um caráter de localização e rede mundialmente importantes.

O período em análise é destacado pelo crescimento acentuado da população na região, residentes nas áreas urbanas e rurais. Também o acentuado fluxo de pessoas sob condições modernizadas do sistema rodoviário e aéreo, principalmente, e fluvial. Como trabalhadores temporários, turistas, trabalhadores informais e muitas outras categorias, elementos importantes para compreensão dos processos que acompanham as modificações da cobertura e uso da terra na área de estudo.

O período atual de análise (2021) é considerado como uma seca adversa na bacia hidrográfica da Bacia do Paraná, afetando de maneira continental as condições de disponibilidade de água. Conforme a resolução nº 77 de Junho de 2021 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). É de suma importância a análise sobre a água, pois ela afeta diretamente na configuração das outras classes da cobertura e uso da terra.

Desse modo, considero o potencial das formas de aplicações e avanços das técnicas de Sensoriamento Remoto e representações cartográficas. O uso de imagens satélite e operação de *Softwares* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) em conjunto com os esforços de classificação, compõem importante ferramenta de análise para representação da cobertura e uso da terra no presente trabalho.

Considero uma visão geossistêmica sobre a área de estudo, abordando também considerações sobre o conceito de região e o aspecto de rede nesta fronteira, estudos importantes para aprofundamento teórico sobre aspectos das modificações da cobertura e uso da terra de locais analisados.

O conhecimento da tríplice fronteira através da análise e mapeamento da modificação da cobertura e uso da terra, tratando de um objeto de estudo geográfico, permitem uma visão sobre como as formas da cobertura e uso da terra em determinadas localizações dos municípios estão ligadas a processos geográficos que ocorrem de forma desigual e em tempos diferentes. Nesse contexto influenciam territórios limítrofes, em especial a percepção sobre a expansão dos usos agrícolas e usos urbanos em detrimento das áreas de vegetação naturais, muitas vezes áreas de vegetação nativas são devastadas e modificadas, as quais são de suma importância para manutenção da qualidade de vida no planeta Terra.

2 JUSTIFICATIVA

Este estudo busca o conhecimento sobre modificações na paisagem em uma perspectiva que ultrapassa fronteiras nacionais. A abordagem em torno do objeto de estudo, da cobertura e uso da terra na região da tríplice fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina, por meio da abordagem sobre a região e análises através de imagens satélite torna possível a compreensão sobre organização rural e urbana, como as influências da construção de infraestruturas e questões normativas sobre cobertura e uso da terra.

Estudos sobre cobertura e uso da terra foram executados anteriormente na área de estudo, mas considerando escalas municipais e bacias hidrográficas, logo o estudo em questão estabelece uma análise mais abrangente para considerar as relações entre as municipalidades desta região de fronteira.

É importante demonstrar alguns estudos relacionados ao objeto deste trabalho. Considero primeiramente os estudos sobre a Tríplice Fronteira, os quais abrangem alguns aspectos da cobertura e uso da terra, uso de tecnologias de geoprocessamento e informações que puderam ser extraídas, mas na maioria das vezes não protagonizam o objeto principal dos estudos e abrangendo outras escalas de análise, e recorte das municipalidades desta região, bem como objetos de estudo diversos que contribuiriam para compreensão sobre as modificações da paisagem ao longo deste período. Em especial assuntos sobre turismo, segurança, trabalho informal, patrimônios, entre outros . Apresento alguns estudos acadêmicos, concebendo uma revisão da obra para fundamentar esse trabalho.

Conforme os estudos sobre a variabilidade climática da tríplice fronteira de R. Costa M. Scheer foi possível perceber os desafios de se considerar a tríplice fronteira como objeto geográfico, como também adquirir conhecimento sobre fatores da modificação da paisagem relacionados com o clima.

Estudos sobre a Conurbação urbana de M . Cury e N. Fraga apresenta elementos importantes para se considerar a expansão urbana em regiões fronteiriças. Abordagens sobre circuitos espaciais de fronteira de A. Marquezini. abordagem sobre as relações intrínsecas entre Foz do Iguaçu e Ciudad del Este.

Os estudo de Jadiane Cavaler sobre a análise multitemporal e fragilidade ambiental de Foz do Iguaçu; De Patrícia Oliveira o Levantamento dos

usos e coberturas das terras para identificação de unidades de paisagem no setor leste da microrregião de Foz do Iguaçu; De Vinícius Oliveira sobre a modelagem com autômatos celulares da dinâmica dos usos das terras em Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu; De Poliana Olegário e Samuel Adami sobre o levantamento dos usos e coberturas das terras para mapeamento de unidades de paisagens na microrregião de Foz do Iguaçu.

Todos estes estudos trouxeram contribuições muito importantes para compreender as modificações da cobertura e uso da terra em Foz do Iguaçu. É evidente que Foz do Iguaçu contém uma variabilidade de estudos realizados sobre a cobertura e uso da terra que utilizada aplicação de tecnologias de geoprocessamento, como também abordagens sobre as modificações nas paisagens.

Considero a delimitação da área de estudo em questão devido à abrangência de municípios que compartilham características geográficas urbanas na fronteira. Local considerado também como um grande nó estratégico do Cone Sul da América do Sul.

A escolha da escala temporal de análise, nos anos de 1985, 2000 e 2021, considero de grande importância ao analisar as modificações dos usos da terra em um período o qual as grandes infraestruturas da região se consolidaram, no caso a construção da Itaipu, as pontes internacionais que integram Brasil e Paraguai, e Brasil e Argentina.

3 OBJETIVOS:

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Este estudo tem como objetivo principal contribuir com o estudo das modificações no uso da terra na tríplice fronteira nos anos de 1985, 2000 e 2021.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para demonstrar o objeto de estudo foi necessário desenvolver um panorama geográfico sobre a área de estudo, demonstrando aspectos sobre Geomorfologia, Geologia, Hidrografia, Climatologia e Vegetação, como também alguns aspectos Demográficos, Econômicos e Históricos, os quais também contribuem para compreensão das modificações da paisagem e análise das feições da área de estudo. Para demonstrar as modificações do uso da terra, utilizei dados do Satélite Landsat-5 e Landsat-8 e executei o processamento nos *Softwares* Qgis e ILWIS para mapear os usos da terra nos anos de 1985, 2000 e 2021. Apresento a cartografia e dados para identificar a cobertura e os usos da terra na área de estudo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.4.1 Geossistema, Rede e Região da Área de Estudo

Elementos da paisagem da área de estudo e observações são traçadas com caráter Geossistêmico. De acordo com estudos de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, o conceito Geossistema:

“são organizações geográfico-espaciais onde os aspectos sócio-econômicos não devem ser sobrepostos aos geo-ecológicos. Se os primeiros têm peso suficiente, podem ser incluídos como um fator determinante no início do estudo ou na definição das “unidades espaciais” (...) O entendimento profundo da organização espacial deve incluir todos os processos dinâmicos no tempo – naturais e sociais – que são essencialmente importantes”. (Monteiro *apud* CONTI, 2007, p.13)

Este conhecimento é indispensável ao se tratar da cobertura e uso da terra como objeto de estudo geográfico e como prévia para contribuir na análise cartográfica digital e execução de etapas do sensoriamento remoto. Possibilitando o conhecimento sobre a inter-relação de conhecimentos, abordagem multidisciplinar, tornando possível o conhecimento sobre as modificações sobre a cobertura e uso da terra através de uma geográfica.

Melo considera estudos de Carlos Monteiro, em que:

“nota a existência de técnicas que auxiliam no entendimento do geossistema, como a cartografia computadorizada, que com plenas possibilidades de impressão gráfica em um largo espectro de cores (além de tonalidades e tramas) e a programação visual aguçando a criatividade e adequação na comunicação visual das interpretações, tornam ferramentas indispensáveis ao avanço no conhecimento do geossistema” (Monteiro *apud* MELO, 2001, p.205)

Traçando essas observações é evidente o caráter de rede da área de estudo, segundo M. Santos, :

“As redes são formadas por troços, instalados em diversos momentos, diferentemente datados, muitos dos quais já não estão presentes na configuração atual e cuja substituição no território também se deu em momentos diversos. Mas essa sucessão não é aleatória. Cada movimento se opera na data adequada, isto é, quando o movimento social exige uma mudança morfológica e técnica. A reconstituição dessa história é, pois, complexa, mas igualmente ela é fundamental, se queremos entender como uma totalidade a evolução de um lugar.” (SANTOS, 2002, p.177).

Considerando as redes é possível perceber como a área de estudo influencia processos geográficos em diversas escalas e com suas limitações, segundo M. Santos: “As redes buscam mundializar-se, e fisicamente o fazem, mas seu funcionamento é limitado. As fronteiras são um fato econômico, financeiro, fiscal, diplomático, militar, além de político.” (SANTOS, p.179. 2002).

Nesse contexto, observações de Milton Santos a respeito da impossibilidade de compreender uma região somente estudando ela mesma e necessidade de compreensão de movimentos externos a ela, são imprescindíveis para compreensão da realidade atual, tornando um desafio considerar o conceito de região neste trabalho, conforme também é percebido o momento atual no trecho de M. Cury a respeito do contexto da América do Sul:

“O processo de globalização foi marcado nas duas últimas décadas do século XX, inegavelmente; os mega projetos desenvolvidos no Cone Sul, além da fundação do Mercosul, e os acordos geopolíticos, integracionistas e econômicos, vêm contribuindo para que novas territorialidades sejam estabelecidas como forma de união, cooperação e desenvolvimento para uma melhor qualidade de vida e sustentabilidade de povos que foram, em toda a sua história, alvo da exploração mercantilista e capitalista agressiva.” (CURY, 2021, p.466)

A escolha do conceito de região durante o estudo se deu para demonstrar a centralidade urbana da Tríplice Fronteira, como este estudo tem objetivo de compreender as modificações da cobertura e uso da terra, optei pelo uso de geotecnologias, no caso o uso de satélites e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, ferramentas importantes para evidenciar modificações na paisagem, que por um lado possuem limitações em torno da relação de detalhamento e escolha de abrangência do objeto de estudo. Em conjunto com estes aspectos, é de extrema importância uma abordagem de aspectos qualitativos

e dessa localidade, considerando também processos além das características presentes na área de estudo.

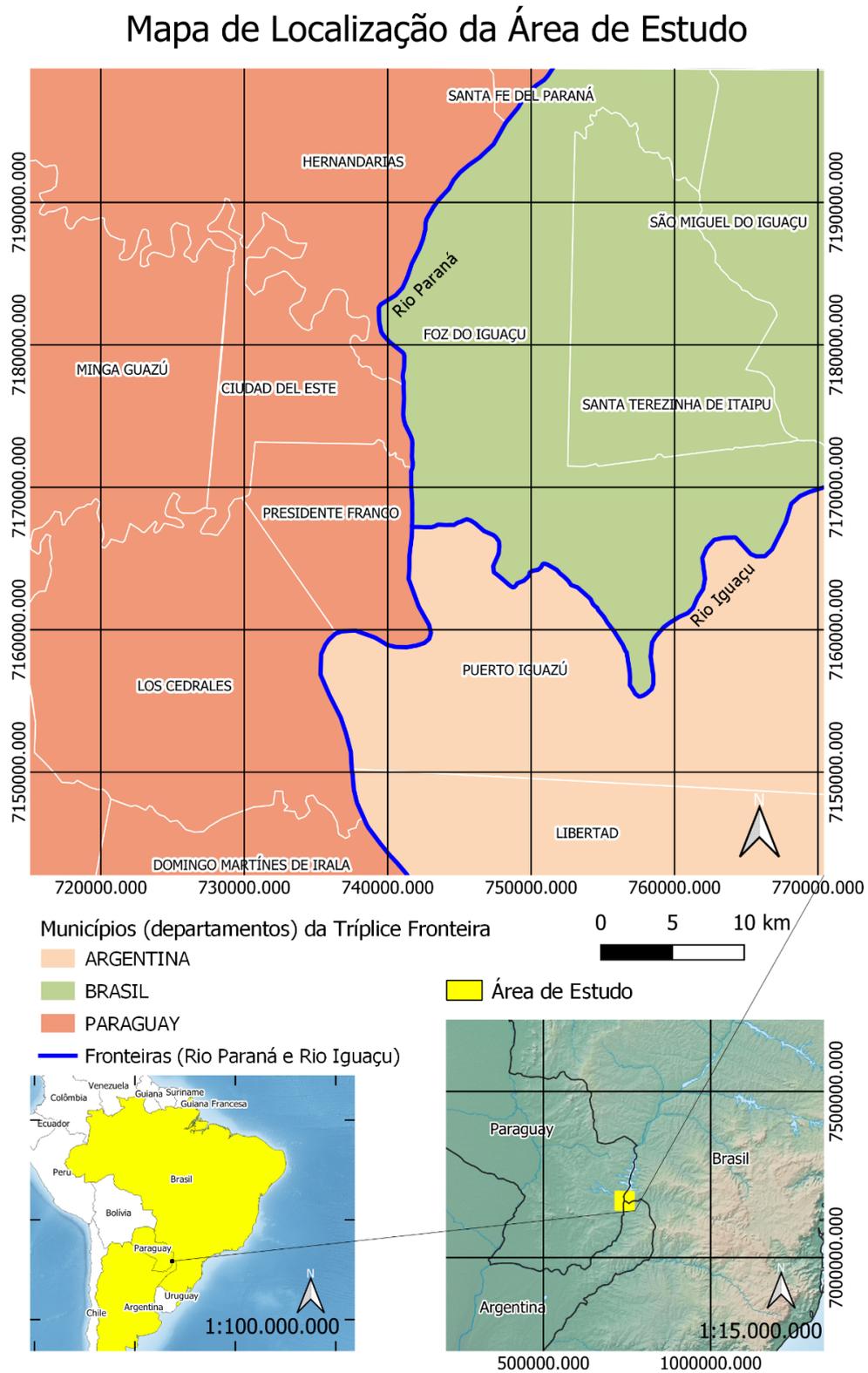
4.1.3 Localização

Primeiramente é necessário contextualizar elementos que compõem a área de estudo e são fundamentais para a discussão do objeto de estudo deste trabalho.

A área de estudo está localizada no Hemisfério Sul do Globo Terrestre, no continente Americano. Especificamente na América Latina e América do Sul. 2º ao Sul do Trópico de Capricórnio. Delimitada entre as coordenadas geográficas: 25°18'17.2"S 54°52'19.7"W, 25°17'53.5"S 54°18'24.5"W, 25°48'37.1"S 54°17'40.0"W, 25°49'05.3"S 54°51'40.6"W. Corresponde a uma área de 3.232 km². (323200 hectares)

Abrange principalmente os seguintes municípios e distritos da Região da Tríplice Fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai: Foz do Iguaçu (BR), Puerto Iguazú (AR) e Ciudad del Este (PY), Hernandarias (PY), Presidente Franco (PY). Os municípios no Brasil estão localizados na Região Sul do país, Estado do Paraná e na região Oeste deste estado. As municipalidades na Argentina estão localizadas na Região denominada "Litoral", ao nordeste do país, na Província de Misiones. Os distritos do Paraguai estão localizados na região denominada "Oriental", extremo Leste do país, no Departamento Alto Paraná. Devido a escolha da escala de análise e direcionamento das análises sobre cobertura e uso da terra na Tríplice Fronteira, a maioria dos municípios não corresponde sua abrangência territorial total na área de estudo. Conforme o Mapa (figura 01) elaborado abaixo:

Figura 01 - Mapa de Localização das Municipalidades da área de estudos.



