



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/02.23.16.45-TDI

**MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL DE MUDANÇAS
DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO
HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ:
ENFOQUE SOBRE COMUNIDADES TRADICIONAIS E
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Teule Lemos Branco

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelas Dras. Cláudia Maria de
Almeida, e Cristiane Nunes
Francisco, aprovada em 26 de
fevereiro de 2021.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/4488SKB>>

INPE
São José dos Campos
2021

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE)
Divisão de Biblioteca (DIBIB)
CEP 12.227-010
São José dos Campos - SP - Brasil
Tel.:(012) 3208-6923/7348
E-mail: pubtc@inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):

Presidente:

Dra. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Coordenação-Geral de Ciências da Terra (CGCT)

Membros:

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação (CPG)
Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais (CGCE)
Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos - Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP)
Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon
Clayton Martins Pereira - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/02.23.16.45-TDI

**MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL DE MUDANÇAS
DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO
HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ:
ENFOQUE SOBRE COMUNIDADES TRADICIONAIS E
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Teule Lemos Branco

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelas Dras. Cláudia Maria de
Almeida, e Cristiane Nunes
Francisco, aprovada em 26 de
fevereiro de 2021.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/4488SKB>>

INPE
São José dos Campos
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Branco, Teule Lemos.

B732m Modelagem dinâmica espacial de mudanças do uso e cobertura da terra na região hidrográfica da Baía da Ilha Grande, RJ: enfoque sobre comunidades tradicionais e unidades de conservação / Teule Lemos Branco. – São José dos Campos : INPE, 2021.

xxiv + 171 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/02.23.16.45-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2021.

Orientadoras : Dras. Cláudia Maria de Almeida, e Cristiane Nunes Francisco.

1. Dinâmica da paisagem. 2. Políticas públicas. 3. Áreas Protegidas. I.Título.

CDU 528.8:332.3(815.3)



Esta obra foi licenciada sob uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Serviço de Pós-Graduação - SEPGR

DEFESA FINAL DE DISSERTAÇÃO DE TEULE LEMOS BRANCO

BANCA Nº 023/2021, REG 728736/2019

No dia 26 de fevereiro de 2021, às 09h, por teleconferência, o(a) aluno(a) mencionado(a) acima defendeu seu trabalho final (apresentação oral seguida de arguição) perante uma Banca Examinadora, cujos membros estão listados abaixo. O(A) aluno(a) foi APROVADO(A) pela Banca Examinadora, por unanimidade, em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestra em Sensoriamento Remoto. O trabalho precisa da incorporação das correções sugeridas pela Banca Examinadora e revisão final pelo(s) orientador(es).

Título: "MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL DE MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ: ENFOQUE SOBRE COMUNIDADES TRADICIONAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO"

Eu, Maria Isabel Sobral Escada, como Presidente da Banca Examinadora, assino esta ATA em nome de todos os membros.

Dra. Maria Isabel Sobral Escada - Presidente - INPE

Dra. Cláudia Maria de Almeida - Orientadora - INPE

Dra. Cristiane Nunes Francisco - Orientadora - UFF

Dr. Rodrigo de Campos Macedo - Convidado - UFPR



Documento assinado eletronicamente por **Maria Isabel Sobral Escada, Tecnologista**, em 02/03/2021, às 17:29 (horário oficial de Brasília), com fundamento no art. 6º do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **6555114** e o código CRC **2A4052FE**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às minhas orientadoras Dra. Cláudia Maria de Almeida e Dra. Cristiane Francisco Nunes, por me conduzirem durante essa pesquisa e aceitarem minhas ideias. Também, à Dra. Maria Isabel Sobral Escada e ao Dr. Rodrigo de Campos Macedo, pelas contribuições na banca da proposta desta dissertação.

Agradeço à todos meus *amigos*, da minha vida, e os que eu fiz aqui em São José dos Campos. Agradeço em especial ao Gabriel Crivellaro Gonçalves, por me ajudar nos meus códigos no Python, que me salvou. A Stella Correia Cesar Coelho e a Bruna Telasin Baggio, minhas companheiras de casa e irmãs, e ao Edson Maurício Marques Ferrari, por ser meu parceiro e cúmplice. Agradeço a todos os pesquisadores que me deram aula durante o curso, por compartilharem o conhecimento científico, e a *todes* servidores do INPE que fazem aquele lugar funcionar, de todos os setores e todas as hierarquias.

O conhecimento é sempre construído a partir da nossa observação, cultura, vivências e experiências, e sou muito grata por poder ter acesso a tudo que eu experimentei, e isso é esforço dos meus pais, e deles sou fã. Minha mãe, Rosalia de Oliveira Lemos, uma mulher incrível, inspiradora e incentivadora do meu eu (que já está chorando), e é por incentivo dela durante toda a minha carreira acadêmica, que eu entrei no INPE. Agradeço meu pai, Filinto Branco, que tem uma incrível leveza em persistir, e ao meu irmão Rudá Lemos Branco, por sempre me animar quando estou chateada.

Um salve à ciência do Brasil, e a *todes* que fazem parte dela integralmente, essa ciência feita na academia e no dia a dia, agradeço *aes* cientistas do mundo. Diante do cenário atual, em que vivemos diversas crises (sanitárias, políticas, ambientais) acabo ficando cada vez mais grata pela minha vida, a cada dia. E não só pela minha vida, mas também de '*todes*' entes/seres/entidades desse mundo, natural e até sobrenatural. Aos meus ancestrais e *todes* aqueles antes de mim. Essa pesquisa foi realizada com apoio financeiro da CAPES.

E os dias passam
sem serem vistos
Na rotina e nas transições
Escorre nas mãos
as possibilidades do
Agora. Se vai
mente e coração
Assim vou aprendendo
sofrendo as ilusões,
rindo as alegrias
buscando a vida

RESUMO

As políticas públicas ambientais são importantes para a criação e gestão de áreas de interesse socioambientais, com o intuito de preservar a biodiversidade ambiental e cultural. No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC é a política pública responsável por gerir e criar as áreas de características naturais relevantes. As Comunidades Tradicionais, por sua vez, são populações que guardam e resgatam os saberes tradicionais, indissociáveis com a sua relação com a natureza. As ações antrópicas são responsáveis pela mudança do uso e cobertura da terra, que impactam o meio ambiente e processos ecológicos. Assim, a modelagem das mudanças de uso e cobertura da terra é crucial para estimar quais são variáveis propulsoras dessas mudanças. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar o processo de mudança do uso e cobertura da terra na Baía da Ilha Grande ao longo dos anos de 1985 a 2018, a partir de modelagem dinâmica espacial, com enfoque sobre o papel das unidades de conservação (UCs) e das Comunidades Tradicionais. Para realizar a modelagem, foi utilizada a plataforma DINAMICA EGO, que realiza simulação do uso e cobertura da terra com o método de pesos de evidência e ancorada no paradigma de autômatos celulares. Foi realizada a análise temporal e espacial para doze unidades hidrológicas de planejamento, dando-se ênfase à observação das taxas de transição ao longo do tempo e aos pesos atribuídos para as variáveis de UCs e Comunidades Tradicionais. O último período apresentou um aumento das taxas para praticamente todas as transições, mostrando-se ser um período de mudanças devido a questões políticas enfrentadas nos últimos anos no estado do Rio de Janeiro e crises políticas nacionais. Nas UCs de Proteção Integral, pode ser observado um padrão de pesos negativos para transições de desflorestamento e urbanização. Já as UCs de Uso Sustentável mostram que há uma pressão sobre os ambientes naturais costeiros, já que são locais que há maior ocupação na área. As Comunidades Tradicionais apresentam dinâmicas próprias em seus territórios, mas, na maioria das vezes, foi observado que esses territórios são contrários à urbanização de suas áreas. O modelo de Bayes para a área de estudo foi capaz de descrever e simular os processos de mudança de uso e cobertura da região, e os resultados por ele produzidos podem ajudar na gestão da área. Os resultados da simulação produziram Índices de Similaridade Fuzzy Máximos oscilando entre 0,46 e 0,59 para decaimento exponencial, e entre 0,65 e 0,78 para decaimento constante, em ambos os casos para janelas contextuais de 7 x 7 pixels. Os pesos atribuídos para as variáveis categóricas das UCs revelam como estas se comportam para determinadas transições, e assim, é possível entender as dinâmicas que ocorrem em seus limites, a fim de se traçar diretrizes para o planejamento territorial e ambiental. O poder público deve buscar valorizar e aprimorar os sistemas tradicionais, e os processos de tomada de decisão necessitam a participação ativa das populações tradicionais, principalmente aquelas envolvidas diretamente com a gestão do território.

Palavras-chave: Dinâmica da paisagem. Políticas públicas. Áreas Protegidas.

LAND USE AND LAND COVER SPATIAL DYNAMIC MODELING IN THE ILHA GRANDE BAY WATERSHED, RJ: A FOCUS ON NATIVE COMMUNITIES AND CONSERVATION UNITS

ABSTRACT

Environmental public policies are crucial for the creation and management of areas of socioenvironmental interests, seeking to preserve their environmental and cultural diversity. In Brazil, the National System for Conservation Units (Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC) represents the public policy tool responsible for creating and managing areas with relevant natural characteristics. Native communities, in their turn, are people that keep and preserve ancient knowledge closely related to their relation with Nature. Human actions account for land use and land cover change, which has impacts on the environment and its ecological processes. Hence, this work is committed to analyze processes of land use and land cover change in the Ilha Grande Bay Watershed, located in Rio de Janeiro State, from 1985 to 2018, by means of spatial dynamic modeling, with a focus on the role of native communities and conservation units. For this purpose, the DINAMICA EGO modeling platform was used, which is designed to simulate land use and land cover change (LUCC) employing the Bayesian weights of evidence method for parameterization and relying on the cellular automata paradigm. Spatio-temporal analyses of LUCC were carried out for twelve sub-watersheds, which are known as planning hydrological units in Brazil, giving emphasis to the transition rates throughout time and to weights assigned to the native communities and conservation units. The last simulation period presented an increase in rates of nearly all types of transitions, demonstrating to be a time span of intensive changes due to political issues recently arisen in the RJ State as well as to national political crises. In the Fully Protected Conservation Units, a trend of negative weights assigned to deforestation and urbanization transitions was observed. On the other hand, the Sustainable Use Conservation Units revealed a great pressure on the natural coastal environments, where human occupation is prevailing. The native communities present peculiar dynamics within their territories, which mostly prevented urbanization processes to occur. The adopted Bayesian method was able to describe and simulate LUCC in the study area, and its results may support management initiatives in it. The simulation results yielded Maximum Fuzzy Similarity Indices ranging from 0.46 to 0.59 in the case of exponential decay, and from 0.65 to 0.78 for constant decay, in both cases for contextual windows of 7 x 7 pixels. The weights assigned to the conservation units unravel their behavior with respect to the concerned transitions, and thus, it becomes possible to understand the dynamics taking place within their boundaries, so as to help in the formulation of guidelines for land and environmental planning. The State ought to promote and refine the devices for protecting the native communities, and the decision-making processes need to count on the effective participation of such communities, especially those directly engaged with land management.

Key words: Landscape dynamics. Public policies. Protected Areas.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 4.1 - Mapa da área de estudo. Imagem Sentinel -2, composição RGB B02, B03, B04 (mosaico de imagens de 2018).	23
Figura 4.2 - Vista do Pico do Pão de Açúcar no Saco do Mamanguá - Paraty. 25	25
Figura 4.3 - Usina Nuclear em Angra dos Reis.	27
Figura 4.4 - Mapa das UCs na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande ...	30
Figura 4.5 - Índios Guarani da Terra Indígena Paraty Mirim.	31
Figura 4.6 - Mapa das Comunidades Tradicionais na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.	32
Figura 5.1 - Fluxograma metodológico do trabalho.	34
Figura 5.2 - Imagem Google Earth e as classes Mosaico e Pastagem. Imagem do Google Earth de 2017 e classificação de 2018. (a) Classificação para Mosaico de usos e (b) Pastagem.	38
Figura 6.1 – Gráfico com valores normalizado da área das classes de uso e cobertura na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande e os períodos de simulação.	48
Figura 6.2 - Gráfico com as áreas das classes de uso e cobertura da terra para a RH-BIG.	49
Figura 6.3 - Linha temporal dos acontecimentos na Baía da Ilha Grande.	50
Figura 6.4 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP1 em 2018.	52
Figura 6.5 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP2 em 2018.	54
Figura 6.6 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 3 em 2018.	56
Figura 6.7 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 4 em 2018.	58
Figura 6.8 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 5 em 2018.	60
Figura 6.9 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 6 em 2018.	62
Figura 6.10 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 8 em 2018.	66
Figura 6.11 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 9 em 2018.	69
Figura 6.12 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 10 em 2018.	71
Figura 6.13 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 11 em 2018.	73
Figura 6.14 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 12 em 2018.	75
Figura A. 1 - Distância a arruamento.	113
Figura A. 2 - Distância a Rodovia Secundária (municipal).	113
Figura A. 3 - Distância a Trilha Picada.	114
Figura A. 4 - Distância a Rodovias não pavimentadas.	114
Figura A. 5 - Distância a Rodovias Pavimentadas 1985 até 2015.	115
Figura A. 6 - Distância a Rodovias Pavimentadas 2016 até 2018.	115
Figura A. 7 - Distância a Portos.	116
Figura A. 8 - Distância ao Estaleiro Verolme.	116
Figura A. 9 - Distância a Usinas Nucleares.	117
Figura A. 10 - Distância a Hidrografia.	117

Figura A. 11 - Comunidades Tradicionais.	118
Figura A. 12 - Unidades de conservação em 1985 (categórica).....	118
Figura A. 13 - Unidades de conservação em 1986 (categórica).....	119
Figura A. 14 - Unidades de conservação de 1987 até 1991 (categórica).....	119
Figura A. 15 - Unidades de conservação de 1992 até 2007.	120
Figura A. 16 - Unidades de conservação de 2008 até 2018.	120
Figura A. 17 - Distância às UCs de Uso Sustentável em1985.	121
Figura A. 18 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 1986.	121
Figura A. 19 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 1987 até 2007.	122
Figura A. 20 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 2008 até 2018.	122
Figura A. 21 - Distância às UCs de Proteção Integral de 1985 até 1991.	123
Figura A. 22 - Distância às UCs de Proteção Integral de 1992 até 2007.	123
Figura A. 23 - Distância às UCs de Proteção Integral de 2008 até 2018.	124
Figura A. 24 – Altimetria (m).....	124
Figura A. 25 - Declividade (%).....	125
Figura C. 1 - Peso das UCs para as transições da UHP 1.....	142
Figura C. 2 - Peso das UCs para as transições da UHP 2.....	143
Figura C. 3 - Pesos das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP. 2.	143
Figura C. 4 - Pesos das áreas sem UCs para as transições da UHP 3.	144
Figura C. 5 - Pesos das UCs para as transições da UHP 3.	144
Figura C. 6 - Pesos das UCs para as transições da UHP 4.	145
Figura C. 7 - Peso das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 4.	146
Figura C. 8 - Pesos das UCs para as transições da UHP 5.	147
Figura C. 9 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 6.	147
Figura C. 10 - Pesos das UCs para as transições da UHP 6.	148
Figura C. 11 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 7.	149
Figura C. 12 - Peso das UCs para as transições da UHP 7.....	149
Figura C. 13 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 8.	150
Figura C. 14 - Peso das UCs para as transições da UHP 8.....	150
Figura C. 15 - Peso das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 8.	151
Figura C. 16 - Pesos das áreas sem Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 8.	152
Figura C. 17 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 9.	152
Figura C. 18 - Peso das UCs para as transições da UHP 9.....	153
Figura C.19 - Pesos das Comunidades Tradicionais na UHP 9.....	154
Figura C.20 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 10.	154
Figura C.21 - Peso das UCs para as transições da UHP 10.....	155
Figura C. 22 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 11.	156
Figura C. 23 - Peso das UCs para as transições da UHP 11.....	156

Figura C. 24 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 12.	157
Figura C. 25 - Peso das UCs para as transições da UHP 12.	157

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 4.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP).....	24
Tabela 4.2 - Unidades de conservação na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.	29
Tabela 5.1 - Reclassificação do Mapbiomas.	39
Tabela 5.2 - Dados das variáveis explicativas utilizadas na simulação de uso e cobertura da terra.....	44
Tabela 6.1 - Agregação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP	77
Tabela 6.2 - Agregação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP em associação com UCs.....	79
Tabela 6.3 - Valores do Índice de Similaridade Fuzzy.	81
Tabela C. 1 - Taxas das transições da UHP 1. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	130
Tabela C. 2 - Taxas das transições da UHP 2. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	131
Tabela C. 3 - Taxas das transições da UHP 3. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	132
Tabela C. 4 - Taxas das transições da UHP 4. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	133
Tabela C. 5 - Taxas das transições da UHP 5. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	134
Tabela C. 6 - Taxas das transições da UHP 6. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	135
Tabela C. 7 - Taxas das transições da UHP 7. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	136
Tabela C. 8 - Taxas das transições da UHP 8. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	137
Tabela C. 9 - Taxas das transições da UHP 9. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	138
Tabela C. 10 - Taxas das transições da UHP 10. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	139
Tabela C. 11 - Taxas das transições da UHP 11. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	140
Tabela C. 12 - Taxas das transições da UHP 12. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.	141

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CA	<i>Cellular Automata</i> (Autômatos celulares)
CBH-BIG	Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
ETEP	Espaços Territoriais Especialmente Protegidos
FLIP	Festa Literária Internacional de Paraty
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISF	Índice de Similaridade <i>Fuzzy</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNSB	Parque Nacional da Serra da Bocaina
PRH-BIG	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
RH-BIG	Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
RL	Reserva Legal
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UCs	Unidades de Conservação
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UHP Unidades Hidrológicas de Planejamento
UNESCO *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
 (Organização das Nações Unidas para a Educação e a Ciência)

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus <i>Celsius</i>
ha	Hectare
m	Metros

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
3.1 Políticas públicas ambientais brasileiras.....	6
3.2 Povos e Comunidades Tradicionais	12
3.3 Sensoriamento remoto e o uso e cobertura da terra	15
3.4 Modelagem de mudanças do uso e cobertura da terra.....	19
4 ÁREA DE ESTUDO	23
5 MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1 Fluxograma metodológico.....	33
5.2 Mapas de uso e cobertura da terra.....	34
5.2.1 Análise quantitativa dos mapas de uso e cobertura da terra e determinação dos períodos de simulação.....	35
5.2.2 Análise qualitativa dos mapas e reclassificação	36
5.3 Simulação da mudança do uso e cobertura da terra	40
5.3.1 Parametrização	41
5.3.1.1 Varáveis utilizadas no modelo	43
5.3.2 Calibração	45
5.3.3 Validação	46
6 RESULTADOS	48
6.1 Evolução das mudanças do uso e cobertura da terra nas bacias, análise das variáveis e identificação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP	50
6.1.1 UHP 1 - Ponta da Juatinga.....	51
6.1.2 UHP 2 – Rio Paraty Mirim	53
6.1.3 UHP 3 – Rio Perequê-Açu	55
6.1.4 UHP 4 – Rios Pequeno e Barra Grande.....	58
6.1.5 UHP 5 – Rio Taquari	60
6.1.6 UHP 6 – Rio Mambucaba.....	61

6.1.7	UHP 7 – Rios Grataú e do Frade	64
6.1.8	UHP 8 – Rio Bracuí	65
6.1.9	UHP 9 – Rio Ariró.....	68
6.1.10	UHP 10 – Rio Japuíba	70
6.1.11	UHP 11 – Rio Jacuecanga.....	72
6.1.12	UHP 12 – Rio Jacareí	74
6.1.13	Resumo dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP	76
6.2	Simulação do uso e cobertura da terra	80
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
7.1	Conclusões	82
7.2	Recomendações para trabalhos futuros	84
7.3	Considerações finais.....	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	APÊNDICE A – VARIÁVEIS ESTÁTICAS UTILIZADAS NO MODELO	113
	APÊNDICE B – SCRIPT EM PHYTON PARA MANIPULAÇÃO DOS ARQUIVOS DOS PESOS DE EVIDÊNCIA	126
	APÊNDICE C – TABELAS DAS TAXAS DE TRANSIÇÃO POR UHP E GRÁFICOS DOS PESOS DE EVIDENCIA PARA AS VARIÁVEIS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E COMUNIDADES TRADICIONAIS	130
	APÊNDICE D – MAPAS DE USO E COBERTURA DA TERRA SIMULADOS E REAIS.	158

1 INTRODUÇÃO

O vocabulário 'natureza' é conceitualmente amplo. Remete a uma ideia geral de *physis*, da fonte de todas as demais coisas que existem. A visão tradicional confere à natureza uma ideia de dado fenômeno, de algo espontâneo, enquanto 'artificial' é produto de uma agência criadora, deliberada (LOURENÇO, 2019, p. 31).

O ser humano e o meio que o rodeia estão em constante interação, em um fluxo de trocas, fazendo uso dos recursos/elementos provenientes dos ecossistemas e modificando os mesmos. A qualidade e quantidade desses elementos (bem como sua essência) são influenciadas por fatores/processos ecológicos e socioeconômicos e pelo tipo de relação estabelecida entre eles. Sabe-se que as atividades humanas são as maiores propulsoras da mudança dos estados e fluxos da biosfera, e o entendimento das causas deste processo é crucial para modelar e prever tais mudanças (MEYER; TURNER, 1994). Além do mais, a expansão urbana e a intensificação das atividades agropecuárias, juntamente com a falta de planejamento territorial, refletem-se em uma sociedade cada vez mais vulnerável aos impactos adversos e com menos qualidade de vida.

As interferências antrópicas modificam não só as características biofísicas dos ambientes, mas também a dinâmica e os processos ambientais. Além disso, essas mudanças são acarretadas principalmente pelos interesses econômicos, que determinam quais são as atividades prioritárias e os locais de interesse. Existe uma relação entre a problemática ambiental e as políticas públicas, já que para atender às demandas da sociedade, que são contextualizadas no espaço e no tempo, é necessária uma intervenção político-administrativa (PECCATIELLO, 2011). Desta forma, a implementação de políticas públicas para a criação e gestão de áreas de interesse socioambiental torna-se necessária, pois estas guardam grande parte da biodiversidade ambiental e sociocultural.

O Brasil é conhecido por sua grande biodiversidade e diferentes biomas em seu território, entretanto estes ambientes têm sido comprometidos pelos

modelos econômicos que baseiam o crescimento em detrimento da natureza, dos seus recursos, e ameaçam cada vez mais os processos ecológicos e os seres vivos. As políticas públicas ambientais no país vêm sendo criadas desde a década de 1930, com o intuito de gerir e planejar os espaços nacionais, a fim de preservar os ambientes naturais e seus processos ecológicos (PECCATIELLO, 2011).

Entretanto, apenas no ano de 2000 é que foi instituída uma lei única que englobou aspectos de criação e gestão de área protegidas. A Lei n.º 9985/00 cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a implantação e gestão de unidades de conservação, que correspondem a espaços territoriais e seus recursos ambientais com características relevantes legalmente instituídas pelo poder público (BRASIL, 2000).

Cabe ressaltar que existem duas correntes atuais em que se baseiam as políticas públicas ambientais e todo o pensamento ambiental atual no país, o conservacionismo e o preservacionismo. A primeira parte da visão de que o ser humano pode se relacionar com a natureza de forma harmônica e equilibrada, fazendo uso dos recursos naturais racionalmente, enquanto a última é baseado na visão romantizada da natureza intocada em seu estado primitivo, com o mínimo de intervenção do ser humano, em que o homem visitante não causa impactos como o homem residente (LEUZINGER, 2007).

O país também tem uma diversidade cultural enorme, onde encontram-se diferentes populações que preservam os hábitos e tradições antigas, denominadas como Comunidades Tradicionais. O conhecimento tradicional está ligado ao saber e o saber fazer, em relação à natureza, concebidos na esfera da sociedade não urbana/industrial, e é transmitido de forma oral de geração em geração (VIANNA, 2004). Podemos exemplificar esses povos tradicionais como os ribeirinhos, indígenas, quilombolas, caiçaras, seringueiros, quebradeiras de babaçu, entre muitos outros.

Essas populações sempre foram atacadas e ameaçadas, justamente devido ao seu modo de vida não hegemônico. Sua invisibilidade pelo poder público

governo pode ser observada pela falta de legislação que legitimem essas populações ou que as englobem no processo decisório (LEUZINGER, 2007). Entretanto, a tensão entre essas populações e diversos atores da sociedade vem se agravando com as mudanças políticas no país nas últimas décadas, que atingem intensamente diversas comunidades indígenas, e por sua vez, pressionam o governo para assegurar os direitos a seus territórios (KRENAK, 2019).

A Mata Atlântica é um ecossistema de importância mundial, considerado como um “hotspot” devido ao endemismo de espécies e à elevada perda de habitats bem como ao grau de ameaça em que se encontram (MYERS et al., 2000). Além disso, devido ao fato da maior parte da população estar inserida neste bioma, a disputa territorial acirra as questões fundiárias, impactando a demarcação de terra das Comunidades Tradicionais entre outras. Assim, o monitoramento ambiental nessa região é importante, pois são necessárias informações que permitam gerenciar e monitorar o espaço, a fim de superar problemas, como desenvolvimento urbano sem controle, deterioração da qualidade ambiental, perda de terras agrícolas privilegiadas e perda dos habitats da vida selvagem.

O monitoramento e mapeamento do uso e cobertura da terra é possível por meio do sensoriamento remoto, na qual os sensores imageadores fornecem constantemente dados sobre a superfície terrestre, e o uso dessas imagens digitais possibilitam a observação e avaliação das transformações no planeta. O mapeamento do uso e cobertura da terra tem sido muito utilizado para entender a dinâmica da paisagem, a mudança temporal da cobertura, e outros processos. A mudança do uso e cobertura da terra é responsável por significativos impactos em curtos e longos prazos, resultando em problemas ambientais, como desertificação, mudanças climáticas e perda da biodiversidade (BRIASSOULIS, 2000).

Computar essas mudanças tem se tornado uma ferramenta de apoio à gestão, a fim de entender os processos que ocorrem e que ocorreram, e, assim, dar subsídios à simulação de cenários através da modelagem de paisagem. Esta

técnica consiste em usar representações das mudanças do uso e cobertura da terra, a fim de explorar a sua dinâmica, entender os fatores responsáveis pelas mesmas e simular cenários futuros (VERBURG et al., 2006). Desta forma, para a gestão pública, a modelagem fornece informações sobre os agentes responsáveis pelas mudanças, os locais onde elas ocorrem e o quanto está sendo alterado. A partir disso, é possível traçar políticas públicas e estratégias a fim de gerir as áreas de interesse socioambientais de forma concisa e eficiente.

As mudanças nas políticas públicas ambientais influenciam as dinâmicas do uso e cobertura da terra. Este trabalho utiliza a modelagem dinâmica espacial do uso e cobertura da terra para avaliar as políticas públicas e os processos de mudança de uso e cobertura. Assim, espera-se, que as unidades de conservação e os territórios indígenas e quilombolas, instituídos a partir de políticas públicas, influenciem a regeneração da natureza e desestimulem aos processos de desflorestamento e urbanização.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar a influência das unidades de conservação e das Comunidades Tradicionais no processo de mudança do uso e cobertura da terra na Baía da Ilha Grande a longo dos anos de 1985 a 2018, por meio de modelagem dinâmica espacial.

Os objetivos específicos são:

- a) detectar as mudanças de uso e cobertura da terra ocorridas na Baía da Ilha Grande no período entre 1985 e 2018;
- b) analisar se as mudanças do uso e cobertura da terra detectadas pelos mapas de uso e cobertura da terra refletem os acontecimentos socioeconômicos, políticos e institucionais que influenciam a dinâmica das bacias hidrográficas inseridas na Baía da Ilha Grande;
- c) realizar a simulação da mudança do uso e cobertura da terra na Baía da Ilha Grande a partir de um modelo dinâmico espacial, regionalizado pelas bacias hidrográficas;
- d) analisar como as unidades de conservação e as Comunidades Tradicionais influenciam as mudanças do uso e cobertura da terra ao longo do tempo a partir dos resultados do modelo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção inclui dois pontos fundamentais para a pesquisa. O primeiro sobre a evolução das políticas públicas ambientais no Brasil e as Comunidades Tradicionais, e o segundo é sobre o sensoriamento remoto e a dinâmica do uso e cobertura da terra, sua mudança e os modelos para sua estimativa. As políticas públicas ambientais são responsáveis pelo planejamento do território, e conseqüentemente pela mudança do uso e cobertura da terra. Estas políticas definem quais são os espaços prioritários para determinadas atividades, e quais são espaços territoriais especialmente protegidos (ETEP), definindo o tipo de ocupação permitida nos seus limites. Já o sensoriamento remoto, é capaz de fornecer informações sobre o estado da superfície da terra, e assim é possível realizar análises ao longo do tempo a fim de entender as mudanças que ocorrem, e criar modelos que permitem estipular a quantidade dessas mudanças e quais os fatores que influenciam as mesmas.

3.1 Políticas públicas ambientais brasileiras

A atividades governamentais se desenvolvem em um contexto dinâmico, entre a interação de indivíduos, empresas e outras organizações e Estados. A partir da década de 1980, após os governos enfrentarem diversas crises econômicas e sociais, a concepção das ações governamentais integra a ideia de política pública no planejamento territorial (SARAVIA, 2006). As definições de políticas públicas geralmente assumem uma visão holística do tema, em que os indivíduos, ideologias, instituições e interesses são relevantes, mesmo com importância relativa (SOUZA, 2006).

Trata-se de um fluxo de decisões públicas, orientado a manter o equilíbrio social ou a introduzir desequilíbrios destinados a modificar essa realidade. Decisões condicionadas pelo próprio fluxo e pelas reações e modificações que elas provocam no tecido social, bem como pelos valores, ideias e visões dos que adotam ou influem na decisão (SARAVIA, 2006, p.28).

A formulação de políticas públicas em governos democráticos é feita pela tradução dos seus propósitos em ações e programas que terão algum impacto

no mundo real. Entretanto, não se constitui de uma ordenação pacífica e tranquila, na qual cada ator social entende e desempenha seu papel. A não governabilidade das políticas públicas afeta não só o cidadão, mas todos os atores administrativos e políticos, que percebem a complexidade das políticas públicas e a deficiência do Estado em cumpri-las (SARAVIA, 2006; SOUZA, 2006). Mesmo assim, a criação de políticas públicas atualmente é feita pela qual o Governo atende às necessidades da sociedade e às demandas econômicas, a fim de realizar um planejamento e gestão territorial.

No âmbito das políticas públicas ambientais, elas começaram a ser efetivamente discutidas no Brasil a partir de 1930. Até o ano de 1988, as políticas ambientais abordavam aspectos de: administração dos recursos naturais; controle da poluição; planejamento territorial; e gestão integrada de recursos. O histórico aqui abordado até os anos 2000 é baseado no estudo de Peccatiello (2011).

Segundo a autora, foram criados diversos dispositivos legais como: Código das Águas (1934), Código de Minas (1934), Código Florestal (1934), Código de Pesca (1938) e Estatuto da Terra (1964); além da implantação e delimitação de zonas naturais protegidas, através de parques nacionais, como o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (1939); e a instituição de agências setoriais ao longo da década de 1960 e 1970, como, por exemplo, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

O Código Florestal Brasileiro foi reformado em 1965, com a instituição da Lei n.º 4.771, definindo e delimitando as Áreas de Proteção Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL), na qual a primeira corresponde às áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação, com função de preservação dos ambientes; e a segunda são áreas localizadas no interior de propriedades, excetuadas da APP, com objetivo de conservação dos recursos naturais (BRASIL, 1965). Em 1967, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), o qual ficou responsável pela administração das áreas protegidas, com prioridade no cumprimento e fiscalização do Código Florestal e demais legislações ambientais.

A abordagem baseada no controle da poluição industrial, ganhou força a partir da década de 1970, influenciada principalmente pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo no ano de 1972. Assim, em 1973, foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), órgão responsável por assuntos ambientais e pelo avanço da legislação ambiental. Esta acabou priorizando o problema da poluição, em que as indústrias são os agentes poluidores e o Estado é o responsável pelo ordenamento.

Apesar de a SEMA ter sido criada com propósito de gestão das áreas protegidas, este órgão não atende às expectativas, já que o IBDF ficou com a função de fomentar ações para as florestas. Desta forma, estabelece-se uma dicotomia na questão da gestão dessas áreas, dividida entre esses dois órgãos. A partir disso e de estudo feitos nos meados da década de 1970, fica evidente a necessidade de se conceber um sistema integrado, que melhorasse a organização nos processos de gestão e criação de áreas protegidas.

Com a intensa urbanização e um crescimento desordenado das regiões metropolitanas, tem início a abordagem do planejamento territorial para ações do governo. Assim, a ordenação territorial se torna uma política preventiva para os impactos no meio ambiente. Nesta etapa, as ações governamentais são voltadas para a delimitação das áreas industriais e ordenamento territorial, dando fruto a leis metropolitanas de zoneamento industrial e proteção dos mananciais.

No início da década de 1980, começa a visão da gestão integrada dos recursos, e assim, é criada a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA (Lei n.º 6.938 de 31/08/81), e em 1985 é instituído o Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (atualmente Ministério do Meio Ambiente - MMA). A PNMA cria um sistema descentralizado de gestão ambiental, o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), constituído por órgãos que são responsáveis pela gestão da qualidade ambiental nos três níveis do governo (municipal, estadual e federal) (SCARDUA; BURSZTYN, 2003), sendo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) o órgão deliberativo de instância superior diretamente vinculado ao governo federal.

O Art. 2 desta lei dispõe sobre o objetivo de preservação e melhoria da qualidade de vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico e outros (BRASIL, 1981). Isto se reflete na visão de que a preservação e conservação da natureza está submetida ao modelo de desenvolvimento socioeconômico do governo, ou seja, as ações governamentais são condicionadas aos interesses econômicos. Esta lei menciona a necessidade de uma avaliação de impacto ambiental procedente de atividades antrópicas, que é regulamentada através da Resolução do CONAMA n.º 01/86, que definiu as diretrizes para o Estudo de Impactos Ambientais.

Um grande marco nacional é a promulgação da Constituição Federal de 1988, que declara que o meio ambiente equilibrado é um direito fundamental, e é de responsabilidade tanto do Estado como da sociedade preservá-lo. Também contém diversos capítulos sobre política urbana e meio ambiente, descentralizando as políticas e aumentando a responsabilidades dos municípios em realizar estudo prévio dos possíveis impactos socioambientais oriundos de determinadas atividades. Além disso, discute questões sobre a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos, a criação de áreas protegidas, povos tradicionais, e a educação ambiental (LEUZINGER; VARELLA, 2014).

Em 1989, ocorre a unificação dos órgãos públicos ligados a questão ambientais em um único órgão federal, a partir da Lei n.º 7.735, que cria o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA. Este órgão é responsável por exercer o poder de polícia ambiental, executar as ações das políticas nacionais ambientais, relativas ao licenciamento ambiental, controle da qualidade ambiental, entre outras (BRASIL, 1989). Em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ou Eco92), que estabeleceu acordos ambientais mundiais, como a Convenção do Clima e a Agenda 21. Estes documentos estabelecem compromissos com a preservação do meio ambiente, acabando por evidenciar a crise do modelo de política ambiental executado no Brasil até então e trazendo à tona as necessidades da

reciclagem da política ambiental do país e do próprio papel do Estado (PECCATIELLO, 2011).

Após a Constituição de 1988, diversas leis começaram a ser modificadas com uma visão socioambiental, envolvendo a sociedade na gestão do meio ambiente. Neste momento, tem-se a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433/1997) que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos e dispõe sobre o uso da água. Também foi instituída, em 1998, a Lei de Crimes Ambientais que dispõe sobre as penalidades por crimes contra as leis ambientais. Em 1992, é entregue ao congresso o projeto de lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que tramita durante oito anos até ser criada a Lei n.º 9.985/00 (Lei do SNUC).

O SNUC foi um grande marco, pois estabeleceu e definiu categorias para as unidades de conservação (UCs) e sistematizou o seu processo de criação. Desta forma, são divididas em dois grupos: (A) unidade de Proteção Integral, que tem como objetivo preservar a natureza com o mínimo de interferência humana e uso indireto dos recursos naturais; (b) unidade de Uso Sustentável, que objetiva a interação entre o Homem e o ambiente natural de forma mais equilibrada através da conservação da natureza, com uso dos recursos naturais de maneira consciente. Dentro dessas duas categorias, há diferentes tipos de unidades de conservação, cada qual com suas regras e restrições das ações antrópicas. Também engloba a participação da sociedade no processo da criação destas áreas, através da construção participativa do Plano de Manejo da UC, que estabelece seu zoneamento e suas normas (BRASIL, 2000)

Vale distinguir os diversos tipos de espaços territoriais especialmente protegidos (ETEP), definidos como uma área criada pelo Poder público, a qual recebe uma proteção jurídica de suas propriedades naturais. Estas áreas se dividem em unidades de conservação (UCs), espaços de proteção específica e área protegida, sendo que as UCs são aquelas criadas pelo SNUC. O Decreto n.º 5.758/06, que cria o Plano Nacional de Áreas Protegidas, determina que as estas áreas podem ser compostas por áreas com unidades de conservação,

terras indígenas e territórios quilombolas. De acordo com a Constituição de 1988, o Estado pode criar um ETEP por ato administrativo, mas, se necessário, pode extingui-los ou mudar seus limites, através de uma lei específica editada pelo Poder Legislativo (LEUZINGER; VARELLA, 2014). Ou seja, o mesmo poder que o governo tem de criar essas áreas, também tem para mudá-las de acordo com as suas necessidades e prioridades.

O bioma Mata Atlântica sempre teve sua importância nas legislações nacionais, como a Constituição e Código Florestal, entretanto, o Decreto nº 750/93, é primeiro instrumento de regulamentação, que traz a definição do bioma e estabelece mecanismos de preservação, tendo em vista que a maioria da população vive neste bioma e os processos de ocupação são complexos (CAPOBIANCO; ANDRÉ, 1997). Atualmente, a Lei n.º 11.428/2006 é o instrumento legal que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação deste bioma, e o Decreto n.º 6.660/2006 regulamenta os dispositivos desta lei, como a exploração da flora nativa, o reflorestamento, a anuência dos órgãos federais do meio ambiente, entre outros. Segundo Varjabedian (2010) o texto destes dois novos dispositivos, flexibilizam e diminuem a proteção deste bioma, quando comparada com o Decreto nº 750/93.

Depois dos anos 2000, após as conquistas na área da legislação ambiental, tem-se a modificação do SNUC e do Código Florestal, que se tornam mais permissivos. Em 2007, o SNUC é reeditado através da Lei n.º 11.460/2007, permitindo o cultivo de organismos geneticamente modificados (OGMs) tanto dentro das áreas de proteção ambiental (APA) como nas zonas de amortecimento, se permitido pelo plano de manejo. Ação contraditória esta, já que o objetivo das UCs é a conservação da biodiversidade, e frequentemente, o uso de OGMS têm a finalidade de plantio de commodities (LEUZINGER; VARELLA, 2014). Em 2012, houve a reedição do Código Florestal através da Lei n.º 12.651/12, que diminui consideravelmente as áreas de reserva legal e APPs. Essas modificações impactam diretamente na quantidade e na qualidade das áreas preservadas no país, e o desmonte da política ambiental do Brasil estava apenas começando.