Fonte: O autor

Apresento aspectos importantes para abordar de forma geográfica as municipalidades e distritos que apresentam uma área urbana trinacional, sendo Foz do Iguaçu (BR), Puerto Iguazú (AR), Ciudad del Este (PY), Hernandarias (PY) e Presidente Franco (PY).

Apresento dados demográficos, localização e área de abrangência dos municípios principais da Tríplice Fronteira em conjunto com algumas características relacionadas aos processos geográficos da região, evidenciados no período de estudo deste trabalho. Destacando elementos importantes da Demografia, História, Economia e Turismo. Seguindo a abordagem com foco nos aspectos de Geomorfologia, Geologia, Hidrografia, Clima e Vegetação.

Os municípios e os distritos principais atuais desta pesquisa são: o município de Foz do Iguaçu está localizado no Brasil, Estado do Paraná na Mesorregião Oeste Paranaense. Abrange uma área de 618,057 km² (61805,7 ha) (2010). A população estimada é de 257.971 pessoas (2021), sendo o 97º município mais populoso do país. (IBGE, 2021). O distrito de Ciudad del Este está localizado no Paraguai, no Departamento Alto Paraná, região Oriental. Abrange uma área de 104 km² (10400 ha). A população estimada é de 306.679 pessoas (2021), sendo o segundo distrito mais populoso do país (INE, 2021). O distrito de Hernandarias está localizado no Paraguai, no Departamento de Alto Paraná, na região Oriental. Abrange uma área de 243km² (24300 ha). A população estimada é de 80.931 pessoas (2021) (INE, 2021). O distrito de Presidente Franco está localizado no Paraguai, no Departamento de Alto Paraná, na região Oriental. Abrange uma área de 122 km² (12200 ha). A população estimada é de 107.687 pessoas (2021) (INE, 2021). O município de Puerto Iguazú está localizado na Argentina, na província de Misiones. Abrange uma área de 759,00 km² (75900 ha). A população total é de 40.238 (2010) (INDEC, 2021).

Estes municípios possuem características muito ligadas à implantação de infraestruturas importantes na região. Como é descrito no trecho a seguir:

“A interação entre cidades fronteiriças seria ativamente apoiada pelos Estados, que geralmente disponibilizam infraestrutura especializada e

operacional de suporte, mecanismos de apoio ao intercâmbio e regulamentação de dinâmicas de trocas.” (MARQUEZINI, 2010, p.37).

A construção da Ponte da Amizade, entre Ciudad del Este e Foz do Iguaçu, a rodovia BR-277 que conecta o estado do Paraná de Leste-Oeste, estabelecendo conexão com o Paraguai, a construção da Ponte da Fraternidade, entre Foz do Iguaçu e Puerto Iguazú e atualmente a construção da Ponte da Integração, entre Foz do Iguaçu e Presidente Franco, são infraestruturas que estabeleceram papel importante para migração e fluxo cotidiano de populações, e fluxo de mercadorias e fluxo de commodities na área de estudo. Sendo um grande exemplo a presença do maior Porto Seco da América da Latina atualmente.

Além de sua influência nos processos migratórios, a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, proporcionou grande influência na região, devido a ações sobre as dinâmicas econômicas, hídricas e questões territoriais e de segurança, envolvendo não só os municípios onde foi construído sua infraestrutura principal, a Barreira entre Foz do Iguaçu e Hernandarias, problemáticas com distintas escalas de análise, como por exemplo as áreas inundadas pela formação do Lago de Itaipu.

M. Cury destaca alguns aspectos geográficos da área de estudo, demonstrando modificações sobre aspectos urbanos e rurais frente à densidade de processos de modernização na região:

“Os incentivos e modernização, aplicados nos solos do Oeste paranaense e Leste paraguaio, abriram novos campos agrícolas destinados à produção de exportação da soja, milho e trigo. A Itaipu e a modernização agrícola propiciaram a redução das pequenas propriedades rurais. Foz do Iguaçu e Cascavel consolidam-se como centros urbanos regionais numa região complexa e transfronteiriça. O crescimento urbano, provocado pelo aumento demográfico, funde Ciudad del Este e Iguaçu. As características que integram esta espacialidade estão associadas aos aspectos educacionais, econômicos e de infraestrutura urbana (CURY, 2021, p.467).

No distrito de Ciudad del Este se destaca, segundo Marquezini:

“considerada um dos maiores centros comerciais latino-americanos, com destaque internacional. O crescimento e desenvolvimento de Cidade do Leste estão inegavelmente ligados ao dinamismo que cerca as relações fronteiriças. A cidade sobrevive da re-exportação de produtos importados..” (MARQUEZINI, 2010, p.47)

Sobre o município de Puerto Iguazú é considerado menos dotado de infraestruturas, como aponta Cury: “se caracteriza por ser a menos ativa das três cidades que compõem as cidades da Tríplice Fronteira. A história do município acompanha traços da ocupação a partir da presença e constituição do PNI-AR com as Cataratas do Iguaçu e a chegada dos primeiros visitantes.” (CURY, 2021, p.470).

A área de estudo está situada na Plataforma Sul-Americana, no planalto basáltico da unidade morfoescultural da bacia Sedimentar do Paraná, sob a formação do Grupo da Serra Geral, a maior do mundo em seu gênero, localizada entre os estados brasileiros - Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás - até o rio da Prata, nos países fronteiriços: Argentina, Paraguai e Uruguai (Almeida, 1956).

Para classificar as formas de relevo desta área considero os estudos de Maack 1981 sobre o Terceiro Planalto Paranaense ao longo da abordagem.

A subdivisão geomorfológica adotada para esta área é o Planalto de Foz do Iguaçu, que ocupa terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná (MINEROPAR, 2006). Caracterizado por ser levemente ondulado e com chapadas de encostas suaves. (Bigarella, 1994). O Planalto de Foz do Iguaçu:

“Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 420 metros com altitudes variando entre 120 (mínima) e 540 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.” (MINEROPAR, p.44, 2006).

Na área de estudo há presença da denominação popular “Terra Roxa”, que através da decomposição de rochas eruptivas básicas, formam solos argilosos vermelhos muito coesos. (Maack, 1968).

Na classificação da EMBRAPA o solo da área abrange principalmente a classificação do grupo Latossolo Vermelho e Nitossolos Vermelhos, que ocupam porções médias e inferiores de encostas onduladas a fortemente onduladas, compreendendo solos de grande importância agrícola. Com também a presença do grupo Gleissolos, solos hidromórficos de várzeas, baixadas e fundos de vale. (EMBRAPA, 2011), (BOÇON, 2002).

A área de estudo encontra-se na zona subtropical, sob o domínio do Clima subtropical úmido. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). É importante

ressaltar algumas características do clima subtropical nesta região apontadas por Nimer:

“Caracteriza-se por uma circulação atmosférica, frequentemente perturbada pela passagem de grandes descontinuidades de massa de origem circumpolar (Frente Polar FP) em qualquer época do ano, sucedidas por ondas de frio do sistema anticiclônico móveis de origem polar. Essas constantes invasões determinam brusca mudança de tempo e constitui o traço climático particular de todo o Sul do Brasil” NIMER, 1990 *apud* (PALHARES, 2011, p.58).

Considerando os dados de precipitação de Foz do Iguaçu, município localizado na área central da área de estudo, a pluviosidade média está acima de 900 mm, igualmente distribuídas ao longo de todo o ano (COSTA, 2015).

A área de estudo está localizada no sistema hidrográfico da Bacia Platina. Esta Tríplice Fronteira em análise possui a presença de dois importantes rios, o Rio Paraná e o Rio Iguaçu, sendo eles que acompanham as divisões territoriais entre Brasil, Argentina e Paraguai e são de suma importância em diversas escalas.

O rio Paraná é considerado o 8º rio mais extenso do mundo (ITAIPU, 2010).

"O Rio Paraná é o principal rio do sistema hidrográfico da Bacia Platina, estabelecendo os limites do Estado do Paraná com Mato Grosso do Sul e com a República do Paraguai. Seu percurso total é de 4.695 km e, no Estado do Paraná percorre cerca de 400 km, desde a foz do rio Paranapanema até a foz do rio Iguaçu" Maack, 1981 *apud* (PALHARES, 2011 pág 62).

Após a foz do rio Iguaçu, o rio Paraná estabelece o limite entre a República do Paraguai e a Argentina.

Já o rio Iguaçu também constitui parte da área de estudo, especificamente o trecho final do Baixo-Iguaçu (Unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos definida nacionalmente) local com a presença da formação das Cataratas do Iguaçu e foz do rio Iguaçu. É importante atribuir o conhecimento das seguintes características do rio Iguaçu:

“Nasce no Primeiro Planalto Paranaense, nas vertentes ocidentais da Serra do Mar deságua no rio Paraná após percorrer 1.200 km formando as Cataratas do Iguaçu, que representa o processo de erosão do rio Iguaçu sobre as rochas do derrame basáltico que forma o relevo em *trapp* do Terceiro Planalto Paranaense” MAACK, 1981 *apud* (PALHARES, 2011, pág 63).

É importante destacar a presença do Aquífero Guaraní, abrangendo totalmente a área de estudo. Esta formação no subsolo, tem uma extensão aproximada de 1.196.500 km², a maior reserva subterrânea de água doce do mundo, que abrange um território transfronteiriço. (RIBEIRO, 2008)

Com a consolidação da Barragem de Itaipu, foi formado o Lago de Itaipu sobre parte do rio Paraná no ano de 1982, atualmente o sétimo maior Lago Artificial do Mundo, com 1.350 km² (135000 ha) de área em nível normal e 170 km de extensão (ITAIPU,2010). Local de Fronteira entre Brasil e Paraguai, evidente na parte norte da área de estudo.

É importante ressaltar características sobre o desenvolvimento das bacias hidrográficas e condições que viabilizaram usos da terra, como as condições de relevo, disponibilidade de água e qualidade do solo. Como é descrito estudos de Maack:

“As rochas basálticas do Terceiro Planalto Paranaense condicionaram o desenvolvimento de diferentes bacias hidrográficas (Paraná, Iguaçu, Piquiri, Ivaí, Tibagi, entre outras), porque estas se formaram cortando os sucessivos derrames de basalto por meio dos processos de erosão remontante, formando escarpas do tipo monoclinais e gerando terraços de diferentes tamanhos. Neste planalto os rios que drenam em direção ao rio Paraná são condicionados pelas inclinações das rochas vulcânicas no sentido Oeste, Sudoeste e Noroeste e sua geomorfologia é caracterizada pelas baixas declividades, formando relevo suave e preferencialmente plano” (MAACK, 1968 *apud* (PALHARES, 2011, p.63).

Considerando estudo de classificação da vegetação no território brasileiro, a área de estudo está localizada no domínio da Floresta Estacional Semidecidual. Nos estudo de Mack, é indicado que a porção Oeste do Estado do Paraná era recoberta pela Floresta Estacional Semidecidual:

“No Estado do Paraná, esse tipo de vegetação abrange as bacias de todos os afluentes da margem esquerda do rio Paraná, iniciando-se entre os rios Ivaí e Piquiri, junto com a floresta pluvial tropical, indo até a foz do rio Iguaçu, penetrando pelos seus vales” (MAACK, 1981 *apud* (PALHARES, 2011, p.61).

Segundo dados do IBGE:

“No Brasil este tipo de vegetação está sob a influência de um clima de dupla estacionalidade, uma vez que distribui em áreas de clima tropical e subtropical. [...] Na área do clima tropical o período de estiagem é

acentuado durante o inverno enquanto que na área subtropical embora não exista um período seco, há uma seca fisiológica provocada pelas baixas temperaturas médias inferiores a 15°C.” (IBGE, 1991 *apud* (PALHARES, 2011, p.61)

Palhares destaca também, que no território brasileiro, “Na prática, essa vegetação foi totalmente destruída, com exceção, de uma reserva protegida, o Parque Nacional do Iguaçu (PNI).” (PALHARES, p.61, 2011).

Quanto às áreas desmatadas é importante ressaltar o uso agrícola desta região, com características de solo férteis diretamente relacionada ao derrame basáltico da bacia do Paraná, é evidente a para massiva produção de grãos, frutas e hortaliças (COSTA, 2015).

Na área de estudo está localizado o Parque Nacional do Iguaçu, uma unidade de conservação Federal a qual determina a preservação de áreas as quais possuem remanescentes da Mata Atlântica, a Floresta Estacional Semidecidual, local de grande importância em questão de área, com mais de 185 mil Hectares e por abrigar uma biodiversidade de espécies, como por exemplo a maior concentração de população de onças-pintadas da Mata Atlântica, e geodiversidade de feições geomorfológicas da região, protegendo ecossistemas florestais e aquáticos.

O PNI, e o Parque Nacional del Iguazú, na Argentina, são reconhecidos pela UNESCO em 1986 como patrimônio natural mundial, há a formação das Cataratas do Iguaçu, reconhecida em 2012 como uma das 7 Maravilhas do Mundo, um conjunto de 275 quedas d' água localizada no Rio Iguaçu, rio que concebe a fronteira entre Brasil e Argentina (ICMBIO, 2021).

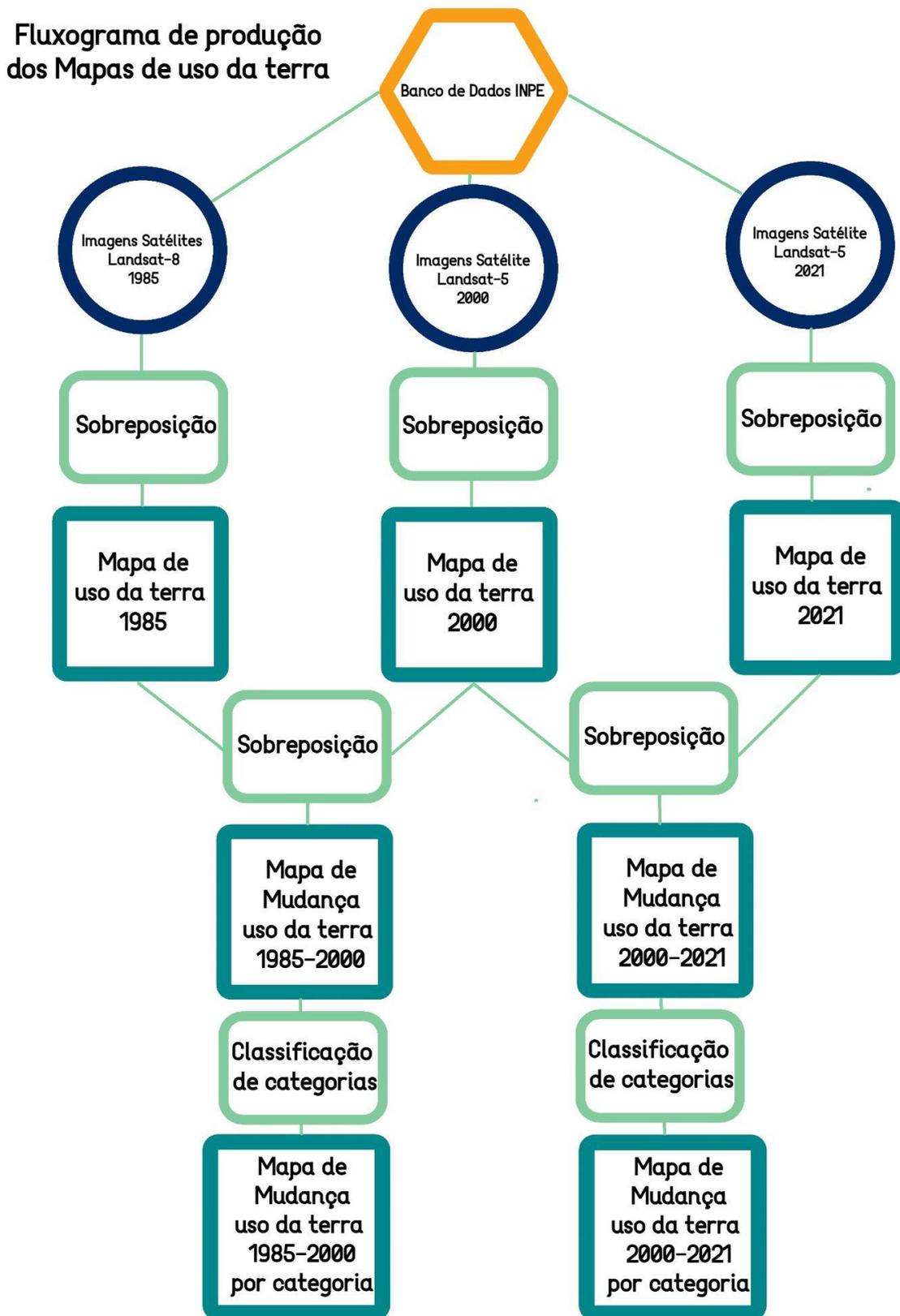
Limítrofe ao Parque Nacional del Iguazú na Argentina se encontram áreas de conservação privadas, locais de preservação da Mata Atlântica e que possuem diferentes planos de manejo os quais são mais flexíveis ao uso da população. Ambos os parques conformam um dos maiores atrativos turísticos de seus países.

4.2 PROCEDIMENTOS

Para demonstrar o objeto de estudo em questão, a modificação da cobertura e uso da terra na tríplice fronteira entre os anos de 1985, 2000 e 2021, neste trabalho foi elaborada uma série cartográfica e com o uso de imagens satélite, posteriormente a elaboração de o que auxilia na compreensão das modificações da cobertura e uso da terra na região, em conjunto com a elaboração de gráficos e quadros.

Elaborei um fluxograma (Figura 02) sobre o processo de produção dos mapas de cobertura e uso da terra, e mapas de mudança da cobertura e uso da terra, o qual ajudará na compreensão metodológica deste trabalho:

Figura 02 - Fluxograma de produção dos mapas da cobertura e uso da terra.



Elaboração: Rodrigo Augusto Moura

4.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Para realização de alguns processos do mapeamento utilizei o *Software* Livre, Qgis Desktop 3.16 GRASS 7.8.4, neste *Software* concebi as a operação das camadas vetoriais e camadas raster deste estudo. Para realização do Mapa de Localização, gerei a camada vetorial da delimitação da área de estudo, utilizei esta camada nos seguintes mapas. Neste mesmo *Software* compus o *Layout* de todos os mapas deste trabalho.

Os mapas de cobertura e uso da terra foram desenvolvidos através de imagens satélite, devido os seguintes motivos: escala de análise abranger uma área de estudo com 323212,9 hectares, condições viáveis de obtenção de dados livres de custo, condições de comparação de dados de datas distintas - 1985, 2000 e 2021 - e a viabilidade de realização e operação dos dados em um período de tempo curto, de forma economicamente viável, comparado com as dificuldades de uso de fotografias aéreas e drones.

Com a definição da escala temporal de análise entre os anos 1985, 2000 e 2021 os satélites foram escolhidos conforme seu período de atividade e abrangência de localização das imagens satélite geradas na área de estudo. Logo o Satélite Landsat-5, foi escolhido para análise dos anos de 1985 e 2000, e do Satélite Landsat-8 para o ano de 2021.

É importante ressaltar a viabilidade de estudos comparativos e operacionais entre esses dois satélites, os quais ambos foram missões gerenciadas pelas empresas estadunidenses *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e pela *U.S. Geological Survey* (USGS).

Ambos satélites possuem características similares que facilitam a comparação de dados sobre a superfície terrestre, o que podem ser utilizados para a análise das modificações da cobertura e uso da terra, observadas nos quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro 01 - Características do satélite Landsat-5.

LANDSAT-5	
Instrumento/Sensor	MSS (até Ago/1995) e TM
Operadora/Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)
País	Estados Unidos
Situação Atual	Inativo (22/11/2011)
Lançamento	01/03/1984
Altitude	705 km
Inclinação	98,20°
Órbita	Quase-Polar, Heliossíncrona
Faixa Imageada	185 Km
Tempo de Duração da Órbita	98,20 min
Horário da Passagem	09h / 11h
Período de Revisita	16 dias
Resolução Espacial	MSS: 80 m TM: 30 m

Fonte: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) (2021)

Quadro 02 - Características do satélite Landsat-5.

LANDSAT-8	
Instrumento/Sensor	OLI e TIRS
Operadora/Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)
País	Estados Unidos
Situação Atual	Ativo
Lançamento	02/11/2013
Altitude	705 Km
Inclinação	98,2°
Órbita	Circular, Polar, Heliossíncrona
Faixa Imageada	185 Km
Tempo de Duração da Órbita	99 min.
Horário da Passagem	10h / 12h
Período de Revisita	16 dias
Resolução Espacial	Pancromático: 15 m Multiespectral: 30 m Termal: 100 m reamostrada para 30 m

Fonte: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) (2021)

As imagens foram obtidas através do Catálogo de Imagem do INPE, disponível pelo *Online*, um banco de dados que dispõe de imagens satélite para download livre de custos, entre elas a linha de satélites Landsat.

As imagens satélite foram selecionadas conforme a disponibilidade que seguisse um padrão mais aproximado entre as datas dos três anos analisados (1985, 2000, 2021) e a qualidade da imagem satélite, sem a presença de nuvem ou erro de captação. A estação do ano, Outono no Hemisfério Sul, foi concebida como a que seguiu os melhores padrões de disponibilidade e qualidade. As imagens satélite utilizadas foram:

Figura 03 - Informações sobre os dados do satélite Landsat-5 utilizados

1985

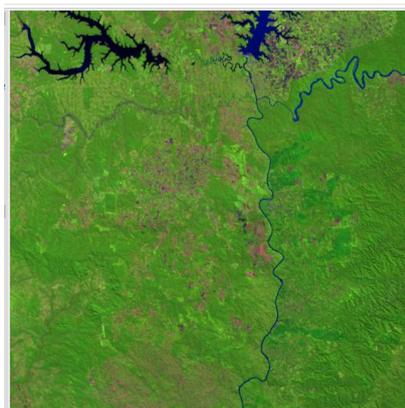
Data da Passagem: 02/05/1985

Horário:13:06:13

Nome: L5TM22407819850502

Órbita:224

Ponto:78



Fonte: INPE (2021)

Figura 04 - Informações sobre os dados do satélite Landsat-5 utilizados

2000

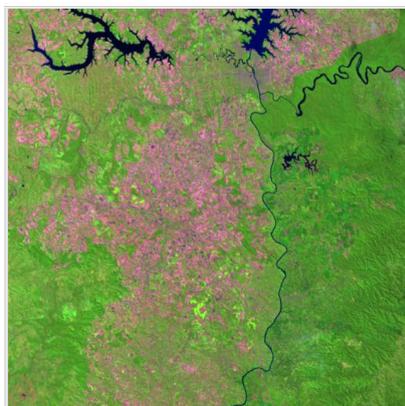
Data da Passagem: 09/04/2000

Horário:13:10:26

Nome: L5TM22407820000409

Órbita:224

Ponto:78



Fonte: INPE (2021)

Figura 05 - Informações sobre os dados do satélite Landsat-8 utilizados

2021

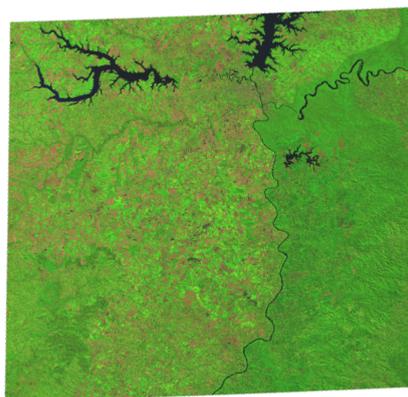
Data da Passagem: 19/04/2021

Horário: 13:35:42

Nome: L8OLI24407820210419

Órbita: 224

Ponto: 78



Fonte: INPE (2021)

O horário de passagem dos dois satélites também é outra especificação importante para composição das imagens satélite, pois garante mais homogeneidade para representação das modificações da cobertura e uso da terra conforme a escala regional analisada. Ambos satélites possuem horário de passagem no período da manhã, somente com uma hora de diferença. (FLORENZANO, 2002)

Ambos satélites estão posicionados na mesma altitude, 705 Km. As imagens inteiras dos dois satélites possuem largura da faixa imageada de 185 Km. Foram utilizados sensores com resolução espacial de 30 metros, mesmo com sensores distintos, sendo no Landsat-5 o sensor *Thematic Mapper* (TM) e no Landsat-8 o sensor *Operational Land Imager* (OLI). Nesta resolução espacial, cada pixel representa 0,09 hectares de área no terreno. (INPE, 2021). Além de possuírem a mesma resolução espacial, os satélites possuem bandas com intervalos espectrais semelhantes, conforme os quadros 3 e 4.

Quadro 03 - Resumo das características do sensor *Thematic Mapper*

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Res. Radiométrica
TM (Thematic Mapper)	(B1) AZUL	0.45 - 0.52 μm	30 m	16 dias	185 km	8 bits
	(B2) VERDE	0.52 - 0.60 μm				
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm				
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm	120 m			
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 μm	30 m			
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.08 - 2.35 μm				
s.d. = sem dados/informações						

Fonte: INPE (2021)

Quadro 04 - Resumo das características do sensor *Operational Land Imager*

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Res. Radiométrica
OLI (Operational Land Imager)	(B1) COSTAL	0.433 - 0.453 μm	30 m	16 dias	185 km	12 bits
	(B2) AZUL	0.450 - 0.515 μm				
	(B3) VERDE	0.525 - 0.600 μm				
	(B4) VERMELHO	0.630 - 0.680 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.845 - 0.885 μm				
	(B6) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.560 - 1.660 μm				
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.100 - 2.300 μm	15 m			
	(B8) PANCROMÁTICO	0.500 - 0.680 μm	30 m			
	(B9) Cirrus	1.360 - 1.390 μm				
s.d. = sem dados/informações						

Fonte: INPE (2021)

As bandas espectrais utilizadas para o processamento das imagens satélite foram escolhidas conforme a aproximação das frequências das Resoluções espectrais das bandas disponíveis. Do sensor TM a bordo do Satélite Landsat-5, foram utilizadas as Bandas: (B1) Azul, (B2) Verde, (B3) Vermelho, (B4) Infravermelho Próximo. (B5) Infravermelho Médio. Do sensor OLI a bordo do Satélite Landsat-8, foram utilizadas as Bandas: (B2) Azul, (B3) Verde, (B4) Vermelho e (B5) Infravermelho Próximo.

Nas imagens do satélite Landsat-5, utilizadas para classificação dos anos de 1985 e 2000, as bandas espectrais envolvidas no processo composição colorida seguiram o seguinte padrão: RGB 453; Banda 4 no espectro vermelho; Banda 5 no espectro Verde; Banda 3 no espectro azul.

As imagens do satélite Landsat-8, utilizadas para classificação do ano de 2021, seguem o seguinte padrão: RGB 564; Banda 5 no espectro vermelho; Banda 6 no espectro verde; Banda 4 no espectro azul.

Seguindo o fluxograma, elaborei o processo de composição das imagens satélite para atribuir a diferenciação da cobertura e uso da terra. Foi feita uma composição colorida e composição falsa-cor para cada ano analisado - 1985, 2000 e 2021 - para realizar uma classificação através de amostras das assinaturas espectrais de cada classe, coletadas através do Software ILWIS.

A classificação dos usos das terras seguiu-se o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE, atribuindo o Nível 1 para elaboração dos mapas deste trabalho. Neste nível há 5 classes de análise, sendo: 1- Áreas Antrópicas não Agrícolas; 2- Áreas Antrópicas Agrícolas; 3- Áreas de Vegetação Natural; 4- Água; 5- Outras Áreas, Conforme o quadro 03.

A classe de Nível I foi escolhida devido às características da resolução espacial dos satélites utilizados, com cada *pixel* equivalente a 900m² (0.09 ha), comportando uma variabilidade de usos específicos mais detalhados, subclasses e unidades, dentro da classe (Nível I).

Cada classe do Nível I foi representada com fotografias captadas na área de estudo, demonstrando características da paisagem estudada no período atual da pesquisa (2021), como também registros anteriores de características ainda presentes na paisagem conforme minha experiência de vivência nesta região. Considerando as imagens nos três países com as fotografias a seguir:

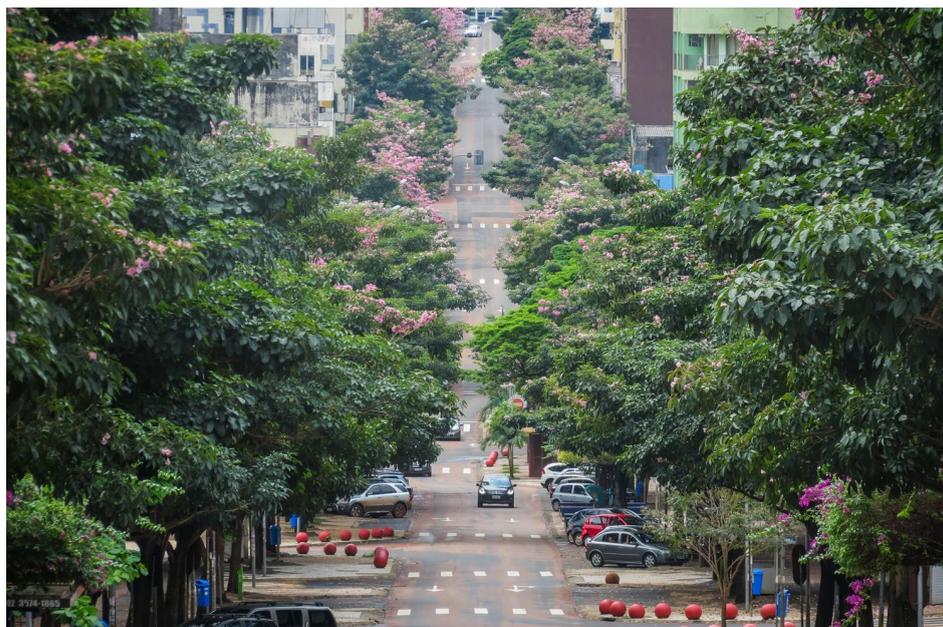
Classe 1- Áreas Antrópicas não Agrícolas:

Figura 06 - Área Antrópica não Agrícola, centro comercial de Ciudad del Este.