No governo entre 2016 e 2018, pode-se observar o enfraquecimento das políticas ambientais, como, por exemplo, a anistia de grilagem de terra, através da Medida Provisória n.º 759/16, que se torna a Lei n.º 13.465/17, na qual modifica a regularização fundiária de terras públicas ocupadas até 2011, em zona urbana e rural. Além disso, nesta época, tramitaram no Congresso diversos dispositivos legais para a mudança da legislação dos agrotóxicos, licenciamento ambiental e o próprio Código Florestal (LAGO, 2017; OLIVEIRA, 2017).

Em 2019, tem início o governo atual, com um plano de governo que não menciona diretamente o tema ambiental, nem sequer uma estratégia para este setor. Muito pelo contrário, umas das ações seria a unificação do Ministério da Agricultura com o do Meio Ambiente, que acabou não ocorrendo por conta de críticas da sociedade (SCANTIMBURGO, 2018). As ações de desmonte das políticas ambientais deste governo ficam mais evidentes, havendo a extinção de diversos colegiados de administração pública federal (conselhos, comitês, etc.) que participavam das decisões governamentais, através do Decreto n.º 9.759/2019. Além disso, o ano de 2020 registra o aumento da taxa de desmatamento na Amazônia (INPE, 2020a), uma queimada desenfreada no Pantanal (BASSO, 2020), e leilão de unidades de conservação (AMARAL, 2020). Tudo isso é pautado no modelo econômico que preza por um crescimento a partir da depredação da natureza e seus processos ecológicos, do comércio de *commodities* a qualquer custo, do agronegócio, e da venda do território ao capital privado nacional e internacional. Este último pode exemplificado pela aprovação do Projeto de Lei nº 2963/19, que regulamenta a aquisição de propriedade rural por pessoa física ou jurídica estrangeira.

3.2 Povos e Comunidades Tradicionais

Sentimo-nos como se estivéssemos soltos num cosmos vazio de sentido e desresponsabilizados de uma ética que possa ser compartilhada, mas sentimos o peso dessa escolha sobre as nossas vidas. Somos alertados o tempo todo para as consequências dessas escolhas recentes que fizemos. E se pudermos dar atenção a alguma visão que escape a essa cegueira que estamos vivendo no mundo todo, talvez ela possa

abrir a nossa mente para alguma cooperação entre os povos, não para salvar os outros, mas para salvar a nós mesmos (KRENAK, 2019).

O Brasil tem uma complexidade social enorme, são diferentes culturas que estão englobadas em um espaço físico, regidos por um sistema hegemônico capitalista. Povos e Comunidades Tradicionais no Brasil englobam muitas culturas, sendo eles indígenas, quilombolas, ribeirinhos, caiçaras, seringueiros, quebradeiras de babaçu, entre muitos outros. A luta pela visibilidade e pelo direito a suas terras sempre existiu, entretanto, o movimento organizado desses povos teve início em 2004, com a criação da Comissão Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais. E a partir de encontros e articulação entre sociedade civil e governo, foi criado o Decreto n.º 6.040/07, que institui a Política Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais, que define esses povos como:

Povos e Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007a).

Essa política pública é importante para incluir politicamente e socialmente os povos e Comunidades Tradicionais, e estabelece acordo entre o poder público e esses povos, evidenciando o comprometimento do Estado em assumir a biodiversidade étnica como realidade social brasileira. Assim, esse estipula diretrizes e objetivos que possibilitam que as políticas do governo brasileiro se adequem para atender às demandas dessas populações (SILVA, 2007).

Entretanto, segundo Vianna (2004), a tomada de decisões na maioria das vezes não envolve as populações tradicionais efetivamente, na qual as decisões sobre políticas e as estratégias de conservação das florestas não englobam essas populações como atores centrais. Para o autor, a participação destes povos tem caráter utilitarista, de modo a apenas legitimar as decisões já tomadas à distância, ou para se apropriar de seu conhecimento.

No caso da implantação das UCs, muitas vezes Comunidades Tradicionais estão inseridas dentro de tais áreas protegidas, e dependendo da sua categoria, pode haver a expulsão dessa população, com base no artigo n.º 42 do SNUC¹. Entretanto, o Decreto n.º 6.040/2007 já afirma o contrário, orientando que a retirada só pode ser realizada pelo consentimento dos desses povos. Essa contradição das obrigações do Estado com os povos tradicionais faz com que eles permaneçam à mercê dos tomadores de decisão dos órgãos públicos (ALMEIDA; REZENDE, 2013).

O que está na base da história do nosso país, que continua a ser incapaz de acolher os seus habitantes originais — sempre recorrendo a práticas desumanas para promover mudanças em formas de vida que essas populações conseguiram manter por muito tempo, mesmo sob o ataque feroz das forças coloniais, que até hoje sobrevivem na mentalidade cotidiana de muitos brasileiros —, é a ideia de que os índios deveriam estar contribuindo para o sucesso de um projeto de exaustão da natureza (KRENAK, 2019, p.21).

Tendo em vista toda essa pluralidade cultural brasileira e suas particularidades, é importante o governo atual, não só as reconhecer, mas também aprender com suas tradições e costumes. Assim, não só a delimitação das terras é necessária, mas também programas e ações que valorizem e respeite e sua cultura e hábitos, realmente os envolvendo na tomada de decisão dessas políticas.

¹ Art. 42. As populações tradicionais residentes em unidades de conservação nas quais sua permanência não seja permitida serão indenizadas ou compensadas pelas benfeitorias existentes e devidamente realocadas pelo Poder Público, em local e condições acordados entre as partes.

§ 1o O Poder Público, por meio do órgão competente, priorizará o reassentamento das populações tradicionais a serem realocadas.

§ 2o Até que seja possível efetuar o reassentamento de que trata este artigo, serão estabelecidas normas e ações específicas destinadas a compatibilizar a presença das populações tradicionais residentes com os objetivos da unidade, sem prejuízo dos modos de vida, das fontes de subsistência e dos locais de moradia destas populações, assegurando-se a sua participação na elaboração das referidas normas e ações.

§ 3o Na hipótese prevista no § 2o, as normas regulando o prazo de permanência e suas condições serão estabelecidas em regulamento. (BRASIL, 2000)

3.3 Sensoriamento remoto e o uso e cobertura da terra

Paisagem, que nos vê, nós vemos
Nos rodeia e preenche
Os olhos, sensores
Do caos e da beleza
Natureza
(autoria própria)

As transformações da paisagem estão ligadas a dois componentes correlacionados, a mudança do uso e da cobertura da terra (MEYER; TURNER, 1994). A cobertura da terra pode ser definida como o estado biofísico da superfície terrestre, isto é, o tipo de superfície que é observada (MCCONNELL; MORAN, 2002). Já o uso da terra está relacionado ao gerenciamento ou a forma de utilização da cobertura, ou seja, a função que homem atribui a um tipo de superfície terrestre (MEYER; TURNER, 1994).

A mudança da cobertura da terra pode ser realizada de duas formas: por conversão, que é a mudança de um tipo de cobertura para outro e; por modificação, que é a mudança gradual da estrutura de uma superfície. A mudança do uso da terra envolve tanto a mudança do tipo de uso ou a intensificação de um uso (MEYER; TURNER, 1994). Não necessariamente uma mudança de uso acarreta uma mudança de cobertura, como, por exemplo, o fato de que uma área de floresta pode passar de um uso extrativista para um uso recreativo.

Estas mudanças são decorrentes de fatores biofísicos e socioeconômicos. Os fatores biofísicos incluem características e processos do ambiente natural, como clima, topografia, processos geomorfológicos e drenagem. Os fatores socioeconômicos compreendem aspectos demográficos, sociais, econômicos, políticos, culturais e institucionais, e processos de mudança na população, tecnologia, indústria e políticas públicas (BRIASSOULIS, 2000).

Como o uso da terra é influenciado pelo Estado e os seus interesses, os fatores que promovem suas mudanças estão ligados a decisões e políticas públicas. As oportunidades e restrições de uso são criados pelos mercados e políticas que, cada vez mais, são influenciadas por fatores globais (LAMBIN et al., 2001). Os impactos acarretados por essas mudanças podem ser

categorizados em ambientais e socioeconômicos, e estes estão relacionados, já que o impacto no meio ambiente resulta em impactos socioeconômicos, e assim sucessivamente (BRIASSOULIS, 2000). Esses impactos podem se manifestar em diferentes escalas, sendo que na global podem-se citar as mudanças na emissão de gases estufa e as mudanças climáticas (MEYER; TURNER, 1992). Em nível regional, têm-se impactos no balanço hídrico das bacias (KALANTARI et al., 2019), na conservação da biodiversidade (HUANG et al., 2018), entre outros.

Os sensores remotos orbitais têm capacidade de constantemente obter dados da superfície da Terra. Desta forma, é possível monitorar e analisar mudanças de uso e cobertura da terra através de técnicas computacionais, como mapeamento de uso e cobertura da terra, séries temporais e detecção de mudança em imagens digitais. Um dos propósitos para monitorar a mudança do uso e cobertura da terra é criar informação confiável sobre o estado das paisagens, permitindo que os tomadores de decisão possam realizar deliberações sobre os diferentes cenários futuros das paisagens e avaliar os prós e contras dessas medidas (RAMANKUTTY et al., 2006).

Os sensores remotos são capazes de registrar, na forma de imagem ou gráfico, a energia refletida, emitida ou retroespalhada pelos objetos da superfície. Pode-se classificá-los como: (a) passivos, que detectam a radiação do Sol refletida pelos objetos, ou/e emitida pela Terra; (b) ativos, capazes de emitir um pulso eletromagnético até a Terra e captar o sinal e tempo de retorno. Particularmente, os sistemas imageadores fornecem como resultado uma imagem bidimensional da superfície observada, pois são capazes de registrar a variação espectral da energia eletromagnética resultante da interação com os objetos da superfície (NOVO, 2010).

O monitoramento ambiental a partir de imagens orbitais digitais vem sendo utilizado em todo mundo de forma interdisciplinar, buscando entender e verificar diversos processos, tais como: a desertificação de ambientes (BEZERRA et al., 2020; ZHAI et al., 2021); as queimadas florestais (INPE, 2020b; KOTEL'NIKOV et al., 2020); o desmatamento (MARINARO et al., 2020);

qualidade e disponibilidade da água (GUO et al., 2021; KLEIN et al., 2021); entre outros. Willis (2015) realizou uma revisão bibliográfica sobre os dados e metodologias utilizadas na detecção de mudanças para o monitoramento ecológico das áreas protegidas nos Estados Unidos e chegou à conclusão de que o país tem muitos programas de conservação de sucesso que utilizam efetivamente estes métodos.

No Brasil, tem-se o projeto PRODES, que realiza o monitoramento do desmatamento da Floresta Amazônica, produzindo dados anuais das taxas de desmatamento na Amazônia (INPE, 2020c); e o projeto TerraClass, que tem como resultados mapas de uso e cobertura da terra para as áreas desmatadas deste bioma, entretanto somente para alguns anos (EMBRAPA, 2020). Também pode-se citar o projeto Mapbiomas, que é formado por universidades, ONGs e empresas e que desenvolve um método de classificação automática para produzir uma série temporal de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil, de 1985 até o presente, e mais recentemente, em outros países da América Latina (MAPBIOMAS, 2019).

Neves et al. (2020) fizeram uma comparação entre o Mapbiomas e TerraClass para o bioma da Amazônia, e constataram que, apesar do alto valor de concordância entre os mapas, há diferenças metodológicas e deve-se ficar atento à adaptação de legendas para não se realizar análises equivocadas. Entretanto, o Mapbiomas foi utilizado no trabalho de Cardoso (2018), realizando análise da incidência do fogo nas distintas classes de uso e cobertura da terra no bioma da Mata Atlântica; e em análises temporais de mudanças de uso e cobertura (BRITO; SILVA, 2019; GUERRERO et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2019).

Para o bioma da Mata Atlântica existe o monitoramento dos remanescentes florestais realizado pelo instituto SOS Mata Atlântica em conjunto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que realizam à 28 anos o mapeamento das fitofisionomias deste bioma para cada estado do Brasil. Em 2002, o mapeamento passou a ser realizado a partir de interpretação visual das imagens dos sensores à bordo dos satélites Landsat 5 e Landsat 7, disponíveis

em formato digital na escala 1:50.000 em tela de computador. Isto possibilitou a identificação de fragmentos florestais, desflorestamentos e regiões em regeneração com áreas superiores a 10 hectares. Em 2007, o mapeamento começou a identificar áreas acima de três hectares, com adição da interpretação visual das imagens dos sensores CCD do satélite sino-brasileiro CBERS-2 (CCD/ CBERS-2) (SOS Mata Atlântica, 2019).

Desde 2007, as duas organizações realizam a atualização bianual do Atlas da Mata Atlântica, com levantamento anual, na qual a última edição foi lançada em 2019, referente aos anos de 2017 e 2018² (SOS Mata Atlântica, 2019). Nos dados obtidos, a taxa de desflorestamento em todo o território brasileiro diminuiu em 9,3% em relação ao período anterior (2016-2017), acompanhando a tendência histórica desde 1990. Apesar disso, alguns estados têm aumento da taxa de desflorestamento, sendo Espírito Santo o estado com maior aumento da taxa (316%). Para o estado do Rio de Janeiro, houve uma diminuição da taxa de desflorestamento entre os mesmos períodos (-64%), mesmo assim não houve aumento significativo das áreas naturais (0,1%), em que em 2016 observou-se 20,9% de total de área natural no estado, e em 2018 total de 21%.

Existem também dados de uso e cobertura da terra de outros órgãos públicos, como IBGE, MMA e das secretarias municipais, estaduais e federais, muitas deles com bancos de dados disponibilizados na internet. A utilização de mapas de uso e cobertura de terra para a tomada de decisão, tanto do setor público como do privado, auxilia no planejamento e na organização dos espaços. Assim, o incentivo a projetos e programas que monitorem a cobertura da terra é recomendável, pois estes dados podem ser utilizados em outros estudos ambientais, como disponibilidade hídrica (KALANTARI et al., 2019), composição da paisagem (SERTEL et al., 2018), e avaliação de serviços ecossistêmicos (WANG et al., 2017), ou para a modelagem a fim de se obter

² O mapeamento das formações naturais e monitoramento do desflorestamento é baseado no Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica, Lei no 11.428 de 2006 (SOS Mata Atlântica, 2019).

cenários futuros de uso e cobertura da terra (HUANG et al., 2018; ISLAM et al., 2018).

3.4 Modelagem de mudanças do uso e cobertura da terra

Modelos podem ser considerados como abstrações ou aproximações da realidade, os quais são realizados pela simplificação das complexas relações do mundo real até o ponto em que possam ser analiticamente manejáveis (BRIASSOULIS, 2000). Modelos de mudança de uso e cobertura da terra oferecem a possibilidade de testar a sensibilidade de padrões de uso, a partir da mudanças das variáveis ou forçantes, e são capazes de promover informações sobre o comportamento do sistema em determinadas condições (VELDKAMP; LAMBIN, 2001). Segundo Verburg et al. (2006), esses modelos têm diversas utilidades e geralmente são utilizados para fornecer suporte à decisão no contexto de ações e políticas públicas.

Para Briassoulis (2000), estes modelos podem desempenhar um papel na avaliação de impactos passados e futuros das atividades nas esferas ambientais e socioeconômicas, com duas finalidades: uma para avaliar a qualidade e quantidade de mudanças do uso e cobertura causadas por alterações, planejadas ou não, dos seus determinantes; outra para averiguar os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança do uso e cobertura da terra. Frequentemente, são utilizados para prever futuras configurações dos padrões de uso e cobertura da terra baseados em diversos cenários ambientais e socioeconômicos.

A classificação dos modelos é diversa, podendo ser classificados como: estáticos ou dinâmicos; espaciais ou não espaciais (que explora, ou não, os padrões das mudanças); indutivos ou dedutivos (p. ex.: os parâmetros do modelo são baseados em correlações estatísticas ou são descrições dos processos); baseados em agentes ou baseados em padrões (p. ex.: a simulação de um agente de decisão individual ou inferência a partir dos comportamentos dos padrões da mudança de uso e cobertura da terra) (MAS et al., 2014).

Almeida (2003), que se baseia nos aspectos operacionais básicos e conceituais e na capacidade de aprender com as representações dos eventos espaço-temporais, distingue entre: modelos não dinâmicos, que não incorporaram o espaço-tempo em suas previsões; modelos dinâmicos, que incorporam habilidades em lidar com interações espaciais ao longo do tempo, entretanto são fundamentalmente não espaciais (no sentido de não poderem ser visualizados espacialmente). Por último, têm-se os modelos dinâmicos espaciais, ou espacialmente explícitos, que incorporam a dimensão espacial, geralmente representada por uma estrutura de grade regular quadriculada (células), formando um espaço celular.

Esse tipo de representação (espaço celular) é a base dos modelos dos autômatos celulares (*celular automata* - CA), que começaram a ser mais utilizados devido ao avanço da computação gráfica no final da década de 1980. Segundo Wolfram (1983), os autômatos celulares são idealizações matemáticas de sistemas, nas quais o espaço e tempo são discretos, consistindo de uma grade regular uniforme com uma variável discreta em cada célula. O estado do CA é especificado pelas variáveis de cada célula e evolui em passos de tempo, em que o valor da variável em uma célula é afetado pelas suas células vizinhas. As variáveis são atualizadas com base nos valores prévios da célula, da sua vizinhança e de acordo com um conjunto de regras pré-definidas.

Os modelos de CA podem ser teóricos ou empíricos, sendo que os primeiros são derivados de premissas e suposições do sistema definidas a priori, enquanto os modelos empíricos se apoiam em dados reais para tirar conclusões do sistema a posteriori, utilizando métodos estatísticos empíricos ou regras determinísticas. Entretanto, os modelos híbridos, que estimam os parâmetros diretamente de dados, a partir de probabilidade de conjuntos, teorema de Bayes, pesos de evidência, regressão linear etc., possuem uma base teórica subjacente relativo ao fenômeno em estudo (ALMEIDA, 2003). De fato, os autômatos celulares se tornaram populares por serem maleáveis, eram dinâmicas capazes de replicar processos tradicionais de mudança, porém

contêm complexidade suficiente para simular fenômenos emergentes (ALMEIDA et al., 2003).

Nos modelos de mudança de uso e cobertura da terra, os autômatos celulares vêm sendo integrados a abordagens distintas, como Cadeia de Markov (AL-SHARIF; PRADHAN, 2014; SARI, 2020), redes neurais artificiais (ALMEIDA et al., 2008; ISLAM et.al, 2018; HUANG; LIAO, 2019) e regressão logística (SOARES-FILHO et. al, 2002; ALMEIDA, 2003; WANG; MOUNTRAKIS, 2011). Em todas as abordagens, os CAs são utilizados para reproduzir espacialmente as mudanças do uso e cobertura da terra, capazes de alocar a transição no espaço celular a partir das regras ou mapas de probabilidade.

Mas et al. (2014) fizeram uma comparação entre quatro modelos matemáticos baseados nas mudanças de uso e cobertura da terra passadas. Estes modelos comparam mapas de duas datas, a fim de estimar os padrões e processos das mudanças (tipos e taxas de transição entre as classes de uso e cobertura da terra), e estimam as relações dessas transições com variáveis explicativas (ou explanatórias), obtendo mapas com o grau de potencialidade (ou probabilidade) de uma transição de uso e cobertura ocorrer espacialmente. A partir desses mapas, os modelos fazem uso de diferentes técnicas para alocar ao longo do espaço uma certa quantidade dessas mudanças, produzindo mapas simulados de uso e cobertura da terra. Dentre os modelos comparados, dois utilizam técnicas com autômatos celulares, sendo eles CA_Markov e DINAMICA EGO.

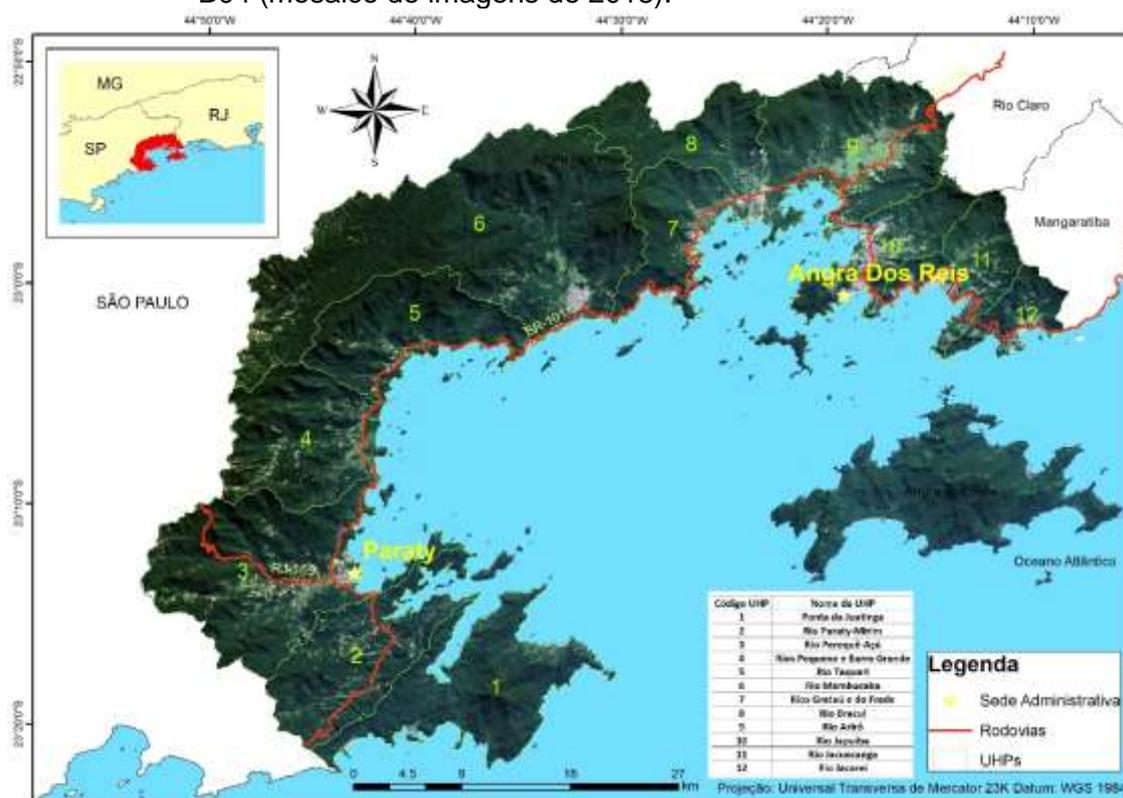
O modelo CA_Markov, combina a técnica da Cadeia de Markov com os CAs, em que a primeira é utilizada para calcular as matrizes de transição ao longo do tempo, e o último para alocar as mudanças espacialmente a partir dos mapas de aptidão, que são elaborados com base em análise multicritério entre as variáveis explicativas e as transições (MAS et al., 2014). O DINAMICA EGO também utilizada a cadeia de Markov para obter a quantidade de mudanças, bem como os autômatos celulares para reproduzir os padrões dessas mudanças a partir dos mapas de probabilidades, que são calculados pelo método estatístico de peso de evidência (SOARES-FILHO et. al, 2002).

O DINAMICA EGO foi aplicado em diversos estudos, como na modelagem de área urbanas (ALMEIDA et al., 2003; MAITHANI et al., 2018), na criação cenários de uso e cobertura para ambientes montanhosos (CHENG et al., 2020), na simulação de desflorestamento (PIONTEKOWSKI et al., 2019; STAN; SANCHEZ-AZOFEIFA, 2019), na criação de cenários futuros baseados em ações governamentais (DIB et al., 2020; TROUPIN; CARMEL, 2016) . Também foram feitos trabalhos acoplado as saídas dos mapas de uso e cobertura da terra com outros modelos para estimar processos ecológicos no futuro, como níveis de nutrientes e sedimentos (LACHER et al., 2019) e estimar a perda de solos (MARTINS, 2020).

4 ÁREA DE ESTUDO

A Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande do Rio de Janeiro, localizada no sul do estado, é uma região caracterizada pelas suas lindas praias e cachoeiras, onde o encontro do rio com o mar é uma paisagem frequente. Corresponde à microrregião da Região da Costa Verde, instituída pelo Governo Estadual do Rio de Janeiro, através da Lei Complementar n.º 105, de 04 de julho de 2002, compreendendo os municípios de Angra dos Reis e Paraty. Representada pela Figura 4.1 (22°50' - 23°20'S, 44°00' - 44°45'W), possui área de 1.728 km² e um litoral continental de 400 km. Os municípios de Angra dos Reis e Paraty abrigam o total de 168.907 e 36.621 habitantes, respectivamente, sendo que a maioria vive na área urbana.

Figura 4.1 - Mapa da área de estudo. Imagem Sentinel -2, composição RGB B02, B03, B04 (mosaico de imagens de 2018).



Fonte: Produção da autora.

Tem-se a presença da Ilha Grande e centenas de outras ilhas menores, mas neste trabalho é estudado apenas o ambiente continental. Foi adotada a divisão das bacias hidrográficas (Unidades Hidrológicas de Planejamento – UHP) de acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da

Baía da Ilha Grande (PRH-BIG), realizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (CBH-BIG)³. As UHPs são regiões hidrográficas dos principais rios da região, sendo adotadas pelo CBH-BIG como unidades de planejamento, e foram definidas de acordo com a homogeneidade de condições físicas, socioeconômicas e político-administrativas (INEA, 2020). Como este trabalho tem intuito de se relacionar com os demais materiais produzidos pelo comitê, foi adotada essa divisão de UHPs para modelagem do uso e cobertura da terra.

Desta forma, são definidas 12 bacias principais, com áreas de contribuição dos seguintes cursos d'água: Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Taquari, Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio, Rio Jacuecanga e Rio Jacareí, além da Ponta da Juatinga ao sul de Paraty. As áreas, seus códigos e nomes encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP).

Código UHP	Nome da UHP	Área (ha)
1	Ponta da Juatinga	14.484,76
2	Rio Paraty Mirim	11.973,61
3	Rio Perequê-Açú	20.159,38
4	Rios Pequeno e Barra Grande	12.179,76
5	Rio Taquari	11.436,96
6	Rio Mambucaba	35.899,67
7	Rios Grataú e do Frade	7.625,98
8	Rio Bracuí	9.102,85
9	Rio Ariró	15.314,14
10	Rio Japuíba	6.824,88
11	Rio Jacuecanga	6.759,33
12	Rio Jacareí	3.571,73

Fonte: Produção da autora.

O clima da região é tropical úmido, com variações das temperaturas médias oscilando de 18°C a 28°C. O relevo acidentado contribui para a variabilidade da

³ Maiores informações e acesso aos documentos e relatórios da área de estudo realizado pelo comitê acessar: <http://www.cbhbig.org.br/>

temperatura das áreas entre a serra e o mar, e é responsável pelas chuvas orográficas, às vezes com grande volume de precipitação (INEA, 2020).

Grande parte de sua extensão compreende a Escarpa da Serra do Mar, unidade geomorfológica formada por um conjunto de alinhamentos rochosos que se prolongam em todo território fluminense. No caso de Parati e Angra, estão localizadas na Escarpa das Serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba, uma área montanhosa com mais de 1.400m de altitude, a qual termina nas baías da Ilha Grande (SILVA; CUNHA, 2001).

Trata-se de um relevo de transição entre os terrenos planos das baixadas fluvio marinhas e a zona montanhosa do planalto da Bocaina. Os rios do planalto da Bocaina descem a escarpa em direção às enseadas da baía da Ilha Grande. As baixadas são áreas de acumulação de sedimentos, geralmente associada à desembocadura de rios, que apresentam áreas de manguezais e brejos, como por exemplo o Saco do Mamanguá (Figura 4.2), localizado na Ponta da Juatinga. A área também apresenta o Maciço de Juatinga, maciço montanhoso peninsular no extremo sul do litoral do estado, com altitudes maiores de 1.000 m (SILVA; CUNHA, 2001).

Figura 4.2 - Vista do Pico do Pão de Açúcar no Saco do Mamanguá - Paraty.



Fonte: Arquivo pessoal (2012).

Angra dos Reis e Paraty têm uma história semelhante, no que diz respeito aos ciclos de urbanização que ocorreram ao longo do tempo. Nos séculos XVII e XVIII, foram importantes portos para escoamento dos produtos do interior e produtores de café. Paraty assume condição de entreposto comercial, devido a sua posição estratégica na época, que interligava o interior ao mar, através do velho caminho dos índios Goianazes, que se torna o “Caminho do Ouro” (hoje é a estrada Paraty-Cunha), até que no final do século XIX, com a construção do terminal ferroviário ligando a produção mineira até o porto do Rio de Janeiro, o Caminho do Ouro torna-se obsoleto. Assim, Angra dos Reis e Paraty entram em declínio, permanecendo isoladas durante anos, com acesso restrito dificultado pelo relevo. Somente na segunda metade século XX, com a construção de estradas, a região começa a ter circulação de veículos, o que impulsiona o crescimento urbano (ABREU, 2005; UERJ, 2010).

A partir de então, ocorre um investimento do Estado na região, principalmente em Angra dos Reis, com a construção do Porto de Angra (1930-1945), Estaleiro Verolme (1956-1960) e a implementação da Rodovia BR 101, trecho de Rio de Janeiro a Santos, da Usina Eletronuclear e do Terminal de Petróleo, na década de 1970 (ABREU, 2005). Estes empreendimentos mudam a dinâmica social de Angra dos Reis e Paraty, interferindo no uso e cobertura da terra e, conseqüentemente, nos processos ecológicos.

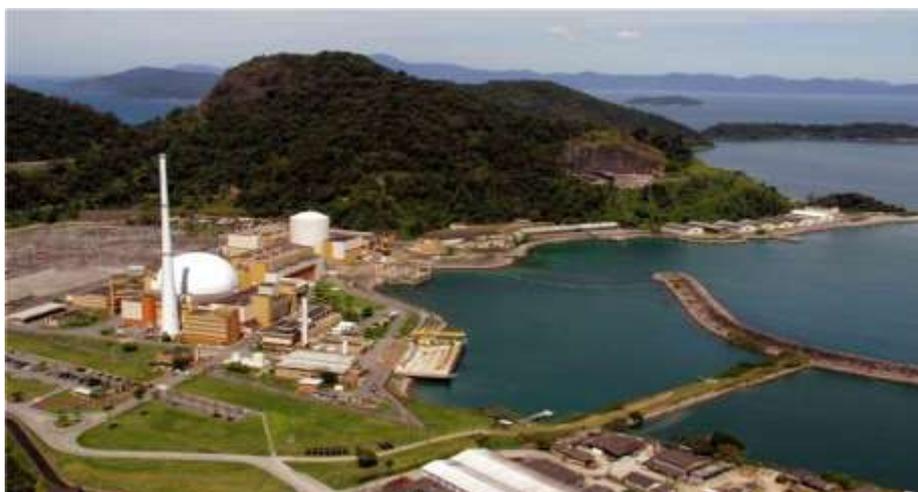
Em 1959, entra em operação o Estaleiro Verolme, que marca o ingresso do município na fase de industrialização pesada, impondo nova dinâmica espacial na região de influência direta do estaleiro. Assim, um novo núcleo urbano é gerado com a implantação da vila industrial autônoma. Seu auge se deu na década de 1970, sendo que depois disso inicia-se um ciclo de regressão, que paralisou suas atividades até 1995. Só em 2001, com o reaquecimento da indústria naval, retomam-se essas atividades (ABREU, 2005).

A implementação da rodovia Rio-Santos é um grande marco na região, facilitando o acesso à mesma, aumentando a visibilidade e, conseqüentemente, o interesse dos investidores imobiliários. Segundo Abreu (2005), a perspectiva de uma vocação para o setor turístico foi imposta por

agentes externos, baseados na potencialidade dos recursos naturais para o acúmulo de capital turístico imobiliário. Desta forma, investimentos menores, que aprimorassem a rede viária pré-existente, poderiam otimizar um desenvolvimento local com dinâmicas pré-estabelecidas, entretanto, a indústria turística não encontraria um base tão firme. Já a população caiçara, que até então tinha uma vida adaptada às características naturais da região, depois da construção da Rio-Santos, sofre assédio dos turistas e imobiliárias, vendendo suas terras, tornando-se marginalizada e perdendo sua relação com a natureza (VIANNA, 2004).

Como a Rio-Santos, a Usina Nuclear (Figura 4.3) é um empreendimento visando atender demandas externas e não considera a dinâmica e interesses locais. Inicialmente, houve uma reação contrária à sua implementação que até incentivou o movimento ambientalista da região, e até hoje a população vive com algumas desconfianças sobre o plano emergencial adotado. As obras começaram em 1972, e sua operação comercial em 1985. Em 1976, iniciaram-se as contratações para as Usinas 2 e 3, que em 1988 foram paralisadas e só retornaram em 1996. A Unidade 2 entrou em operação no ano de 2000. Foram implementadas duas vilas residenciais autônomas, destinadas ao pessoal gabaritado (engenheiros e mão de obra qualificada), enquanto a mão de obra de baixa qualificação ocupa os bairros periféricos com pouca infraestrutura, o Frade e Mambucaba (ABREU, 2005).

Figura 4.3 - Usina Nuclear em Angra dos Reis.



Fonte: Eletrobrás (2021).

A ocupação antrópica encontra-se nas áreas costeiras, devido às condições do relevo, causando desta forma maior pressão em ambientes como manguezais e restingas. Os recursos paisagísticos ilustram este ambiente natural que, por sua vez, impõe restrições à ocupação e uso do solo, criando conflitos socioambientais decorrentes do avanço urbano, devido à pressão imobiliária em áreas frágeis, bem como aos grupos socialmente excluídos que não têm acesso à infraestrutura (ABREU, 2005). A valorização imobiliária de Angra dos Reis e suas restrições estabelecidas pelo relevo estabeleceram uma ocupação urbana nas encostas, onde a maioria de pessoas são de baixa renda. Sendo assim, a população sem escolha e oportunidade de moradia se expõe a riscos, tornando-se vulneráveis a desastres.

As mudanças mais expressivas na região são em função da alteração de antigas áreas agropecuárias e espaços naturais, além da ocupação desordenada das áreas protegidas, que é influenciada pelo aumento da demanda dos serviços do setor turístico, com implantação de condomínios, hotéis, marinas e casas de veraneios (INEA, 2015). Entre as décadas de 1990 e 2010, a expansão urbana em Angra dos Reis teve um eixo de crescimento a partir dos grandes empreendimentos, e assim, destacam-se os bairros: de Mambucaba e Cunhambebe devido à proximidade com as usinas; Bracuí, com a instalação de empreendimentos imobiliários, e Jacuecanga e Monsuaba, devido ao estaleiro Verolme (INEA, 2015).

No município de Paraty, o crescimento urbano, até a década de 1990, acompanhou a instalação de empreendimentos turísticos ao longo da Rio-Santos. A localidade da Praia do Sono, Trindade e São Gonçalo sofreram crescimento desordenado devido ao fluxo de turistas, e outras localidades, como Barra Grande, São Roque e Taquari cresceram em direção oposta ao litoral, caracterizando-se por ocupações de pequenos sítios (INEA, 2015).

É uma cidade turística por excelência, com atrativos culturais e diversidade paisagística. Em Angra dos Reis, o turismo é responsável por mover 15 % da população empregada formalmente no setor de serviços; já em Paraty, este valor aumenta para 46,5 %, evidenciando a importância dessa atividade para o

município (INEA, 2015). Em 2019, Paraty foi reconhecida como Patrimônio Mundial pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*FUN*, sendo que em 1966 o município já havia recebido o título de Monumento Nacional pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). É uma cidade que tem diversidade étnica, com a presença de comunidades caiçaras, quilombolas e indígenas, além de contar com a Festa Literária Internacional de Paraty (FLIP), que acontece anualmente, recebendo turistas do mundo inteiro. Entretanto, Paraty ainda sofre com a questão do saneamento básico, devido à falta de uma estação de tratamento de esgoto para cidade.

A bacia apresenta muitos ambientes naturais conservados, devido à presença das UCs e ao relevo acidentado, que dificulta a ocupação antrópica. Há um total de 12 UCs na região, sendo quatro de Uso Sustentável e seis de Proteção Integral, abrangendo os ambientes continentais, insulares e marinhos. A Tabela 4.2 traz informação sobre as UCs que estão na área de estudo, e a Figura 4.4 representa espacialmente as UCs de Uso Sustentável e de Proteção Integral.

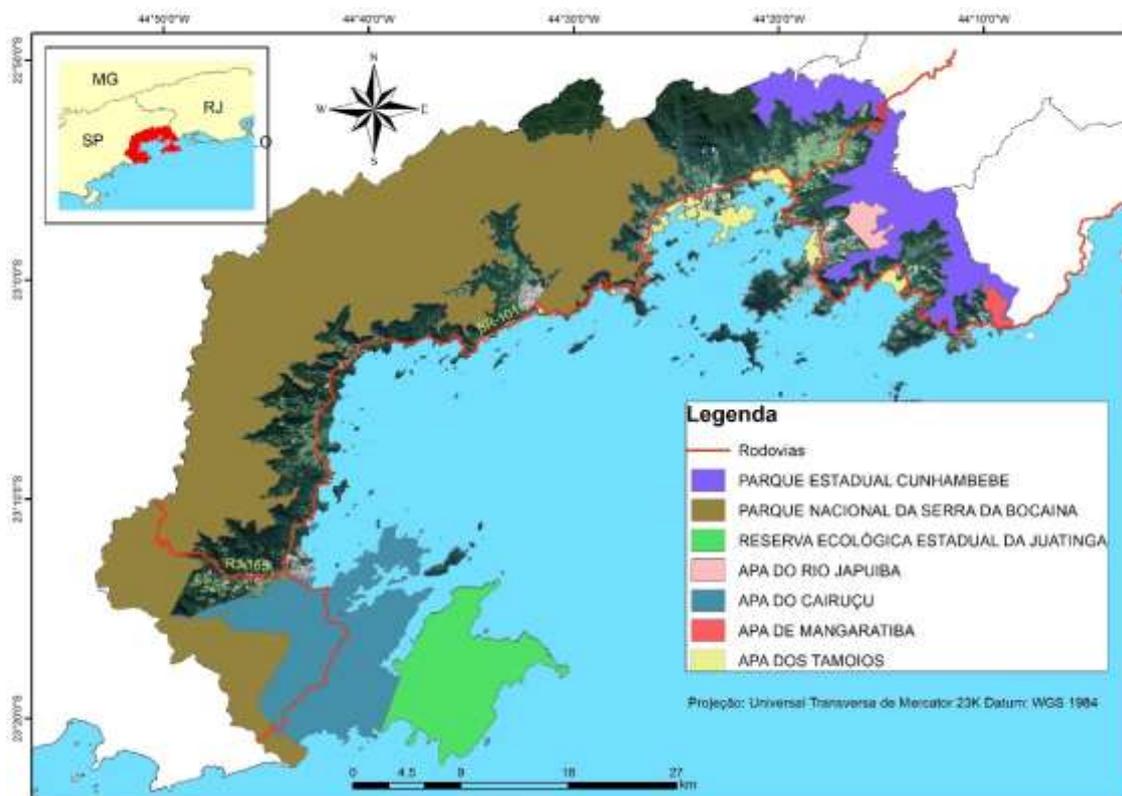
Tabela 4.2 - Unidades de conservação na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.