Fonte: Portal da Cidade, 2020.

Figura 07 - Área Antrópica não Agrícola, Av. Brasil, centro de Foz do Iguaçu.



Fonte: SLAMP & BUSARELLO ARQUITETOS, 2005

Figura 08 - Área Antrópica não Agrícola, Centro de Puerto Iguazú.



Fonte: Radiolguazu, 2021

Classe 2- Áreas Antrópicas Agrícolas

Figura 09 - Área Antrópica Agrícola, Plantação em Foz do Iguazú



Fonte: O Autor

Figura 10 - Área Antrópica Agrícola,



Fonte: Embrapa, 2016

Figura 11 - Área Antrópica Agrícola,



Fonte: Christian Rizzi/ Gazeta do Povo, 2012.

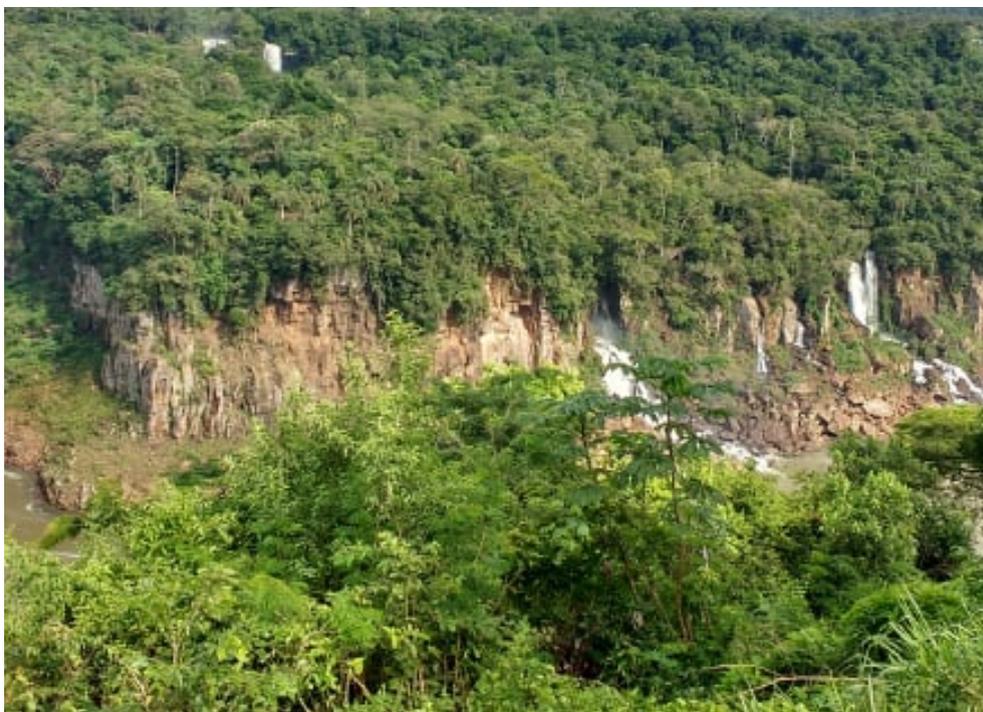
Classe 3- Áreas de Vegetação Natural

Figura 12 - Áreas de Vegetação Natural. Reflorestamento Itaipu.



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 13 - Áreas de Vegetação Natural. Vegetação Parque Nacional do Iguaçu.



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 14 - Áreas de Vegetação Natural. Bosque dos Macacos em Foz do Iguaçu



Fonte: TAROBA NEWS, 2021;

Classe 4- Água

Figura 15 - Água, Rio Iguazu entre Foz do Iguazu e Puerto Iguazú.



Fonte: Elizabeth Red, 2020

Figura 16 - Água, Lago de Itaipu, Foz do Iguaçu



Fonte: Jonas de Carvalho, 2012

Figura 17 - Água, Rio Paraná.



Fonte: O Autor

Classe 5- Outras Áreas

Figura 18 - Outras Áreas, Trecho das linhas de Transmissão da ITAIPU



Fonte: O Autor.

Figura 19 - Outras Áreas, Loteamentos em expansão em Foz do Iguaçu.



Fonte: Cabeza News.

Figura 20 - Outras Áreas, Local de ampliação do Porto Seco em Foz do Iguaçu com solo exposto.



Fonte: G1, Globo

Para identificação de cada categoria, as imagens satélite passaram pelo procedimento de coleta de amostra. Selecionei feições previamente identificadas através do resultado da composição falsa cor das Bandas de cada satélites, o que facilitou diferenciar as classes analisadas. Escolhi selecionar as feições de cada categoria levando em conta a identificação sobre as possíveis variáveis de representação, coletei amostras de áreas dos três países da áreas de estudo.

Após a seleção das amostras, utilizei o método de Máxima Verossimilhança para classificação e obtive um mapa preliminar dos usos das terras para cada ano.

Com as imagens classificadas em 5 classes, apliquei o filtro de moda para a suavização de informação de alta frequência (como *pixels* isolados). Realizei o procedimento de recorte da área de estudo e gerei um gráfico sobre a ocupação das classes de cobertura e uso da terra por área. Após esse procedimento finalizei os mapas de cobertura e uso da terra de 1985, 2000 e 2021 e realizei a concepção das legendas e *layout*.

Escolhi a representação de cores para representação dos mapas de cobertura e uso da terra de 1985, 2000 e 2021, conforme o Manual de Uso da Terra do IBGE. Atribuindo as seguintes cores para caracterizar a legenda (Figura 21).

Figura 21: Esquema de cores empregado.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2013.

Para elaboração dos mapas de mudança de cobertura e uso da terra de 1985-2000 e 2000-2021, utilizei no Qgis o Complemento SCR (*Semi-Automatic Classification Plugin*), apliquei as opções de pós processamento de imagem com a opção *Land Cover Change*, para processamento, resultando em uma classificação sobre a Mudança entre cada classe de análise. Com a classificação sobre as mudanças de cobertura e uso da terra, elaborei os mapas de mudança de cobertura e uso da terra dos anos de 1985-2000 e 2000-2021 utilizando duas classes de análise, entre áreas com cobertura e uso da terra alterado e cobertura do uso da terra não alterada.

Após a realização deste mapa, criei os mapas de mudança de cobertura e uso da terra por classificação dos anos de 1985-2000 e 2000-2021. Este tipo de mapa foi elaborado através de uma tabela de minha autoria apresentada a seguir para demonstração das formas de concepção da legenda e demonstração do avanço da variabilidade de modificação do solo e locais que permaneceram sem modificação. As colorações mais intensas de cada classe atribuem a característica de cobertura e uso da terra não alterado, sendo as classe que foi mantido a

cobertura e uso da terra do período anterior (1985-2000 e 2000-2021) sendo os números (1, 5, 13, 21 e 25). Já os demais valores identificam que houve alteração de uso da terra. Sendo uma ferramenta importante para estudos posteriores os quais queiram especificar e expressar de forma clara qual classe foi modificada. conforme a Figura 22.

Figura 22: Quadro de criação das legendas para categorizar os mapas de mudança da cobertura e uso da terra.

	Classes	Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas Antrópicas Agrícolas	Áreas de Vegetação Natural	Água	Outras áreas
		1	2	3	4	5
Áreas antrópicas não Agrícolas	1	1	3	6	10	15
Áreas Antrópicas Agrícolas	2	2	5	9	14	19
Áreas de Vegetação Natural	3	4	8	13	18	22
Água	4	7	12	17	21	24
Outras áreas	5	11	16	20	23	25

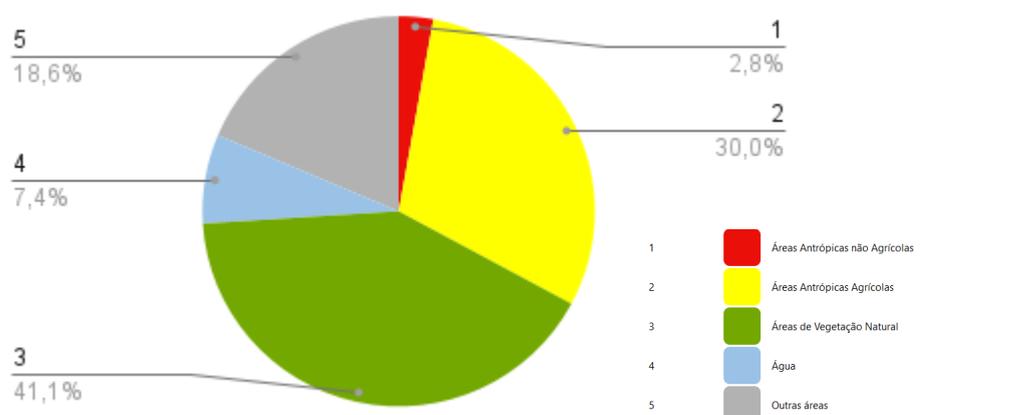
Fonte: O autor.

5 RESULTADOS

Com a escolha da metodologia para execução dos procedimentos de Sensoriamento Remoto e formas de classificação de cobertura e uso da terra, as quais possibilitaram a criação dos mapas, Gráficos e tabelas elaborados, foi possível obter os seguintes resultados:

No gráfico a seguir apresento os resultados obtidos através do cálculo de histograma dos mapas de cobertura e uso da terra. Sendo representado os valores de área (hc) de cada classe de cobertura e uso da terra.

Figura 23: Gráfico com as áreas de cobertura e uso da terra de 1985



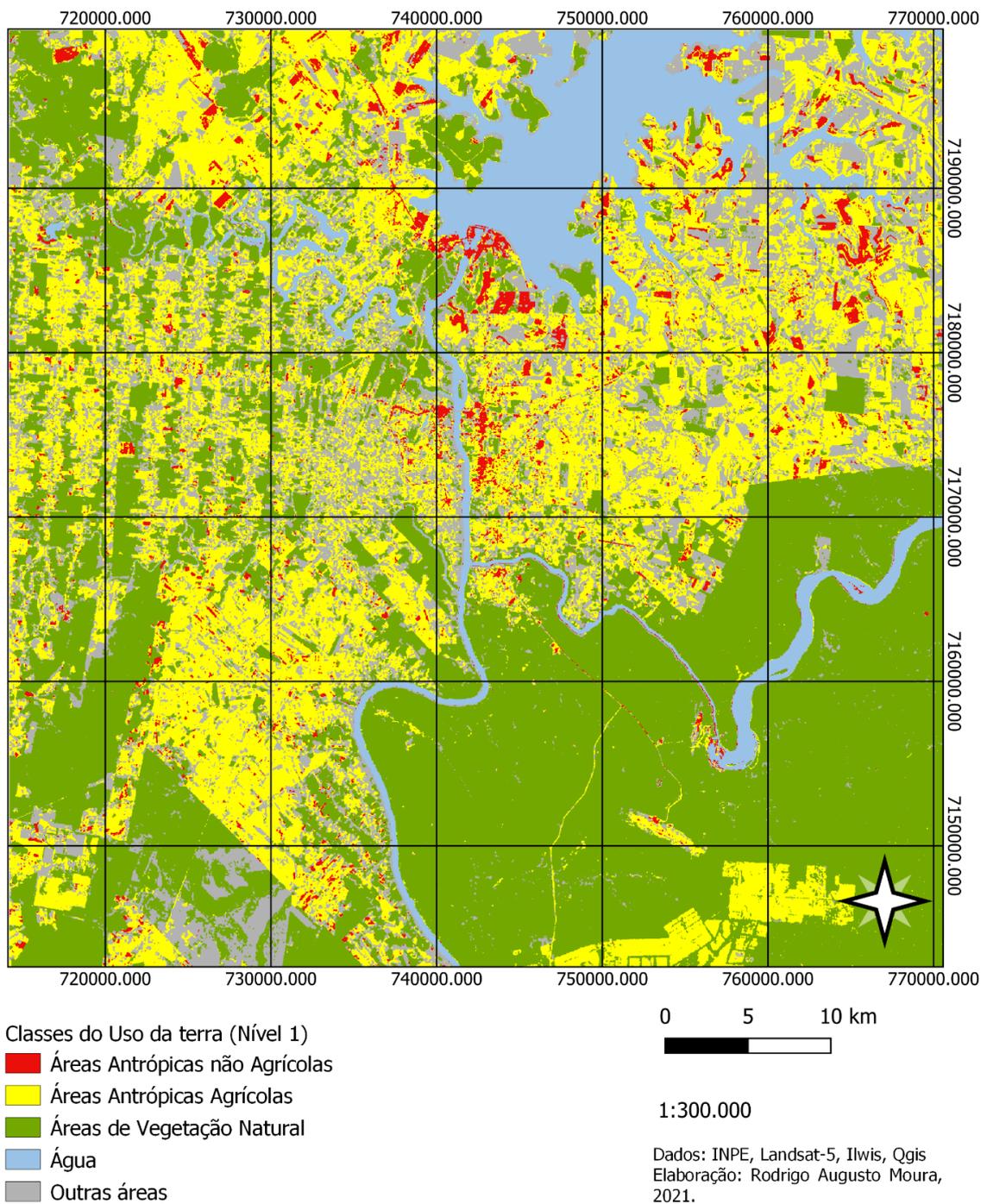
Fonte: O autor.

Com a realização do Mapa de cobertura e uso da terra de 1985 as classes seguiram a seguinte distribuição:

Área Antrópica não Agrícola, equivale a uma área de 9212 ha, e corresponde a 2,8% da Área de Estudo; Área Antrópica Agrícola, equivale a uma área de 97558 ha, e corresponde a 30,0% da Área de Estudo; Área de Vegetação Natural, equivale a uma área de 133619 ha, e corresponde a 41,1% da Área de Estudo; Água, equivale a uma área de 23985 ha, e corresponde a 7,4% da Área de Estudo; Outra Áreas, equivale a uma área de 60524 ha, e corresponde a 18,6% da Área de Estudo;

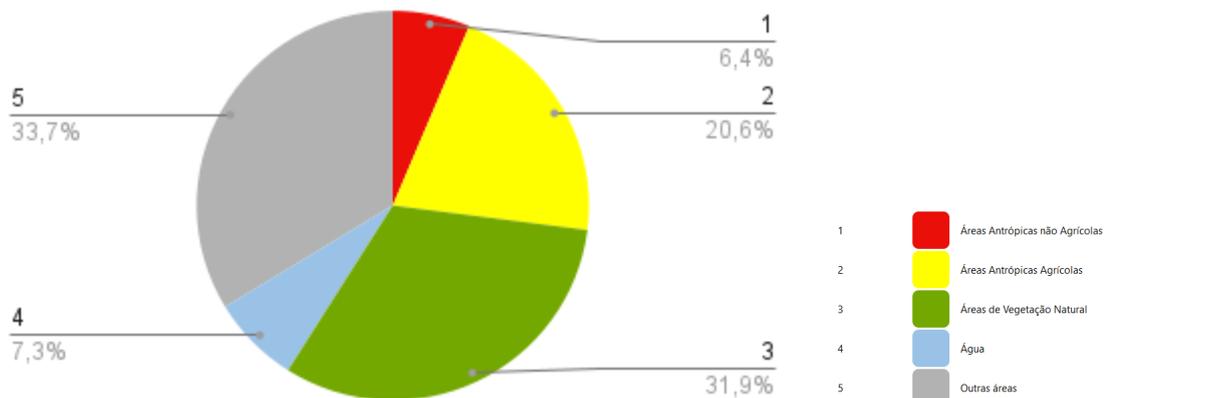
Figura 24: Mapa de cobertura e uso da terra Tríplice Fronteira 1985, Classificação de Nível 1

Mapa de Uso da terra Tríplice Fronteira 1985 Classificação Nível I



Fonte: O autor.