Unidade de Conservação	Área (ha)	Grupo	Ato Legal	Esfera do domínio	Município
Parque Estadual Cunhambebe	38.053	PI	Decreto n.º 41.358 de 2008	Estadual	Angra dos Reis
Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB)	106.000	PI	Decreto n.º 68.172 de 1971, e n.º 70.694 de 1972	Federal	Angra dos Reis e Paraty
Reserva Ecológica Estadual da Juatinga ²	9.960	PI/US ₃	Decreto n.º 17.981 de 1992	Estadual	Paraty
APA de Mangaratiba	25.239	US	Decreto n.º 9.802 de 1987	Estadual	Angra dos Reis
APA dos Tamoios	20.636	US	Decreto n.º 9.452/1982 (assinado em 1986)	Estadual	Angra dos Reis
APA do Rio Japuíba	2.711	US	Lei n.º 1.888 de 2007	Municipal	Angra dos Reis
APA de Mangaratiba	25.239	US	Decreto n.º 9.802 de 1987	Estadual	Angra dos Reis

Observações: ¹PI=Proteção Integral e US=Uso Sustentável; ²Em processo de recategorização para atendimento ao SNUC. ³A gestão da RESEC Juatinga tem características de Proteção Integral na maior parte do território e de Uso Sustentável nas vilas caiçaras.

Fonte: Adaptado de INEA (2020).

Figura 4.4 - Mapa das UCs na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande



Fonte: Produção da autora.

Além disso, a área é caracterizada pela presença de diversas Comunidades Tradicionais, sendo elas caiçaras, quilombolas e indígenas. Existem quatro aldeias indígenas, sendo três demarcadas, Parati-Mirim (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), Guarani Bracuí e Guarani-Araponga, e Rio Pequeno (ainda não demarcada). Segundo IBAMA (2002), os índios Guarani são originários da região sul do país e foram trazidos pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI), tendo sido os Tupinambás originários dizimados no século XVII. Ocupam uma região que vai de Araponga (Paraty) até o Bracuí (Angra dos Reis), sempre vivendo na mata, e existem algumas aldeias espalhadas pelos municípios. Este grupo cria suas aldeias e trilhas inseridas na Mata Atlântica como seu território atual, no qual sobrevivem e se relacionam naturalmente, conforme suas tradições (IBAMA, 2002).

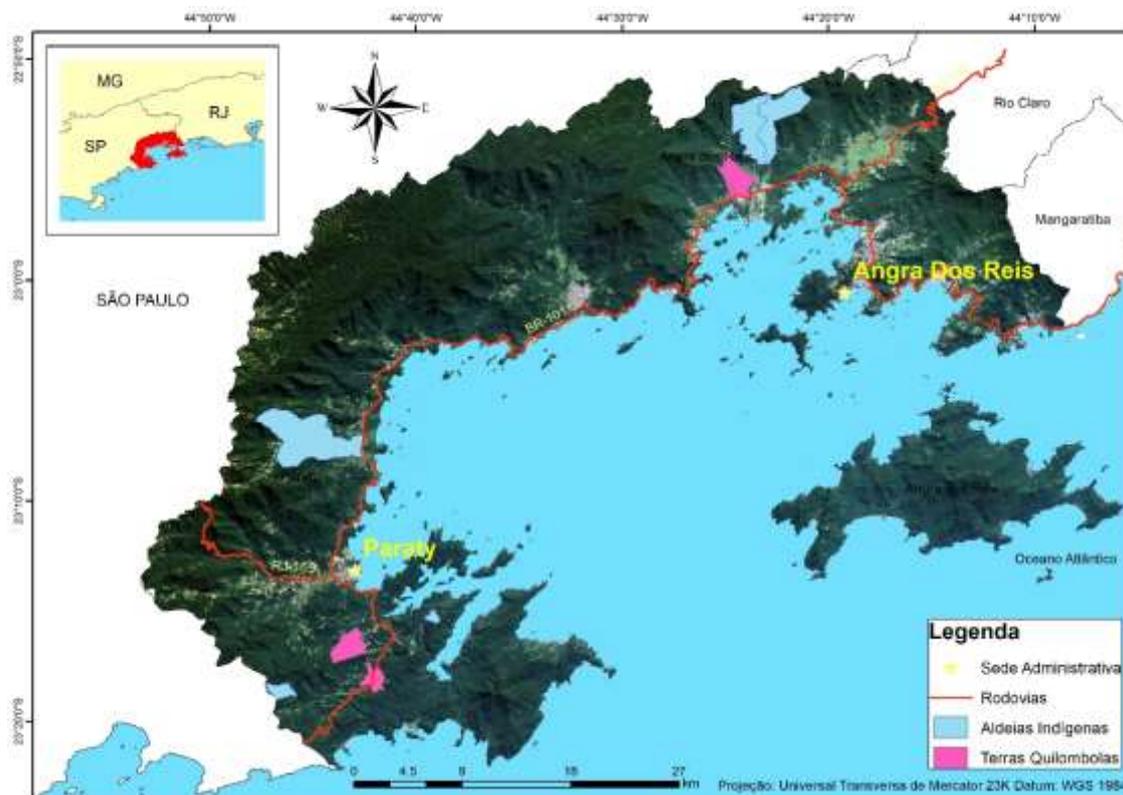
Figura 4.5 - Índios Guarani da Terra Indígena Paraty Mirim.



Fonte: ACIGUA (2018).

Fazem parte dos territórios quilombolas da região o Quilombo do Campinho, Quilombo Santa Rita do Bracuí e Quilombo do Cabral, que ainda não têm suas terras homologadas pelo INCRA. O Quilombo do Campinho é reconhecido nacionalmente pela sua luta contra o racismo e resistência quilombola e ainda preserva os costumes da matriz africana, através da oralidade e dos hábitos de respeito à natureza (MIRANDA; BIANCHIN, 2015). O Quilombo de Santa Rita do Bacruí apresenta conflitos de territórios com uma empreiteira a partir da década de 1960. No ano de 1988, as famílias foram expulsas do seu território pela empresa, sendo reassentadas em outra área pela Prefeitura de Angra dos Reis, dando início a uma luta pelos direitos à terra, sendo em 1999 reconhecido pela Fundação Cultural Palmares (FIOCRUZ, 2021). A Figura 4.6 mostra as Aldeias Indígenas e as Terra Quilombolas na área de estudo.

Figura 4.6 - Mapa das Comunidades Tradicionais na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.



Fonte: Produção da autora.

Os caiçaras são reconhecidos como o povo nativo da região, e sua ancestralidade vive e integra a zona costeira, preservando a cultura da pesca e do mar. Infelizmente, vivem em conflitos com diversos atores da sociedade, e na região tiveram seu território ocupado pelos setores imobiliário e do turismo. Trindade é uma comunidade caiçara tradicional, que está inserida dentro do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), e vive questões conflituosas com os gestores do parque devido às restrições que as UCs impõem (IBAMA, 2002; ICMBIO, 2018).

5 MATERIAL E MÉTODOS

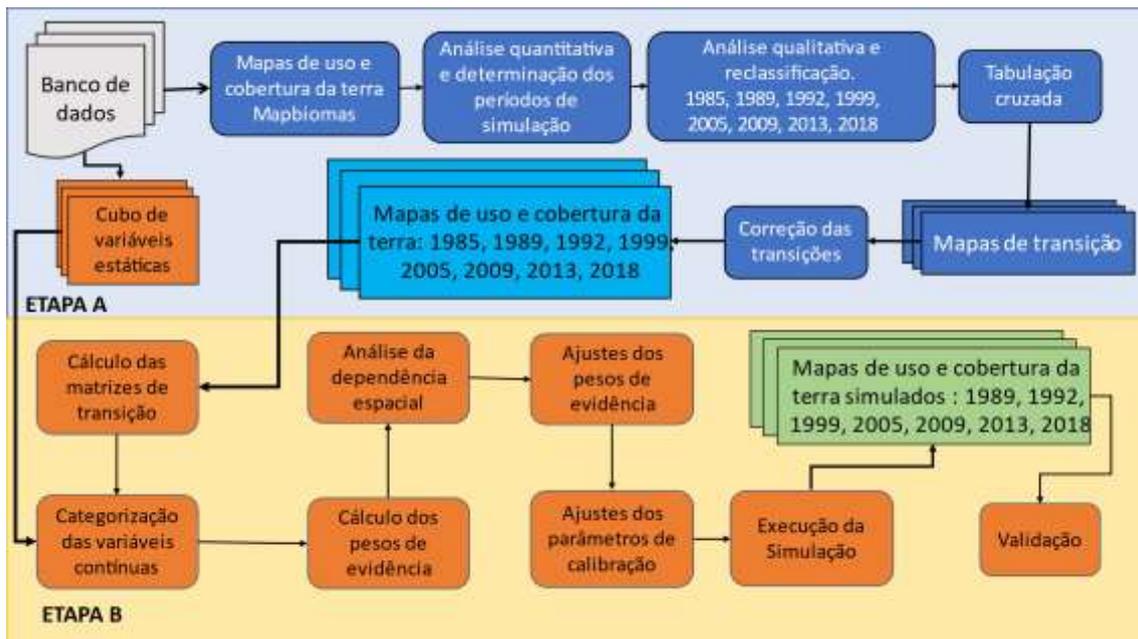
Neste capítulo, serão apresentados o fluxo metodológico, os dados de uso e cobertura da terra, e os métodos para a simulação da mudança do uso e cobertura da terra. O modelo de uso e cobertura utilizado neste trabalho é um modelo dinâmico espacial, paramétrico e baseado em CA, o DINAMICAEGO. Este modelo calcula os tipos de transições e as taxas dessas mudanças, e aloca essas mudanças especialmente a partir de mapas de probabilidade, que são calculados pelo método dos pesos de evidência, e algoritmos de alocação em um CA.

5.1 Fluxograma metodológico

Este trabalho será efetuado em duas etapas, representadas pelo fluxograma da Figura 5.1:

- a) Montagem do banco de dados e análise: Nesta etapa, foi elaborado o banco de dados com os dados necessários para a simulação, com os mapas de uso e cobertura e os dados das variáveis explicativas. Realizou-se uma análise qualitativa e quantitativa dos mapas de uso e cobertura da terra, a fim de estipular os períodos de simulação e a reclassificação das classes. A partir daí, foi realizada a tabulação cruzada para avaliar as transições de uso e cobertura, e a correção das transições equivocadas.
- b) Simulação da mudança do uso e cobertura da terra: Nesta etapa, foram realizadas a calibração, parametrização e validação da simulação da mudança do uso e cobertura da terra para cada período estipulado. Assim, foram gerados modelos individuais para cada período, capazes de obter mapas simulados da paisagem, a partir dos mapas de uso e cobertura da terra do ano inicial e final de cada período.

Figura 5.1 - Fluxograma metodológico do trabalho.



Fonte: Produção da autora.

Como o objetivo do trabalho é analisar a influência das UCs e das Comunidades Tradicionais no processo de mudança do uso e cobertura da terra a partir da modelagem dessas mudanças, foram estipulados períodos entre 1985 e 2018, e para cada período foi construído um modelo. Isto foi realizado a fim de analisar os pesos atribuídos às variáveis para cada período, e assim entender a sua influência nas transições de uso e cobertura da terra. Entretanto, para avaliar os pesos de evidência é necessário passar por todas as etapas da simulação, inclusive a calibração e validação, para avaliar se os mapas de probabilidade estão refletindo os padrões de uso e cobertura na realidade, e só com uma boa validação da simulação é possível investigar os pesos de evidência, e conseqüentemente, a influência das variáveis nas transições de uso e cobertura.

5.2 Mapas de uso e cobertura da terra

Os dados do uso e cobertura da terra são provenientes da Coleção 4 do Projeto MapBiomas, que utiliza os dados das Coleções 1 a 4 registradas pelos sensores Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), e Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (OLI-TIRS), a bordo dos

satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente. As imagens ópticas destes sensores possuem resolução espacial de 30 m, sendo que o processamento e classificação das mesmas foram realizados no Google Earth Engine (MAPBIOMAS, 2019).

O uso dos dados do Mapbiomas deve ser feito com parcimônia e claro entendimento das suas limitações e erros. Por ser um algoritmo de classificação automática, algumas classes de difícil discriminação podem ter baixa acurácia. Um exemplo nesse sentido é a classe "Outras formações naturais não florestais", que pode incluir diversas coberturas, capoeira, áreas de regeneração, vegetação campestre, pasto sujo, entre outros. Por isso, é necessária uma avaliação para a área de estudo, observando e analisando o que as classes representam na realidade. Esta etapa está descrita na seção seguinte, assim como o agrupamento das classes e a legenda final.

As classes de uso e cobertura da terra presentes na área de estudo são: Formação Florestal; Floresta Plantada; Outras Formações Naturais Não Florestais, Pastagem, Agricultura Anual, Mosaico de Pastagem e Agricultura, Praia ou Duna, Infraestrutura Urbana, Outras Áreas Não Vegetadas, Afloramento Rochoso, Rio, Lago ou Oceano.

5.2.1 Análise quantitativa dos mapas de uso e cobertura da terra e determinação dos períodos de simulação

Para entender como as transições entre as classes dos mapas de uso e cobertura se comportaram ao longo do tempo, a fim de se determinar os períodos de simulação para a série de 1985 a 2018, foi realizada uma análise quantitativa dos dados. Assim, o primeiro passo foi quantificar a área de cada classe do mapa, para cada UHP, e a partir daí, observar os períodos em que houveram mudanças de tendência na classe.

Devido à grande diferença entre as áreas das classes, principalmente da Formação Florestal que tem área muito maior do que as outras classes, foi necessário realizar uma normalização dos valores da área ao longo do período, para conseguir comparar os valores das áreas de cada classe ao longo do

tempo. Para as classes consideradas mais importantes na área de estudo, sendo elas Formação Florestal; Pastagem; Mangue; Mosaico de Pastagem e Agricultura e; Infraestrutura Urbana; o valor de sua área foi normalizado ao longo dos 33 anos, obtendo-se valores de área que variaram entre 0 e 1, possibilitando a comparação das tendências de mudança entre as classes. A equação de normalização está descrita pela Equação 5.1, na qual X_{max} é o maior valor de área da classe, X_{min} é o menor valor, e X_{ano} é o valor da área no determinado ano.

$$Valor_{classe} = \frac{X_{ano} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (5.1)$$

As mudanças das linhas de tendência ao longo do tempo para as classes de uso e cobertura da terra podem ser influenciadas por diversos fatores, alguns deles por uma ação antrópica no mundo real, por uma mudança de sensores imageadores ou das alterações do clima. Assim sendo, para determinar os períodos da simulação, foi levado em consideração os anos em que há mudança dos Satélites Landsat e os anos de estiagem. Quando observada uma mudança na linha de tendência, evitando-se os anos de seca e de mudança de satélite, foi estipulada uma quebra temporal. Além disso, os períodos deveriam ter um intervalo por volta de cinco anos, que é considerado um intervalo possível de perceber as mudanças do uso e cobertura da terra.

5.2.2 Análise qualitativa dos mapas e reclassificação

Esta etapa visa entender o que cada classe do Mapbiomas está representando no mundo real, a fim de não se fazer análises equivocadas por conta de erros de classificação. Desta forma, baseando-se no ano de 2018, foi realizada uma comparação entre os mapas de uso e cobertura da terra e as imagens do Google Earth, que têm melhor definição do que a do Landsat.

Assim, foi observado que as classes Outra Formação Florestal e Outras Áreas Antrópicas compreendiam muitas áreas de cordões rochosos na área costeira, e às vezes, áreas edificadas com muito brilho, e essas classes foram agrupadas em uma única classe. A Floresta Plantada, além de ser pequena,

mapeou áreas de Floresta Natural, e por isso foi agrupada a classe Formação Florestal.

A classe Mosaico de Agricultura e Pastagem mostrou-se muito peculiar no mapeamento, pois envolveu tanto área com uma pastagem com vegetação mais arbustiva, como também área de uso residencial em bairros rurais. Assim, uma UHP com bairros mais afastados do centro urbano não apresentou a classe Infraestrutura Urbana, porém as áreas de residências, como chácaras e sítios, foram classificadas como Mosaico de Agricultura e Pastagem. Por este motivo, essa classe foi mantida, tendo em vista que ela pode representar a ocupação humana em áreas mais afastadas. A diferença entre essa classe e a de Pastagem, é que a última classifica áreas com uma superfície de vegetação rasteira ou locais de solo exposto, dificilmente classificando assentamentos rurais. A Figura 5.2 mostra o bairro do Patrimônio, localizado na UHP 2, e pode-se perceber que alguns polígonos estão classificando áreas residenciais, enquanto pastagem classifica as áreas com vegetação rasteira. A reclassificação e a descrição das classes encontram-se na Tabela 5.1.

Figura 5.2 - Imagem Google Earth e as classes Mosaico e Pastagem. Imagem do Google Earth de 2017 e classificação de 2018. (a) Classificação para Mosaico de usos e (b) Pastagem.



Fonte: Produção da autora.

Tabela 5.1 - Reclassificação do Mapbiomas.

Classes MapBiomas	Descrição do Mapbiomas	Reclassificação	Descrição da Reclassificação
Formação Florestal	Floresta Ombrófila densa, aberta e mista; Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, e Formação Pioneira	Formação Florestal	Vegetação arbórea/arbustiva
Floresta Plantada	Espécies arbóreas para uso comercial		
Apicum	Formações muitas vezes sem vegetação arbórea, associadas a uma área mais alta, hipersalina e menos inundada do mangue, geralmente na transição entre esta área e o continente.		
Mangue	Formações florestais densas, frequentemente inundadas pela maré.	Mangue	Formações florestais densas, frequentemente inundadas pelas marés.
Pastagem	Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, relacionadas com a atividade agropecuária.	Pastagem	Áreas de pastagens relacionadas com a atividade agropecuária.
Agricultura anual	Áreas ocupadas com culturas perenes.		
Mosaico de pastagem e agricultura	Áreas agropecuárias onde não é possível distinguir entre pasto e agricultura.	Mosaico de Usos	Áreas de uso residencial e agropecuário, mistura entre superfícies vegetadas e não vegetadas
Infraestrutura urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas	Infraestrutura Urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas
Outras áreas não vegetadas	Áreas com superfícies não permeáveis	Outros	Superfícies não permeáveis na linha de costa, predominantemente cordões rochosos
Outras formações naturais não florestais	Pântanos		
Afloramento rochoso	Rochas naturalmente expostas sem cobertura de solo e declive elevado	Afloramento rochoso	Rochas naturalmente expostas sem cobertura de solo e declive elevado
Rio, lago ou oceano	Rios, lagos, barragens, reservatórios e outros corpos d'água	Corpos d'Água	Praias, faixas de areia e oceano
Praia ou duna	Áreas com areia, com cor branca brilhante, sem presença de vegetação		

Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2019).

A partir da reclassificação dos mapas de uso e cobertura da terra, foi realizada uma operação de tabulação cruzada para todos os períodos estipulados, a fim de se obter os mapas de transição entre as classes. Para cada transição, foi

verificada a plausibilidade de sua ocorrência na realidade, e assim, retiraram-se as transições equivocadas, que são decorrentes do processo de classificação. Desta forma, foram estipuladas as seguintes regras:

- a) A classe Infraestrutura Urbana não transita para nenhuma outra, uma vez que áreas urbanizadas são áreas consolidadas.
- b) A classe Mosaico de Usos não transita para Pastagem, pois entende-se que a transição Pastagem para Mosaico de Usos pode significar uma mudança da pastagem para ocupação de barros rurais, mas o contrário não ocorre, posto que o Mosaico de Usos não pode virar Pastagem uma vez ocupada.
- c) As classes Corpos d'Água, Afloramento Rochoso e Outros não transitam para nenhuma classe, e tampouco nenhuma classe transita para elas.

5.3 Simulação da mudança do uso e cobertura da terra

A simulação da mudança do uso e cobertura da terra foi realizada pelo *software* livre DINAMICA EGO, que é uma plataforma baseada em autômatos celulares, criada pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (CSR – UFMG). Esta plataforma apresenta um modelo dinâmico espacial de mudança do uso e cobertura da terra, no qual se realiza simulação estocástica, estimando-se as mudanças através do cálculo das probabilidades e autômatos celulares. É um modelo probabilístico, que utiliza o método bayesiano de pesos de evidência para indicar quais áreas são as mais favoráveis para uma transição, a partir do mapa de uso e cobertura da terra e das variáveis explicativas (SOARES-FILHO et al., 2002).

Compreende as etapas de parametrização, calibração e validação do modelo. Todas as etapas foram realizadas para os períodos estipulados entre 1985 e 2018, criando assim um modelo individual de mudança para cada período. Além disso, a plataforma permite que se faça a simulação para sub-regiões dentro da área de estudo, através da ferramenta “*Region*”. Esta ferramenta, ou “*functor*”, permite a divisão do mapa em diferentes regiões, na qual os

parâmetros da modelagem são customizados para cada região do mapa (SOARES-FILHO et al., 2009). Para isso, foi criado um *layer* matricial de 30 m de resolução com as áreas das UHPs categorizadas por códigos.

5.3.1 Parametrização

O primeiro passo da modelagem é a parametrização, na qual é criada uma rotina para conferir pesos as variáveis. Esta etapa se inicia com o cálculo das matrizes de transição global e individual, que são obtidas a partir do mapa inicial e final de cada período, que vai calcular a quantidade de mudança entre as classes de uso e cobertura da terra. Então, para cada período, e com base no seu intervalo em número de anos, é gerada uma matriz global, que fornece as taxas das transições de todo o período, e uma matriz individual, com as taxas para uma unidade de tempo (um passo), que consiste na decomposição ano a ano da matriz global. No programa, as matrizes de transição são calculadas através de um modelo markoviano, e a matriz individual é a derivação da matriz global, ergódica, obtida pela relação entre os autovetores e autovalores da matriz global, descrita na Equação 5.2 (BELL; HINOJOSA, 1977):

$$MT = H * V^{\frac{1}{n}} * H^{-1}, \quad (5.2)$$

em que MT é a matriz de transição individual ou anual; H são os autovetores da matriz de transição global; V são os autovalores da matriz de transição global; n é o número de passos de tempo especificado pelo usuário, e H^{-1} é a matriz inversa dos autovetores da matriz global. Em algumas UHPs, não foi possível obter a matriz de transição individual através desse método pois as matrizes de transição global não eram ergódicas, sendo utilizada a média da taxa de transição da matriz global no período, ou seja, a divisão da taxa obtida da matriz global pelo intervalo de anos.

O próximo passo é calcular os mapas de probabilidades das transições, baseado no modelo de probabilidade condicional de Bayes, na qual se assume que a probabilidade de ocorrer um evento é determinada em função da

presença ou ausência de uma evidência ou variável explicativa (BONHAM-CARTER, 1994). A probabilidade de ocorrer uma transição em vista da presença de uma evidência, ou, um exemplo em termos concretos, a probabilidade de ocorrer um desmatamento em vista da proximidade às áreas urbanas, é dada pela Equação 5.3.

$$P(A/b) = \frac{P(A \cap b)}{P(b)} = \frac{P(A) \cdot P(b/A)}{P(b)}, \quad (5.3)$$

em que $P(A/b)$ é a probabilidade condicional de ocorrência da transição A , dada a variável explicativa ou evidência b . De forma semelhante, pode-se ter uma equação para a probabilidade de ocorrência do evento A dada a ausência da evidência b , que pode ser expressa em forma de *odds*. Este é definido como sendo a razão da probabilidade de um evento vir a ocorrer, pela probabilidade de sua não ocorrência, isto é, pela probabilidade complementar (BONHAM-CARTER, 1994), descrita pela Equação 5.4. Substituindo o *odds* nesta equação, chega-se à Equação 5.5.

$$\frac{P(A/b)}{P(\bar{A}/b)} = \frac{P(A) \cdot P(b/A)}{P(\bar{A}) \cdot P(b/\bar{A})}, \quad (5.4)$$

$$O(A/b) = O(A) \cdot \frac{P(b/A)}{P(b/\bar{A})}, \quad (5.5)$$

em que A é o evento; b é a variável explicativa; O é o *odds*; e $P(b/A)/P(b/\bar{A})$ é a razão de suficiência (LS). Este método utiliza os logaritmos naturais do *odds*, calculando assim o logaritmo natural de ambos os lados da equação 5.5. Tem-se que o $\log_e LS$ é denominado peso positivo de evidência (em inglês, *positive weight of evidence* – W^+), expresso na Equação 5.6.

$$\text{logit}(A/b) = \text{logit}(A) + W^+ . \quad (5.6)$$

O método de Bayes pode combinar o peso de evidência de diversos mapas, e estes pesos são calculados para cada mapa independentemente, sendo, por fim, combinados em uma única equação, que é a simplificação do modelo e parte do pressuposto de que as variáveis são espacialmente independentes entre si.

Desta forma, para entrar com essas informações na plataforma, é necessário montar um cubo de dados com os mapas de variáveis explicativas estáticas, que serão utilizadas para calcular os pesos de evidência. Assim, obtêm-se pesos positivos de evidência, para cada intervalo discreto, de cada uma das variáveis explicativas estáticas e dinâmicas e para cada transição. Entretanto, devido ao uso do *functor Region*, foi produzido um arquivo com os pesos positivos de evidência e as matrizes de transição para cada UHP.

5.3.1.1 Variáveis utilizadas no modelo

O modelo faz uso de dois tipos de variáveis explicativas: (a) as dinâmicas, que são as distâncias às classes de uso e cobertura da terra calculadas a cada iteração; (b) as estáticas, que são subdivididas em contínuas e discretas. A escolha das variáveis explicativas para serem utilizadas no modelo é feita com base no *expertise* do analista e na literatura utilizada. A base de dados para a criação das variáveis está descrita na Tabela 5.2, totalizando 14 variáveis estáticas, as quais são apresentadas no Apêndice A.

Esses dados geraram os *layers* matriciais das variáveis estáticas com a resolução de 30 m. A variável Unidade de Conservação foi categorizada em: Uso Sustentável; Proteção Integral, e sem UCs. Essa variável é teoricamente relevante no modelo, porque se pretende entender como as UCs influenciam as transições de uso e cobertura da terra. Acredita-se que as áreas de UCs de Proteção Integral sejam mais restritivas às transições de desflorestamento do que as de Uso Sustentável, devido a sua legislação.

A variável Comunidades Tradicionais foi categorizada em: terras indígenas, quilombos, e sem comunidades. A ideia é entender como esses espaços influenciam as transições de uso e cobertura da terra. Assim, espera-se que haja uma influência positiva para processo de reflorestamento, já que essas comunidades preservam a cultura tradicional e se relacionam com a natureza de forma mais harmônica. Os dados das comunidades caiçaras apresentavam-se em formato de pontos, não permitindo a sua categorização, e portanto, não foram utilizadas no modelo.

Tabela 5.2 - Dados das variáveis explicativas utilizadas na simulação de uso e cobertura da terra.

Descrição e escala	Tipo	Fonte	Variável derivada	
Rodovias (1:25.000)	Vetorial (linhas)	IBGE (2017)	Distância a Rodovias Principais Pavimentadas; Distância a Rodovias Principais Não Pavimentadas; Distância a Rodovias Secundárias (municipais)	Variáveis de infraestrutura
Arruamento (1:25.000)	Vetorial (linhas)		Distância a Arruamento	
Trilha Picada (1:25.000)	Vetorial (linhas)		Distância a Trilha Picada	
Estrutura Náutica	Vetorial (pontos)	INEA (2015)	Distância ao Estaleiro Verolme; Distância aos Portos	
Usinas Termonucleares	Vetorial (pontos)	ANEEL (2018)	Distância a Usinas Nucleares	
Unidades de Conservação	Vetorial (polígono)	INEA (2019)	Unidades de conservação (discreta), Distância a UCs de Uso Sustentável; Distância a UCs de Proteção Integral	Variáveis de áreas protegidas
Comunidades Tradicionais	Vetorial (Polígono)	OTSS (2020)	Comunidades Tradicionais (discreto)	
Hidrografia (1:25.000)	Vetorial (linhas)	Adaptado de IBGE (2017)	Distância a Hidrografia	Variáveis físicas
Modelo Digital de Elevação	Matricial (30 m)	TOPODATA - VALERIANO (2008)	Altimetria	
Declividade (%)	Matricial (30 m)		Declividade (continua)	

Fonte: Produção da autora.

Após criadas as variáveis, elas foram agrupadas em um único arquivo matricial, de formato *Ermapper*, criando um cubo de dados. A partir desse cubo, é possível categorizar (ou discretizar) as variáveis estáticas contínuas, para que elas sejam divididas em intervalos, e a estes possam ser atribuídos os pesos de evidência. Esta etapa é feita na própria plataforma DinamicaEgo, que consiste em um fatiamento com base em um algoritmo de generalização de linhas (GOODACRE et al., 1993). Como parâmetros, adotou-se um incremento de 30 m, um ângulo de tolerância de 5°, o delta mínimo de 1, e o máximo como sendo o número total de pixels da área de estudo. Para as variáveis de relevo foi adotado um incremento de 3 m para altimetria, e 3% para declividade.

A plataforma contém uma ferramenta chamada *Select*, permitindo que o usuário mude as variáveis estáticas no decorrer de um período de simulação, ou seja, ela possibilita que haja mudanças nas variáveis em um determinado passo de tempo durante a execução da simulação. Por isso, para cada ano que

houve mudança em uma variável, foi criado um cubo de dados com as variáveis estáticas, tornando possível inserir no modelo as mudanças observadas na realidade. As variáveis que mudaram ao longo do tempo foram as UCs, a distância até elas, e uma das rodovias pavimentadas.

5.3.2 Calibração

Esta etapa compreende realizar a seleção do melhor conjunto de variáveis de entrada, bem como dos parâmetros internos do programa, para produzir um ajuste otimizado entre a simulação e a realidade (ALMEIDA, 2003). Assim, ela consiste em eliminar as variáveis que não fazem sentido para a transição na vida real, que representam ruídos para o modelo e aquelas que têm associação ou dependência espacial entre si. Nesse sentido, foram estipuladas algumas regras para facilitar a seleção de variáveis, baseada no conhecimento da área de estudo, como, por exemplo, a utilização das variáveis Distância a Portos e Distância ao Estaleiro Verolme exclusivamente para o município de Angra dos Reis, pois nas bacias de Paraty essas variáveis poderiam ser ruidosas.

Como o teorema de Bayes parte da pressuposição de que as evidências são independentes entre si, é necessário realizar uma análise de associação ou dependência espacial de forma pareada entre as variáveis. Para isso, são utilizados o Coeficiente de Cramer e o Índice de Incerteza da Informação Conjunta (*Joint Information Uncertainty – JIU*). Assim, no caso de pares de variáveis que apresentam valores maiores que 0,5 para esses coeficientes, deve ser escolhida apenas uma delas, sendo preferencialmente aquela com maior poder explicativo. Foram gerados para cada UHP um arquivo com o relatório de associação ou dependência espacial entre elas, totalizando 12 arquivos de pesos a serem editados. Devido ao grande volume de dados, foi desenvolvido um programa em linguagem Phyton, a fim de se fazer a edição dos arquivos de pesos de forma semiautomática, o qual se encontra no Apêndice B.

O próximo passo trata de ajustar os algoritmos de transição *Expander* e *Patcher*. O primeiro é responsável pela expansão ou contração de manchas

existentes para uma determinada classe de uso ou cobertura da terra. O segundo é designado a gerar novas manchas, buscando reproduzir a estrutura da paisagem observada (SOARES-FILHO et al., 2002). Desta forma, os parâmetros internos a serem calibrados são: (a) proporção de cada algoritmo de transição; (b) tamanho médio de mancha; (c) variância do tamanho de mancha, e (d) Índice de Isometria das manchas de cada algoritmo, que representa um valor numérico, o qual é multiplicado pelo valor de probabilidade das oito células da janela de vizinhança 3x3, utilizada pelos algoritmos Expander e Patcher, antes da aplicação desses algoritmos de transição. Quanto mais elevado é o valor do índice, mais compactas serão as manchas produzidas, e, de forma oposta, quanto mais próximo de zero, menos compactadas serão elas (XIMENES et al., 2008).

Esses valores foram estipulados através da análise visual dos mapas de transição, com base em procedimentos heurísticos (tentativa e erro) e análise de sensibilidade, mudando-se os parâmetros e observando-se o respectivo impacto no resultado final. Com todos os parâmetros calibrados, é possível obter um mapa de uso e cobertura da terra simulado para cada passo de tempo do período em questão.

5.3.3 Validação

Para verificar se os modelos elaborados refletem ou não a realidade, é necessário conduzir testes estatísticos para a validação espacial do modelo. Esta validação deve ser feita em um contexto de vizinhança, pois mesmo que os mapas simulado e real não sejam coincidentes célula a célula, o modelo ainda pode apresentar padrões espaciais similares aos observados na realidade. A plataforma DINAMICA EGO emprega o Índice de Similaridade *Fuzzy* (ISF), que é uma metodologia criada por Hagen (2003), baseado na comparação de similaridade entre o mapa simulado e o mapa real por meio de múltiplas janelas de vizinhança, isto é, janelas ou filtros de diferentes dimensões. Assim, o método aplica um decaimento, exponencial ou constante, que premia ou penaliza o valor da classe encontrada na célula central da janela

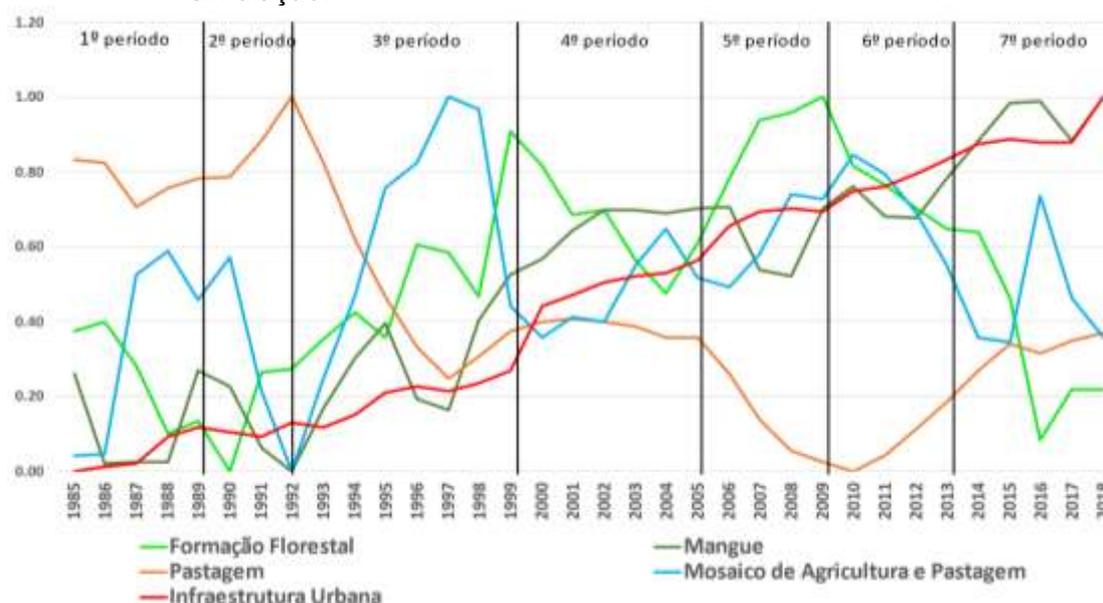
de vizinhança em uma cena, comparando-a com a célula contendo a classe esperada na outra cena, com base na sua distância à célula central da respectiva janela de vizinhança posicionada no mesmo local nesta outra cena (SOARES-FILHO et al., 2009).

A plataforma DINAMICA EGO refina o método de Hagen ao desconsiderar as células de não mudança, aplicando máscaras aos mapas a serem comparados. Se no método de Hagen a comparação é feita diretamente entre mapa simulado e mapa real, no método adaptado do DINAMICA EGO, a comparação é feita entre dois mapas-diferença, sendo um deles resultante da subtração entre o mapa simulado final e o mapa inicial real do período de simulação em análise, e o outro, resultante da subtração entre o mapa final real e o mapa inicial real, sendo que em ambos os casos as células que não sofreram transições de uso ou cobertura da terra são desconsideradas do cálculo do ISF.

6 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos pela simulação do uso e cobertura da terra para os períodos estipulados, a partir da análise quantitativa, resultando em sete períodos ao longo dos 33 anos, sendo eles de: 1985 a 1989; 1989 a 1992; 1992 a 1999; 1999 a 2005; 2005 a 2009; 2009 a 2013; 2013 a 2018. A Figura 6.1 é um gráfico representativo dos valores normalizados das áreas das classes ao longo da série, que foi utilizado na análise qualitativa dos mapas de uso e cobertura. Este gráfico mostra o comportamento das classes ao longo do tempo na área de estudo e as quebras temporais estipuladas acima.

Figura 6.1 – Gráfico com valores normalizado da área das classes de uso e cobertura na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande e os períodos de simulação.

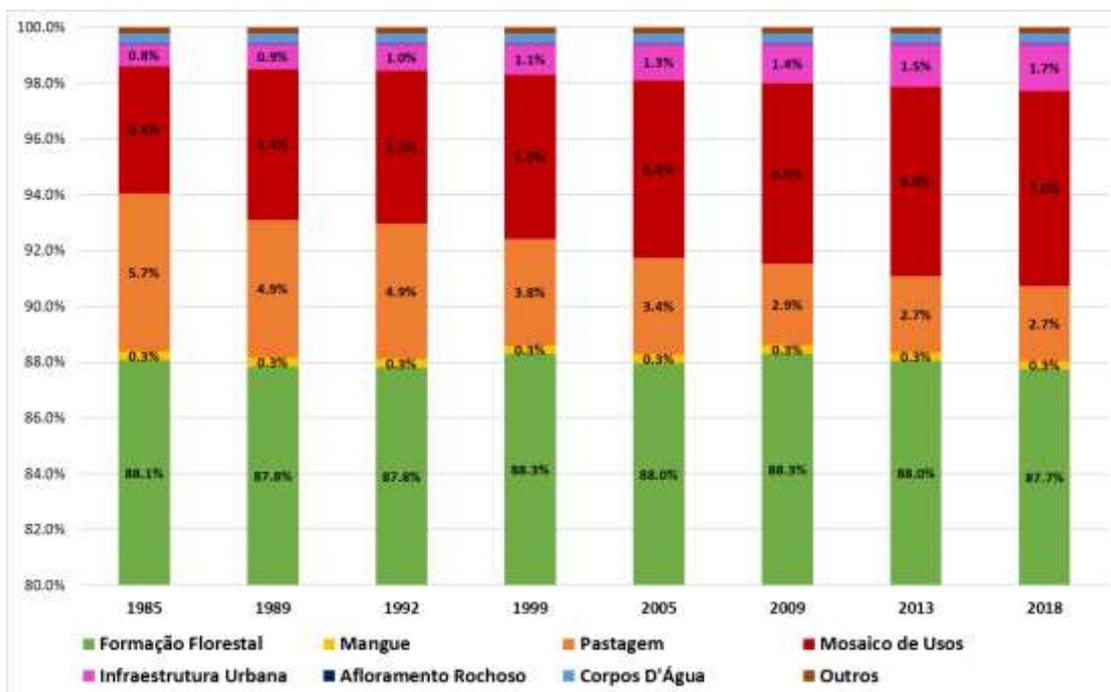


Fonte: Produção da autora.

A área de estudo apresenta a sua maior parte ocupada pela Formação Florestal, que em todo o período apresentou valores acima de 87% da área total em todo o período analisado, como demonstrado pela Figura 6.2. Nesta figura podemos observar o aumento da classe Infraestrutura Urbana e Mosaico de Usos, e o decréscimo da área de Pastagem ao longo do tempo. O decréscimo da Pastagem com o aumento do Mosaico de Usos, é influenciado pela escolha em não adotar a transição Mosaico de Usos para Pastagem. As

classes Afloramento Rochoso, Corpos D'água e Outras, permanecem com a mesma área já que são consideradas classes consolidadas, que não mudam para outras classes e nem outras classes transitam para elas.

Figura 6.2 - Gráfico com as áreas das classes de uso e cobertura da terra para a RH-BIG.



Fonte: Produção da autora.

A partir dos resultados dos modelos de uso e cobertura da terra, foi realizada a análise temporal e espacial para cada UHP da RH-BIG, dando-se ênfase à observação das taxas de transição ao longo do tempo e aos pesos atribuídos para as variáveis de UCs e Comunidades Tradicionais. Procurou-se entender como as variáveis contribuíram para determinada transição, tentando-se justificar e conectar essas alterações, adotando-se como pano de fundo os marcos históricos socioeconômicos, políticos e institucionais, bem como os acontecimentos marcantes na região. Na primeira parte, foi feita a análise de cada UHP, e posteriormente, serão apresentados os mapas simulados para cada período e os valores da validação espacial para toda a área de estudo. As análises serão baseadas na linha temporal (Figura 6.3) e nos processos descritos no Capítulo 4 - Área de Estudo.

Figura 6.3 - Linha temporal dos acontecimentos na Baía da Ilha Grande.



Fonte: Produção da autora.

6.1 Evolução das mudanças do uso e cobertura da terra nas bacias, análise das variáveis e identificação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP

A partir das matrizes de transição, foi obtido um valor percentual (taxa) para cada transição que ocorre em cada bacia. Assim, foi possível identificar as tendências ao longo de todo o período e identificar se as mudanças captadas pelo mapa de uso e cobertura da terra se relacionam com os acontecimentos em cada bacia. Vale ressaltar que a área de Formação Florestal é muito maior do que as outras classes, o que produz taxas de mudanças menores, entretanto, não necessariamente quer dizer que a área de Formação Florestal modificada seja menor que as outras classes.

Serão tratadas como transições de desflorestamento todas aquelas que há a substituição da classe Formação Florestal ou Mangue para outra classe, enquanto o reflorestamento é o oposto, em que a classe de destino é Formação Florestal. As transições de urbanização são todas aquelas que têm como destino a classe Infraestrutura Urbana. As análises aqui feitas foram baseadas na literatura revisada e no meu conhecimento da área, visto que residi no ano de 2018 em Parati Mirim e conheço a área desde 2011.

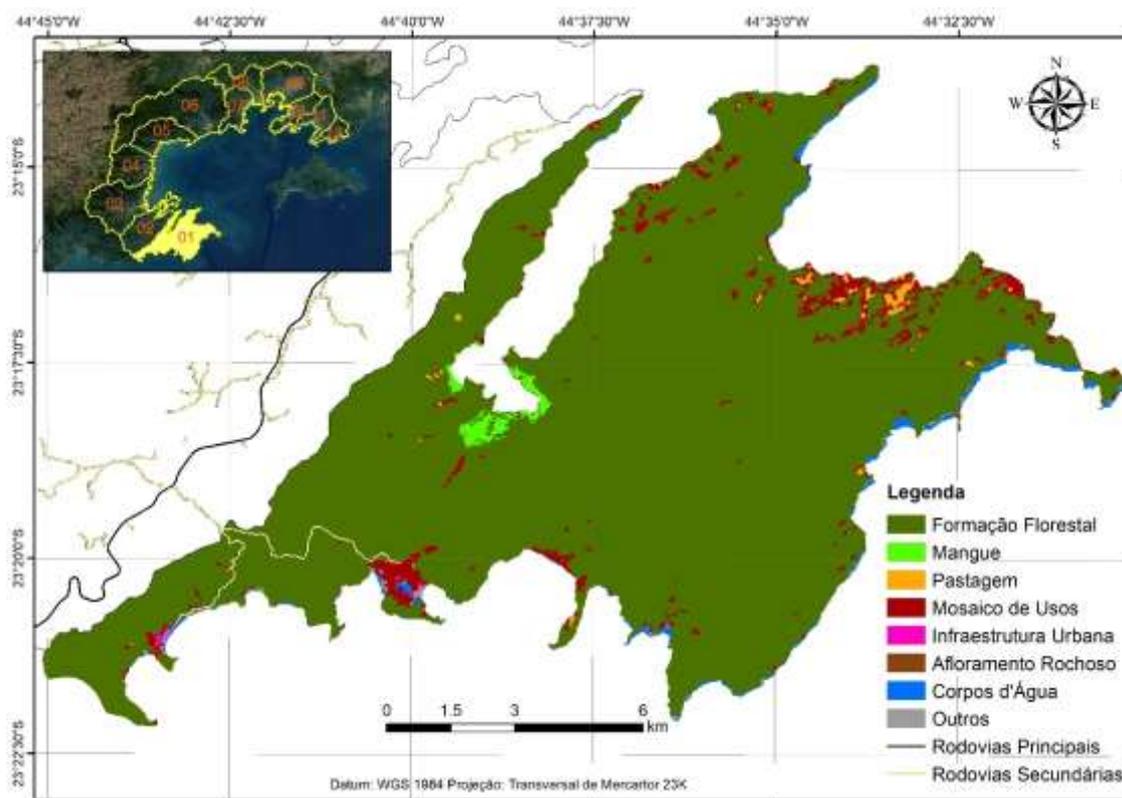
O foco da análise são as variáveis de UCs e Comunidades Tradicionais, por isso as análises feitas para as demais variáveis não foram tão aprofundadas. As variáveis que apresentam pesos menores que zero são interpretadas como fatores que se opõem à transição, enquanto os pesos maiores que zero são agentes propulsores para a ocorrência da transição. A seguir é apresentado um resumo da análise das taxas de transição e dos pesos das variáveis de cada UHP, e no Anexo C está disposto as matrizes de transição global e os gráficos com os pesos das variáveis de UCs e CTs.

6.1.1 UHP 1 - Ponta da Juatinga

Caracterizada pelo reflorestamento, é uma UHP muito preservada, e tem acesso ilimitado devido a falta de infraestrutura viária, onde muitos locais só são acessados por barco ou trilha (Figura 6.4). Tem pouca urbanização, e é mais intensa na Vila de Trindade, que teve aumento a partir de 1999 por conta do asfalto que chega à estrada de acesso a este bairro. Esse ciclo teve continuidade, o que se reflete no aumento da área urbana nos últimos períodos.

Também tem o condomínio Laranjeiras que causa problemas territoriais com os caiçaras que vivem na parte mais remota. A pressão do setor imobiliário força a venda das terras do caiçaras, e estes passam a ocupar áreas adjacentes à UHP, servindo como mão de obra para o setor de serviços. As transições de urbanização são registradas apenas a partir da classe Mosaico de Usos, o que faz sentido já que esta classe é caracterizada pela ocupação rural, e esta costuma se urbanizar ao longo do tempo.

Figura 6.4 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP1 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

Nesta bacia, as UCs cobrem toda a sua extensão, com a presença da APA do Cairuçu e o PNSB até 1992, seguidos pela criação da UC Juatinga, sendo estes dois últimos pertencentes à categoria de Proteção Integral. A criação da reserva da Juatinga diminui a abrangência da APA do Cairuçu, pois elas tem áreas sobrepostas, tornando os processos de mudança mais intensos na APA do Cairuçu. De acordo com o SNUC, quando há sobreposição de UCs, prevalece a mais restritiva, e portanto, a de Proteção Integral, e assim, o modelo revela o impacto da UC e das transições que ocorrem.

A urbanização e o desflorestamento ocorrem mais facilmente nas áreas da APA do Cairuçu. Um fato peculiar são as transições de reflorestamento nas UCs de Proteção Integral, que apresentaram pesos próximos a zero, o que pode significar que a criação da UC Juatinga não teve impacto para essas transições, levando a entender que esta UC tem maior influência no processo de urbanização e desflorestamento. As áreas mais próximas às UCs de

Proteção Integral são mais difíceis de apresentarem desflorestamento e são mais propícias ao reflorestamento.

As áreas mais próximas às rodovias secundárias têm maiores pesos em todos os períodos para as transições de desflorestamento, ou seja, a proximidade às pequenas estradas impulsiona o desmatamento. O mesmo acontece com a variável Distância ao Arruamento, na qual as transições de desflorestamento obtiveram valores mais altos para áreas próximas em todos os períodos. Já para as transições de reflorestamento, na maioria dos períodos, foram observados valores negativos nas distâncias mais próximas ao arruamento.

A variável Distância à Trilha Picada também apresenta pesos positivos em ordem decrescente, com o aumento da distância nas transições de reflorestamento, e pesos negativos nas áreas mais próximas para as transições de reflorestamento. As variáveis de relevo, Altimetria e Declividade, no caso das transições para Infraestrutura Urbana, apresentam valores maiores em áreas com baixas altitudes e declividades, como esperado. Por se tratar de uma área escarpada, essas variáveis são importantes para o modelo e possuem valores que oscilam no intervalo de -10 a 10.

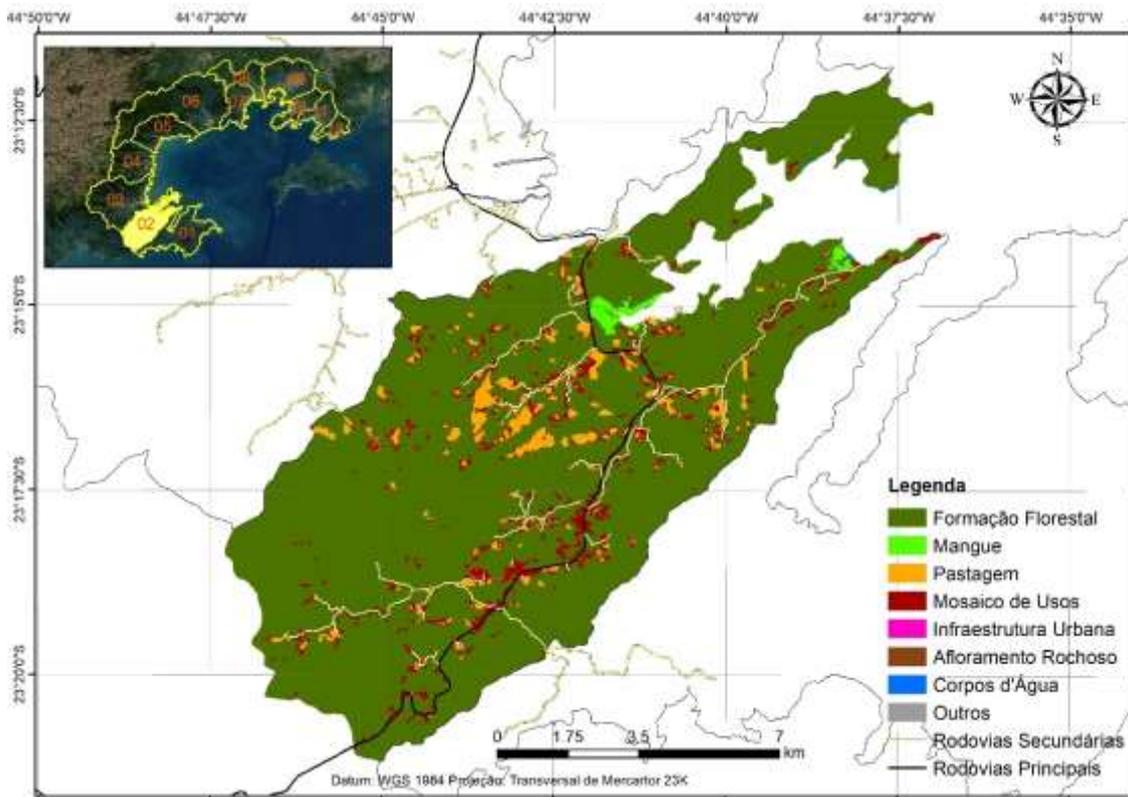
6.1.2 UHP 2 – Rio Paraty Mirim

Esta é uma região com conflitos territoriais, o que dificulta a análise da bacia, que apresenta a APA do Cairuçu e PNSB cobrindo toda a sua área, e ainda abriga Comunidades Tradicionais, o Quilombo do Campinho e do Cabral e as terras indígenas de Paraty Mirim e Araponga. Apesar de não conter a classe Infraestrutura Urbana, possui população rural em diversos bairros ao longo da BR-101 e no bairro de Paraty Mirim, que são representados pela classe Mosaico de Usos (Figura 6.5). Apesar de não se observar nas transições mapeadas, o mangue de Paraty Mirim tem sofrido bastante devastação pela ocupação residencial e sofrerá ainda mais agora com o asfaltamento da estrada para a praia, que teve início a partir de 2018.

O terceiro período (1992 a 1999) teve aumento das taxas em praticamente todas as transições, é um período com muitas mudanças, pois entra em vigor o

Decreto da Reserva Ecológica da Juatinga, compreendida na UHP 1, ocorrem conturbações no cenário da política ambiental na época, criam-se as terras indígenas Paraty Mirim e Guarani-Araponga (1994) e ocorre o tombamento do Quilombo do Campinho (1999). A saída da população caiçara de Trindade e Laranjeiras, que venderam suas terras para os estrangeiros nos primeiros períodos, ocupando as áreas dessa bacia nos períodos seguintes, aumenta a população rural nesta bacia a partir de 1992.

Figura 6.5 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP2 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

As diferentes UCs possuem influências distintas no desflorestamento, sendo que este processo ocorre mais facilmente naquelas de Uso Sustentável do que nas UCs de Proteção Integral. Já para as transições de reflorestamento, a categoria de Proteção Integral, mostra-se propulsora deste processo ao longo de toda a série temporal, diferente da UCs de Uso Sustentável. Isto pode ser explicado pelo fato de que as UCs de Proteção Integral são mais restritivas que as de Uso Sustentável e, desta forma, influenciam mais o processo de regeneração da vegetação nativa.

Em relação às Comunidades Tradicionais, nas terras indígenas Guarani Araponga e Paraty Mirim, em toda a série mostram-se contrárias ao desflorestamento, e tem mudança da ocupação após a sua homologação. As terras quilombolas não promovem o reflorestamento e também mudam sua dinâmica com a homologação, e desflorestamento ocorre mais facilmente nessas áreas devido a sua proximidade a malha viária.

As observações para a variável Distância a UCs de Uso Sustentável são as mesmas feitas para a UHP 1, porém apenas utilizando a variável Distância às UCs de Proteção Integral. Esta apresenta valores menos negativos à medida que aumenta a distância às mesmas, nas transições de desflorestamento, entretanto são valores próximos de zero. Nas transições de reflorestamento, apresentou flutuação de pesos negativos e positivos em relação à distância, não sendo possível determinar um padrão.

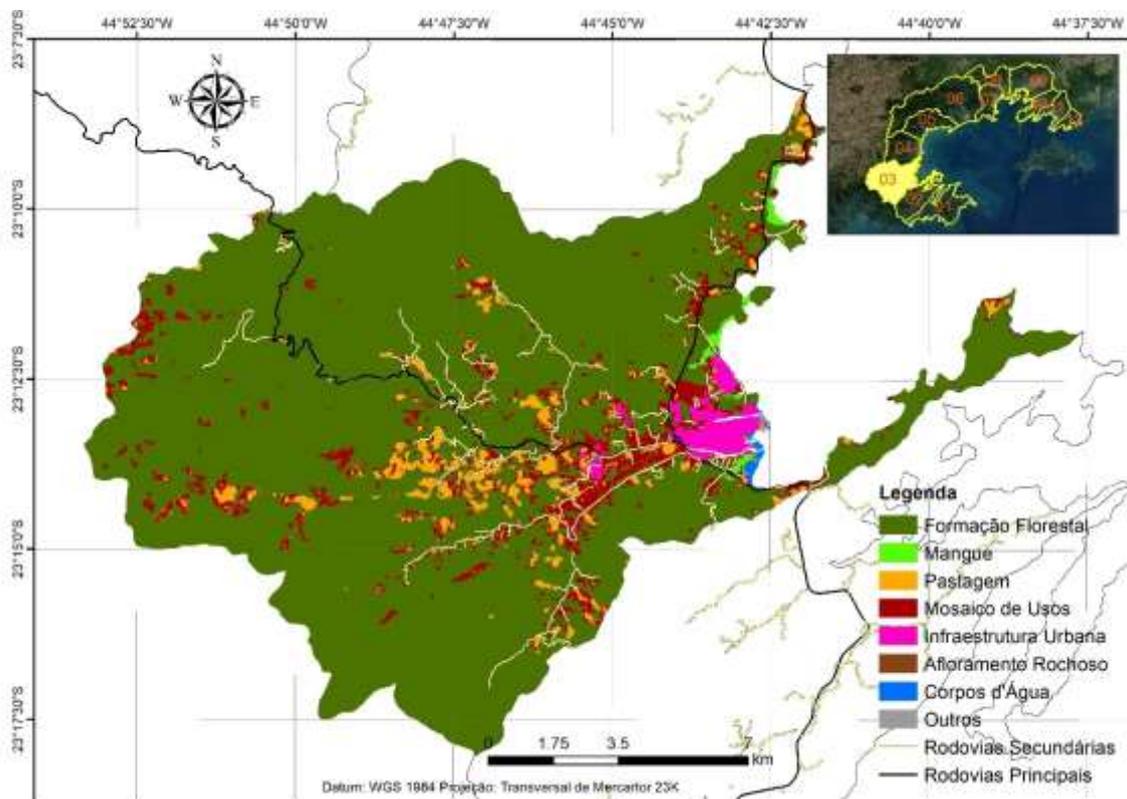
A variável Distância a Rodovias Pavimentadas, para a transição Formação Florestal - Mosaico, revela um padrão com pesos maiores perto da rodovia, os quais diminuem com o aumento da distância à mesma. O mesmo acontece com a transição Pastagem – Mosaico de Usos, talvez consequência da ocupação antrópica ao longo da BR101. As variáveis de relevo se comportam conforme visto na UHP 1.

6.1.3 UHP 3 – Rio Perequê-Açu

Nesta bacia, está localizada a sede do município de Paraty, apresentando a maior área da classe Infraestrutura Urbana no município, e é caracterizada pelos processos de urbanização (Figura 6.6). Os processos de ocupação urbana ocorrem ao longo da BR101 e da estrada Paraty Cunha (RJ - 165), e esta última teve a conclusão da pavimentação em 2016, no trecho compreendido dentro do PNSB. Muitas marinas e alguns condomínios são construídos nessa bacia, que acaba por sofrer pressão nos ambientes de mangues. Pode-se observar o mesmo padrão que ocorreu na UHP 2, com o aumento das taxas no terceiro período (1992-1999), momento no qual há

muitas mudanças políticas nacionais e aumento da população partir dos anos 1990.

Figura 6.6 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 3 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

Tem desflorestamento constante ao longo de toda a série, com recessão em 2005, consequência do aumento da população e do turismo. O decréscimo expressivo deste processo, a partir de 2005, pode ser reflexo do SNUC e do Plano de Manejo do PNSB lançado em 2000. Entretanto, observa-se um aumento nos últimos dois períodos. A transição Formação Florestal - Infraestrutura Urbana é pequena se comparada às outras transições para esta classe e se mantém estável ao longo de toda a série, o que faz sentido, uma vez que a urbanização acontece majoritariamente em áreas já antropizadas, e ocorre ao longo de todo o período.

No segundo e quarto períodos (1989-1992 e 1999-2005), é registrada a transição de Mangue para Mosaico de Usos. Paraty tem muitas áreas de mangue próximas à sede, e o aumento da população em 1990 pressiona este bioma, principalmente na área do bairro de Jabaquara, que tem especulação

imobiliária devido à proximidade à praia e ao centro urbano. Como na UHP 2, as transições da classe Mangue não são registradas em todos os períodos, pois é uma classe difícil de se diferenciar da Formação Florestal.

A unidade de Proteção Integral é o PNSB e a de Uso Sustentável é APA do Cairuçu. Nas áreas onde não existem unidades de conservação, ocorrem mais facilmente a urbanização e o desflorestamento. Nos períodos com maiores taxas do processo de urbanização, esta passa a ocorrer dentro das áreas da APA do Cairuçu, e essa tem papel importante para o ordenamento e crescimento urbano. Na UC de Proteção Integral, os resultados são semelhantes à outra categoria, em que os pesos positivos possuem baixa magnitude e os negativos alta magnitude. Em relação às transformações para Infraestrutura Urbana, esta categoria é um fator contrário à expansão urbana, principalmente pelo fato de que este processo ocorre nas áreas litorâneas, e o PNSB está nas áreas mais escarpadas.

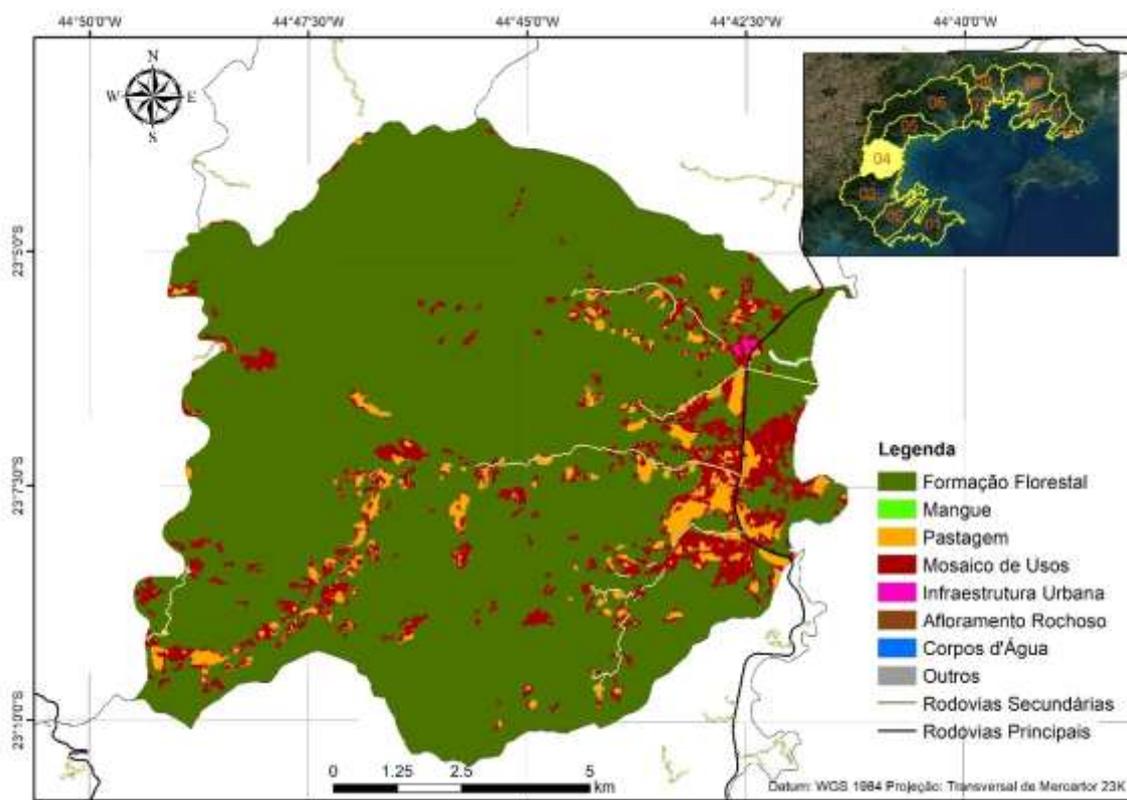
A variável Distância a UCs de Uso Sustentável nas transições de desflorestamento e reflorestamento não apresentou padrão reconhecível, havendo flutuação dos pesos positivos e negativos a partir do aumento da distância. Nas UCs de Proteção Integral, nas áreas mais próximas às mesmas, foram encontrados pesos positivos, que diminuíram com o aumento da distância. As transições para Infraestrutura Urbana têm pesos negativos nas áreas mais próximas às UCs de Proteção Integral, enquanto na outra categoria não se observa este padrão, o que leva a entender que as UCs de Proteção Integral têm uma zona de influência além dos seus limites.

A variável distancia a rodovias na transição Floresta e Mosaico de Usos para Infraestrutura Urbana, com a pavimentação da estrada Paraty Cunha em 2016, apresentou pesos pouco menores para as distâncias mais próximas a estrada. Já que a pavimentação é dentro dos limites do parque, a dinâmica das áreas mais próximas às rodovias é modificada. Para a transição de Pastagem para Formação Florestal, os pesos ficam mais negativos para as áreas mais próximas com a pavimentação. As variáveis de relevo se comportam como esperado para as transições para Infraestrutura Urbana.

6.1.4 UHP 4 – Rios Pequeno e Barra Grande

Esta bacia é caracterizada pelos seus bairros rurais e abriga a Aldeia Guarani Tekoah Jevy (Rio Pequeno), que ainda não teve sua demarcação concluída e sofre com conflitos de interesse no seu território. O mesmo padrão de aumento das taxas no terceiro período (1992-1999) é observado para essa bacia, e os motivos podem ser os mesmos.

Figura 6.7 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 4 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

É uma região em que o PNSB ocupa grande parte da área, e a urbanização só é registrada a partir da 1999 partindo da classe Mosaico de Usos, mostrando que a urbanização dos bairros rurais nas áreas com maior infra-estrutura e próximas a rodovia (Figura 6.7). O desmatamento é um processo constante ao longo de toda a ser, e que ocorre com maior intensidade entre 1999 e 2005, que tem diminuição após esse ano, talvez por consequência do plano de manejo do PNSB. O reflorestamento diminui consideravelmente depois de 1999, talvez reflexo do aumento da população e consequência da urbanização, na qual no último período (2013-2018) é registrada a menor taxa.

As áreas sem UCs apresentam favoráveis, em todos os períodos, para as transições de desflorestamento e urbanização. O PNSB (UC de Proteção Integral) mostra-se uma variável contrária a transição de urbanização, sendo um instrumento de ordenamento espacial e conservação dos ambientes naturais. A terra indígena não sofre processo de urbanização, porém tem pouca influência no desmatamento e no reflorestamento.

A variável Distância a UCs de Proteção Integral nas transições para desflorestamento teve comportamento conforme esperado, apresentando valores negativos nas distâncias mais próximas e valores positivos nas maiores distâncias. Na transição de Mosaico para Infraestrutura Urbana, teve pesos negativos nas distâncias até 1,8 km, e pesos positivos para distâncias maiores que esse limiar.

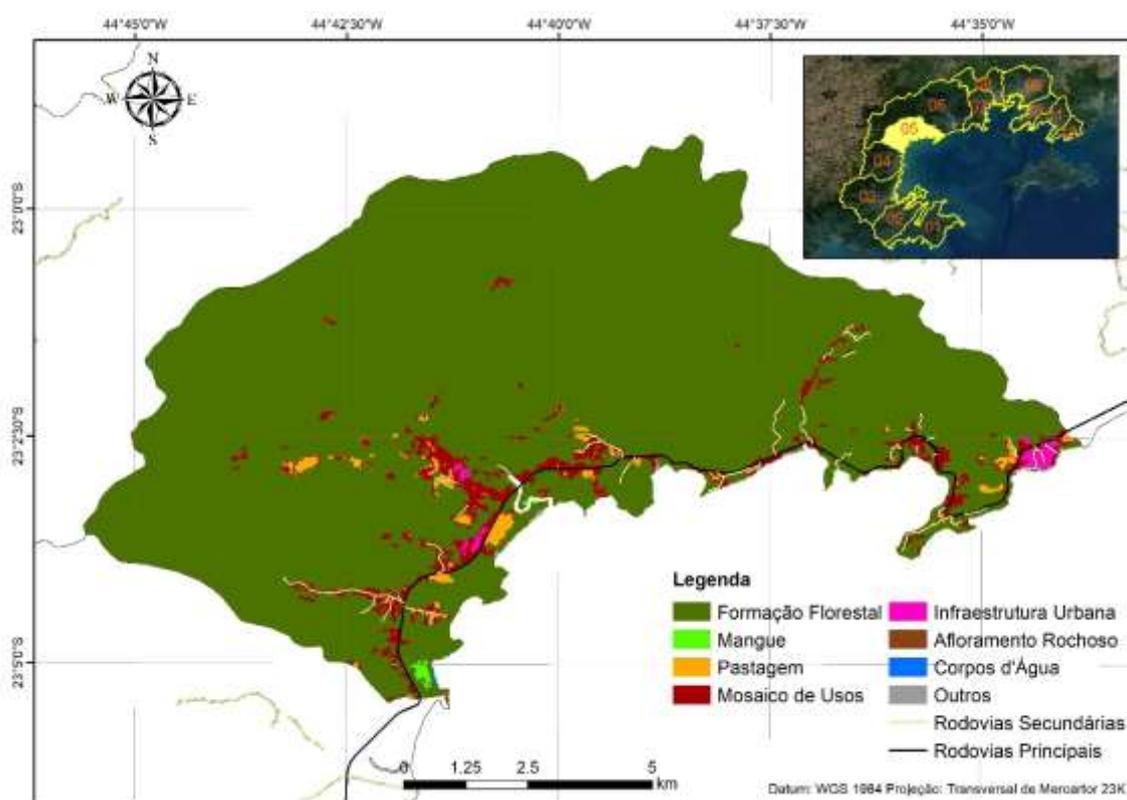
A variável Distância a Arruamento, na transição Mosaico - Infraestrutura Urbana, obteve valores decrescentes com o aumento da distância. Quando comparada com as variáveis Distância a Rodovias Pavimentadas e Distância a Rodovias Secundárias, estas últimas apresentam pesos menores, mas também apresentam valores positivos para as áreas mais próximas às mesmas. Isto comprova o fato de que a expansão das áreas urbanizadas na região se deu ao longo das rodovias e dos locais com infraestrutura viária. O mesmo acontece para o desmatamento, que acaba apresentando pesos maiores nas áreas mais próximas a essas vias.

O comportamento das variáveis de relevo na transição para Infraestrutura Urbana se assemelha ao observado nas demais bacias e, ao longo do tempo, os pesos atribuídos aos locais mais baixos e planos tornam-se menores, até ficarem negativos. Isto reflete o aumento da urbanização, que tende a migrar para as áreas de maior altitude e declividades a partir do esgotamento das áreas planas. Tal fato aumenta a vulnerabilidade socioambiental da população, já que esta começa a ocupar áreas de maior risco a desastres, como deslizamentos de encostas.

6.1.5 UHP 5 – Rio Taquari

Trata-se de uma bacia pequena, com população rural, e tem PNSB como UC de Proteção Integral. Apresenta o mesmo padrão das outras bacias para terceiro período, de 1992 a 1999, e se assemelha em algumas transições à UHP 4. Caracterizada pelo desmatamento que é mais intenso até 2005, tem diminuição considerável depois deste ano. As transições para reflorestamento também se assemelham ao comportamento nas bacias do Rio Perequê e Barra Grande, com a maior taxa no terceiro período (de 1992 a 1999) e diminuição ao longo do tempo (Figura 6.8).

Figura 6.8 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 5 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

A partir de 1999, surge a classe Infraestrutura Urbana, que tem aumento expressivo no último período (entre 2009 e 2013), indicando que a bacia está em processo de urbanização mais intenso nos últimos anos. Os processos de urbanização que ocorrem na UHP 4 são parecidos com os observados nesta bacia, sendo que a diferença se dá nas taxas das transições para Infraestrutura

Urbana, que são mais altas nesta bacia, provavelmente em razão da proximidade ao município de Angra dos Reis e à Usina Nuclear.

As áreas sem UCs apresentam padrão semelhante ao da UHP 4, sendo áreas onde ocorrem as transições para desflorestamento e urbanização. A variável UC de Proteção Integral desfavorece as transições para desflorestamento em todos os períodos. Em comparação com a UHP 4, os valores dos pesos das transições foram maiores em módulo, o que pode significar que, para essa bacia, o PNSB teve maior influência sobre os processos que acontecem dentro dos seus limites.

Entretanto, essa categoria teve poucos valores positivos e mais valores negativos, sendo os primeiros atribuídos à transição para reflorestamento. Isto pode ser interpretado como um reflexo de que UCs de Proteção Integral têm mais influência em retardar os processos de transição de uso e cobertura da terra, já que ela prima por uma visão preservacionista da natureza, em que o ambiente deve ter o mínimo de intervenção humana. Outra explicação nesse sentido seria o fato de que a área já é bem conservada e, portanto, os processos de reflorestamento não têm pesos tão altos.

A variável Distância às UCs de Proteção Integral tem o comportamento conforme esperado, com valores negativos para menores distâncias, e positivos para as maiores, na transição para desflorestamento. Já para o desflorestamento não há um padrão, no qual os valores negativos e positivos se alternam ao longo da distância. No caso de transições para Infraestrutura Urbana, ocorrem pesos negativos para locais próximos, tendendo a tornarem-se positivos depois de uma certa distância. As variáveis de Distância a Rodovias, a Estradas Secundárias e a Arruamento se comportam como na UHP 4, bem como as variáveis de relevo.

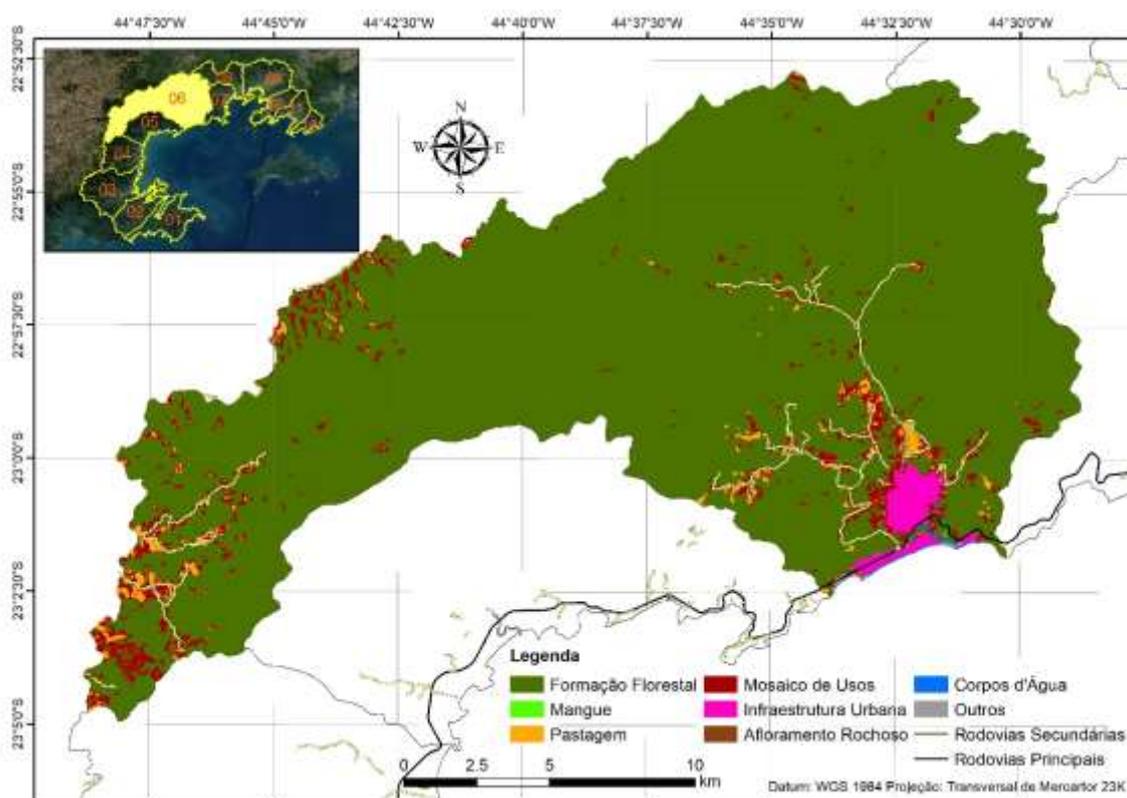
6.1.6 UHP 6 – Rio Mambucaba

É uma bacia cujos limites estendem-se entre dois municípios, e sua proximidade com a Usina Termonuclear sempre foi um fator impulsionador dos processos de mudança de uso e cobertura da terra na região (Figura 6.9).

Como nas UHPs 2, 3, 4 e 5, mostra aumento das taxas no terceiro período (1992-1999) para a maioria das transições. Tem urbanização intensa desde o início da série com aumento em 1999. consequência da retomada da construção da Usina Angra 2 em 1996.

As reflexões sobre a classe Mangue feitas anteriormente cabem para esta bacia, e só apresenta taxas de mudança para Mosaico de Usos no segundo período (de 1989 a 1992.). Nas transições para reflorestamento, os maiores valores aparecem no segundo período, decrescendo ao longo dos anos e com aumento no último período. Isto também é observado na UHP 5, e mostra que os padrões de reflorestamento nessas bacias são semelhantes, talvez por conta da sua proximidade e por estarem dentro do limite do PNSB.

Figura 6.9 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 6 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

As transições para desflorestamento apresentam aumento das taxas no último período (2013-2018), isto permite afirmar que nos últimos anos houve um aumento dos impactos e devastações nos ambientes naturais. Esta devastação também é notável no quarto período (1999-2005), que pode ser derivada da

retomada das construções da Usina em 1996 e sua entrada em operação em 2000.

Esta bacia tem as duas categorias de UCs, sendo a de Proteção Integral o PNSB, e a de Uso Sustentável a APA de Tamoios, que compreende o ambiente terrestre e o marinho, criada em 1986. Nas áreas sem UCs, os valores dos pesos mais expressivos para essa variável estão atribuídos às transições para Infraestrutura Urbana e as de desflorestamento, o que corrobora a ideia de que nessas áreas os processos dessas mudanças de uso e cobertura da terra vão acontecer com maior intensidade do que nas áreas sem UCs.

A APA de Tamoios, por ter sido instituída em 1986, não possui pesos nos anos de 1985 e 1986, e desde a sua criação, os pesos para a transição Formação Florestal - Pastagem recebem valores negativos expressivos até o ano de 2013. Entretanto, para a transição Formação Florestal – Mosaico de Usos, esta categoria apresenta pesos positivos para todos os períodos, com maior valor nos dois primeiros períodos (1985 a 1992). Isto pode ser explicado por dois motivos. O primeiro refere-se à questão da classificação e à existência de confusão entre essas classes, o que leva ao aparecimento dessas transições dentro da área da UC e, assim, o modelo atribui pesos positivos. O segundo motivo pode ser explicado por conta da criação da UC, que demora a ter um impacto na sua área de abrangência, já que essa bacia se encontra em processo de crescimento e expansão urbana desde o início da série. No quarto (1999-2005) e último (2013-2018) períodos a categoria assumiu pesos positivos nas transições para Infraestrutura Urbana, possivelmente devido à construção da Usina Angra 2, que intensifica a ocupação na bacia. Entretanto, essa categoria se mostra uma condicionante para a transformação do Mangue.

A UC de Proteção Integral tem comportamento parecido nas outras UHPs, assumindo valores negativos mais expressivos que os valores positivos, e as reflexões são as mesmas já apontadas anteriormente. Nesta bacia, os menores valores são atribuídos às transições para Infraestrutura Urbana, o que mostra que a UC tem um papel importante contra a urbanização das áreas dentro de

seus limites. A variável Distância a UCs de Uso Sustentável não teve um comportamento padrão reconhecível para as transições de desflorestamento. A Distância a UCs de Proteção Integral apresenta pesos negativos para as áreas mais próximas na transição para Infraestrutura Urbana e para desflorestamento.