Figura 25: Gráfico com as áreas de cobertura e uso da terra de 2000



Fonte: O autor.

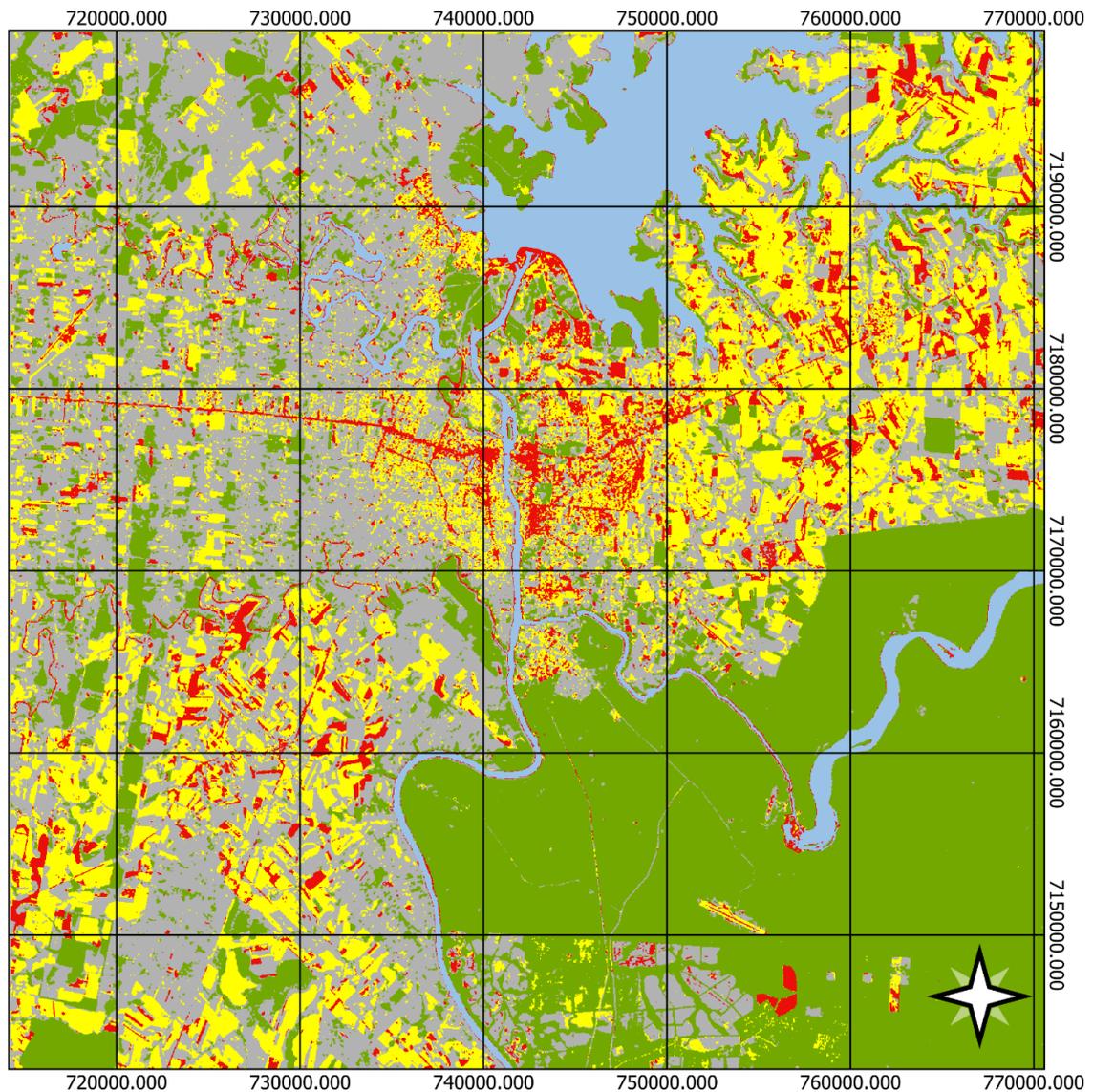
Com a realização do mapa de cobertura e uso da terra de 2000 as classes seguiram a seguinte configuração:

Área Antrópica não Agrícola, equivale a uma área de 20667 ha, e corresponde a 6,4% da Área de Estudo; Área Antrópica Agrícola, equivale a uma área de 66998 ha, e corresponde a 20,6% da Área de Estudo;

Área de Vegetação Natural, equivale a uma área de 103664 ha, e corresponde a 31,9% da Área de Estudo; Água, equivale a uma área de 23824 ha, e corresponde a 7,3% da Área de Estudo; Outra Áreas, equivale a uma área de 109364 ha, e corresponde a 33,7% da Área de Estudo.

Figura 26 - Mapa de usos das terras na Tríplice Fronteira 2000, Classificação de Nível 1

Mapa de Uso da terra Tríplice Fronteira 2000 Classificação Nível I



Classes do Uso da terra (Nível 1)

- Áreas Antrópicas não Agrícolas
- Áreas Antrópicas Agrícolas
- Áreas de Vegetação Natural
- Água
- Outras áreas

0 5 10 km

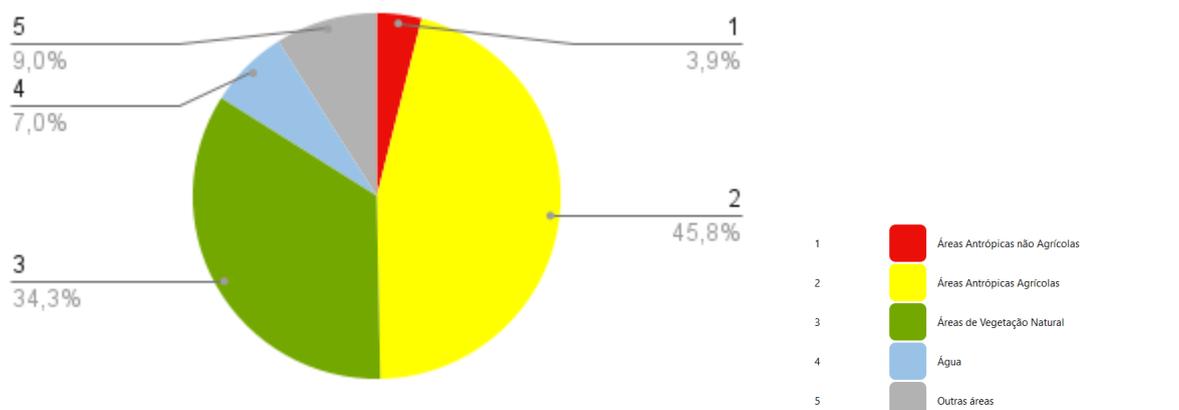


1:300.000

Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.

Fonte: O autor.

Figura 27 - Gráfico de cobertura e uso da terra 2021 (área)



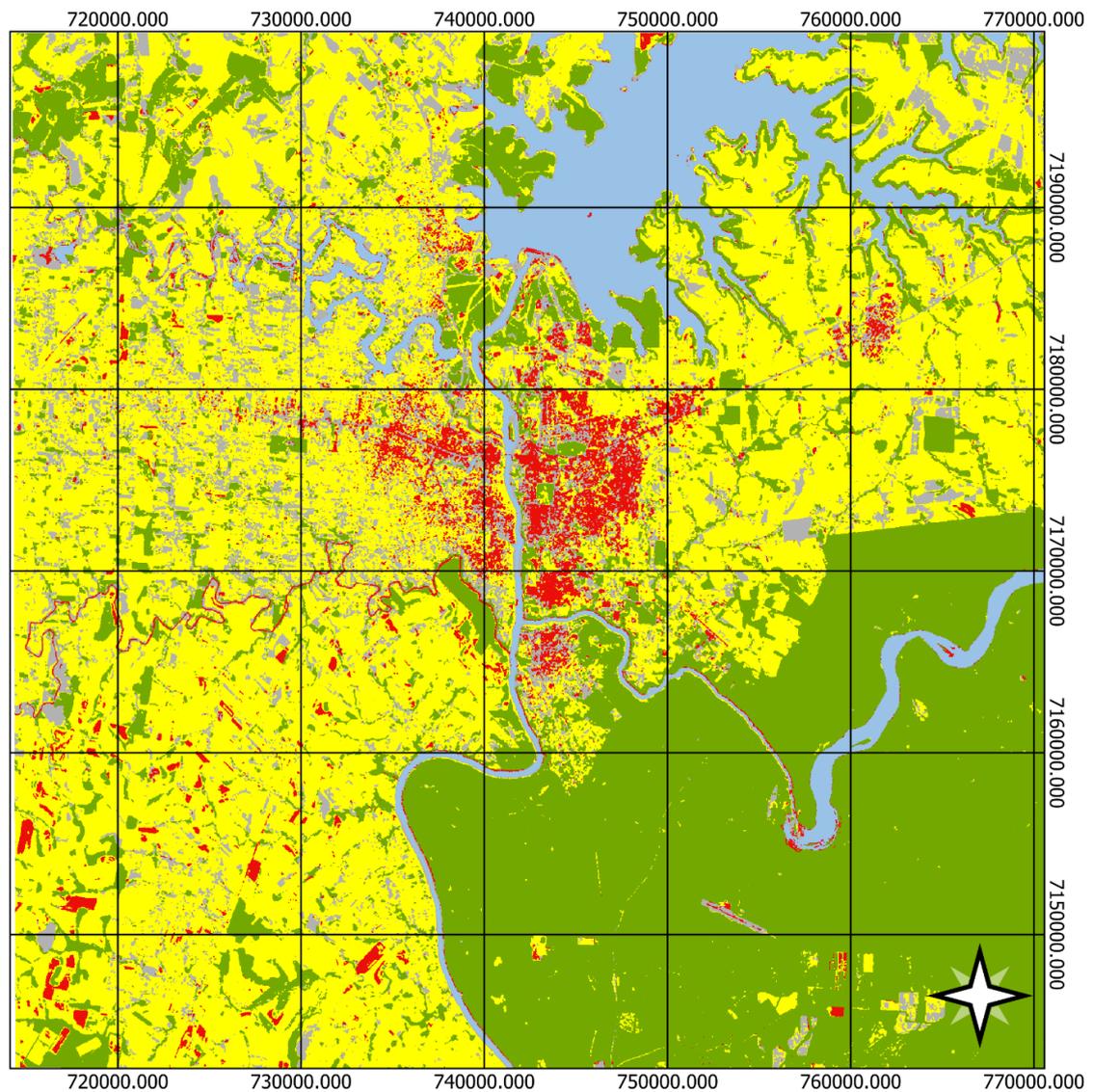
Fonte: O autor.

Com a realização do Mapa de cobertura e uso da terra de 2021 as classes seguiram a seguinte configuração:

Área Antrópica não Agrícola, equivale a uma área de 127739963, e corresponde a 3,9% da Área de Estudo; Área Antrópica Agrícola, equivale a uma área de 148413 ha, e corresponde a 45,8% da Área de Estudo; Área de Vegetação Natural, equivale a uma área de 111236 ha, e corresponde a 34,3% da Área de Estudo; Água, equivale a uma área de 22789 ha², e corresponde a 7,0% da Área de Estudo; Outra Área, equivale a uma área de 29161 ha, e corresponde a 9,0% da Área de Estudo.

Figura 28 - Mapa de cobertura e uso da terra, Tríplice Fronteira 2021 - Classificação de Nível 1

Mapa de Uso da terra Tríplice Fronteira 2021 Classificação Nível I



Classes do Uso da terra (Nível 1)

- Áreas Antrópicas não Agrícolas
- Áreas Antrópicas Agrícolas
- Áreas de Vegetação Natural
- Água
- Outras áreas

0 5 10 km



1:300.000

Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.

Fonte: O autor.

Através da elaboração desses três mapas, foi possível constatar que entre os anos de 1985 e 2000 as classes seguiram as características e distribuições a seguir:

A Área Antrópica não Agrícola (Classe 1) aumentou em áreas centrais nos municípios de Ciudad del Este, Hernandarias e Puerto Iguazú;. Ocorreu evidente expansão na região Norte de Foz do Iguaçu, especificamente entre a Itaipu e Centro da cidade, direcionado também na parte Leste do Município.

A Área Antrópica Agrícola (Classe 2) apresentou área retraída, visto também um grande aumento das Outras Áreas (Classe 5), o qual possui características espectrais semelhantes, em especial em relação aos solos expostos;

A Área de Vegetação Natural (Classe 3) apresentou área retraída, em especial nas áreas de ocupação majoritariamente de uso rural, as quais ainda possuem pouquíssimas áreas remanescentes e preservadas fora dos Parques Nacionais, Áreas da Itaipu. Foi observado que o uso retraído dessa classe se deu pelo aumento do uso da Área Antrópica Agrícola (Classes 2) e Outras Áreas (Classe 5);

A Água apresentou leve retração da área, acompanhada pelo aumento das Outras Áreas.

As Outras Áreas (Classe 5) apresentou área expandida, sendo a segunda maior alteração de cobertura e uso da terra deste trabalho. É perceptível que nesta onde estavam Áreas desta classe os usos eram anteriormente predominantemente nas Área Antrópica Agrícola e Área de Vegetação Natural. Elemento importante do trabalho a respeito da modificação da cobertura e uso da terra relacionada à expansão de solo exposto e áreas de desmatamento.

Foi possível constatar que entre os anos de 2000 e 2021 as classes seguiram as características e distribuições a seguir:

A Área Antrópica não Agrícola (Classe 1) foi expandida em área mas não em porcentagem da área de estudo. Foi demonstrado grande expansão dessa classe nas áreas da municipalidade de Puerto Iguazú. Foi percebido a expansão dessa classe entre as rodovias principais da região, em Foz do Iguaçu na parte Leste do município na BR-277, e no sentido Oeste de Ciudad del Este na Ruta-2);

A Área Antrópica Agrícola (Classe 2) foi a modificação mais acentuada deste trabalho, uma expansão de área e porcentagem, antes

correspondendo 20,6% (2000) e 45,8% (2021); Esta expansão é evidenciada na maioria das áreas rurais dos municípios da área de estudo, frente a retração das Área de Vegetação Natural e modificação das Outras Áreas.