A variável Distância a Usinas Nucleares se comporta conforme esperado para a transição Pastagem - Infraestrutura Urbana, em que as áreas mais próximas têm pesos maiores, e nas mais distantes, pesos negativos. Na transição Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana, os pesos flutuam com o aumento da distância. Para a variável Distância a Rodovias, na transição Formação Florestal – Mosaico de Usos, maiores valores de peso são encontrados nas distâncias mais próximas a rodovias, o que descreve a ocupação rural nas margens da BR 101. As variáveis de relevo se comportam como esperado na transição para Infraestrutura Urbana, como observado nas outras bacias. Em relação à Altimetria, as alturas que nos períodos iniciais eram negativas para a essa transição, nos últimos períodos, tornam-se positivas, o que se reflete na ocupação das encostas devido ao aumento da população.

6.1.7 UHP 7 – Rios Grataú e do Frade

Bacia onde está localizada as Usinas Termonucleares Angra 1 e 2 e apresenta processo de urbanização desde o início da série, principalmente porque serve de bairro para a mão de obra não qualificada que chega à cidade para trabalhar nos empreendimentos (Figura 6.10). As maiores taxas nas transições para Infraestrutura Urbana são registradas no primeiro período (1985-1989) e no quarto período (1999-2005), e pode estar relacionado ao fato de o processo de urbanização nessa bacia se intensificar com a construção da Usina Angra 1 na década de 1970, e posteriormente, com a retomada de Angra 2 em 1996.

As maiores taxas para o desflorestamento ocorrem no período de 1999 a 2005, o que também pode ser reflexo da retomada da construção da Usina Angra 2. As transições para reflorestamento acompanham a tendência da UHP 6, com as maiores taxas no terceiro período (1992-1999) e aumento das taxas no

último período (2013-2018), e os fatores que influenciam essa transição podem ser os mesmos. O PNSB apresenta mais uma vez o padrão observado nas UHPs anteriores, com valores negativos mais expressivos que os positivos, cabendo aqui as mesmas reflexões. Mostra-se uma variável contrária ao processo de desflorestamento e urbanização, e pouco favorece os processos de reflorestamento.

A variável Distância a UCs de Uso Sustentável, para as transições de desflorestamento, apresentou tendência de aumento dos pesos ao longo tempo nas áreas mais próximas da UC, o que significa maior pressão nas áreas limítrofes da APA. Nas transições para Infraestrutura Urbana, não foi possível perceber um padrão, com flutuações dos valores de pesos ao longo do tempo e dos intervalos da distância. A Distância a UCs de Proteção Integral apresenta o comportamento semelhante ao observado nas outras bacias no caso das transições para desflorestamento, com pesos negativos mais próximos e pesos positivos mais longe.

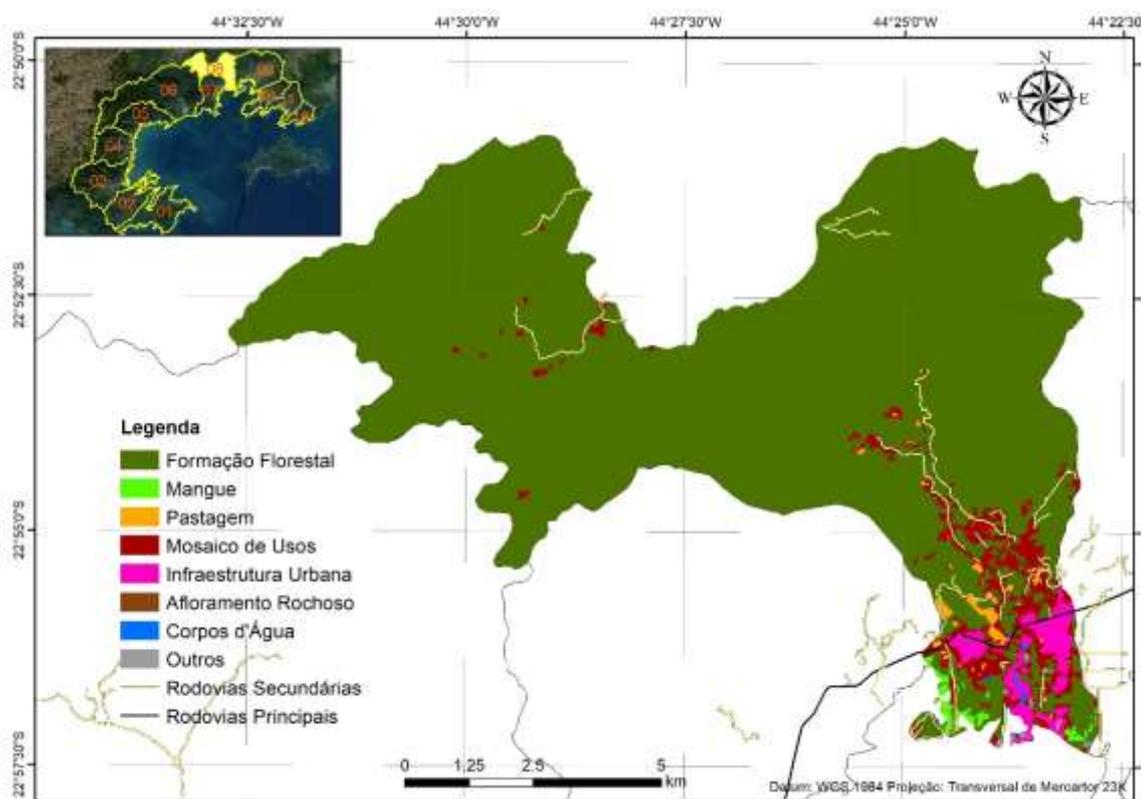
A variável Distância a Usinas Nucleares, nas transições para Infraestrutura Urbana, obteve valores positivos em um determinado intervalo da distância. Para a transição Pastagem – Infraestrutura Urbana, esta variável apresenta peso de maior valor positivo no período de 1992 a 1999, e para Mosaico de Usos, no último período (2013-2018), mostrando a influência da Usina para a urbanização dessa bacia.

6.1.8 UHP 8 – Rio Bracuí

Bacia com menor linha de costa de todas as bacias, entretanto sua área costeira é delimitada pela APA de Tamoios (Figura 6.11). Esta bacia teve muitas mudanças, principalmente devido à construção dos condomínios e marinas na sua área costeira (Marina Bracuí). Assim, as observações feitas sobre as transições em áreas de mangue para as outras bacias aqui se aplicam, sendo que a transição. No terceiro período (1992-1999), não existe a transição para Infraestrutura Urbana, comportamento diferente das bacias anteriores, que vinham apresentando aumento das taxas para esta transição neste período.

Entretanto, a urbanização entre 1999 e 2005, apresenta taxas elevadas, e pode ser reflexo do aquecimento da economia com a retomada da Usina Angra 2, e nos leva a entender que a dinâmica da urbanização tem uma mudança no quarto período (1999-2005), diversificando as classes de origens, e retornando a ocorrer mais intensamente nas áreas de Mosaico de Usos. O padrão de decréscimo do reflorestamento a partir de 1999 também é observado nesta bacia. As transições para desflorestamento, que apresentam maiores taxas no quarto período (1999-2005), seguido por uma diminuição, e posteriormente, por um aumento das taxas, tem comportamento semelhante ao da UHP 7, o que evidencia a semelhança dos processos de desflorestamento nessas bacias.

Figura 6.10 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 8 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

Da mesma forma que a UHP 7, esta bacia abriga parte do PNSB e da APA de Tamoios. Apresenta o desflorestamento do Mangue dentro dos limites da APA da Tamoios, no período entre 1989 e 1992. Nessa UHP, a urbanização acontece na linha costeira, nos limites dentro da APA de Tamoios, o que ressalta a necessidade de uma efetiva gestão e planejamento nessas áreas

devido à pressão que sofrem. Observa-se que a APA de Tamoios não teve um impacto significativo para a conservação do ambiente, e trata-se de uma área com muitas transições e pressões sobre os ambientes naturais.

O PNSB apresentou, mais uma vez, o mesmo comportamento de valores negativos mais expressivos que os positivos. Mostrando-se contrários às transições para Infraestrutura Urbana, e isso é influenciado pela questão de seus limites estarem em áreas mais inclinadas e distantes do litoral. Isso é perceptível nessa bacia devido ao fato de que a área compreendida pelo PNSB está longe do litoral, enquanto a APA de Tamoios está mais perto e tem maiores transformações para essa classe.

Em relação ao Quilombo de Santa Ria do Bracuí, o processo de urbanização no Quilombo não é estimulado, enquanto as transições para desflorestamento apresentam peso positivo em todos os períodos, havendo uma diminuição dos seus valores no penúltimo período (2009-2013). As Terras Indígenas Guarani Bracuí (em idioma guarani, Tekoa Sapukai), tem parte de seu território nesta bacia e outra parte na UHP 9. Os índios tiveram contato com a FUNAI a partir de 1982, entretanto dividiam sua área com os Kaingang e saíram das terras por questões de conflitos. Retornam em 1987 com as notícias que iriam perder as terras por falta de ocupação, e a reserva a eles destinada é homologada em 1995 (NOBRE, 1998). Observa-se que esta aldeia influencia os processos de desmatamento e de urbanização, mas não se apresentam como propulsoras do reflorestamento.

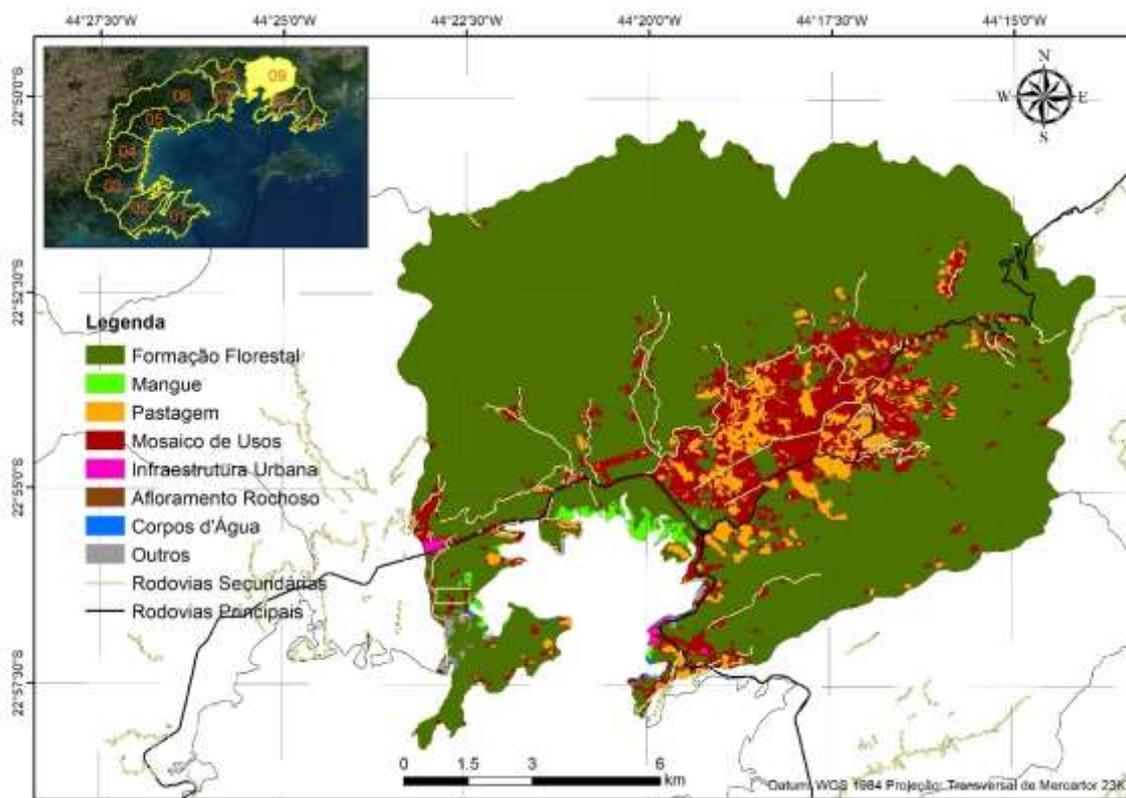
A variável Distância a UCs de Proteção Integral se comportou como nas outras bacias, apresentando valores negativos para as áreas mais próximas às mesmas nas transições de desflorestamento e urbanização. A variável Distância a Rodovias Pavimentadas atribui pesos positivos para as áreas mais próximas a essas vias nas transições de desflorestamento. Na transição Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana, com o passar dos anos, as áreas mais próximas têm diminuição dos pesos, o que leva a entender que a urbanização se inicia às margens das rodovias, e a partir do esgotamento dessas áreas, vai se deslocando para locais mais afastados. As variáveis de

relevo apresentaram comportamento semelhante ao observado nas outras as bacias.

6.1.9 UHP 9 – Rio Ariró

Esta bacia é bem heterogênea, pois possui a APA de Tamoios e a UC de Proteção Integral Parque Estadual de Cunhambebe, criado em 2008. A estrada RJ-155 foi propulsora das transformações nessa UHP, assim como a BR-101 (Figura 6.12). Esta bacia apresenta o mesmo comportamento em relação à classe Mangue, e as transições para Mosaico de Usos só ocorrem no primeiro período (de 1985 a 1989). No terceiro período (1992-1999), não existem transições para Infraestrutura Urbana, conforme observado na UHP 8. Apresenta aumento da transição Mosaico de Usos – Infraestrutura Urbana a partir do quarto período (1999-2005), e isso pode ser consequência do aquecimento dos setores industrial e turístico. O desflorestamento acontece mais intensamente nos primeiros períodos, porém tende a aumentar novamente nos últimos anos.

Figura 6.11 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 9 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

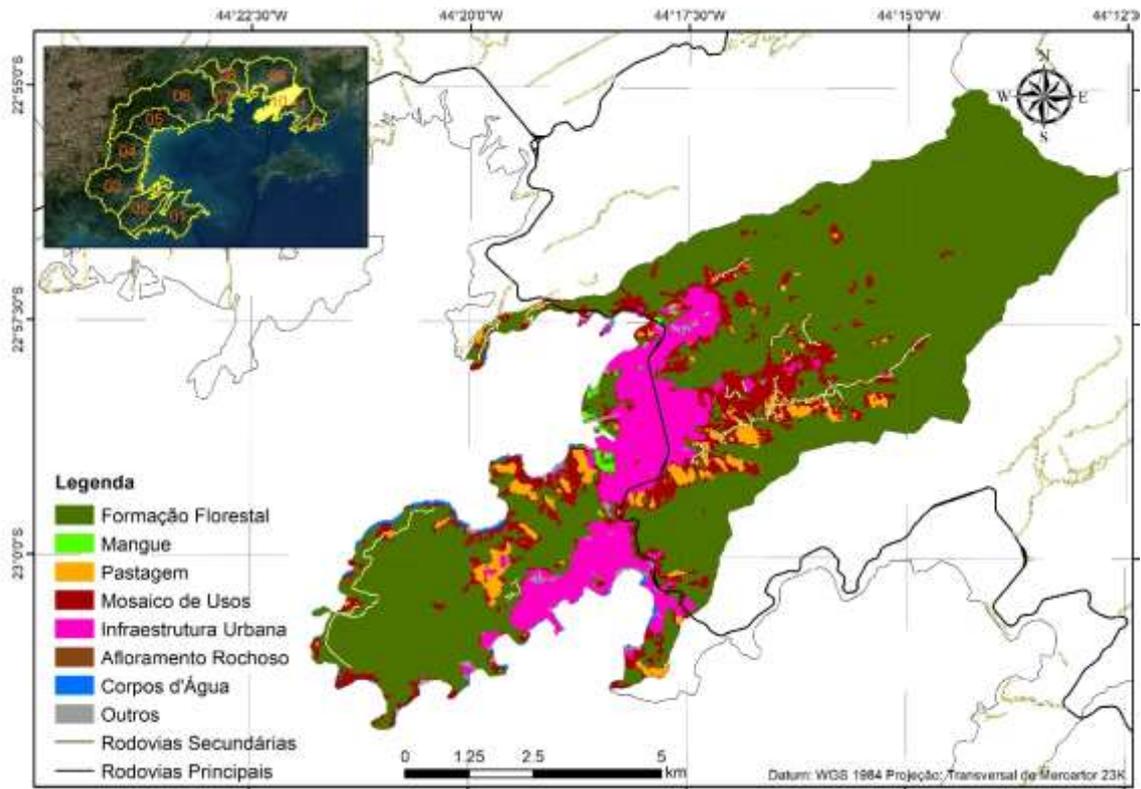
Apresenta processos de urbanização nos limites da APA de Tamoios em alguns períodos, e outros período se mostra contra esses processos, e isto pode significar que nesses períodos houve uma influência maior da APA de Tamoios para a não urbanização em seus limites. O Parque Estadual do Cunhambebe, criado em 2008, apresenta contra as transições de desflorestamento e urbanização, e favorece as transições de reflorestamento. A criação do Parque aumentou os valores dos pesos nas áreas sem UCs para as transições de desflorestamento, mostrando que essas transições ocorreram mais facilmente nas áreas sem UCs. Como o PNSB, seus limites estão localizados nas regiões mais inclinadas e distantes do litoral, o que pressupõe que sua influência contrária aos processos de reflorestamento e urbanização são decorrentes da sua localização, e não por medidas de gestão. As observações feitas na bacia anterior para a aldeia Indígena também se aplicam aqui, sendo contrárias aos processos de urbanização.

Para a variável Distância a UCs de Proteção Integral, as transições de desmatamento têm pesos negativos para as áreas mais próximas à UC, a partir da criação do Parque Estadual de Cunhambebe, e isso vale para as transições para Infraestrutura Urbana. A variável Distância a Rodovias apresenta pesos maiores para as distâncias mais próximas, nas transições para Infraestrutura Urbana, com valores maiores nos primeiros períodos para as áreas mais próximas, sendo que esses pesos vão diminuindo com o passar do tempo. Isto permite inferir que a urbanização ocorreu ao longo das rodovias, como esperado, e estes valores diminuem devido ao esgotamento dessas áreas mais próximas, como observado anteriormente. As variáveis de relevo se comportam conforme observado nas outras bacias na transição para Infraestrutura Urbana, e para as transições de desflorestamento têm pesos negativos nas maiores altitudes.

6.1.10 UHP 10 – Rio Japuíba

Bacia onde se encontra a sede do município de Angra dos Reis e ocorreram intensos processos de mudanças do uso e cobertura ao longo do tempo (Figura 6.13). As UCs que abrangem seu território são a APA de Tamoios, APA da Bacia Hidrográfica do Rio Japuíba e Parque Estadual do Cunhambebe. As transições na área de mangue são registradas no segundo período (1989-1992), e no quarto período (1999-2005) para a classe Mosaico de Usos, mas sabe-se que a depredação deste bioma é maior que a registrada pelos mapas. O aumento das taxas no terceiro período (1992-1999) pode ser observado para essa bacia, como observado em outras UHPs. As transições de desflorestamento são mais intensas no terceiro período (1992 a 1999), assim como as transições de reflorestamento, que seguem uma tendência de queda até o penúltimo período (2009-2013).

Figura 6.12 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 10 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

A bacia tem processo de urbanização intenso desde o início da série, a partir do terceiro período (1992-1999), mostra uma tendência decrescente até o penúltimo período. Isso pode ser uma mudança da dinâmica de uso, na qual a diminuição da disponibilidade das áreas de Mosaico para a Infraestrutura Urbana causa pressão no ambiente florestal e pastagens nos últimos anos da série.

Na transição Formação Florestal – Pastagem, as UCs de Uso Sustentável favorecem esta transição no ano de criação da APA da Baía do Rio Japuíba (2008), mostrando que a APA de Tamoios era um agente contrário a este processo. Após 2008, a categoria é contrária à transição de Pastagem para Infraestrutura Urbana, mostrando-se uma categoria contrária a essas mudanças até o fim da série. Essa categoria é influenciada pela intensificação dos processos de urbanização, visto que no último período o aumento das taxas produziu uma diminuição dos pesos atribuídos para este processo. A UC de Proteção Integral, criada em 2008, apresenta os mesmos padrões vistos

nas outras bacias, com valores negativos mais expressivos que os valores positivos.

A variável Distância a UCs de Proteção Integral tem o mesmo comportamento que na UHP 9, para as transições de desflorestamento e urbanização. Mas a variável Distância a UCs de Uso Sustentável apresenta valores positivos e negativos próximos de zero, para as transições de urbanização. Para a variável Distância a Rodovias Pavimentadas, o mesmo comportamento visto nas UHPs anteriores acontece nesta UHP, para as transições de desflorestamento e urbanização. As variáveis de relevo se comportam como nas outras UHPs. No último período (2013-2018), a variável declividade apresenta pesos positivos para as transições de urbanização em uma faixa de até 24% de inclinação, mostrando a vulnerabilidade que a população sofre na cidade devido à ocupação das áreas de encosta.

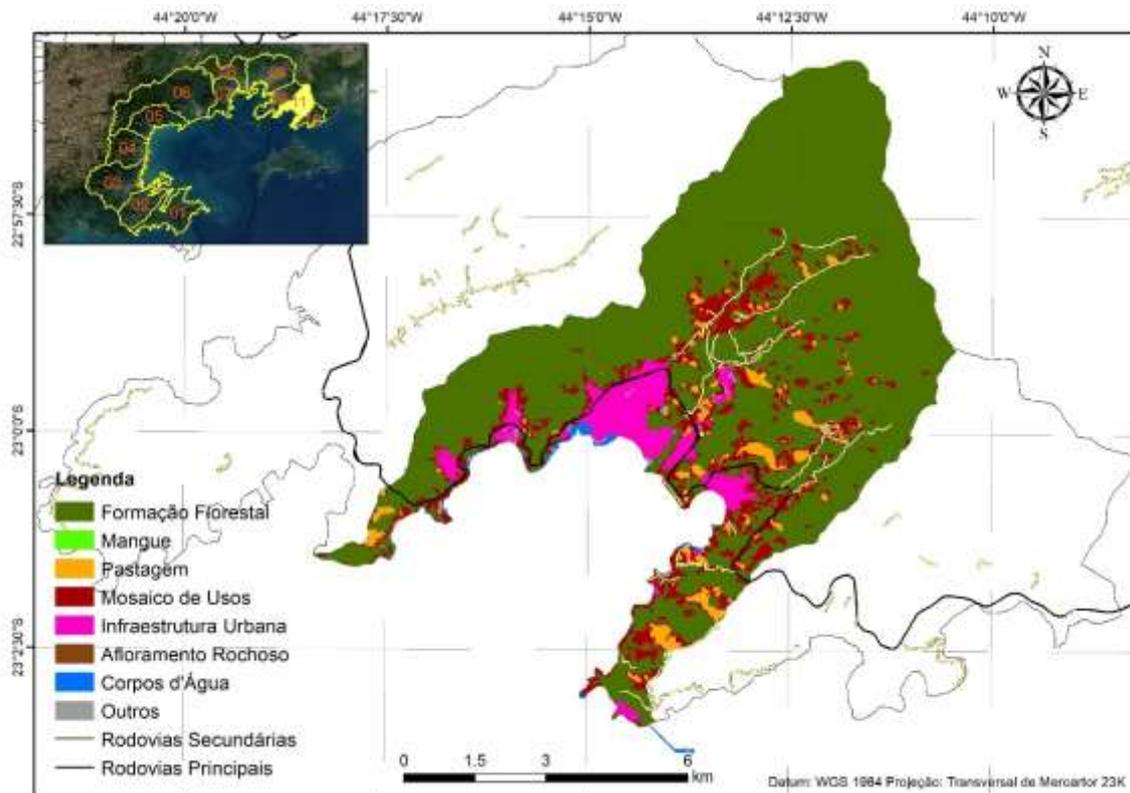
6.1.11 UHP 11 – Rio Jacuecanga

Bacia onde se encontra o Estaleiro Verolme e o Terminal de Petróleo da Petrobras, possui parte de sua área dentro dos limites do Parque Estadual de Cunhambebe e da APA de Tamoios (Figura 6.14). A transição Mosaico de Usos- Infraestrutura Urbana tem maior taxa no período entre 1999 e 2005, o que pode ser derivado do aquecimento da indústria naval, a qual influencia a bacia devido a sua proximidade com o Estaleiro Verolme. A transição de Pastagem para Infraestrutura Urbana também tem maior taxa nesse período, decrescendo até praticamente tornar-se nula nos últimos períodos.

As transições de Formação Florestal para Pastagem e Mosaico de Usos possui valores altos no último período, o que revela que a supressão da vegetação se intensificou nos últimos anos para esta bacia, mesmo com a UC de Proteção Integral criada em 2008. Para as transições de reflorestamento, observa-se as maiores taxas no terceiro período (1992-1999), um padrão que ocorre em outras bacias, talvez decorrente das políticas públicas ambientais que ganham força na época. No último período há um aumento de todas as taxas para

quase todas as transições, um padrão que tem sido observado em outras bacias.

Figura 6.13 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 11 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

As áreas sem UCs tem maior influência para as transições de desflorestamento a partir de 2008, reflexo da criação do Parque do Cunhambebe, que restringe a área sem UCs. Entretanto, são contrárias a transição Formação Florestal - Infraestrutura Urbana no ano de 1992 até 2008, e as UCs de Uso Sustentável (APA de Tamoios) se mostram favoráveis a esta transição nos mesmos períodos. Isto já foi visto em UHPs anteriores e resulta da ocupação nas áreas costeiras, onde ocorre maior urbanização, exatamente dentro dos limites desta UC. Nos últimos períodos, desfavorece a transição Formação Florestal – Pastagem e Pastagem – Formação Florestal. AS UCs de Proteção Integral apresentam comportamento semelhante ao observado nas outras bacias, principalmente na UHP 10.

Em relação à Distância a UCs de Proteção Integral, no caso das transições de Formação Florestal para Pastagem e Mosaico de Usos, com o passar dos

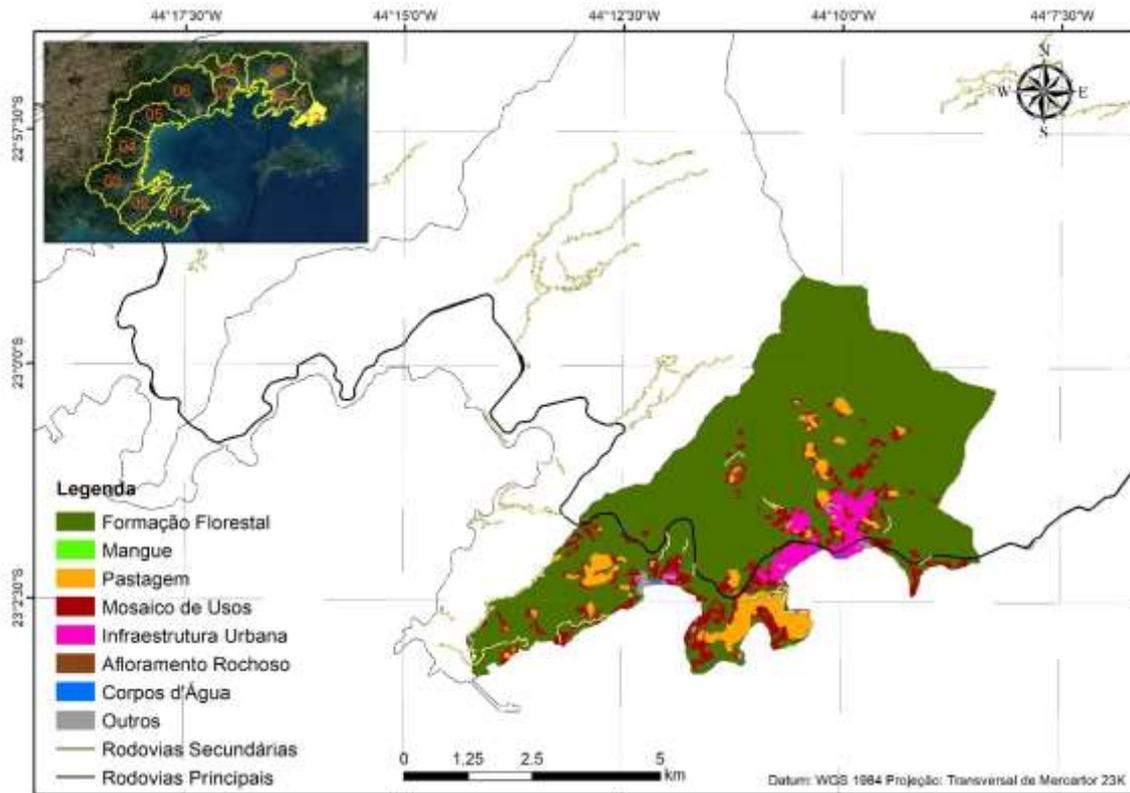
anos, os valores para as áreas mais próximas tornam-se negativos, e seus valores ficaram mais expressivos a partir de 2008, com a criação do Parque de Cunhambebe. A Distância a UCs de Uso Sustentável tem flutuação de valores positivos e negativos com o aumento da distância, para as transições de desflorestamento, mostrando que esta categoria não possui uma zona de influência fora dos seus limites. A variável Distância ao Estaleiro Verolme, para as transições de urbanização nas áreas mais próximas ao estaleiro, apresentou os maiores valores nos anos de 1999 até 2009, justamente à época do crescimento da indústria naval na região, mostrando a influência desse setor para o crescimento da área urbana.

6.1.12 UHP 12 – Rio Jacareí

Esta bacia compreende uma pequena parte do município de Mangaratiba e possui áreas dentro dos limites da APA de Tamoios, APA de Mangaratiba e Parque Estadual de Cunhambebe (Figura 6.15). As transições para Infraestrutura Urbana a partir da classe Mosaico de Usos mostraram comportamento similar ao observado na UHP 11, apresentando a maiores taxas entre 1999 e 2005, e os motivos para isto podem ser semelhantes. A transição Pastagem e Formação Florestal para Infraestrutura Urbana também apresentam comportamento semelhante ao da UHP 11, registrando aumento das taxas no último período (2013-2018).

As transições para Formação Florestal têm seus valores máximos no terceiro período (1992-1999), e estes diminuem até o final da série, mostrando que essa bacia passa por uma intensificação da urbanização e diminuição do reflorestamento. As transições de Formação Florestal para Pastagem e Mosaico de Usos apresentam taxas altas no quarto período (de 1999 a 2005), o que mostra a influência do aquecimento do setor naval na região, favorecendo o desmatamento.

Figura 6.14 - Mapa de uso e cobertura da terra da UHP 12 em 2018.



Fonte: Produção da autora.

A categoria de Uso Sustentável, favorece as transições para Infraestrutura Urbana, evidenciando que essa transição ocorre nas áreas dentro dos limites da APA de Tamoios. Com a criação da APA de Mangaratiba, os valores para as transições de desflorestamento são desfavorecidas até o fim da série.

A UC de Proteção Integral Parque Estadual do Cunhambebe teve comportamento semelhante ao observado nas demais bacias, com valores negativos mais expressivos que os positivos. Mostra-se favorável para as transições de reflorestamento, e desestimula para as transições de urbanização e desflorestamento. Devido a sua proximidade com o Estaleiro Verolme, os comportamentos para as demais variáveis observadas na UHP 11 também ocorrem nesta UHP.

6.1.13 Resumo dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP

Alguns comportamentos podem ser observados em praticamente todas as bacias, e um deles é o aumento das taxas no terceiro período (1992-1999), para a maioria das transições. Este é um período de mudanças políticas, aumento da população na região, criação de UCs, e homologação de terras indígenas e quilombolas. No último período (2013-2018), principalmente para a bacia de Angra dos Reis, ocorreu um aumento das taxas para praticamente todas as transições, mostrando ser este um período de mudanças devido a questões políticas enfrentadas nos últimos anos no estado do Rio de Janeiro, além de crises políticas nacionais (PINTO, 2019). Isto comprova que o modelo econômico atual tende a gerar maiores transformações nos espaços e nas dinâmicas de ocupação da terra.

As UHPs 1, 2, 4 e 5 tiveram um comportamento de urbanização menos intenso do que o restante da área de estudo, devido ao fato de que essas transições não ocorrem na UHP 2, de as UHPs 4 e 5 registrarem a classe Infraestrutura Urbana a partir de 1999, e de a UHP 1 apenas apresentar esta transição partindo da classe Mosaico de Usos. As UHPs 3, 6, 8, 10, 11 e 12 apresentam taxas altas nas transições de urbanização entre os anos de 1992 e 2005, momento em que houve aumento da população devido ao aquecimento do setor industrial (CHETRY, 2019). Nas transições de desflorestamento, as UHPs 1, 2, 3, 5 e 10 apresentam as maiores taxas entre 1985 e 1999, enquanto as UHPs 4, 7 e 8 registram as maiores taxas para o desflorestamento no período entre 1999 e 2005, com diminuição no período seguinte (2005-2008). Nas transições de reflorestamento, as maiores taxas são registradas no período entre 1992 e 1999, para todas as UHPs, e isso pode ser reflexo do Decreto n.º 750/1993, que estabelece normas sobre as ações antrópicas no bioma da Mata Atlântica, e do cenário internacional à época, que intensificou o debate sobre a conservação dos ambientes naturais. Estes processos de mudanças nas UHPs e suas características estão sintetizados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Agregação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP

Processos de mudança	UHPs	Período	Características
Urbanização menos intensa	1	Todos	Infraestrutura viária deficiente
Urbanização tardia	4, 5	A partir de 1999	Áreas rurais com influência da retomada da Usina de Angra a partir de 1996
Sem urbanização	2	Todos	Ocorrência da classe mosaico e ausência de urbano
Urbanização intensa	3, 6, 8, 10, 11, 12	Entre 1992 e 2005	Proximidade a empreendimentos e sedes municipais
Desflorestamento intenso	3, 4, 7, 5, 8 e 10	Entre 1985 e 2005	Aumento da população e, decréscimo pós SNUC.
Reflorestamento Intenso	Todas	Entre 1992 e 1999	Decreto n.º 750/1993
Aumento das taxas de transição	Todas	Entre 1992 e 1999; e 2013 e 2018	Mudanças e crises políticas nacionais e estaduais

Fonte: Produção da autora.

Sobre as UCs de Proteção Integral, pode ser observado um padrão de pesos negativos para as transições de desflorestamento e urbanização. Isto pode estar relacionado tanto com as medidas e ações de conservação que fazem parte da gestão dessas áreas, como com a localização dessas UCs, que se caracterizam por áreas de altas altitudes e declividades, onde as mudanças de uso são mais difíceis de ocorrer. Nas transições de reflorestamento, em sua maioria, apresentou valores positivos, e nas UHPs 3, 4 e 6 não apresentam valores de pesos maiores (em módulo) que zero, mostrando que houve pouca influência das UCs desta categoria para essas bacias. Valores de pesos negativos, menores que um, são observadas em alguns períodos nas UHPs 5, 7, 8, 10 e 11, mostrando que as UCs de Proteção Integral dessa bacia podem não incentivar os processos de reflorestamento. De qualquer forma, a criação dessas UCs influencia o território sem UCs, alterando a dinâmica de uso, já que nas áreas protegidas há restrições de ocupação.

As UCs de Uso Sustentável, principalmente a APA de Tamoios, mostram que há uma pressão sobre os ambientes naturais costeiros, visto que são locais de maior ocupação na área. As transições de urbanização nas UCs de Uso Sustentável, nas UHPs 1 e 8, obtiveram valores positivos em todos os períodos, mostrando que nessas bacias o processo de urbanização ocorre

dentro do limite dessas UCs. As UHPs 3 e 12 têm valores bem negativos em todo o período, enquanto as demais UHPs têm flutuação de valores positivos e negativos ao longo dos períodos, entretanto, os mais expressivos são negativos. Isso mostra que o processo de urbanização dentro das UCs de Uso Sustentável depende da área em que está inserida, mostrando que sofrem maior ocupação que nas UCs de Proteção Integral. Pádua (2006) esta categoria é a mais frágil de todas aquelas previstas pelo SNUC, sendo também mais fácil de ser decretada e mais útil para fins demagógicos.

Nas transições de desflorestamento, as UHPs 1 e 2 têm valores próximos a zero em todos os períodos, enquanto as UHPs 3 e 9 apresentam pesos negativos em todos os períodos, mostrando que não ocorre desflorestamento nos limites das UCs nestas bacias (que são pequenas em extensão). As UHPs 6, 10 e 12 registram pesos negativos de alta magnitude em quase todos os períodos, e alguns pesos positivos com valores menores (em módulo) que os pesos negativos. As UHPs 7, 8 e 11 apresentam valores positivos em praticamente todos os períodos. As UHPs 1, 3 e 9 obtiveram a maioria dos valores positivos de pesos para as transições de reflorestamento, enquanto as UHPs 7, 8, 10, 11 e 12 têm flutuação dos pesos positivos e negativos ao longo do período, sendo os negativos de maior magnitude. Isto evidencia a necessidade de ações político-administrativas voltadas a um efetivo planejamento territorial e ambiental, a fim de se evitarem ocupações desordenadas e a degradação dos ambientes naturais, promovendo a integração entre Homem e natureza. A Tabela 6.2 resume os processos de mudança das UHPs em associação com as UCS.

Tabela 6.2 - Agregação dos padrões espaciais de mudanças de uso e cobertura da terra por UHP em associação com UCs

Processos de mudança em associação com UCs	UHPs	Períodos
UCs de Proteção integral desacelera desflorestamento e urbanização	Todas	Todos
UCs de Uso Sustentável com urbanização	1 e 8	Todos
UCs de Uso Sustentável contrárias a urbanização	3 e 12	Todos
UCs de Uso Sustentável sem influência no desflorestamento	1 e 2	Todos
UCs de Uso Sustentável contrárias ao desflorestamento	3 e 9	Todos
UCs de Uso Sustentável contrárias ao desflorestamento	6, 10 e 12	Alguns
UCs de Uso Sustentável com desflorestamento	7, 8 e 11	Todos
UCs de Uso Sustentável com reflorestamento	1, 3 e 9	Todos
UCs de Uso Sustentável contrária ao reflorestamento	7, 8, 10, 11 e 12	Todos

Fonte: Produção da autora.

As Comunidades Tradicionais, as Aldeias Indígenas e Terras Quilombolas, apresentam dinâmicas próprias em seus territórios, e, na maioria das vezes, observou-se que esses territórios desfavorecem a urbanização dentro de suas áreas. Entende-se que estas populações são responsáveis pelo resgate e preservação da cultura tradicional, através dos costumes e hábitos que preservam uma relação com o ambiente natural de forma harmoniosa. Em todas as UHPs, as Aldeias Indígenas obtiveram valores negativos para as transições de urbanização, e para as transições de desflorestamento, as UHPs 2 e 4 obtiveram alguns valores positivos para esta transição, mas próximos de zero, mostrando que essas comunidades preservam os ambientes naturais. As transições de reflorestamento têm pesos positivos e negativos em todas as UHPs, mas na UHP 2 é registrado o maior valor positivo para essa transição.

As Terras Quilombolas apresentam pesos positivos para as transições de desflorestamento, e pesos negativos para as transições de reflorestamento e urbanização. Isso mostra que os processos de mudanças nestes territórios, apesar de não contribuírem para o reflorestamento, têm influência contrária ao processo de urbanização dentro de suas áreas. Nos últimos anos, principalmente com o governo atual, essas populações tradicionais têm sofrido diversos ataques e ameaças, não recebendo apoio dos governos locais (FRAGÃO, 2021). Entretanto, é papel dos entes governamentais não só demarcarem as suas terras, mas também intervirem e gerirem as mesmas visando à sua permanência e à melhora da qualidade de vida dessas

populações, visto que se encontram marginalizadas no modelo econômico atual.

6.2 Simulação do uso e cobertura da terra

Os mapas simulados para os períodos anos: 1985 a 1989; 1989 a 1992; 1992 a 199; 199 a 2005; 2005 a 2009, 2009 a 2013; 2013 a 2018; são apresentadas no Apêndice D, bem como os mapas de uso e cobertura da terra do Mapbiomas, mapa real.

Os valores do Índice de Similaridade Fuzzy, com as funções de decaimento constante e exponencial (em diferentes tamanhos de janela), para cada período estão dispostos na Tabela 6.3. Conforme exposto na Seção 5.3.3, este índice mascara as áreas de não mudança, a fim de se evitar o viés de sobre-estimativa da similaridade entre cena real e cena simulada, visto que a maior parte da cena não sofre mudança. Por este motivo, os valores obtidos para este índice tendem a diminuir substancialmente em comparação com índices de ajuste multirresolução que realizam a comparação direta entre cena real e cena simulada (COSTANZA, 1989; HAGEN, 2003). Esse decréscimo do índice se verifica sobretudo no decaimento exponencial. Assim sendo, valores máximos em torno de 0,45 para janelas de tamanho 3x3 no decaimento exponencial e 0,50 para janelas de tamanho 3x3 no decaimento constante seriam considerados satisfatórios. No caso de janelas de tamanho 7x7, valores máximos aceitáveis seriam por volta de 0,65 para decaimento constante e 0,70 para decaimento exponencial.

Os resultados da similaridade mínima, com função de decaimento exponencial, para a janela de tamanho 3x3, tiveram valores abaixo de 0,5. Os valores maiores que 0,5 foram observados nos períodos de 1992 a 199 e 2005 a 2009, para as janelas de tamanho 5x5 e 7x7. Os valores aumentam para a similaridade máxima, sendo registrado valor maior que 0,5 na janela 3x3 para o período de 1992 a 1999.

Já para a função de decaimento constante, os valores aumentam consideravelmente em comparação com a função de decaimento exponencial. Na similaridade mínima, os valores ainda são menores que 0,5 na janela 3x3

(exceto no período entre 1992 a 1999 e 2005 a 2009). A partir da janela 5x5 todos os períodos apresentam valores maiores que 0,5. Na similaridade máxima, o maior valor é de 0,778, na janela 7x7, para o período de 1992 a 199. Assim, levando em consideração as características de cômputo deste índice, pode-se afirmar que seus valores foram considerados satisfatórios.

Tabela 6.3 - Valores do Índice de Similaridade Fuzzy.

Período	Janela	Decaimento constante		Decaimento exponencial	
		Similaridade mínima	Similaridade máxima	Similaridade mínima	Similaridade máxima
1985 a 1989	3x3	0,460	0,515	0,409	0,451
	5x5	0,574	0,667	0,461	0,521
	7x7	0,652	0,766	0,486	0,552
1989 a 1992	3x3	0,424	0,459	0,377	0,404
	5x5	0,518	0,584	0,420	0,462
	7x7	0,588	0,675	0,442	0,490
1992 a 1999	3x3	0,514	0,568	0,462	0,509
	5x5	0,615	0,694	0,508	0,568
	7x7	0,685	0,778	0,530	0,594
1999 a 2005	3x3	0,472	0,499	0,418	0,443
	5x5	0,581	0,631	0,468	0,503
	7x7	0,654	0,724	0,491	0,532
2005 a 2009	3x3	0,509	0,537	0,451	0,477
	5x5	0,615	0,669	0,500	0,538
	7x7	0,690	0,759	0,523	0,566
2009 a 2013	3x3	0,405	0,422	0,355	0,372
	5x5	0,524	0,549	0,410	0,430
	7x7	0,617	0,647	0,439	0,460
2013 a 2018	3x3	0,427	0,441	0,371	0,388
	5x5	0,545	0,571	0,425	0,447
	7x7	0,630	0,674	0,452	0,480

Fonte: Produção da autora.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

[...] a proposta da ética ambiental seria revolucionária no sentido de fundamentar o valor intrínseco da natureza e de seus elementos estruturantes, fazendo com que a arena da comunidade moral deixe de ser palco ocupado exclusivamente pela humanidade (LOURENÇO, 2019, p. 25)

7.1 Conclusões

Os dados do Mapbiomas mostraram-se muito úteis, pois apresentam uma série temporal que permitiu conduzir uma análise ao longo de 33 anos, tornando possível estudar os processos de mudança do uso e cobertura da terra ao longo das últimas décadas. Na área de estudo, o comportamento de acréscimo e decréscimo das taxas de transição ao longo da série fizeram sentido frente aos acontecimentos históricos da região (empreendimentos turísticos e de veraneio, instalações de obras de infraestrutura, políticas públicas etc.). Isso mostra que, para a escala utilizada, o Mapbiomas conseguiu captar as mudanças do uso e cobertura da terra, foco desta pesquisa. Entretanto, por se tratar de uma análise que inclui pequenas bacias hidrográficas, o uso de mapas provenientes de imagens digitais com maiores resoluções poderia tornar os resultados mais fidedignos. Contudo, imagens temporais de alta resolução espacial são caras e de difícil acesso, o que se torna um fator limitante para a pesquisa científica e, principalmente, para a gestão pública, que usualmente enfrentam restrições orçamentárias.

O sucesso de um modelo de simulação de mudanças de uso e cobertura da terra é estreitamente vinculado à qualidade dos dados de entrada, o que pressupõe mapas de uso e cobertura da terra com classificação acurada e uma diversidade de mapas de variáveis explicativas com conteúdo apropriado. Algumas limitações da base de dados do Mapbiomas tornaram-se evidentes. Cabe mencionar, a título de exemplo, que a classe Mosaico de Usos apresentou muitas heterogeneidades, compreendendo, às vezes, áreas de assentamentos rurais, e, não raro, pastos com vegetação arbustiva. Desta forma, a decisão de se manter essa classe e interpretá-la como uma classe que representasse a ocupação rural suscitou reflexões quanto a transições que a tinham como classe de origem e que poderiam estar equivocadas.

Entretanto, entende-se que a dinâmica desta classe foi importante para entender o comportamento da ocupação residencial, principalmente em bacias que não apresentam a classe Infraestrutura Urbana.

O modelo parametrizado pelo método bayesiano de pesos de evidência pôde descrever e simular os processos de mudança do uso e cobertura da terra na região, e os produtos dele derivados podem servir como suporte a atividades de gestão da área. As simulações obtiveram resultados satisfatórios, com Índices de Similaridade “Fuzzy” Máximos oscilando entre 0,46 e 0,59 para decaimento exponencial, e entre 0,65 e 0,78 para decaimento constante, em ambos os casos para janelas contextuais de 7 x 7 pixels. Do ponto de vista operacional, pode-se afirmar que as ferramentas *Select* e *Regionalize* permitiram que a modelagem se tornasse customizada na área de estudo para as diferentes UHPs, com a desvantagem de que houve um aumento considerável do volume de dados e, conseqüentemente, do tempo de processamento.

Os pesos atribuídos para as variáveis categóricas das UCs indicaram como estas se comportam para determinadas transições, e assim, permitiram o entendimento das dinâmicas que ocorrem dentro das mesmas e nas suas imediações, o que pode auxiliar na formulação de diretrizes para o planejamento territorial e ambiental. As UCs de Proteção Integral desfavoreceram as transições de desflorestamento e urbanização, o que pode estar relacionado tanto com as medidas e ações de conservação que integram a gestão dessas áreas, como com a localização das mesmas, que se caracterizam por áreas de relevo acidentado, desfavoráveis à ocupação. Já as UCs de Uso Sustentável, principalmente aquelas muito próximas da zona costeira, se apresentaram como áreas de muitas mudanças e, às vezes, os processos de urbanização ocorrem mais facilmente nessas áreas do que nas áreas que não contêm UCs. Por outro lado, as Comunidades Tradicionais, enquanto variáveis ou evidências do modelo, mostraram-se invariavelmente como um espaço de preservação da natureza e contrárias à urbanização.

7.2 Recomendações para trabalhos futuros

A execução deste trabalho demandou enorme quantidade de dados de entrada, esforços vultosos no seu processamento e a geração de um imenso volume de produtos, como gráficos de pesos positivos de evidência ($W+$), mapas de probabilidade de transição e mapas de simulação anuais para cada UHP no decorrer de 33 anos de análise. Isto perfaz dezenas de milhares de gráficos de $W+$, além de mapas de probabilidade e de paisagem simulada.

Apesar disso, e dos achados aqui reportados com base nos dados produzidos, este trabalho, bem como toda pesquisa científica, sempre deixa questões pendentes e, por este motivo, abre a possibilidade de continuidade investigativa. Neste sentido, como possíveis recomendações para a geração de novas simulações com base na reformulação dos dados de entrada, incluir-se-iam métodos alternativos de classificação para a detecção das áreas de Mangue, a fim de se mensurar sua real perda ao longo dos anos; a fusão das classes Pastagem e Mosaico de Usos, visando avaliar se essa operação produziria melhora, ou não, na simulação de mudanças do uso e cobertura da terra; bem como o processamento da grade de pontos relativos às comunidades caiçaras por meio da aplicação de um estimador de densidade de pontos Kernel, seguido de uma operação de grade de distâncias às áreas de maior concentração de pontos, ou então, a delimitação de uma área de influência para cada comunidade (*buffer*), gerando um *layer* de variável categórica, com fins a estimar se essa categoria de Comunidades Tradicionais difere-se das demais em termos de influência nas transições de uso e cobertura da terra.

Especificamente em relação à reformulação de aspectos metodológicos-operacionais, recomenda-se a utilização do método *Regionalize* com base nos limites municipais. Esta operação permitiria a comparação dos resultados entre as simulações customizadas por UHPs e por municípios, possibilitando avaliar o impacto dessa medida na qualidade das simulações e no entendimento do papel das variáveis forçantes locais.

Vale, por fim, salientar que a finalidade da modelagem dinâmica espacial é simular mudanças de uso e cobertura da terra observadas no passado (do mais distante ao recente), de modo a entender o papel das variáveis forçantes ou direcionadoras dessas mudanças, e assim, conceber cenários futuros estacionários, exploratórios ou prescritivos dessas mudanças em diferentes horizontes de projeto. As variáveis forçantes atuam em nível macro, afetando as demandas por mudanças, e elas dizem respeito a crescimento demográfico vegetativo, além do crescimento de população por migração devido ao incremento do turismo e residências de veraneio, instalação de obras de infraestrutura (Estaleiro Verolme, Usina Termonuclear de Angra, Terminal de Petróleo da Petrobras). Por outro lado, em nível micro, as variáveis espaciais (chamadas de evidências) condicionam as mudanças localmente, e elas se referem a infraestrutura viária, proximidade a postos de trabalho (instalações industriais, hoteleiras etc.), restrições ambientais, favorabilidade das condições de relevo etc.

Como *spin-off* dos dados produzidos pela modelagem dinâmica espacial neste trabalho, poder-se-ia futuramente conduzir análises de *clusters*, visando à identificação de padrões espaciais de transição e de morfologia da paisagem na área de estudo. Esses padrões estariam relacionados a tipos de transição, períodos de ocorrência dessa transição, intensidade de transição (quantidade de mudança por unidade de tempo); morfologia da mudança (a ser extraído e analisado por meio de métricas de Ecologia da Paisagem); comportamento das variáveis (quais interferem favoravelmente, negativamente e quais são neutras); relações dos diferentes tipos de mudanças com UCs e Comunidades Tradicionais (CTs) por categoria de UCs e CTs e ao longo do tempo, por UHPs, entre outros aspectos. Essas investigações *spin-off* situam-se no âmbito de Análise Espacial e são completamente independentes dos métodos e da finalidade de modelos dinâmicos espaciais, mesmo porque, para a análise de *clusters* e identificação de padrões, não é necessária a execução de parametrização, calibração e validação estatística espacial em plataformas de modelagem, visto que são conduzidas em SIGs.

Conforme exposto anteriormente, entender os processos que ocorrem no passado são interessantes não só para entender suas forçantes e se traçar uma retrospectiva histórica, mas também para se poder projetar o futuro. Assim, uma continuação deste trabalho seria também a elaboração de cenários prognósticos e a respectiva geração de mapas de uso e cobertura da terra associados a esses cenários, que serão baseados em diferentes estratégias de gestão pública. Assim, um cenário pessimista seria a destituição das áreas protegidas em prol de um modelo econômico de crescimento em detrimento da proteção ambiental, e um cenário otimista consistiria na regeneração dos ambientes naturais nas áreas de preservação.

7.3 Considerações finais

Em referência ao ambiente da área de estudo, é mister conceder especial atenção ao Mangue. A importância da preservação dos mangues tem sido mais evidenciada com a criação das políticas ambientais, e neste âmbito em específico, sua importância não só é ecológica, mas também econômica, pois a atividade pesqueira é uma cultura local. A partir de um diagnóstico mais detalhado deste bioma, os gestores das APAs podem traçar um plano de ocupação territorial, a fim de frear a degradação que vem ocorrendo nessas áreas nos últimos tempos.

No que diz respeito ao enfoque particular desta pesquisa, UCs e Comunidades Tradicionais, é fundamental mencionar alguns aspectos peculiares das mesmas, a fim de se entender as dinâmicas de uso e cobertura da terra a elas associadas. A criação das UCs é baseada em interesses econômicos, e não puramente ambientais e ecológicos. Dessa forma, as UCs de Uso Sustentável são criadas em áreas em que a ação antrópica já é muito intensa, enquanto as UCs de Proteção Integral tendem a ser criadas em áreas que têm dificuldades de acesso ou áreas com relevo muito escarpado. Isto mostra a necessidade de uma gestão integral e compartilhada nas UCs de Uso Sustentável, que realmente integre a sociedade e possa muni-la de ferramentas para fazer uso

do meio ambiente de forma equilibrada, promovendo o bem estar da população e a perpetuação da natureza.

As Comunidades Tradicionais, por sua vez, têm papel de preservação muito maior que o mensurado pelas transições em seus espaços, já que estas populações ainda preservam os saberes tradicionais e tais comunidades atuam como territórios de resgate, contrapondo-se à cultura hegemônica. Assim, o poder público deve criar ações para essas áreas tornarem-se centros de referência cultural (ambiental, social...), mostrando que a cultura das populações tradicionais pode ser um propulsor de uma sociedade menos predatória.

Para isso, o Estado deve buscar valorizar e aprimorar os sistemas tradicionais, e os processos de tomada de decisão necessitam a participação ativa das populações tradicionais, principalmente aquelas envolvidas diretamente com a gestão do território. Visando a este fim, os técnicos e autoridades devem se envolver com a realidade local, aprendendo e respeitando as visões das populações tradicionais (VIANNA, 2004). Isso pode ser observado pelas comunidades caiçaras da praia do Sono, que juntamente com a Fiocruz e outras instituições, puderam promover atividades de saneamento ecológico para a melhoria da qualidade de vida da população e preservação da natureza (PIUBEL et al., 2018).

Há diversas alternativas para uma economia que entenda que os espaços naturais não são fonte de recursos apenas, mas sim sistemas complexos de suporte à vida. Os pagamentos por serviços ambientais (PSA) são uma alternativa para uma economia mais integrativa, em que há a valoração de ações que promovam a restauração e manutenção do meio ambiente e dos processos ecológicos. Além disso, cabe ao poder público incentivar ações e projetos que busquem quebrar esse paradigma do crescimento econômico em detrimento da natureza, aumentando os recursos para os pequenos agricultores e empresas que busquem oferecer produtos e serviços mais responsáveis.

O projeto Conexão Mata Atlântica, conduzido pela Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro, vai investir em 137 produtores rurais, para a implantação de práticas de conversão produtivas, a partir de sistemas agroflorestais e silvipastoris. Isso é uma pequena parcela do que pode ser gerado a partir de uma lógica de desenvolvimento em prol da manutenção dos ambientes naturais, entendendo que a natureza pode ser mais que mera fornecedora de recursos, mas sim a base de sustentação da vida. Para isso, é necessária uma nova visão da natureza, diferente dessa atual ideia conservacionista e preservacionista; uma visão ancorada na Ecologia Profunda, que entende que o Homem e a natureza não são separados e que a simbiose aumenta a potencialidade das espécies (LOURENÇO, 2019).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. V. **Urbanização, apropriação do espaço, conflitos e turismo: Um estudo de caso de Angra dos Reis**. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, 2005. Disponível em:

http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=179936. Acesso em: 5 fev. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico - SIGAL**. 2018. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 15 fev. 2021.

AL-SHARIF, A. A. A.; PRADHAN, B. Monitoring and predicting land use change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 7, n. 10, p. 4291–4301, 2014. DOI 10.1007/s12517-013-1119-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-013-1119-7>. Acesso em: 5 fev. 2020.

ALMEIDA, C. M. **Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil**. 2003. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2003. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/12.18.07.29/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2020

ALMEIDA, C. M.; BATTY, M.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L. Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: empirical development and estimation. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 27, n. 5, p. 481–509, 2003. DOI 10.1016/S0198-9715(02)00042-X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019897150200042X>. Acesso em: 5 fev. 2020.

ALMEIDA, C. M.; GLERIANI, J. M.; CASTEJON, E. F.; SOARES-FILHO, B. S. Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 22, n. 9, p. 943–963, 2008. DOI 10.1080/13658810701731168. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810701731168>. Acesso em: 5 fev. 2020.

ALMEIDA, M. W. B.; REZENDE, R. Uma nota sobre comunidades tradicionais e unidades de conservação. **RURIS - Revista do Centro de Estudos Rurais-UNICAMP**, v. 7, n. 2, p. 185–196, 2013. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ruris/article/view/1887>. Acesso em: 5 fev. 2020

AMARAL, A. C. Ministério do Meio Ambiente realiza 1º leilão de parques nacionais com proposta de R\$ 20 milhões. **Folha de São Paulo**, 11 jan. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/01/ministerio-do-meio-ambiente-realiza-1o-leilao-de-parques-nacionais-com-proposta-de-r-20-milhoes.shtml>. Acesso em: 5 fev. 2021

ANGRA DOS REIS. PREFEITURA MUNICIPAL. **Decreto n.º 10.760/ 2017**: cria o Parque Natural da Mata Atlântica. 2017. Disponível em: <http://ppp.angra.rj.gov.br/parque-da-cidade.asp>. Acesso em: 5 fev. 2021.

ANGRA DOS REIS. PREFEITURA MUNICIPAL. **Lei municipal n.º 1.920 de 2007**: dispõe sobre a criação da área de relevante interesse ecológicodas ilhas Cataguás e dá outras providências. Angra dos Reis, 2007a.

ANGRA DOS REIS. PREFEITURA MUNICIPAL. **Lei municipal nº 1.888, de 20 de dezembro de 2007**: cria a Área de Proteção Ambiental - APA da Bacia Hidrográfica do Rio Japuíba e dá outras providências. 2007b. Disponível em: <http://camaraangra.siscam.com.br/Arquivos/NormaJuridica/LeiOrdinaria/2007/0701888.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA INDÍGENA GUARANÍ (ACIGUA). **Protocolo de consulta prévia da Tekoa Itaxĩ Mirim Guarani Mbya**. Paraty: ACIGUA, 2018. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/protocolo-de-consulta-previa-da-tekoa-itaxi-mirim-guarani-mbya>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BASSO, G. Queimadas já consumiram 12% do Pantanal – e tendência é piorar. **National Geographic**, 2020. Disponível em:

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/09/queimadas-ja-consumiram-12-do-pantanal-e-tendencia-e-piorar>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BELL, E. J.; HINOJOSA, R. C. Markov analysis of land use change: continuous time and stationary processes. **Socio-Economic Planning Science**, v. 8, p. 13–17, 1977. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038012177900416>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BEZERRA, F. G. S.; AGUIAR, A. P. D.; ALVALÁ, R. C. S.; GIAROLLA, A.; BEZERRA, K. R. A.; LIMA, P. V. P. S.; DO NASCIMENTO, F. R.; ARAI, E. Analysis of areas undergoing desertification, using EVI2 multi-temporal data based on MODIS imagery as indicator. **Ecological Indicators**, v. 117, p. 106579, 2020. DOI 10.1016/j.ecolind.2020.106579. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20305161>. Acesso em: 7 fev. 2021.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS**. Ontario: Pergamon, 1994.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Decreto n.º 23.793, de 23 de janeiro de 1934**: aprova o Código Florestal. 1934a. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934-498279-publicacaooriginal-78167-pe.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Decreto n.º 73.030, de 30 de outubro de 1973**: cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências. 1973. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-73030-30-outubro-1973-421650-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n.º 001, de 23 de janeiro de 1986**. 1986. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DE REPÚBLICA. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 1 jan. 2020.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto-Lei n.º 289, de 28 de fevereiro de 1967**: cria o Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal e dá outras providências. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del0289.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto-Lei n.º 794, de 19 de outubro de 1938**: aprova o Código de Pesca. 1938. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del0794.htm#codigo. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 2.652, de 1º de julho de 1998**: promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. 1998a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2652.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 24.642 de 10 de julho de 1934**: decreto o Código de Minas.1934b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24642.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934**: Código das águas. 1934c. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/91582/codigo-de-aguas-decreto-24643-34>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 5.758, de 13 de abril de 2006**: institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP. 2006a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**: institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 6.660, de 21 de novembro de 2008**: regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 68.172, de 4 de fevereiro de 1971**: cria o Parque Nacional da Serra da Bocaina e dá outras providências. 1971. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D68172.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 70.694, de 8 de junho de 1972**: altera artigo 1º, do Decreto número 68.172, de 4 de fevereiro de 1971. 1972. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Bocaina_1.pdf. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 750, de 10 de fevereiro de 1993**: dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D750.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 89.242, de 27 de dezembro de 1983**: dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental de Cairucu. 1983. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89242.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 9.759, de 11 de abril de 2019**: extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. 2019a. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9759.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto n.º 98.864, de 23 de janeiro de 1990**: cria a Estação Ecológica de Tamoios, e dá outras providências. 1990. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98864.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006**: dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. 2006b. Disponível em:

[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=645180#:~:text=LEI N° 11.428%2C DE 22 DE DEZEMBRO DE,do Bioma Mata Atlântica%2C e dá outras providências](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=645180#:~:text=LEI N° 11.428%2C DE 22 DE DEZEMBRO DE,do Bioma Mata Atlântica%2C e dá outras providências. Acesso em: 5 fev. 2021). Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº. 11.460, de 21 de março de 2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11460.htm. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012**: dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 2012. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 4.504, de 30 de novembro de 1964**: dispõe sobre o Estatuto da Terra. 1964. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4504.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981**: dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 7735, de 22 de fevereiro de 1989**: dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7735.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**: lei de crimes ambientais. 1998b. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/104091/lei-de-crimes-ambientais-lei-9605-98>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000**: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965**: institui o novo Código Florestal. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 13.465, de julho de 2017**: dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13465.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Medida provisória n.º 759, de 22 de dezembro de 2016**: dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Mpv/mpv759.htm. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Projeto de Lei n.º 2963, de 2019**: regulamenta a aquisição, posse e o cadastro de propriedade rural por pessoa física ou jurídica estrangeira. 2019b. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/136853>. Acesso em: 5 fev. 2021.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change**: theoretical and modeling approaches. [S. l.]: Regional Research Institute, West Virginia University, 2000. Disponível em: <https://researchrepository.wvu.edu/rri-web-book/3>. Acesso em: 5 fev. 2020.

BRITO, B. N.; SILVA, E. B. Multitemporal analysis of land use and coverage in the cerrado biosphere reserve. **Atelie Geografico**, v. 13, n. 2, p. 73–91, 2019. DOI 10.5216/ag.v13i2.54747. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie>. Acesso em: 7 fev. 2021.

CAPOBIANCO, J. P. R.; ANDRÉ, L. A evolução da proteção legal da Mata Atlântica. *In*: LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. (Ed.). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), 1997. Disponível em: <http://191.241.229.250/bitstream/handle/11465/1257/1418.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 fev. 2021.

CARDOSO, M. Fire and land use in recent years in the Atlantic Forest in Brazil. *In*: VIEGAS, D. X. (Ed.). **Advances in forest fire research 2018**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2018. p. 1363–1365. DOI 10.14195/978-989-26-16-506_179. Disponível em: <https://digitalis.uc.pt/handle/10316.2/44696>. Acesso em: 7 fev. 2021.

CHENG, L.; LIU, M.; ZHAN, J. Land use scenario simulation of mountainous districts based on Dinamica EGO model. **Journal of Mountain Science**, v. 17, n. 2, p. 289–303, 2020. DOI 10.1007/s11629-019-5491-y. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11629-019-5491-y>. Acesso em: 8 fev. 2021.

CHETRY, M. Crescimento e dinâmica demográfica uma cidade média: o caso de Angra dos Reis. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRÁFICA URBANA, 26, 2019. Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2019, p. 3940–3957. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/simpurb2019/article/view/25958>. Acesso em: 14 abr. 2021.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE - CNUMAD. **Agenda 21**. 1992. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.

COSTANZA, R. Model goodness of fit: a multiple resolution procedure. **Ecological Modelling**, v. 47, n. 3/4, p. 199–215, 1989. DOI 10.1016/0304-3800(89)90001-X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030438008990001X>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DAFLON, R. Condomínio Laranjeiras: segregação, ameaça e processos em Paraty. **Coleção Particular**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://apublica.org/colecaoparticular/2017/11/condominio-laranjeiras-segregacao-ameaca-e-processos-em-paraty/#_. Acesso em: 5 fev. 2021.

DIB, V.; NALON, M. A.; AMAZONAS, N. T.; VIDAL, C. Y.; ORTIZ-RODRÍGUEZ, I. A.; DANĚK, J.; OLIVEIRA, M. F. de; ALBERTI, P.; SILVA, R. A. da; PRECINOTO, R. S.; GOMES, T. F. Drivers of change in biodiversity and ecosystem services in the cantareira system protected area: a prospective analysis of the implementation of public policies. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 1, 2020. DOI 10.1590/1676-0611-BN-2019-0915. Disponível em: www.scielo.br/bn. Acesso em: 8 fev. 2021.

ELETROBRÁS. **Galerias - Angra Capital da energia nuclear**. 2021.

Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 5 fev. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **TerraClass**.

2020. Disponível em: <https://www.terraclass.gov.br/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

FRAGÃO, L. Indígenas de aldeia em Paraty sofrem ataques e ameaças de morte em meio à luta por demarcação. **Fórum**, 2021. Disponível em:

<https://revistaforum.com.br/brasil/indigenas-de-aldeia-em-paraty-sofrem-ataques-e-ameacas-de-morte-em-meio-a-luta-por-demarcacao/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Mapas de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil**. 2021. Disponível em:

<http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/rj-apesar-de-reconhecidos-oficialmente-quilombolas-de-santa-rita-do-bracui-continuam-a-lutar-contra-empresa-que-tomou-seu-territorio/>. Acesso em: 2 fev. 2021.

GOODACRE, A. K.; BONHAM-CARTER, G. F.; AGTERBERG, F. P.; WRIGHT, D. F. A statistical analysis of the spatial association of seismicity with drainage patterns and magnetic anomalies in western Quebec. **Tectonophysics**, v. 217, n. 3/4, p. 285–305, 1993. DOI 10.1016/0040-1951(93)90011-8. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0040195193900118>. Acesso em: 14 fev. 2021.

GUERRERO, J. V. R.; ESCOBAR-SILVA, E. V.; CHAVES, M. E. D.; MATAVELI, G. A. V.; BOURSCHEIDT, V.; DE OLIVEIRA, G.; PICOLI, M. C. A.; SHIMABUKURO, Y. E.; MOSCHINI, L. E. Assessing land use and land cover changes in the direct influence zone of the Braço Norte Hydropower Complex, Brazilian Amazonia. **Forests**, v. 11, n. 9, p. 988, 2020. DOI 10.3390/f11090988. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/9/988>. Acesso em: 7 fev. 2021.

GUO, H.; HUANG, J. J.; CHEN, B.; GUO, X.; SINGH, V. P. A machine learning-based strategy for estimating non-optically active water quality parameters using Sentinel-2 imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 42, n. 5, p. 1841–1866, 2021. DOI 10.1080/01431161.2020.1846222. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431161.2020.1846222>. Acesso em: 7 fev. 2021.

HAGEN, A. Fuzzy set approach to assessing similarity of categorical maps. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 17, n. 3, p. 235–249, 2003. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16517844.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.

HUANG, Y.; HUANG, J.-L.; LIAO, T.-J.; LIANG, X.; TIAN, H. Simulating urban expansion and its impact on functional connectivity in the Three Gorges Reservoir Area. **Science of The Total Environment**, v. 643, p. 1553–1561, 2018. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.06.332. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969718324082>. Acesso em: 4 fev. 2020.

HUANG, Y.; LIAO, T.-J. An integrating approach of cellular automata and ecological network to predict the impact of land use change on connectivity. **Ecological Indicators**, v. 98, p. 149–157, 2019. DOI 10.1016/j.ecolind.2018.10.065. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X18308495>. Acesso em: 8 fev. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio de Janeiro (1:25000)**. 2017. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc25/rj/. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina**. 2002. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/extras/62-plano-de-manejo-e-monitorias.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, - ICMBio). **Plano de manejo da APA do Cairucu**. 2018. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cairucu/images/stories/downloads/PM_APA_CAIRUCU_2-2019.pdf. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Base de dados geoespaciais**. 2019. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Diagnóstico do setor costeiro da Baía da Ilha Grande subsídios à elaboração do Zoneamento Ecológico- Econômico Costeiro (ZEEC)**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro/INEA, 2015.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Plano de recursos hídricos da região hidrográfica da Baía da Ilha Grande: RD10 - relatório síntese de diagnóstico**. 2020. Disponível em : <http://www.cbhbig.org.br/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal (AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR e TO) em 2019 é de 10.129 km²**. 2020a. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5465. Acesso em: 1 Fev. 2021. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Portal do monitoramento de queimadas e incêndios florestais**. 2020b. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **PRODES - monitoramento do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira por satélite**. 2020c. Disponível em:

<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 1 fev. 2021.

ISLAM, K.; RAHMAN, M. F.; JASHIMUDDIN, M. Modeling land use change using cellular automata and artificial neural network: the case of Chunati Wildlife Sanctuary, Bangladesh. **Ecological Indicators**, v. 88, p. 439–453, 2018. DOI 10.1016/j.ecolind.2018.01.047. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X18300554>. Acesso em: 6 fev. 2020.

KALANTARI, Z.; SANTOS FERREIRA, C. S.; PAGE, J.; GOLDENBERG, R.; OLSSON, J.; DESTOUNI, G. Meeting sustainable development challenges in growing cities: coupled social-ecological systems modeling of land use and water changes. **Journal of Environmental Management**, v. 245, p. 471–480, 2019. DOI 10.1016/j.jenvman.2019.05.086. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479719307066>. Acesso em: 4 fev. 2020.

KLEIN, I.; MAYR, S.; GESSNER, U.; HIRNER, A.; KUENZER, C. Water and hydropower reservoirs: high temporal resolution time series derived from MODIS data to characterize seasonality and variability. **Remote Sensing of Environment**, v. 253, p. 112207, 2021. DOI 10.1016/j.rse.2020.112207.

Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034425720305800>. Acesso em: 7 fev. 2021.

KOTEL'NIKOV, R. V.; LUPYAN, E. A.; BARTALEV, S. A.; ERSHOV, D. V. Space monitoring of forest fires: history of the creation and development of ISDM-Rosleskhoz. **Contemporary Problems of Ecology**, v. 13, n. 7, p. 795–802, 2020. DOI 10.1134/S1995425520070045. Disponível em:

<http://link.springer.com/10.1134/S1995425520070045>. Acesso em: 7 fev. 2021.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

LACHER, I. L.; AHMADISHARAF, E.; FERGUS, C.; AKRE, T.; MCSHEA, W. J.; BENHAM, B. L.; KLINE, K. S. Scale-dependent impacts of urban and agricultural land use on nutrients, sediment, and runoff. **Science of the Total Environment**, v. 652, p. 611–622, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.370. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969718338695>. Acesso em: 8 fev. 2021.

LAGO, P. 9 retrocessos ambientais do governo Michel Temer. **Catraca Livre**, 2017. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/cidadania/9-retrocessos-ambientais-do-governo-michel-temer/>. Acesso em: 6 fev. 2020.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change intratropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, n. 1, p. 205–241, 2003. DOI: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105459. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>. Acesso em: 4 fev. 2020.

LAMBIN, E. F.; LINDERMAN, M. Time series of remote sensing data for land change science. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 44, n. 7, p. 1926–1928, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3204122_Time_series_of_remote_sensing_data_for_land_change_science. Acesso em: 6 fev. 2020.

LAMBIN, E. F.; TURNER, B. L.; GEIST, H. J.; AGBOLA, S. B.; ANGELSEN, A.; BRUCE, J. W.; COOMES, O. T.; DIRZO, R.; FISCHER, G.; FOLKE, C.; GEORGE, P. S.; HOMEWOOD, K.; IMBERNON, J.; LEEMANS, R.; LI, X.; MORAN, E. F.; MORTIMORE, M.; RAMAKRISHNAN, P. S.; RICHARDS, J. F.; XU, J. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change**, v. 11, n. 4, p. 261–269, 2001. DOI 10.1016/S0959-3780(01)00007-3. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378001000073>. Acesso em: 28 jan. 2020.

LEUZINGER, M. D. **Natureza e cultura**: direito ao meio ambiente equilibrado e direitos culturais diante da criação de unidades de conservação de Proteção Integral e domínio público habitadas por populações tradicionais. 2007. 358 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4803/1/2007_MarciaDieguezLeuzinger.pdf. Acesso em: 6 fev. 2021.

LEUZINGER, M. D.; VARELLA, M. D. O meio ambiente na constituição federal e na legislação infraconstitucional: avanços ou retrocesso (1988 a 2014)? **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC**, v. 34.2, p. 299–314, 2014. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12135/1/2014_art_mdleuzinger.pdf. Acesso em: 6 fev. 2021.

LOURENÇO, D. B. **Qual o valor da natureza?** uma introdução à ética ambiental. São Paulo: Elefante, 2019.

MAGALHÃES JÚNIOR, H.; LOPES, F. A.; MACEDO, D. R. Diagnóstico multitemporal do uso e cobertura da terra e qualidade das águas na bacia do rio Jequitinhonha em Minas Gerais como subsídio à gestão dos recursos hídricos superficiais. **Revista Espinhaço**, v. 8, n. 2, p. 47–57, 2019. DOI 10.5281/ZENODO.3583328. Disponível em: <https://doaj.org>. Acesso em: 7 fev. 2021.

MAITHANI, S.; BEGUM, A.; KUMAR, P.; KUMAR, A. S. Simulation of peri-urban growth dynamics using weights of evidence approach. **Geocarto International**, v. 33, n. 9, p. 957–976, 2018. DOI 10.1080/10106049.2017.1319425. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10106049.2017.1319425>. Acesso em: 8 fev. 2021.

MAPBIOMAS. **Algorithm Theoretical Basis Documente (ATBD), collection 4, version 2.0**. 2019. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_5_v1.pdf. Acesso em: 6 fev. 2020.

MARINARO, S.; GASPARRI, N. I.; PIRIZ-CARRILLO, V. Private-land control and deforestation dynamics in the context of implementing the Native Forest Law in the Northern Argentinian Dry Chaco. **Environmental Conservation**, v. 47, n. 4, p. 277–283, 2020. DOI 10.1017/S0376892920000314. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0376892920000314/type/journal_article. Acesso em: 7 fev. 2021.

MARTINS, A. L. N. **Modelagem dinâmica espacial da perda de solo associada às mudanças de cobertura e uso da terra na Bacia do Alto Iguaçu-PR**. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2019.

MAS, J.-F.; KOLB, M.; PAEGELOW, M.; CAMACHO OLMEDO, M. T.; HOUET, T. Inductive pattern-based land use/cover change models: a comparison of four software packages. **Environmental Modelling & Software**, v. 51, p. 94–111, 2014. DOI 10.1016/j.envsoft.2013.09.010. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364815213002016>. Acesso em: 8 fev. 2021.

MCCONNELL, W.; MORAN, E. F. Meeting in the middle: the challenge of meso-level integration. **Land Use Policy**, v. 19, n. 1, p. 99–101, 2002. .

MEYER, W. B.; TURNER, B. L. **Changes in land use and land cover: a global perspective**. [S. l.]: Cambridge University Press, 1994.

MEYER, W. B.; TURNER, B. L. Human population growth and global land-use/cover change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 23, n. 1, p. 39–61, 1992.

MIRANDA, M. G.; BIANCHIN, S. Quilombo do Campinho da Independência: patrimônio cultural do Brasil. **Comum**, v. 17, n. 38, p. 125–136, 2015. Disponível em: <https://aluno.facha.edu.br/pdf/Comum38.pdf#page=126>. Acesso em: 7 fev. 2021.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>.

NEVES, A. K.; KÖRTING, T. S.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S. Assessment of TerraClass and MapBiomas data on legend and map agreement for the Brazilian Amazon biome. **Acta Amazonica**, v. 50, n. 2, p. 170–182, 2020. DOI 10.1590/1809-4392201900981. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672020000200170&tlng=en. Acesso em: 7 fev. 2021.

NOBRE, D. **Breve histórico da Aldeia Sapukai- Angra dos Reis/RJ**. 1998. Disponível em: <http://djweb.com.br/historia/sapukai/sapukai.html>. Acesso em: 2 fev. 2021.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Bucher, 2010.

OBSERVATÓRIO DE TERRITÓRIOS SUSTENTÁVEIS E SAUDÁVEIS DA BOCAINA - OTSS. **Mapa de comunidades tradicionais**. 2020. Disponível em: <https://www.otss.org.br/mapas>. Acesso em: 7 fev. 2021.

OLIVEIRA, C. Temer antecipa ‘pacote do veneno’ e proíbe Anvisa de se manifestar sobre agrotóxicos. **Rede Brasil Atual**, 2017. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/saude-e-ciencia/2017/02/temer-antecipa-2018pacote-do-veneno2019-e-proibe-anvisa-de-dar-informacoes-sobre-agrotoxicos/>. Acesso em: 7 fev. 2021.