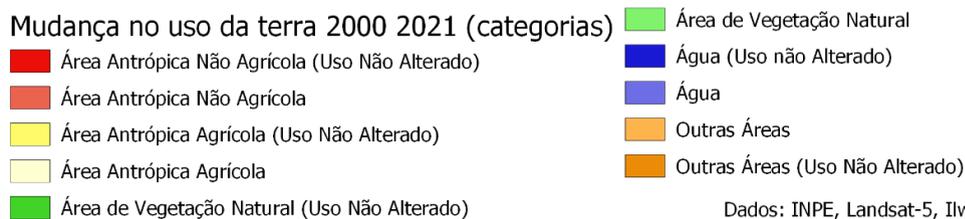
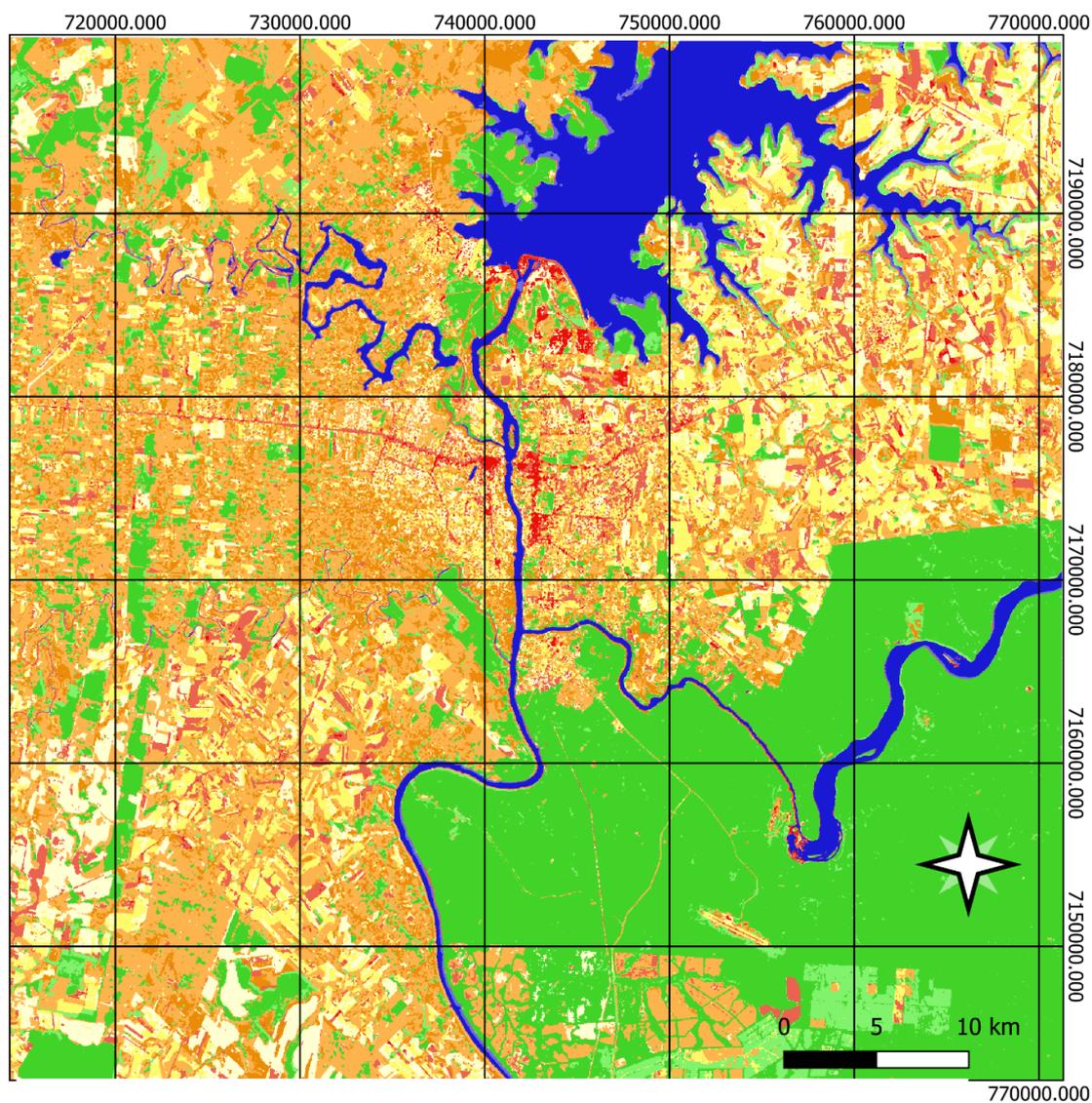
A Área de Vegetação Natural (Classe 3) foi expandida, tanto em área como em porcentagem de uso na área de estudo. Foi observada expansão desta classe em áreas urbanas centrais, como também a margem do Lago de Itaipu e regiões centrais. Esta classe ainda sofre retração quando se considera as áreas rurais, evidenciando a perda de muitas áreas remanescentes descentralizadas.

A Água apresentou retração de área mais acentuada em comparação com o período anterior.

A Outra área apresentou grande retração de área e porcentagem de cobertura e uso da terra. As áreas substituíram esta ocupação no ano de 2021 são predominantemente de Áreas Antrópicas Agrícolas, como também em alguns trechos e menos influente as Áreas Antrópicas Não Agrícolas, evidenciando no caso a dificuldade de identificação da cobertura e uso da terra de locais com solo exposto. Os quais são concebidos para atividade rural e atividade urbana, no caso da região a expansão de áreas agricultáveis muitas vezes de soja e a expansão de loteamentos para moradia, evidenciados na parte leste de Foz do Iguaçu.

Figura 29 - Mapa de mudança dos usos das terras na Tríplice Fronteira 1985 - 2000 por categorias

Mapa de Mudança do Uso da terra Tríplice Fronteira 1985-2000 por categorias

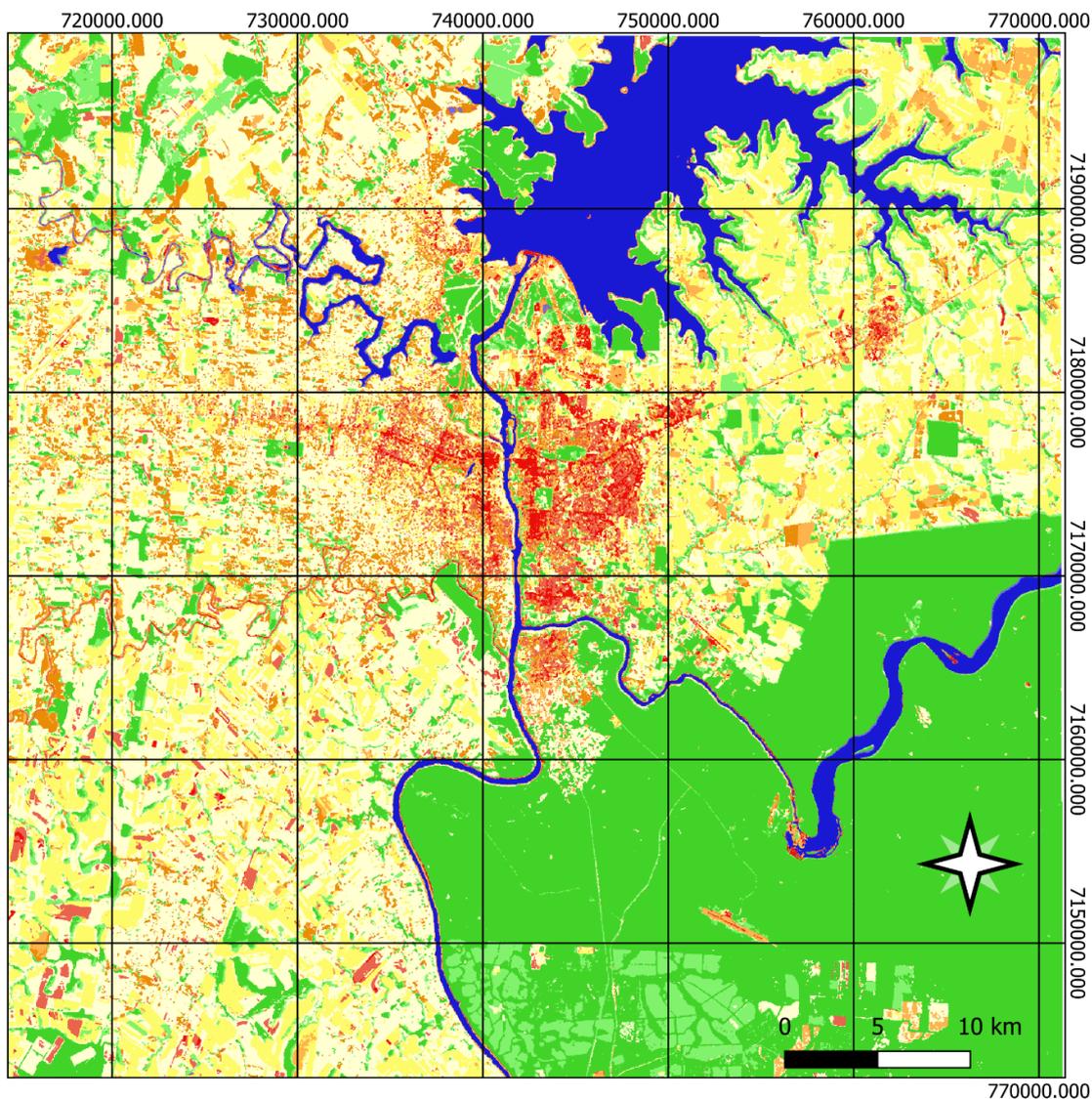


Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.

Fonte: O autor.

Figura 30 - Mapa de mudança de cobertura e uso da terra na Tríplice Fronteira 2000 - 2021 por categorias

Mapa de Mudança do Uso da terra Tríplice Fronteira 2000-2021 por categorias



Mudança no uso da terra 2000 2021 (categorias)

- Área Antrópica Não Agrícola (Uso Não Alterado)
- Área Antrópica Não Agrícola
- Área Antrópica Agrícola (Uso Não Alterado)
- Área Antrópica Agrícola
- Área de Vegetação Natural (Uso Não Alterado)

- Área de Vegetação Natural
- Água (Uso não Alterado)
- Água
- Outras Áreas
- Outras Áreas (Uso Não Alterado)

Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.

Fonte: O autor.

Tabela 01 - Modificação das classes de cobertura e uso da terra **na área de estudo entre 1985 e 2021**

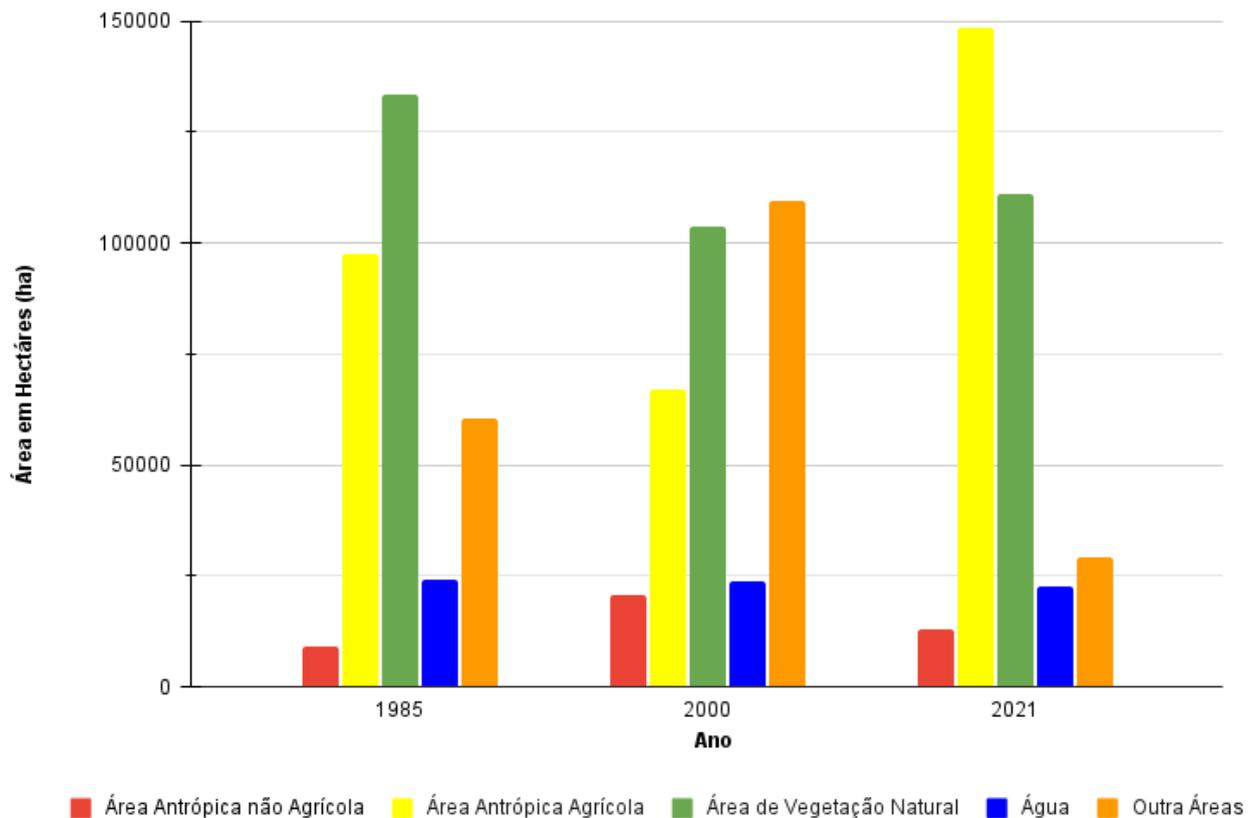
Área Antrópica não Agrícola	Expansão de 3561 ha
Área Antrópica Agrícola	Expansão de 50855 ha
Área de Vegetação Natural	Retração de 22382 ha
Água	Retração de 1196 ha
Outra Áreas	Retração de 31362 ha

Fonte: O autor.

Tabela 02 - Área (ha) das classes de cobertura e uso da terra **na área de estudo**

	1985	2000	2021
Área Antrópica não Agrícola	9212	20667	12773
Área Antrópica Agrícola	97558	66998	148413
Área de Vegetação Natural	133619	103664	111236
Água	23985	23824	22789
Outra Áreas	60524	109364	29161

Gráfico de Área (ha) das classes de cobertura e uso da terra na área de estudo



Fonte: O autor.

Através dos resultados e elaboração de gráficos e tabelas, foi possível constatar que entre 1985 e 2021 houve o aumento de cobertura e uso da terra das classes: Área Antrópica não Agrícola, Área Antrópica Agrícola, Outras Áreas;

Mesmo que algumas áreas de vegetação natural tenham se expandido sobre as regiões urbanas, áreas de preservação (como no Parque Nacional do Iguaçu), e áreas à margem do Lago de Itaipu, principalmente entre 1985-2000, a área total dessa classe foi diminuída, conforme o Gráfico e a comparação entre os mapas produzidos.

O processo que acompanha essa modificação está relacionado ao crescimento da Área Antrópica não Agrícola, que seguiu expansão nos anos de 2000 e 2021, Área Antrópica Agrícola, com expansão mais acentuada no ano de

2021, e Outras áreas, verificado grande expansão no ano de 2000. Nuances verificados através da elaboração dos Mapas de Mudança de cobertura e uso da terra por categorias, processo acentuado no Paraguai e Brasil.

A classe Água foi a mais precisa para considerar as áreas com presença de Corpos d' água, mas não estabeleceu classificações sobre grande parte dos rios de menor porte, devido às questões de resolução espacial, e também a presença de vegetação à margem dos cursos d' água. Ocorreu a redução de área.

Foi possível constatar que durante a execução da metodologia do trabalho, os procedimentos de coleta de amostras das áreas para representar as determinadas classes (nível 1) sofreram algumas dificuldades:

Com a elaboração das composições coloridas e composições falsa-cor foi possível perceber muitas áreas com a presença de solo exposto. Desse modo, ao coletar feições para analisar as aspectos urbanas e rurais, especificamente as classes (Área Antrópica não Agrícola, Área Antrópica Agrícola e Outras Áreas) foi notada uma semelhança espectral sobre a presença de solo exposto e rochas.

Devido às limitações dos processos de coleta de dados de informação de cobertura e uso da terra através de imagens satélite, como as condições de escala de análise, com mapas na escala 1:300000 e a resolução espacial de 30m, foi observado que alguns locais foram classificados de forma incoerente, especificamente locais como as margens dos rios principais, áreas contínuas rurais com solo exposto, áreas como a Barreira da Itaipu e nas rochas expostas na formação das Cataratas do Iguaçu.

Para caracterização precisa de cobertura e uso da terra de locais com solo exposto é necessário a realização de trabalho de campo, devido às características diversas a respeito de cobertura e uso da terra, como por exemplo o uso misto, agrícola, expansão urbana e disposição e expansão de infraestruturas, como as vias, estradas, aeroportos, áreas das redes de transmissão de energia, hidrelétricas (Itaipu e Acaray) e o Porto Seco de Foz do Iguaçu.

Foi possível perceber que as áreas com solo exposto foram difíceis de serem classificadas devido a diversidade dos usos da terra particulares de cada lugar, no caso desta região, é evidente a dificuldade de identificar as via sem pavimentação em algumas áreas urbanas, como também as áreas recentemente desmatada ou preparada para o cultivo as quais estão com o solo exposto, também

áreas urbanas com uma maior densidade de vegetação foram difíceis de serem identificadas.

Com este problema foi evidente, após os processamentos das imagens satélite e a elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra, a presença de distintos usos da terra definidos em cada categoria. Sendo então necessário o conhecimento prévio e atualizado dos locais, por meio de trabalho de campo e uso de algumas imagens satélite com resolução espacial mais elevadas, e para análises de 1985 e 2000 o uso de fotografias aéreas e entrevistas com as populações com conhecimento sobre usos da terra no passado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão sobre as modificações das feições espaciais em determinadas escalas e períodos contribuem para compreensão de muitos processos geográficos regionais. É importante demonstrar os desafios e esforços frente a análise do objeto de estudo em questão, considerando a modificação de cobertura e uso da terra de forma quantitativa e as alterações qualitativas da paisagem, em uma região de fronteira dotada de uma densidade de acontecimentos que influenciaram a configuração territorial em diversas escalas.

Considero que mesmo com as limitações de análise, tanto na forma de abordagem sobre a área de estudo, ao considerar brevemente características geográficas, quanto nos procedimentos de mapeamento, como a escala geográfica considerada, a utilização dos Satélites Landsat-5 e Landsat-7, com resolução espacial de 30m (área com 0,09 ha) e as formas de classificação semi-automáticas através de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Foi possível demonstrar as principais modificações da cobertura e uso da terra das classes de nível 1, segundo o Manual Técnico de Uso da terra do IBGE.

Sobre a classificação escolhida (Nível 1), considero a mais adequada para análise devido às condições de coleta de dados, tratando de dados do passado mais distante (1985 e 2000) e dados de 2021, é evidente a dificuldade e limitações do uso das imagens mencionadas para classificações de cobertura e uso da terra mais complexas (Nível 2 e 3), pois seria necessário resoluções espaciais mais detalhadas e a compreensão sobre a disposição dos tipos de uso (nos períodos de análise) para coleta de amostras espectrais, necessitando a realização de trabalho de campo para realização dos procedimentos.

A condição da pandemia (COVID-19) impossibilitou a execução da etapa de trabalho de campo, não foi possível acesso ao território argentino devido a situação de fronteiras fechadas, logo optei em não realizar essa etapa no estudo. Considero o trabalho de campo muito importante para verificação das informações sobre os usos da terra no ano de 2021, como também para compreensão de expressões da paisagem, contribuindo para a explicação dos processos geográficos referentes às modificações de cobertura e uso da terra. Viabilizando a identificação, como por exemplo, do usos da terra dos locais com características de solo exposto,

muito recorrente na região devido ao uso agrícola e expansão da malha urbana, facilitando a identificação das classes de cobertura e uso da terra e melhor compreensão sobre as formas de modificação de cobertura e uso da terra.

Desse modo, com os procedimentos executados neste trabalho, foi possível perceber que na área de estudo a modificação de cobertura e uso da terra foi intensificado pela ação antrópica, o crescimento populacional ascendente e a instauração de infraestruturas importantes são processos que evidenciam a características de expansão das Área Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas e Outras Áreas. A modificação e expansão dessas classes acompanhou a retração das Áreas de Vegetação Natural considerando esta classe em área total, por outro lado, foi notado que principalmente nas zonas centrais urbanas, como também, nas áreas (com as classes Áreas Antrópicas Agrícolas e Outras Áreas) do Parque Nacional do Iguazu as Áreas de Vegetação Natural estabeleceram expansão e locais inalterados. É importante considerar que a criação do Parque Nacional do Iguazu também influenciou diretamente a modificação de cobertura e uso da terra na área de estudo, tanto estabelecendo conservação e reflorestamento, como também influenciando a expansão da malha urbana devido a implantação de infraestruturas relacionadas ao turismo regional. Processo identificados nos municípios de Foz do Iguazu e Puerto Iguazú.

Foi possível identificar o processo de conurbação urbana e expansão da malha urbana entre os distritos de Ciudad del Este, Hernandarias, Presidente Franco e Minga-Guazú, e mesmo com a presença dos rios Iguazu e Paraná, envolvendo Foz do Iguazu e Puerto Iguazu, evidenciados pelo avanço de cobertura e uso da terra da classe Área Antrópicas não Agrícolas.

Sobre o uso agrícola nos distritos do Paraguai, é observado no período analisado o processo de expansão em “espinha de peixe”, evidenciado pelo desmatamento por meio de estradas principais (AB’SABER, 2004). Já nos municípios do Brasil é notado a manutenção do uso agrícola, o qual sofreu grande retração da vegetação natural em anos prévios à análise em questão. Nos município de Puerto Iguazú foi notado principalmente a retração das Áreas de Vegetação Natural, localizadas na parte sul das áreas urbanas centrais consolidadas, contemplando o uso agrícola e urbano, evidenciados pelo avanço das Área Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas e Outras Áreas.

Considerando as áreas com a classe Água foi notada a retração da área total, esta característica é de suma importância de conservação, pois está ligada de forma mais intrínseca com outras classes de cobertura e uso da terra devido seu caráter vital para manutenção da vida. Evidenciando o caráter local da grave situação de seca na bacia hidrográfica da Bacia do Paraná, conforme a ANA:

“o cenário observado na Região Hidrográfica do Paraná é de escassez hídrica relevante em comparação com períodos anteriores e que a situação desfavorável prevista para os próximos meses representa impactos a usos da água, em especial para os usos não consuntivos de lazer e turismo, navegação e geração hidrelétrica”. (ANA. 2021, p.1)

A retração da classe Água acompanhou o avanço das áreas com solo exposto, expressão com maior dificuldade de classificação neste trabalho, sendo assinalada nas Área Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas e Outras Áreas.

Sendo então este trabalho uma forma exploratória, constituindo uma parte de esforço e perspectiva para futuramente compreender de forma totalizada as modificações de cobertura e uso da terra e sua relação com a construção e expansão das infra estruturas, principalmente em relação a expansão da classe Área Antrópica não Agrícola, a qual demanda estudos geográficos os quais são fundamentais para compreensão da organização e gestão do território, ferramenta essencial para instauração de projetos, planos diretores, iniciativas públicas e privadas, leis, regulações e entre outras influências normativas que modificam as condições da paisagem e qualidade de vida das populações e suas relações territoriais intrínsecas, como o caso das áreas indígenas.

Esforço o qual demanda a presença de um equipe multidisciplinar para análise de fatores urbanos e agrários os quais necessitam de tempo e disponibilidade de trabalho de campo e intensos trabalhos de coleta de dados espaciais e populacionais. Considero importante a revisão desta obra, verificando como se deu a modificação da cobertura e uso da terra em cada municipalidade e país da área de estudo, bem como a produção de material cartográfico a respeito das localizações das infraestruturas e patrimônios da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo: Ed. USP, 2004.

Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7545>

Acesso: 20/09/2021

ANA. FERREIRA. C. D. **Resolução Ana Nº 77, de 1º De Junho de 2021**.

Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ana-n-77-de-1-de-junho-de-2021-323553340> Acesso: 15/09/2021

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. ; DOS SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas**. Ed. da Univ. Federal de Santa Catarina, 1994. Disponível em:

https://books.google.com.br/books/about/Estrutura_e_origem_das_paisagens_tropic_a.html?id=vKPNPgAACAAJ&redir_esc=y. Acesso: 20/08/2021

BOÇON, R. **Caracterização de solos, vegetação e público alvo como indicadores no planejamento de trilhas interpretativas**. 2002. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27554/D%20-%20BOCON%2c%20ROBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 26/07/2021

CARVALHO, J. **Lago de Itaipu**. 2019. Disponível em:

https://www.tripadvisor.com.br/Attraction_Review-g303444-d318111-Reviews-Lake_Itaipu-Foz_do_Iguacu_State_of_Parana.html. Acesso: 13/09/2021

CONTI, J. B. CARLOS AUGUSTO DE FIGUEIREDO MONTEIRO, **O GEÓGRAFO**. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), v. 11, n. 1, p. 11-14, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74045>. Acesso: 15/08/2021

COSTA, R da S.; SCHEER, M. A. P. S. **Tríplice fronteira (AR/BR/PY): estudo da variabilidade climática, período de 1990 a 2013**. 2015. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/718>. Acesso: 13/09/2021

CONGEDO, L. **Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS**. Journal of Open Source Software, 6(64), 3172; 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21105/joss.03172>. Acesso: 15/09/2021

CURY, M. J. F; FRAGA, N. C. **Conurbação Transfronteiriça e o Turismo na Tríplice Fronteira: Foz Do Iguaçu (Br), Ciudad Del Este (Py) e Puerto Iguazú (Ar)**. ROSA DOS VENTOS-Turismo e Hospitalidade, v. 5, n. 3, 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/view/2253>. Acesso: 15/08/2021

DE ALMEIDA, F. FM. **O Planalto basáltico da Bacia do Paraná**. Boletim Paulista de Geografia, n. 24, p. 3-34, 1956. Disponível em: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ewNmrG0ly6AJ:scholar.google.com/+DE+ALMEIDA,+F.+FM.+O+Planalto+bas%C3%A1ltico+da+Bacia+do+Paran%C3%A1.+Boletim+Paulista+de+Geografia,+n.+24,+p.+3-34,+1956.&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso: 12/09/2021

Elizabeth Red. **Rio Iguaçu em Foz**. 2020

EMBRAPA. **Satélites de monitoramento, Landsat**. 2021

Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat>
Acesso: 29/08/2021

EMBRAPA. **Embrapa solos**. 2016. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16895196/plantio-direto-se-reune-em-foz-do-iguacu>. Acesso: 29/09/2021.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. In: **Imagens de satélite para estudos ambientais**. 2002. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sus-22855>

Acesso: 15/09/2021

G1 PR, Globo. **Ampliação do Porto Seco ampliará 70 vagas para caminhões em 2021, diz Receita Federal**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2020/12/17/porto-seco-de-foz-do-iguacu-ampliara-70-vagas-para-caminhoes-em-2021-diz-receita-federal.ghtml> Acesso: 29/09/2021

IBGE, Diretoria de Pesquisas, **Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021**.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/foz-do-iguacu.html>

Acesso: 09/09/2021

IBGE, **Censo Demográfico 2010**. 2010

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/foz-do-iguacu.html>

Acesso: 09/09/2021

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro. 2013.

IBGE, **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro. 2021.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/foz-do-iguacu.html>

Acesso: 09/09/2021

INE.Paraguay. **Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025.** Revisión 2015. Disponível em:

<https://www.ine.gov.py/publication-single.php?codec=MTQz>.

Acesso: 09/09/2021

INE. Paraguay. **Cartografia Digital 2012.** Disponível em:

<https://www.ine.gov.py/microdatos/cartografia-digital-2012.php>

Acesso:25/08/2021

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de Imagem.** Landsat-5. 2021

Disponível: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>

Acesso: 07/07/2021

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de Imagem.** Landsat-8. 2021

Disponível: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>

Acesso: 07/07/2021

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Satélites Landsat.** 2021

Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>

Acesso: 15/07/2021

INDEC. **Censo Nacional de población, hogares y viviendas 2010.** Prosado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE BANCO DE DATOS, INPEC. 2010. Disponível em:

<https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>. Acesso: 09/09/2021

ICMBIO, Parque Nacional do Iguaçu, **Quem Somos.** 2021

Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/quem-somos.html>

Acesso: 15/09/2021

ITAIPU, **Rio Paraná. Energia.** 2010

Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/rio-parana>

Acesso: 03/08/2021

MAACK, R.. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968.

Master Ambiental, **Aterro Sanitário**. 2015. Disponível em:

<https://www.masterambiental.com.br/noticias/residuos-solidos/master-ambiental-elabora-projeto-de-aterro-sanitario-de-foz-do-iguacu-pr/>

Acesso: 29/09/2021

MARQUEZINI, A. C. T. **Circuitos espaciais de fronteira: cidades gêmeas de Foz do Iguaçu e Ciudad del Este**. ENTRE-LUGAR, v. 1, n. 2, p. 33-55, 2010. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/756>. Acesso: 23/08/201

MELO, V. L. M. O. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001.

MINEROPAR. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná** Escala 1:250.000 modelos reduzidos minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 63 p.; il. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf .Acesso: 27/08/2021

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. Edusp, 2002.

PALHARES, J. M.. **Superfícies aplanadas do planalto de Guarapuava: transecto leste-oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu entre os rios Iguaçu e Piriquirei**. 2011. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26845>
Acesso: 03/07/2021

Tarobá News, **Bosque dos Macacos em Foz do Iguaçu**. Disponível em:

<https://tarobanews.com/noticias/cidade/secretaria-de-meio-ambiente-faz-nova-limpeza-no-bosque-dos-macacos-7YqvO.html>. Acesso: 23/11/2021

PORTAL DA CIDADE. Câmera Ao vivo. 2020. Disponível em:

<https://gdia.com.br/noticia/com-pandemia-gigantes-de-vendas-de-ciudad-del-este-anunciam-fechamento> Acesso: 29/09/2021.