PÁDUA, M. T. J. O fim da APA de Guaraqueçaba? 2006. **ECO**. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/colunas/16284-oeco-18681/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

PARATY. PREFEITURA MUNICIPAL. **Lei n.º 685, de outubro de 1984**: declara Área de Proteção Ambiental da Baía de Paraty. 1984. Disponível em: https://www.paraty.rj.gov.br/conteudo/downloads/APA/legislacao/Lei_685_84_Cria_a_APA_Municipal_Marinha.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

- PARATY. PREFEITURA MUNICIPAL. **Lei nº 744, de 09 de novembro de 1987**. 1987. Disponível em:
https://www.paraty.rj.gov.br/conteudo/downloads/APA/legislacao/Lei_744_1987_APA_Municipal.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.
- PECCATIELLO, A. F. O. Políticas públicas ambientais no Brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 24, p. 71–82, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/21542>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- PINTO, E. C. Estado do Rio de Janeiro em convulsão: economia do petróleo, crise fiscal e avanço das milícias. **Brasil: incertezas e submissão?** São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2019. p. 339–355. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Acacio-Leite/publication/335773449_BRASIL_INCERTEZAS_E_SUBMISSAO/links/5d7a517c299bf1cb809b45ac/BRASIL-INCERTEZAS-E-SUBMISSAO.pdf#page=341. Acesso em: 14 abr. 2021.
- PIONTEKOWSKI, V. J.; RIBEIRO, F. P.; MATRICARDI, E. A. T.; LUSTOSA JUNIOR, I. M.; BUSSINGUER, A. P.; GATTO, A. Modeling Deforestation in the State of Rondônia. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 3, 2019. DOI 10.1590/2179-8087.044118. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872019000300144&tlng=en. Acesso em: 8 fev. 2021.
- RAMANKUTTY, N.; GRAUMLICH, L.; ACHARD, F.; ALVES, D.; CHHABRA, A.; DEFRIES, R. S.; FOLEY, J. A.; GEIST, H.; HOUGHTON, R. A.; GOLDEWIJK, K. K.; LAMBIN, E. F.; MILLINGTON, A.; RASMUSSEN, K.; REID, R. S.; TURNER, B. L. Global land-cover change: recent progress, remaining challenges. In: LAMBIN, E. F.; GEIST, H. (Ed.). **Land-use and land-cover change**. Berlin: Springer, 2006. p. 9–39. DOI 10.1007/3-540-32202-7_2. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/3-540-32202-7_2. Acesso em: 4 fev. 2020.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto estadual n.º 15.273, de 26 de junho de 1971**: cria o Parque Estadual da Ilha Grande. 1971. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1971/dec_15273_1971_criaparqueestadualilhagrande_rj_altrd_dec_2061_1978.pdf.

Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto estadual n.º 15.983, de 27 de novembro de 1990**: cria o Parque Estadual Marinho do Aventureiro. 1990. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1990/dec_15983_1990_criaparqueestadualmarinhoaventureiro_rj.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto estadual n.º 9.452 – de 05 de dezembro de 1982**: dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental de Tamoios. 1986. Disponível em:

<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde4/~e-disp/inea0018638.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto n.º 41.358 de 2008**: cria o Parque Estadual Cunhambebe e dá outras providências. 2008. Disponível em:

<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde3/~e-disp/inea0017549.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto n.º 4.972 de 1981**: cria a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, na Ilha Grande. 1981. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1981/dec_4972_1981_criareservabiologicaestadualpraiasul_ilhagrande_angrareis_rj.pdf.

Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Decreto nº 9.802 de 12 de março de 1987**: cria a Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba e dá outras providências. 1987. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1987/dec_9802_1987_apamangaratiba_rj.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO. **Lei complementar nº 105, de 04 de julho de 2002**. 2002. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/87467/lei-complementar-105-02>. Acesso em: 7 fev. 2021.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo: Edusp, 2004.

SARAVIA, E. Introdução à teoria da política pública. *In*: SARAVIA, E.; FERRAREZI, E. (Ed.). **Políticas públicas**: coletânea. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2006. p. 21–42. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3132>. Acesso em: 7 fev. 2021.

SARI, F. Assessment of land-use change effects on future beekeeping suitability via CA-Markov prediction model. **Journal of Apicultural Science**, v. 64, n. 2, p. 263–276, 2020. DOI 10.2478/jas-2020-0020. Disponível em: <https://content.sciendo.com/view/journals/jas/ahead-of-print/article-10.2478-jas-2020-0020/article-10.2478-jas-2020-0020.xml>. Acesso em: 8 fev. 2021.

SCANTIMBURGO, A. O desmonte da agenda ambiental no governo bolsonaro. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, v. 52, p. 103–117, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/perspectivas/article/view/13235>.

SCARDUA, F. P.; BURSZTYN, M. A. A. Descentralização da política ambiental no Brasil. **Sociedade e Estado**, v. 18, n. 1/2, p. 291–314, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922003000100014&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 7 fev. 2021.

SERTEL, E.; TOPALOĞLU, H. R.; ŞALLI, B.; YAY ALGAN, I.; AKSU, A. G. Comparison of landscape metrics for three different level land cover/land use maps. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 10, 2018. DOI 10.3390/ijgi7100408. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2220-9964/7/10/408>. Acesso em: 7 fev. 2021.

SILVA, L. C.; CUNHA, H. C. S. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. 2.ed. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/4/rel_proj_rj_geologia.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

SILVA, M. O. Saindo da invisibilidade – a política nacional de povos e comunidades tradicionais. **Inclusão Social**, v. 2, n. 2, p. 7–9, 2007. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1596/1802>. Acesso em: 7 fev. 2021.

SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L. Dinamica—a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. **Ecological Modelling**, v. 154, n. 3, p. 217–235, 2002. DOI 10.1016/S0304-3800(02)00059-5. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304380002000595>. Acesso em: 5 fev. 2020.

SOARES-FILHO, B. S.; RODRIGUES, H. O.; COSTA, W. **Modeling environmental dynamics with Dinamica EGO**. Belo Horizonte: Britaldo Silveira Soares-Filho, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tao_Guo28/publication/282782423_Dinamica_EGO_guidebookpdf/links/561c711108aea80367243fdc.pdf. Acesso em: 7

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Período 2017-2019**. 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/10/Atlas-mata-atlanticaDIGITAL.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, n. 16, p. 20–45, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-45222006000200003&script=sci_arttext. Acesso em: 7 fev. 2021.

STAN, K. D.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. The Edmonton-Calgary corridor: simulating future land cover change under potential government intervention. **Land Use Policy**, v. 63, p. 356–368, 2017. DOI 10.1016/j.landusepol.2017.01.039. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837715303124>. Acesso em: 8 fev. 2021.

STAN, K.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. Deforestation and secondary growth in Costa Rica along the path of development. **Regional Environmental Change**, v. 19, n. 2, p. 587–597, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1432-5>. Acesso em: 7 fev. 2021.

TROUPIN, D.; CARMEL, Y. Landscape patterns of development under two alternative scenarios: Implications for conservation. **Land Use Policy**, v. 54, p. 221–234. 2016. DOI 10.1016/j.landusepol.2016.02.008. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837716000338>. Acesso em: 8 fev. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO (UERJ). **Plano de controle ambiental**: Estrada Paraty Cunha - RJ 165. 2010. Disponível em: <http://docplayer.com.br/15820694-Plano-de-controle-ambiental-pca-estrada-parque-paraty-cunha-rj-165-versao-final.html>. Acesso em: 7 fev. 2021.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA**: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>. Acesso em: 7 fev. 2020.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos Avancados**, v. 24, n. 68, p. 147–160, 2010. DOI 10.1590/s0103-40142010000100013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 fev. 2021.

VELDKAMP, A.; LAMBIN, E. Predicting land-use change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 85, n. 1/3, p. 1–6, 2001. DOI 10.1016/S0167-8809(01)00199-2. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880901001992>. Acesso em: 5 fev. 2020.

VERBURG, P. H.; KOK, K.; PONTIUS, R. G.; VELDKAMP, A. Modeling land-use and land-cover change. *In*: LAMBIN, E.F.; GEIST, H. (Ed.). **Land-use and land-cover change**. Berlin: Springer, 2006. p. 117–135. DOI 10.1007/3-540-32202-7_5. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/3-540-32202-7_5. Acesso em: 7 fev. 2021.

VIANNA, V. M. Envolvimento sustentável e conservação das florestas brasileiras. *In*: DIEGUES, A. C.; VIANNA, V. M. (Ed.). **Comunidade tradicionais e manejo dos recursos naturais da Mata Atlântica**: coletânea de textos apresentados no Seminário alternativas de manejo sustentável de recursos naturais do Vale do Ribeira, realizado entre 15 e 19 de junho de 1999. 2.ed. São Paulo: HUGITEC, 2004. p. 29–43. Disponível em: http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/ComunidadeTradicionais001_4.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

WANG, J.; MOUNTRAKIS, G. Developing a multi-network urbanization model: a case study of urban growth in Denver, Colorado. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 25, n. 2, p. 229–253, 2011. DOI 10.1080/13658810903473213. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810903473213>. Acesso em: 12 fev. 2021.

WANG, X.; DONG, X.; LIU, H.; WEI, H.; FAN, W.; LU, N.; XU, Z.; REN, J.; XING, K. Linking land use change, ecosystem services and human well-being: a case study of the Manas River Basin of Xinjiang, China. **Ecosystem Services**, v. 27, p. 113–123, 2017. DOI 10.1016/j.ecoser.2017.08.013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041617301195>. Acesso em: 26 jan. 2020.

WILLIS, K. S. Remote sensing change detection for ecological monitoring in United States protected areas. **Biological Conservation**, v. 182, p. 233–242, 2015. DOI 10.1016/j.biocon.2014.12.006. Disponível em: http://apps-webofknowledge.ez61.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=64&SID=6AgEkfwNVvc3bnFwxwFI&page=1&doc=1. Acesso em: 7 fev. 2021.

WOLFRAM, S. Statistical mechanics of cellular automata. **Reviews of Modern Physics**, v. 55, n. 3, p. 601–644, 1983.
<https://doi.org/10.1103/RevModPhys.55.601>.

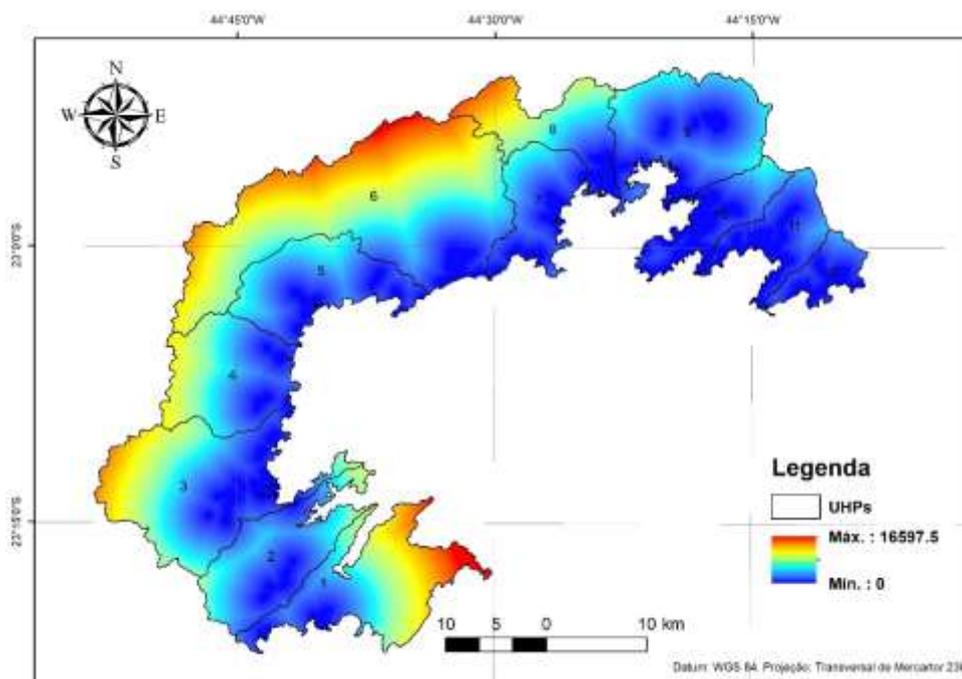
XIMENES, A. D. E. C.; DE ALMEIDA, C. M.; AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; DE AGUIAR, A. N. A. P. D. Modelagem dinâmica do desmatamento na Amazônia. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 14, n. 3, p. 370–391, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/12564>. Acesso em: 7 fev. 2021.

ZHAI, X.; YAN, C.; XING, X.; JIA, H.; WEI, X.; FENG, K. Spatial-temporal changes and driving forces of aeolian desertification of grassland in the Sanjiangyuan region from 1975 to 2015 based on the analysis of Landsat images. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 1, p. 2, 9 2021. DOI 10.1007/s10661-020-08763-8. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10661-020-08763-8>. Acesso em: 7 fev. 2021.

APÊNDICE A – VARIÁVEIS ESTÁTICAS UTILIZADAS NO MODELO

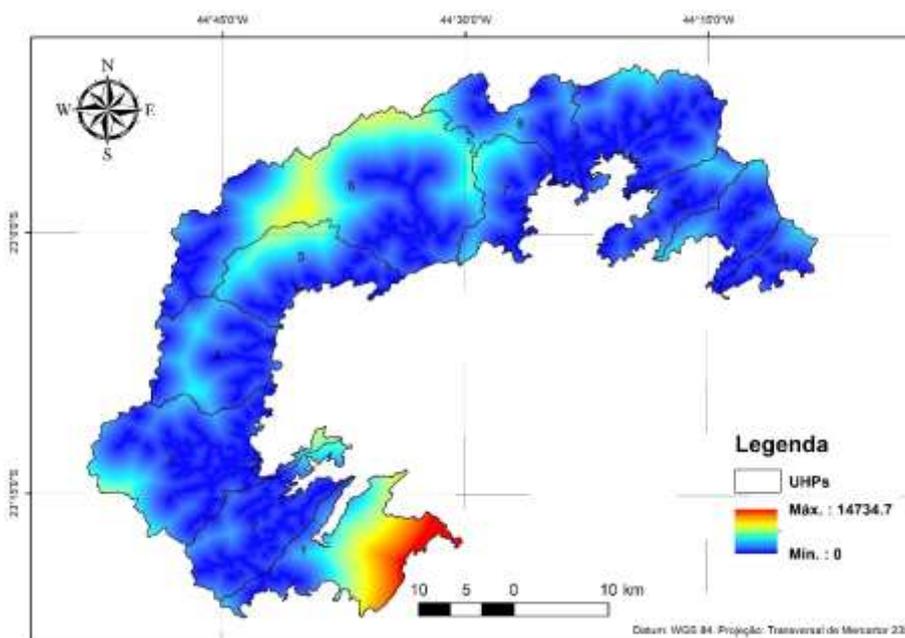
Variáveis de infraestrutura:

Figura A. 1 - Distância a arruamento.



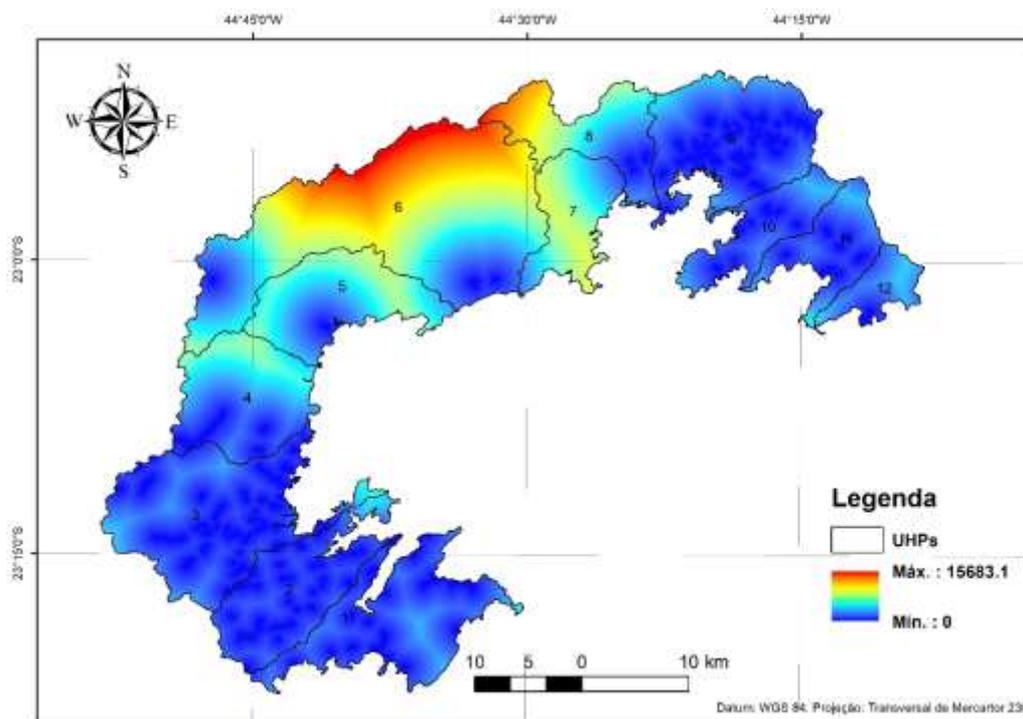
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 2 - Distância a Rodovia Secundária (municipal).



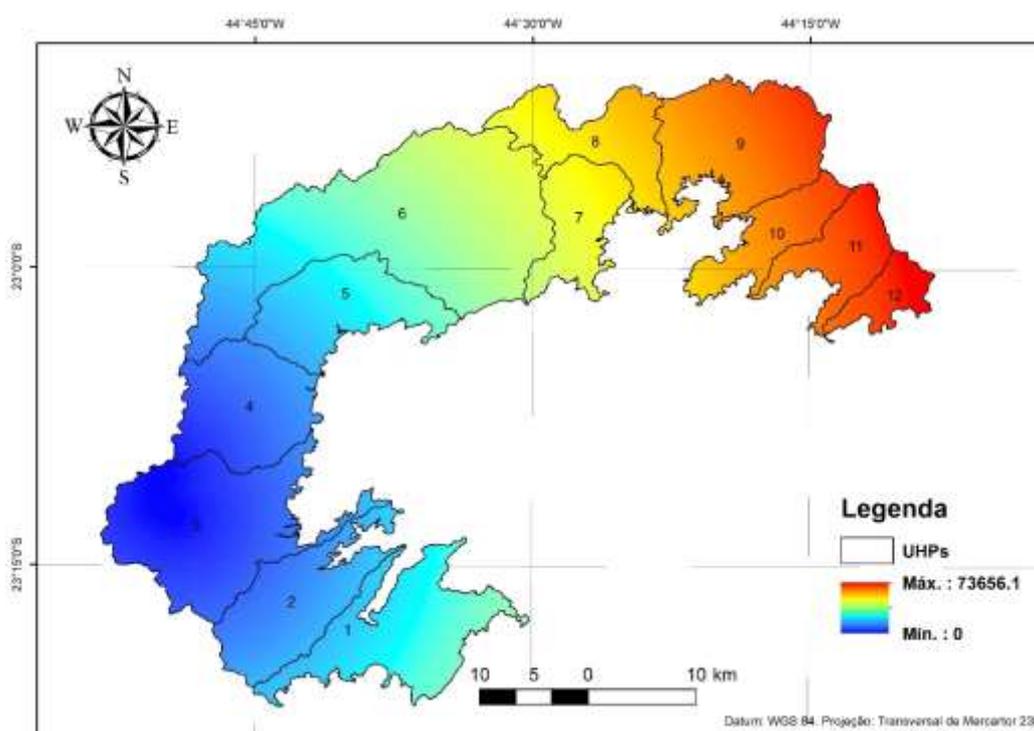
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 3 - Distância a Trilha Picada.



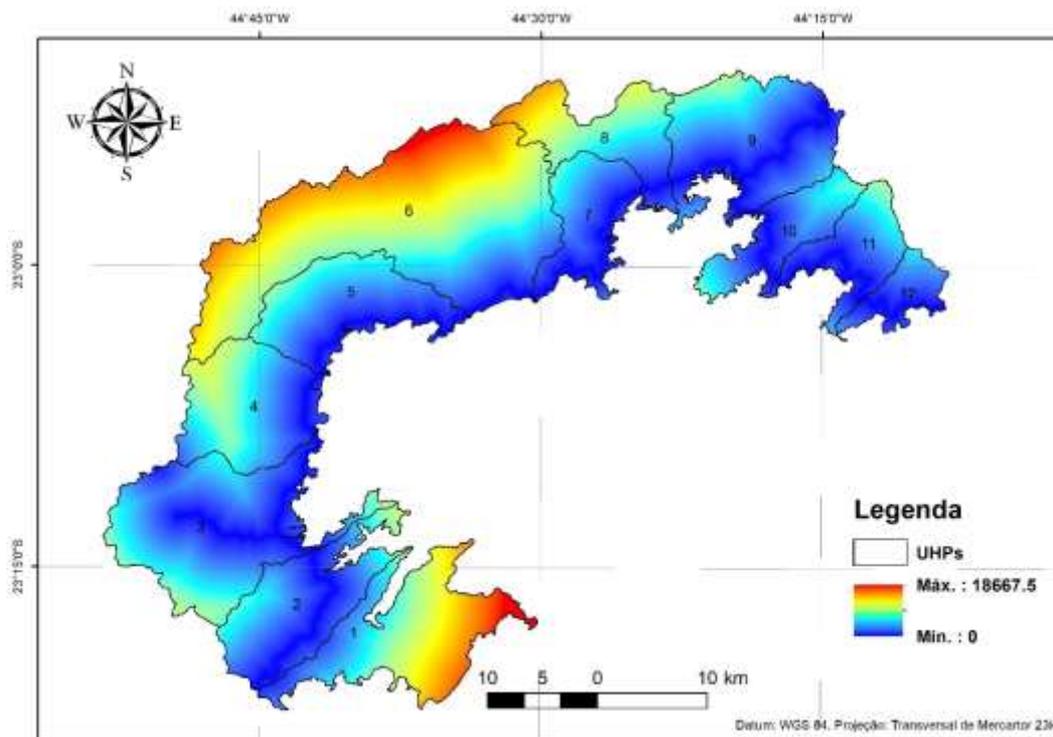
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 4 - Distância a Rodovias não pavimentadas.



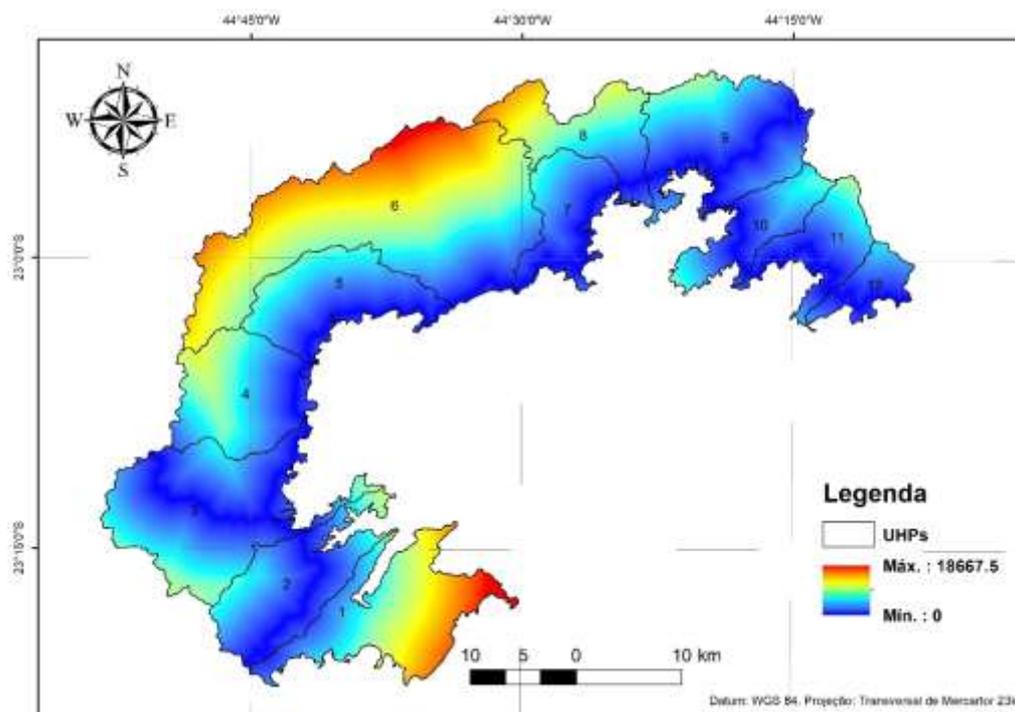
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 5 - Distância a Rodovias Pavimentadas 1985 até 2015.



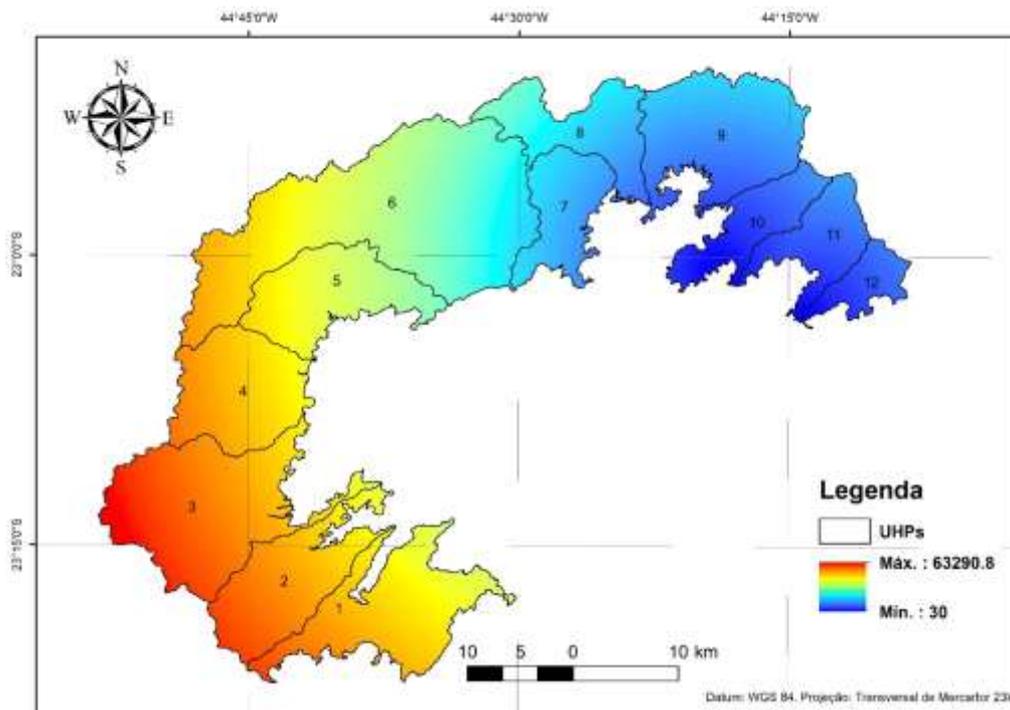
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 6 - Distância a Rodovias Pavimentadas 2016 até 2018.



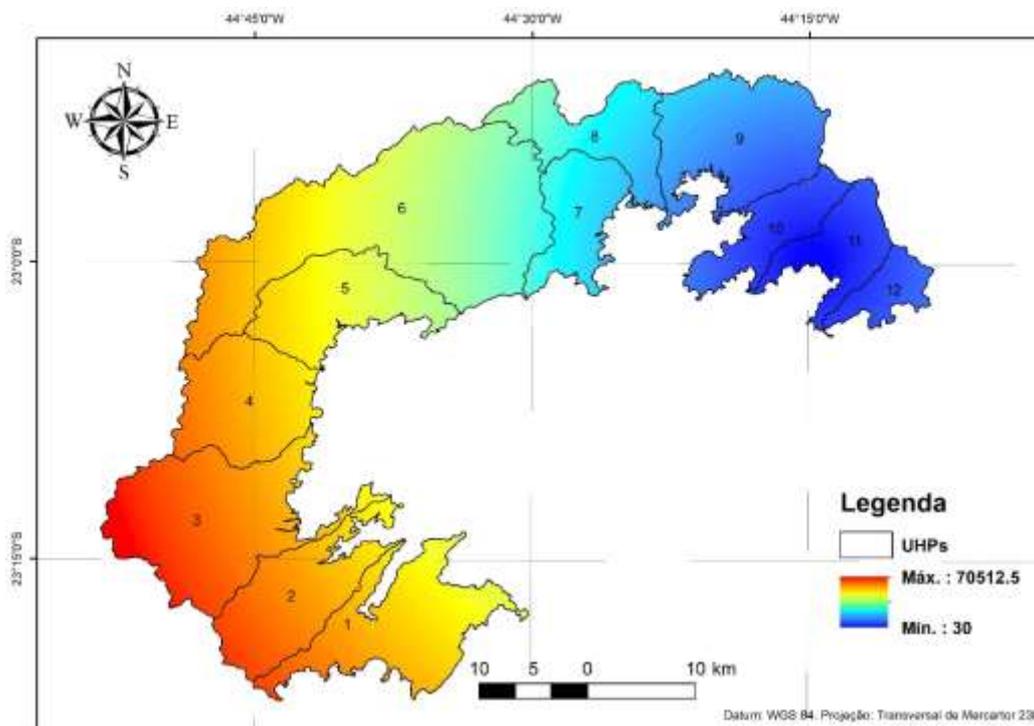
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 7 - Distância a Portos.



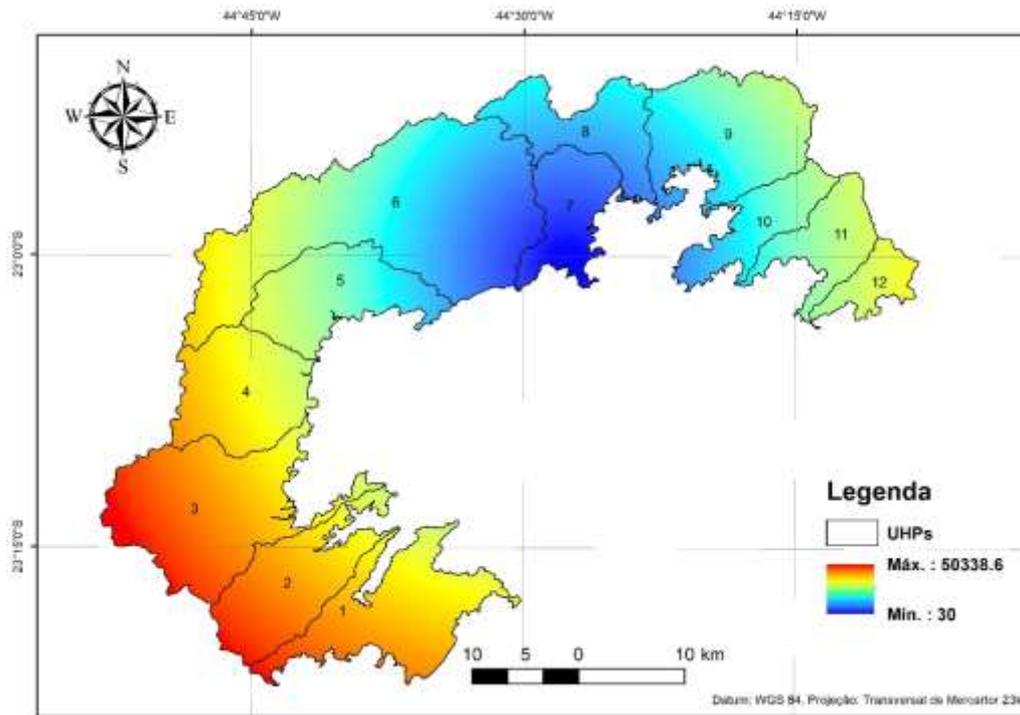
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 8 - Distância ao Estaleiro Verolme.



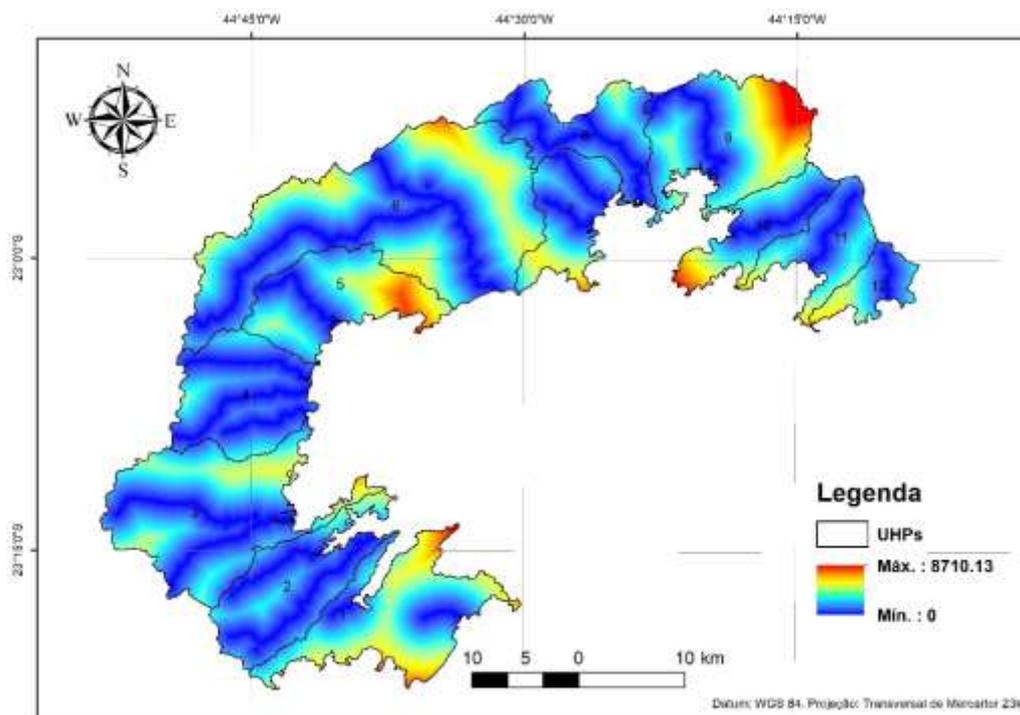
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 9 - Distância a Usinas Nucleares.



Fonte: Produção da autora.

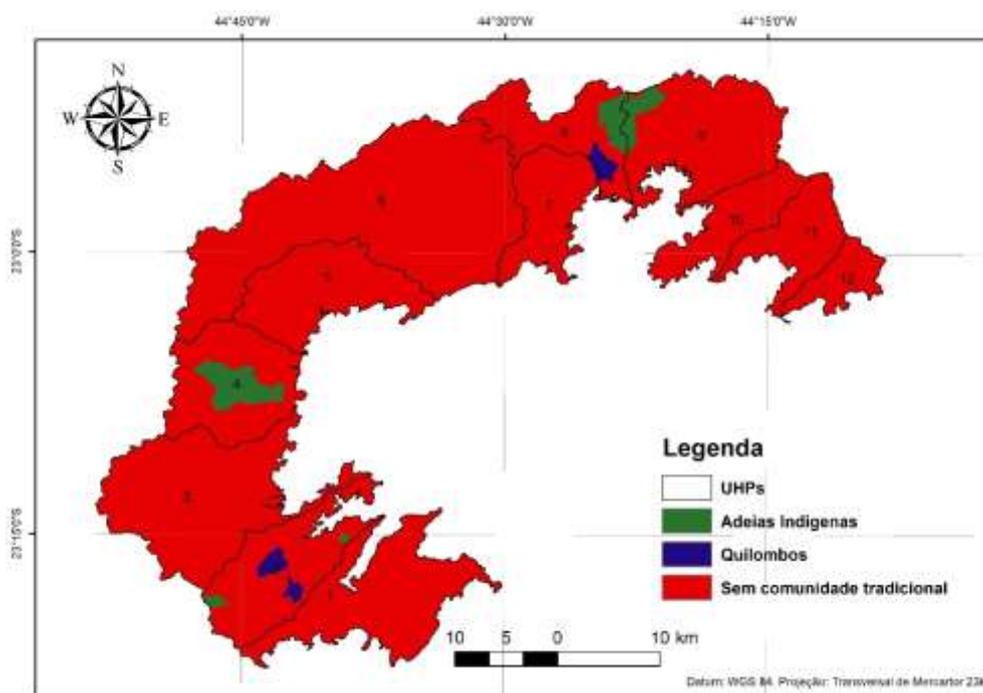
Figura A. 10 - Distância a Hidrografia.



Fonte: Produção da autora.

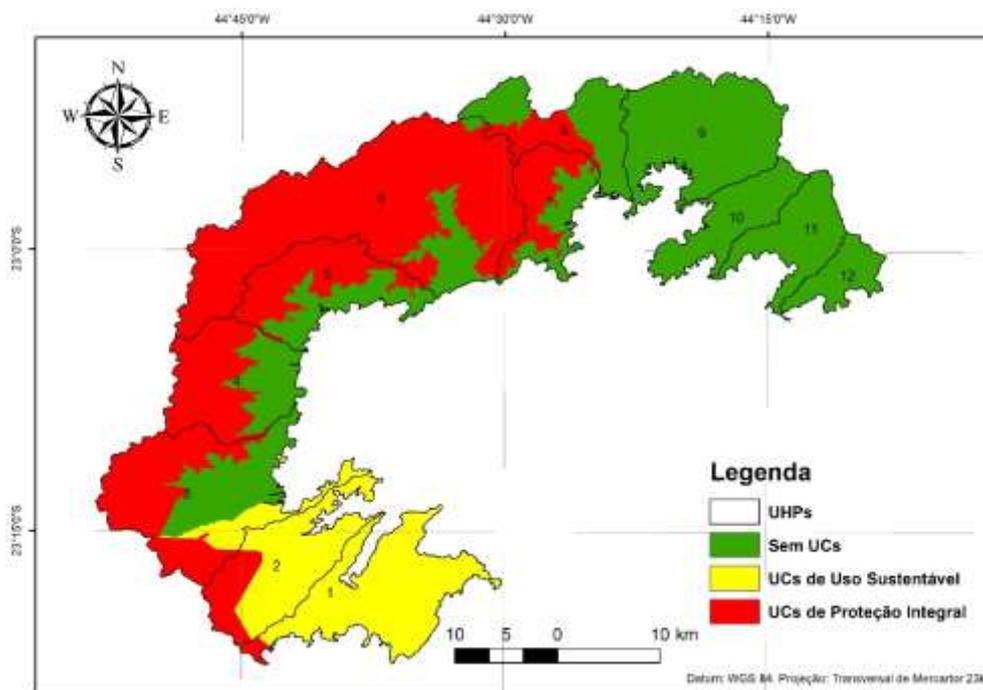
Variáveis de áreas protegidas

Figura A. 11 - Comunidades Tradicionais.



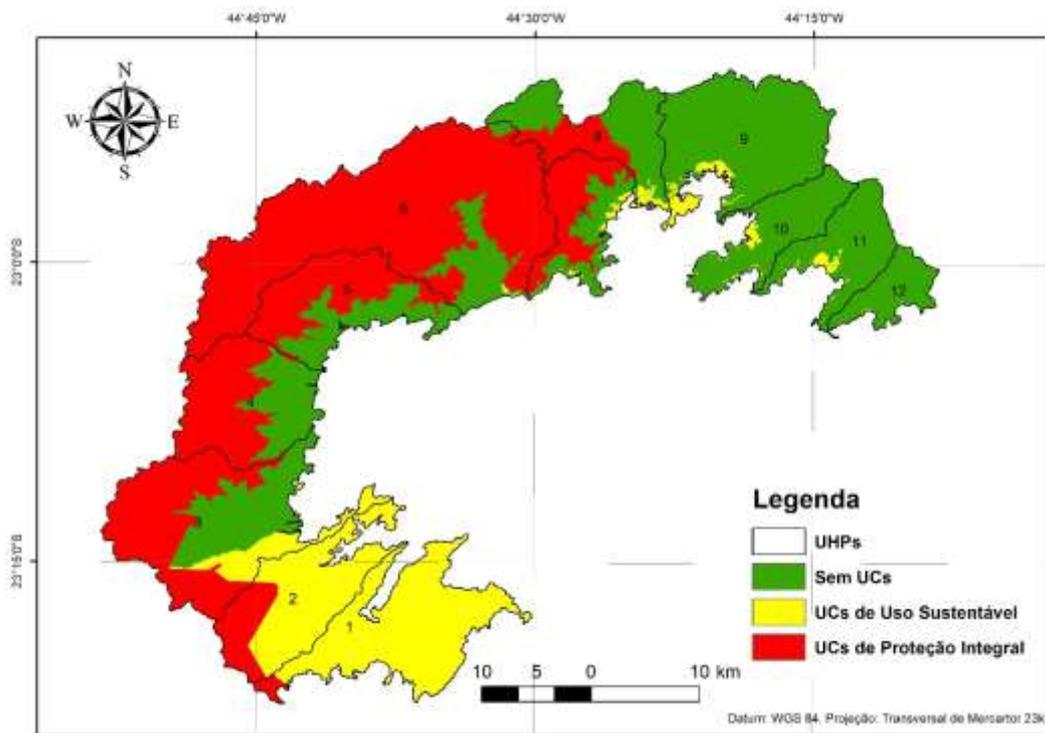
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 12 - Unidades de conservação em 1985 (categórica).