RADIO YGUAZÚ, **Centro de Puerto Iguazú**. 2021. Disponível em:

<https://foz.portaldacidade.com/noticias/regiao/empresas-de-puerto-iguazu-tentam-so-breviver-sem-renda-e-dividas-impagaveis-5745>. Acesso: 29/09/2021.

RIBEIRO, W. C. **Aqüífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. Estudos avançados**, v. 22, p. 227-238, 2008.

RIZZI, C. Gazeta do Povo. **Plantação Foz do Iguaçu**. 2012.

Disponível

em:<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/plantio-de-transgenico-causa-polemica-em-foz-2sfmt6l0td6y19xom0julfxam/>. Acesso: 29/09/2021

SLAMP & BUSARELLO ARQUITETOS, Urbanização na avenida Brasil. 2005.

<https://www.galeriadaarquitetura.com.br/slideshow/newslideshow.aspx?idproject=1441&index=0>. Acesso: 29/09/2021.

ANEXO

Quadro XX - Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra - SCUT

Quadro 1
Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra - SCUT⁶

(continua)

Nível I Classe	Digito II	Nível II Subclasse	Digito III	Nível III Unidades*			
1 - Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Áreas Urbanizadas	1.1.1	Vilas			
			1.1.2	Cidades			
			1.1.3	Complexos industriais			
			1.1.4	Áreas urbano-industrial			
			1.1.5	Outras áreas urbanizadas			
	1.2	Áreas de Mineração	1.2.1	Minerais metálicos			
			1.2.2	Minerais não metálicos			
			2 - Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Culturas Temporárias	2.1.1	Graníferas e cereíferas
						2.1.2	Bulbos, raízes e tubérculos
						2.1.3	Hortícolas e floríferas
2.1.4	Espécies temporárias produtoras de fibras						
2.1.5	Oleaginosas temporárias						
2.1.6	Frutíferas temporárias						
2.1.7	Cana-de-açúcar						
2.1.8	Fumo						
2.1.9	Cultivos temporários diversificados						
2.1.10	Outros cultivos temporários (abóbora, trevo forrageiro, etc.)						
2.2	Culturas Permanentes	2.2.1	Frutíferas permanentes				
		2.2.2	Frutos secos permanentes				
		2.2.3	Espécies permanentes produtoras de fibras				
		2.2.4	Oleaginosas permanentes				
		2.2.5	Cultivos permanentes diversificados				
		2.2.6	Outros cultivos permanentes				
2.3	Pastagens	2.3.1	Pecuária de animais de grande porte				
		2.3.2	Pecuária de animais de médio porte				
		2.3.3	Pecuária de animais de pequeno porte				
2.4	Silvicultura	2.4.1	Reflorestamento				
		2.4.2	Cultivo agroflorestal				
2.5	Uso não identificado	2.5.1	Uso não identificado				
3 - Áreas de Vegetação Natural	3.1	Área Florestal	3.1.1	Unidades de conservação de proteção integral em área florestal			
			3.1.2	Unidades de conservação de uso sustentável em área florestal			
			3.1.3	Terra indígena em área florestal			
			3.1.4	Outras áreas protegidas em área florestal			
			3.1.5	Área militar em área florestal			
			3.1.6	Extrativismo vegetal em área florestal			
			3.1.7	Extrativismo animal em área florestal			
			3.1.8	Uso não identificado em área florestal			
	3.2	Área Campestre	3.2.1	Unidades de conservação de proteção integral em área campestre			
			3.2.2	Unidades de conservação de uso sustentável em área campestre			
			3.2.3	Terra indígena em área campestre			
			3.2.4	Outras áreas protegidas em área campestre			
			3.2.5	Área militar em área campestre			
			3.2.6	Extrativismo vegetal em área campestre			
			3.2.7	Extrativismo animal em área campestre			
			3.2.8	Uso não identificado em área campestre			
			3.2.9	Pecuária de animais de grande porte em área campestre			
			3.2.10	Pecuária de animais de médio porte em área campestre			
			3.2.11	Pecuária de animais de pequeno porte em área campestre			

(Conclusão)

Quadro 1
Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra - SCUT⁶

(conclusão)

Nível I Classe	Digito II	Nível II Subclasse	Digito III	Nível III Unidades*
4 - Água	4.1	Águas Continentais	4.1.1	Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água continental
			4.1.2	Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água continental
			4.1.3	Terra indígena em corpo d'água continental
			4.1.4	Áreas militares em corpo d'água continental
			4.1.5	Outras áreas protegidas em corpo d'água continental
			4.1.6	Captação para abastecimento em corpo d'água continental
			4.1.7	Receptor de efluentes em corpo d'água continental
			4.1.8	Geração de energia em corpo d'água continental
			4.1.9	Transporte em corpo d'água continental
			4.1.10	Lazer e desporto em corpo d'água continental
			4.1.11	Pesca extrativa artesanal em corpo d'água continental
			4.1.12	Aquicultura em corpo d'água continental
			4.1.13	Uso não identificado em corpo d'água continental
			4.1.14	Uso diversificado em corpo d'água continental
	4.2	Águas Costeiras	4.2.1	Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água costeiro
			4.2.2	Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água costeiro
			4.2.3	Terra indígena em corpo d'água costeiro
			4.2.4	Áreas militares em corpo d'água costeiro
			4.2.5	Outras áreas protegidas em corpo d'água costeiro
			4.2.6	Captação para abastecimento em corpo d'água costeiro
			4.2.7	Receptor de efluentes em corpo d'água costeiro
			4.2.8	Geração de energia em corpo d'água costeiro
			4.2.9	Transporte em corpo d'água costeiro
			4.2.10	Lazer e desporto em corpo d'água costeiro
			4.2.11	Pesca extrativa artesanal em corpo d'água costeiro
			4.2.12	Pesca extrativa industrial em corpo d'água costeiro
4.2.13	Aquicultura em corpo d'água costeiro			
4.2.14	Uso não identificado em corpo d'água costeiro			
4.2.15	Uso diversificado em corpo d'água costeiro			
5 - Outras Áreas	5.1	Áreas Descobertas	5.1.1	Unidade de conservação de proteção integral em área descoberta
			5.1.2	Unidade de conservação de uso sustentável em área descoberta
			5.1.3	Terra indígena em área descoberta
			5.1.4	Outras áreas protegidas em área descoberta
			5.1.5	Áreas militares em área descoberta
			5.1.6	Extrativismo animal em área descoberta
			5.1.7	Uso não identificado em área descoberta
			5.1.8	Uso diversificado em área descoberta
			5.1.9	Pecuária de animais de médio porte em área descoberta
			5.1.10	Pecuária de animais de pequeno porte em área descoberta

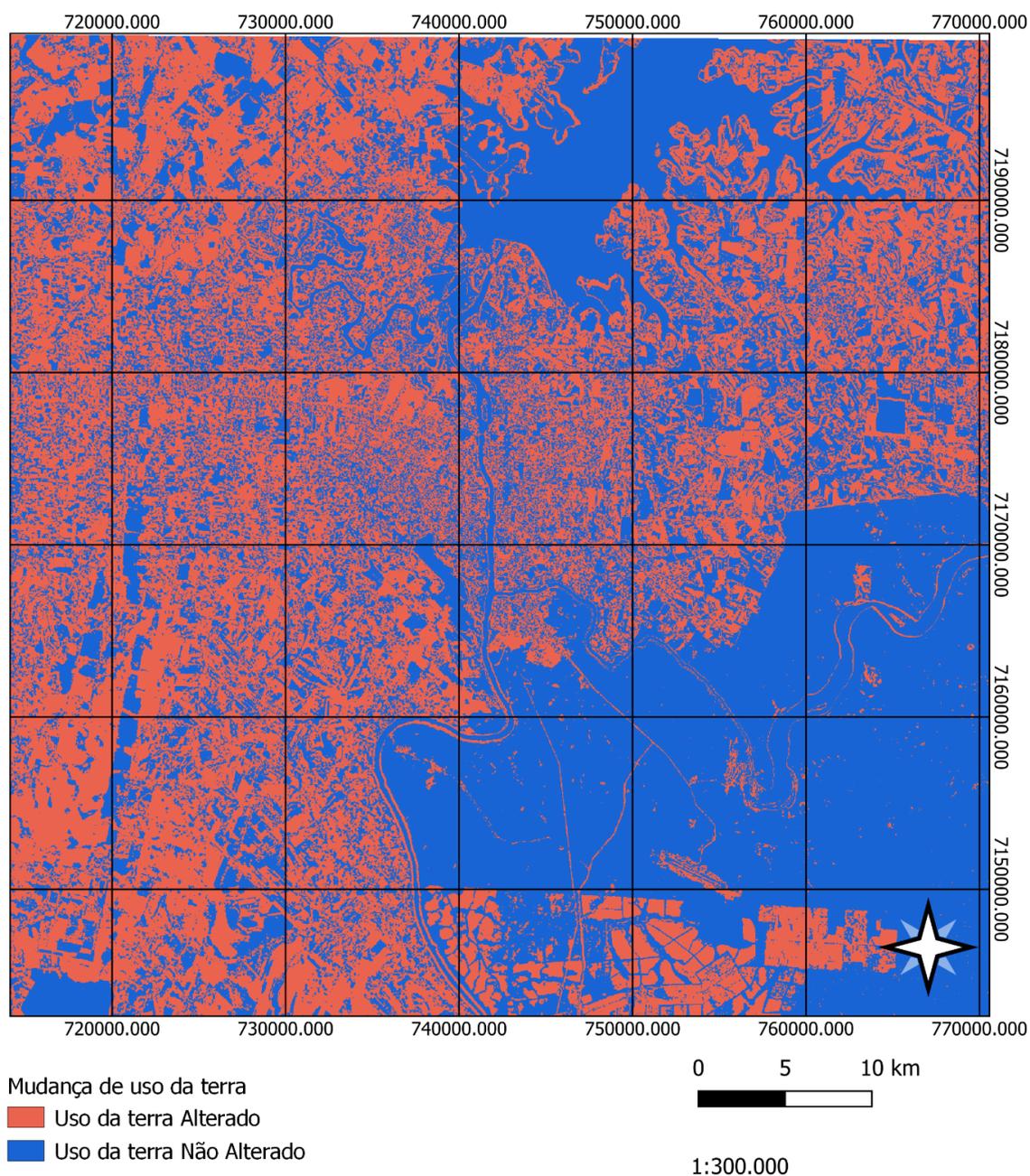
* Unidades Identificadas nas áreas estudadas até o presente momento

⁶O sistema foi estruturado para comportar combinações de até três (3) diferentes tipos de uso, o que gerou a possibilidade teórica de 643 539 unidades de mapeamento.

Fonte: IBGE,

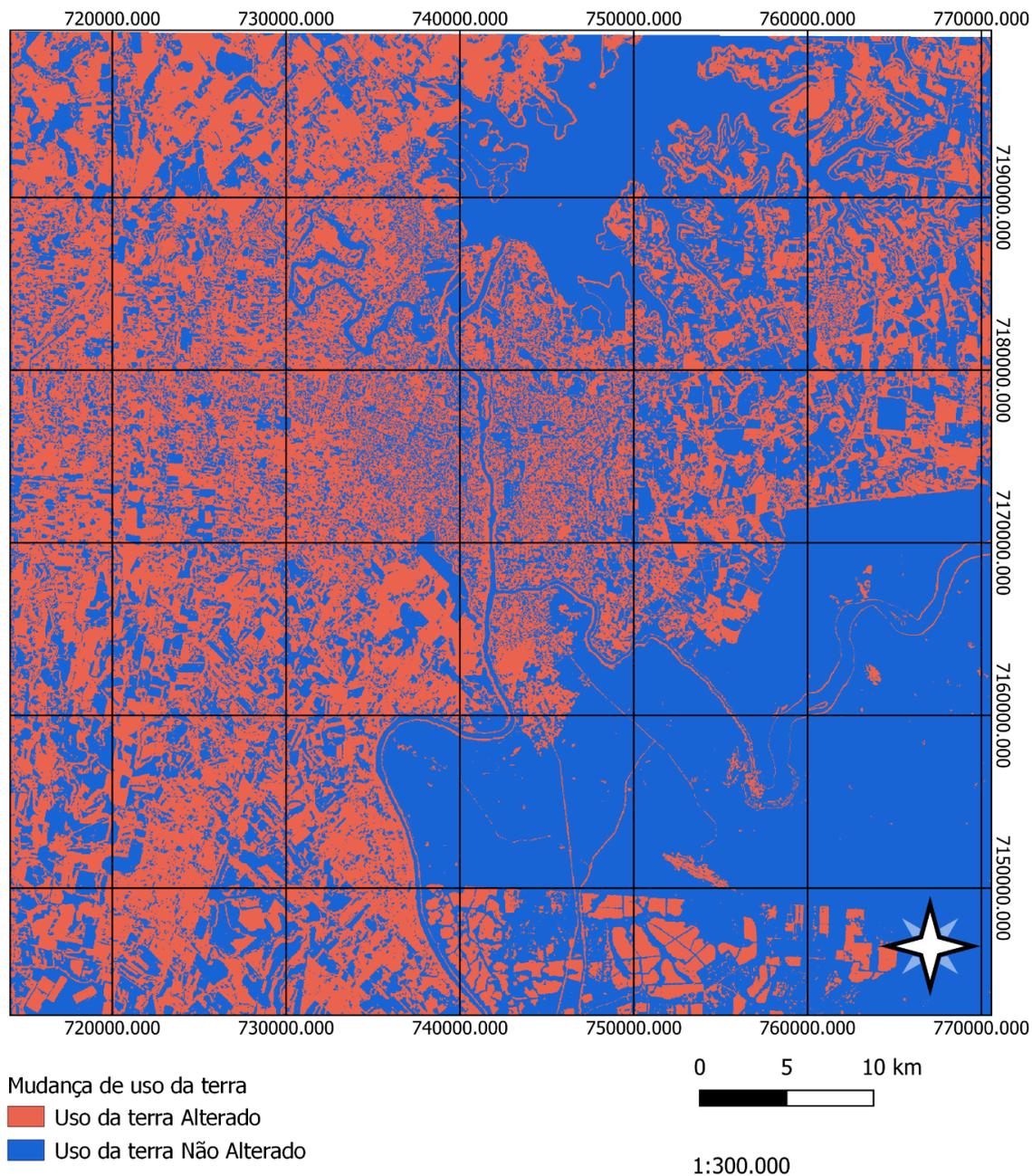
APÊNDICE

Figura XX - Mapa de mudança dos usos das terras na Tríplice Fronteira 1985 - 2000



Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.

Figura XX: Mapa de mudança dos usos das terras na Tríplice Fronteira 2000 - 2021



Dados: INPE, Landsat-5, Ilwis, Qgis
Elaboração: Rodrigo Augusto Moura,
2021.