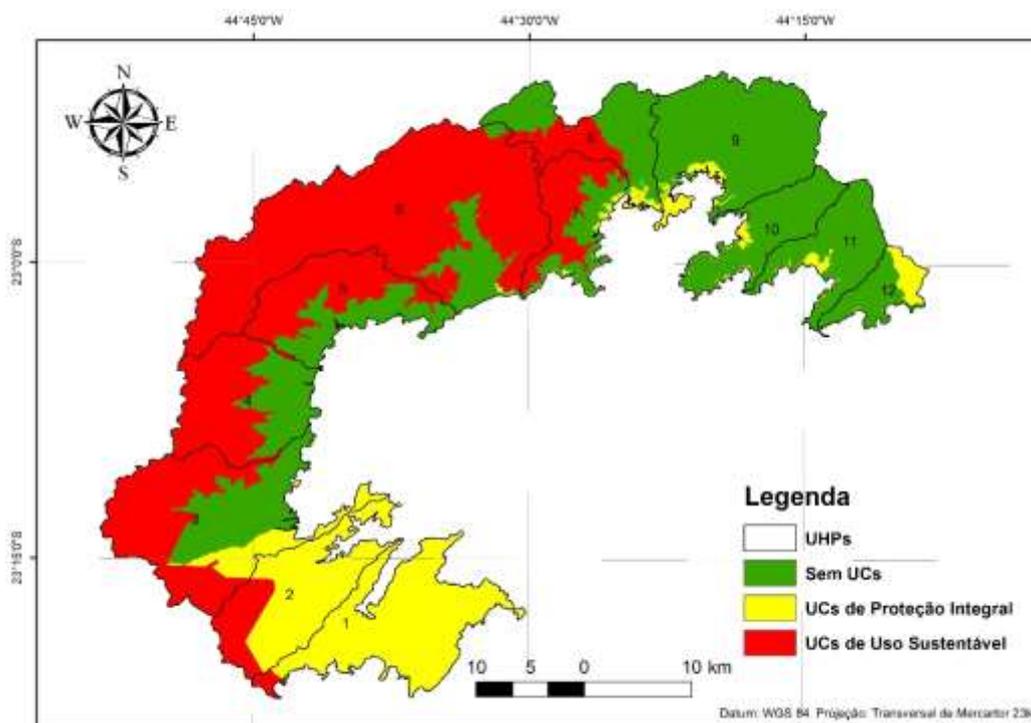
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 13 - Unidades de conservação em 1986 (categórica).



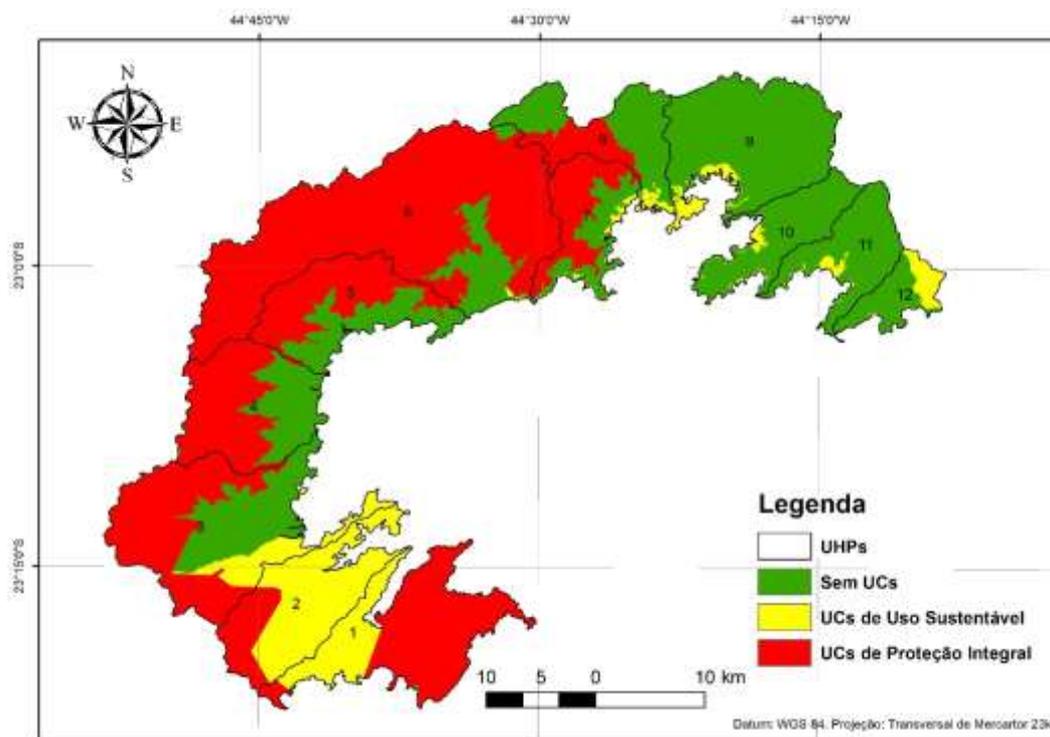
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 14 - Unidades de conservação de 1987 até 1991 (categórica).



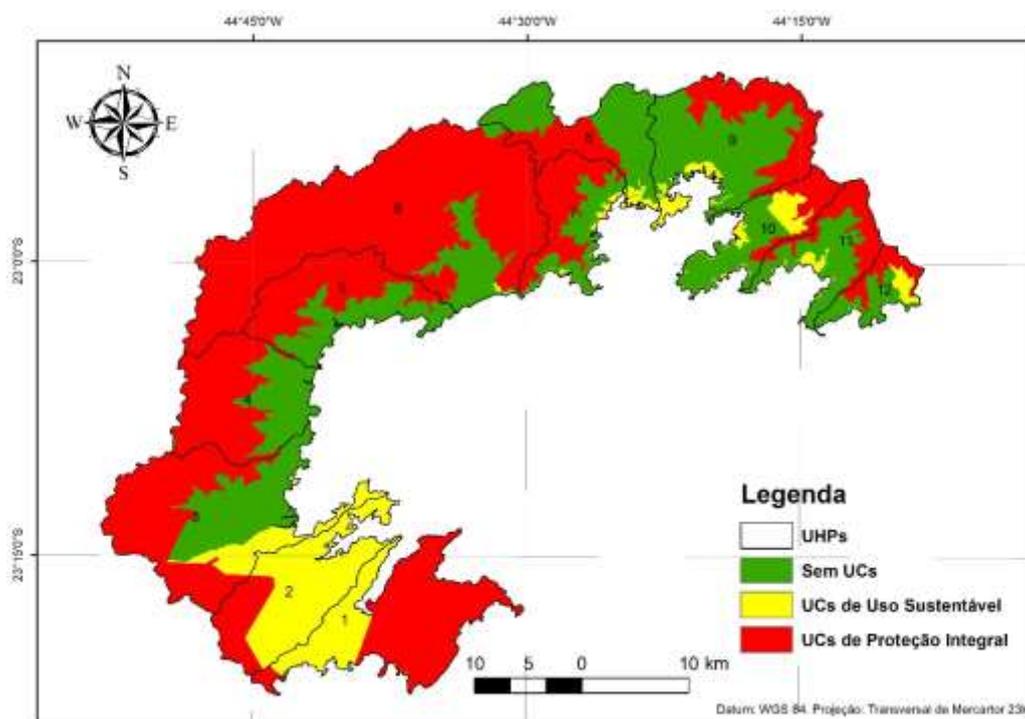
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 15 - Unidades de conservação de 1992 até 2007.



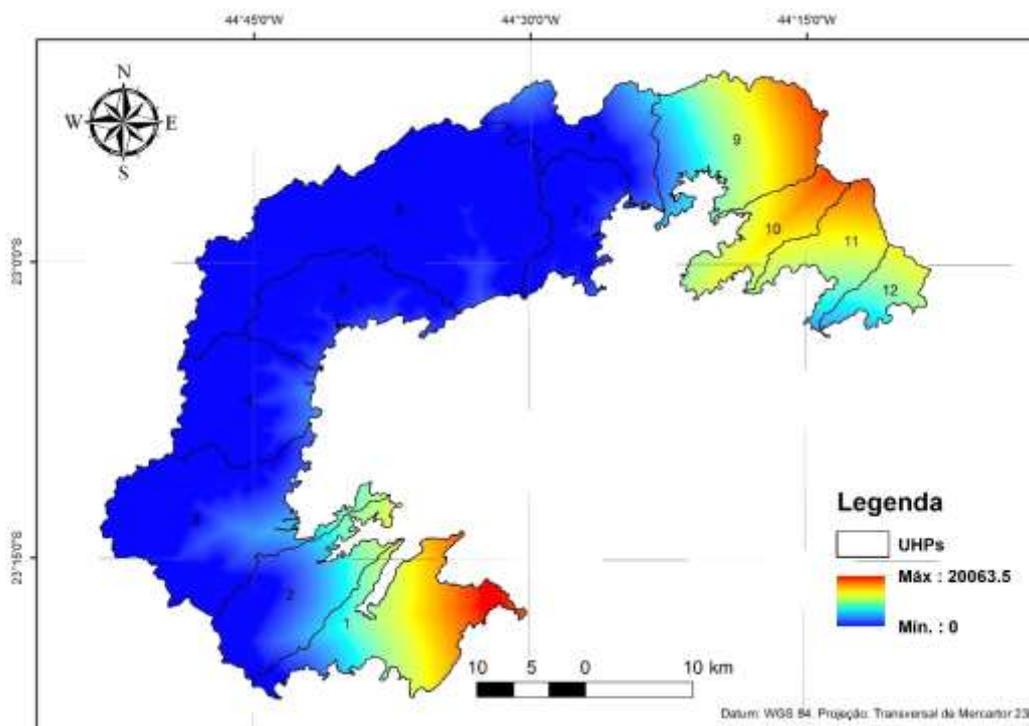
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 16 - Unidades de conservação de 2008 até 2018.



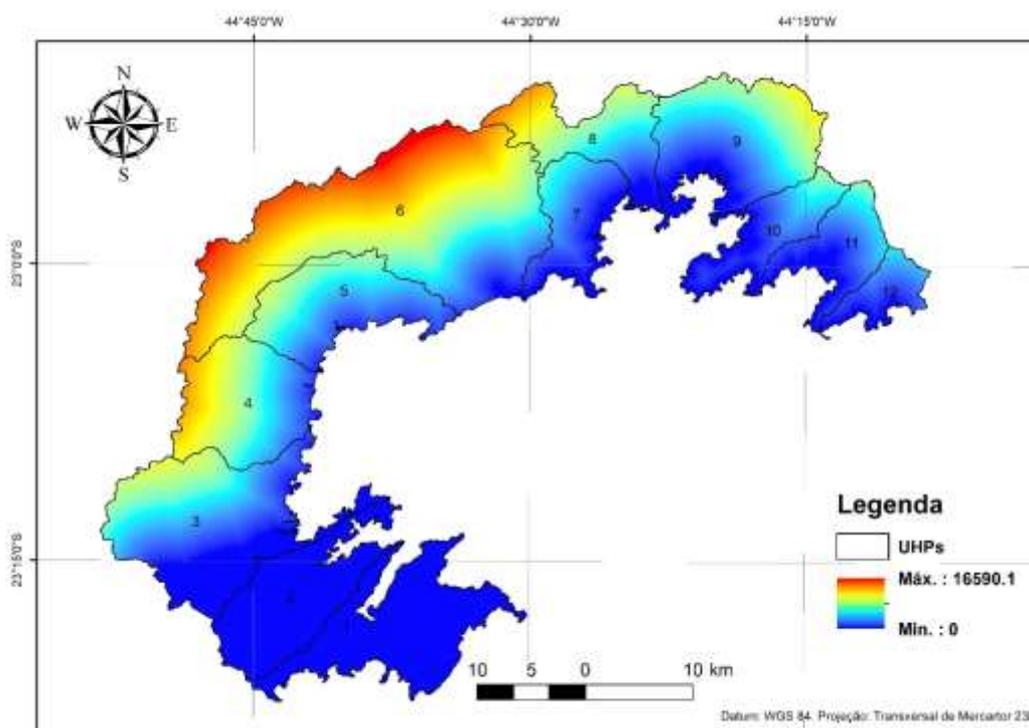
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 17 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 1985.



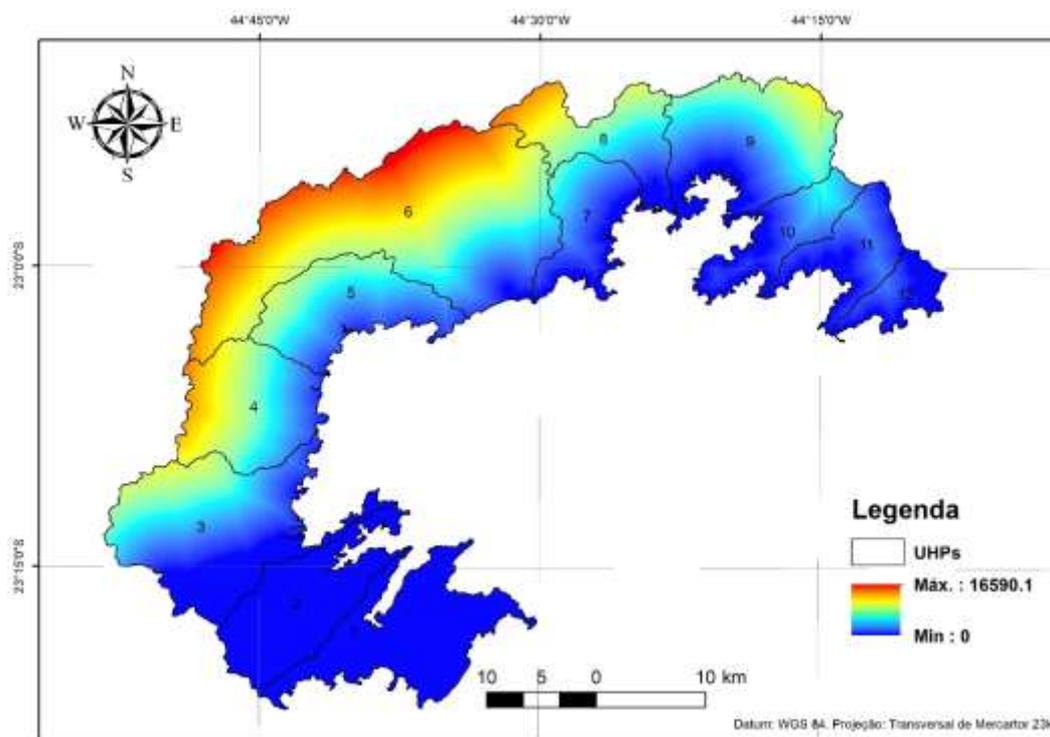
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 18 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 1986.



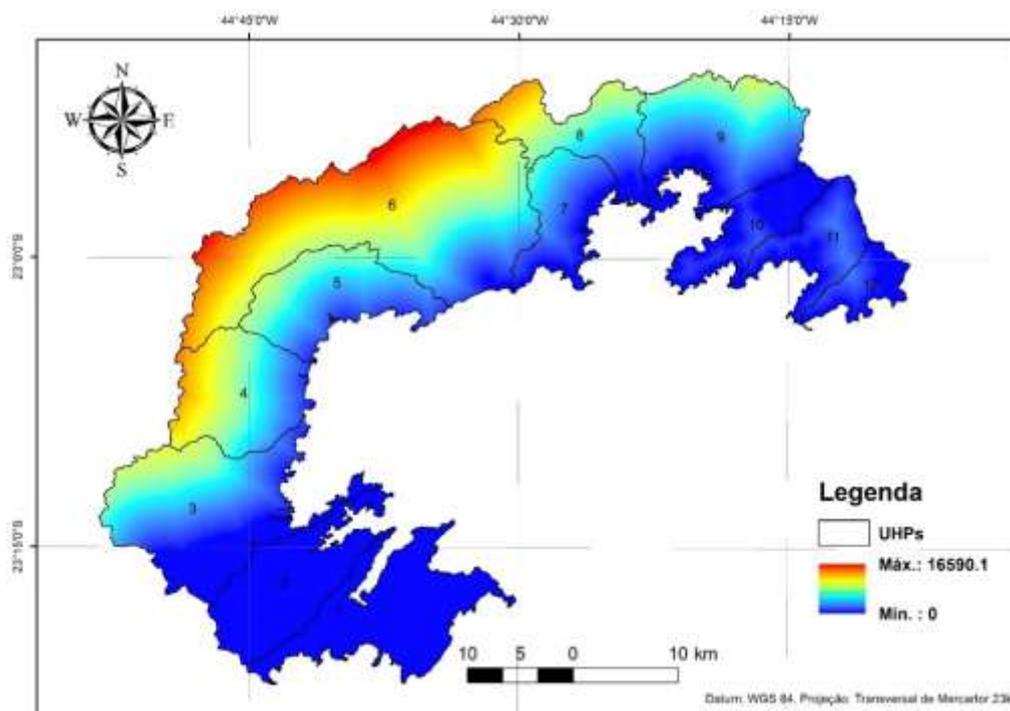
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 19 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 1987 até 2007.



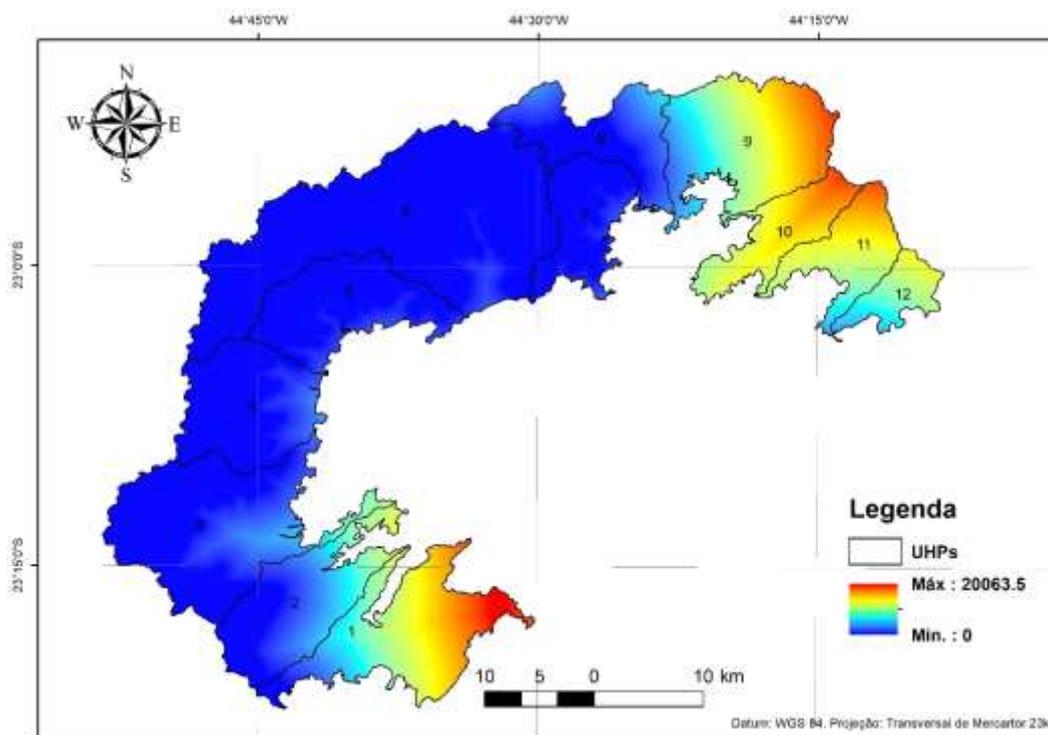
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 20 - Distância às UCs de Uso Sustentável em 2008 até 2018.



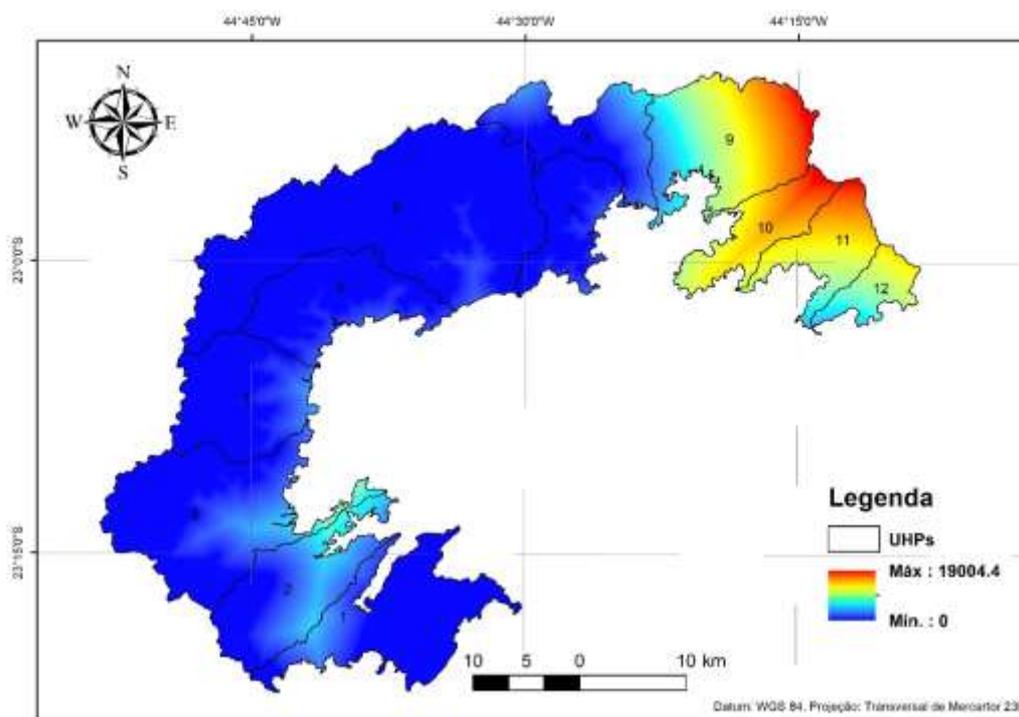
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 21 - Distância às UCs de Proteção Integral de 1985 até 1991.



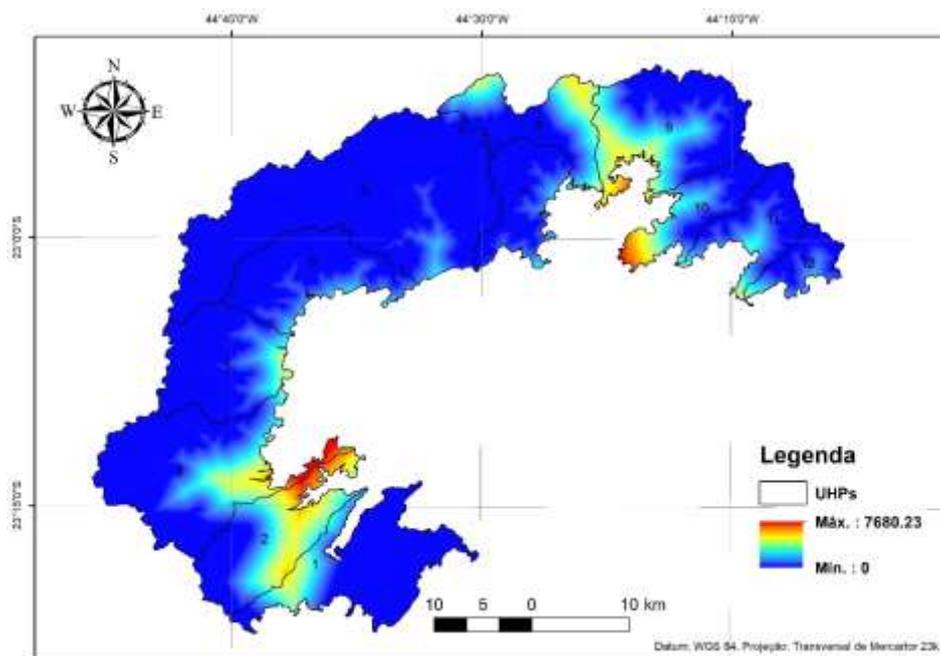
Fonte: Produção da autora.

Figura A. 22 - Distância às UCs de Proteção Integral de 1992 até 2007.



Fonte: Produção da autora.

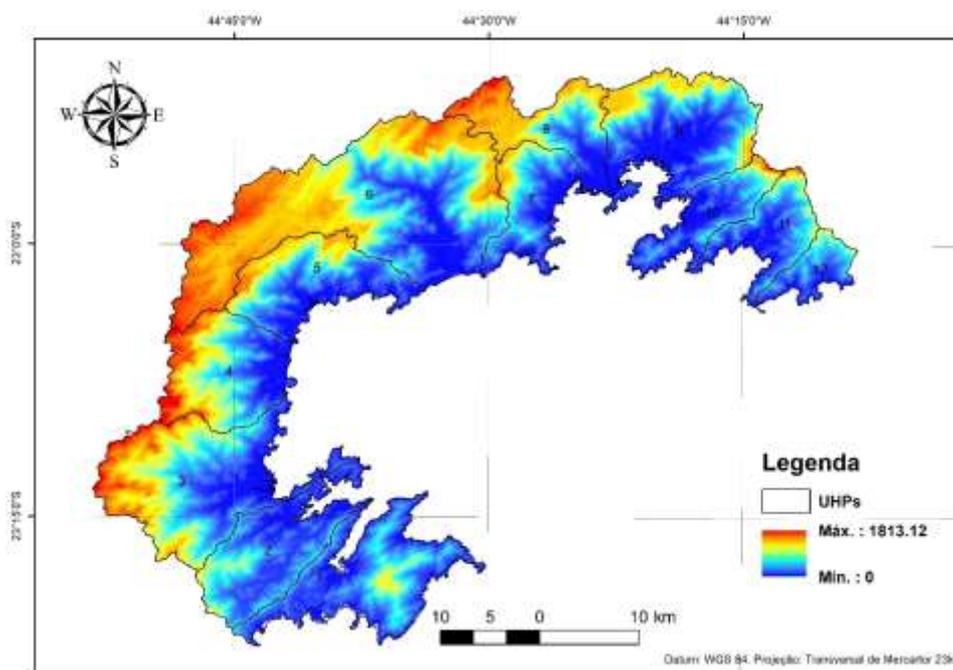
Figura A. 23 - Distância às UCs de Proteção Integral de 2008 até 2018.



Fonte: Produção da autora.

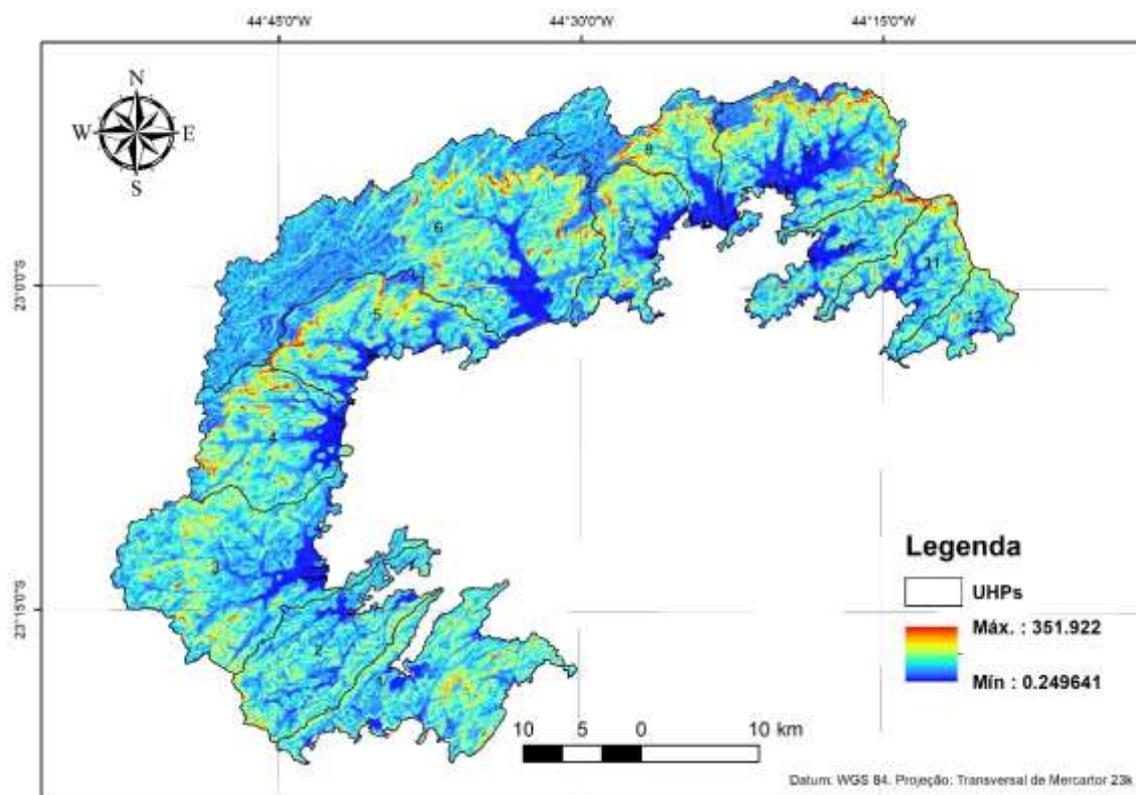
Variáveis de relevo

Figura A. 24 – Altimetria (m).



Fonte: Produção da autora.

Figura A. 25 - Declividade (%).



Fonte: Produção da autora.

APÊNDICE B – SCRIPT EM PHYTON PARA MANIPULAÇÃO DOS ARQUIVOS DOS PESOS DE EVIDÊNCIA

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import glob
import os
import os, os.path

#cria variaveis das pastas

wgt_path = str(input("Informe a Pasta dos pesos: "))
print(wgt_path)
corr_path = str(input("Informe a Pasta da correlação: "))
trans_path=str(input("Informe a Pasta das transições: "))
new_wgt_path=str(input("Informe a Pasta dos novo pesos a serem salvos: "))

#cria uma lista com os arquivos csv dentro do diretório (correlação)
search_criteria = "*.csv"
csv_corre = os.path.join(corr_path, search_criteria)
csv_corre_list = glob.glob(csv_corre)

#cria uma lista com os arquivos csv dentro do diretório (pesos)
csv_wgt = os.path.join(wgt_path, search_criteria)
csv_wgt_list= glob.glob(csv_wgt)

#cria uma lista com os arquivos csv dentro do diretório (transições)
csv_tran = os.path.join(trans_path, search_criteria)
csv_tran_list= glob.glob(csv_tran)

#vai abrir cada arquivo da pasta e cria nome do arquivo final
for i in range (0,len(csv_wgt_list)):

    wgt_file=csv_wgt_list[i]

    wgt_file_split=os.path.split(wgt_file)

    filename=wgt_file_split[1]
    #abre arquivos peso, correlação, e transição
    wgt= pd.read_csv(csv_wgt_list[i])
    corr= pd.read_csv(csv_corre_list[i])
    tran=pd.read_csv(csv_tran_list[i])

    #muda os nemos das colunas para manialção
    true_wgt= wgt.rename(columns={"From*": "From", " To*": "To",
    " Variable*": "Variable",
    " Range_Lower_Limit*": "Range_Lower_Limit"})

    corr= corr.rename(columns={"Transition_From*": "Transition_From",
    " Transition_To*": "Transition_To",
    " First_Variable*": "First_Variable",
    " Second_Variable*": "Second_Variable",
    " Joint_Uncertainty": "Joint_Uncertainty"})
```

```

tran=tran.rename(columns={"From*": "From", " To*": "To"})

#cria lista com as transições

l_from=list(tran.From)
l_to=list(tran.To)
print('Arquivo:', filename)
print('Transições:', l_from, l_to, sep='\n')

# confere quais as transições existem no arquivo de peso, e tira as que não existem

#true_tran=wgt.isin({'From': l_from, 'To':l_to})

#t_tran= true_tran[(true_tran.From == False) | (true_tran.To == False)]

#id_drop_tran=list(t_tran.index)

#tira as transições q nao existem do arquivo pesos

#true_wgt=wgt.drop(id_drop_tran)
#print("Arquivo peso com transições corretas:", true_wgt.head(), sep='\n')

#Pega apenas as variáveis com correlação do arquivo correlação

corr = corr[(corr.Joint_Uncertainty>=0.5)]
print('Variáveis com dependencia espacial:', corr.head(), sep='\n')

#cria dataframe com nome das variáveis
var=[" distance/distance_to_1", " distance/distance_to_2", " distance/distance_to_3",
     " distance/distance_to_4",
     " distance/distance_to_5",
     " static_var/slope", " static_var/DEM",
     " static_var/d_rod_nao_pav",
     " static_var/d_rod_pav", " static_var/d_verolme",
     " static_var/d_portos", " static_var/d_usina", " static_var/d_rod_sec",
     " static_var/d_trilhpic", " static_var/d_arruamento", " static_var/d_uc_uso_sus" ,
     " static_var/d_hidrog", " static_var/d_uc_prot_int",
     " static_var/UCs", "static_var/comunidades"]
df_var=pd.DataFrame(var, columns=["variáveis"])

#perguntar as variáveis que quer retirar e faz processo de retirar essas variáveis do arquivo
#peso, por transição

wgt_drop_tot=pd.DataFrame(columns={"From", "To",
                                   "Variable",
                                   "Range_Lower_Limit", " Weight"})
for i in range (0,len(l_from)):
    #pega por transição
    t_wgt = true_wgt[(true_wgt.From == l_from[i]) & (true_wgt.To == l_to[i])]
    t_cor = corr[(corr.Transition_From == l_from[i]) & (corr.Transition_To ==l_to[i])]
    print('Arquivo:', filename)
    print('Transição: ', l_from[i], '-', l_to[i], sep=' ')
    p_cor=t_cor.drop(['Transition_From', 'Transition_To', ' Chi_2', ' Cramer', ' Contingency',
Joint_Entropy'], axis=1)
    pd.set_option('display.max_rows', None)
    pd.set_option('display.max_columns', None)

```

```

r_var=list(df_var.index)
verd=2

while verd == 2:
    print(p_cor)
    #laço para nao parar o programa de acordo c a quantida max de variaveis
    cnt=True
    while cnt is True:

        nvx=(input("Quantas variáveis deseja excluir?"))
        if nvx is "":
            print("Erro!")
        else:
            nvx=int(nvx)
            if nvx in range(0,len(r_var)):

                cnt=False
            else:
                print('Erro! Numero maior que a lista de variaveis')

    print(df_var.head(21))
    t=1
    var_del=[]

    while t<=nvx:
        bol=True
        while bol is True:

            vx=(input("Qual variável deseja excluir?"))
            #laço que define o range das variaveis, valores caeitos - mudar p novas variavei
            if vx is "":
                print("Erro!")
            else:
                vx=int(vx)
                if vx<=20:
                    vn=vx
                    var_del= var_del + [vn]
                    t=t+1
                    bol=False
                else:
                    print('numero incorreto, digite numero valido')
        nome_var=[]
        #localiza nome das variaveis no df varaiveis
        for l in var_del:
            num_var=df_var.loc[l, 'variaveis']
            nome_var=nome_var + [num_var]

        print('Variaveis escolhidas:', nome_var, sep='\n')
        verd=int(input('Confirma varriáveis? Digite 1 para Sim ou 2 para Não'))

k=1
var_remove_tot=pd.DataFrame(columns={"From", "To",
    "Variable",
    "Range_Lower_Limit", " Weight"})

```

```

while k<=nvx:
    nome_var_del=nome_var[k-1]

    var_remove=t_wgt[t_wgt.Variable == nome_var_del]

    var_remove_tot=pd.concat([var_remove, var_remove_tot])

    k=k+1

wgt_drop_tot=pd.concat([var_remove_tot, wgt_drop_tot])

print("Pesos excluidos", wgt_drop_tot.head(), sep='\n')
id_drop_wgt=list(wgt_drop_tot.index)

new_wgt=true_wgt.drop(id_drop_wgt)
print('Arquivo pesos final:', new_wgt.head(), sep='\n')

#muda as strigs do cabeçalho para padrão do dinamicaego
new_wgt= new_wgt.rename(columns={"From": "From*", "To" : " To*",
                                "Variable":" Variable*",
                                "Range_Lower_Limit":" Range_Lower_Limit*"})

#cria nome do arquivo a ser salvo na pasta dos novos pesos
name_file=(os.path.join(new_wgt_path, filename))

#salva arquivo
new_wgt.to_csv(name_file, index=False)

print("Arquivo ", filename, 'salvo com sucesso!')
print("Abrindo proximo arquivo...")
print('\n')
print("Fim do processo!")

```

APÊNDICE C – TABELAS DAS TAXAS DE TRANSIÇÃO POR UHP E GRÁFICOS DOS PESOS DE EVIDENCIA PARA AS VARIÁVEIS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E COMUNIDADES TRADICIONAIS

Tabela C. 1 - Taxas das transições da UHP 1. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,10	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,47	0,33	0,23	0,20	0,10	0,29	0,28
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	4,33	2,48	21,67	18,09	4,26	2,86	1,83
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	9,85	13,83	36,56	19,44	16,45	3,80	9,21
Urbanização	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,50	0,01	0,00	0,29	0,14	0,04	0,26
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	14,26	10,19	20,70	41,37	40,41	2,73	7,45

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 2 - Taxas das transições da UHP 2. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,40	0,52	0,41	0,29	0,02	0,08	0,24
	Formação Florestal - Mosaico de Usos	0,78	0,76	1,31	0,61	0,38	0,43	0,58
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	4,92	3,00	11,63	8,20	6,38	2,75	3,82
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	15,37	12,44	21,56	17,07	20,73	12,05	16,15
Mosaico	Pastagem - Mosaico de Usos	10,50	4,59	13,38	16,21	14,68	5,10	6,83

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 3 - Taxas das transições da UHP 3. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,56	0,69	0,63	0,62	0,09	0,22	0,34
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,74	0,42	1,24	1,08	0,53	0,94	0,85
	Mangue - Mosaico de Usos	0,00	0,79	0,00	4,11	0,00	0,00	0,00
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	6,47	3,21	15,52	8,95	6,23	3,18	3,32
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	12,05	11,23	16,52	10,41	11,47	6,61	9,05
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,22	0,19	0,78	0,76	0,07	0,12	0,41
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,17	1,53	1,96	2,73	2,62	2,65	2,03
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	9,91	3,36	16,75	18,62	11,50	6,50	6,18

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 4 - Taxas das transições da UHP 4. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,46	0,61	0,71	0,73	0,07	0,11	0,34
	Formação Florestal - Mosaico de Usos	0,76	0,35	1,12	1,19	0,53	0,73	1,04
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	4,53	2,22	12,89	5,21	4,09	1,75	1,50
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	10,01	9,02	12,96	7,31	8,37	4,44	6,91
Urbanização	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	0,24	0,16	0,00	0,43
Mosaico	Pastagem - Mosaico de Usos	10,30	2,22	16,37	12,30	8,24	8,27	6,01

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 5 - Taxas das transições da UHP 5. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						2013 a 2018
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,08	0,21	0,30	0,24	0,07	0,06	0,10
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,39	0,17	0,51	0,68	0,67	0,57	0,63
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	3,62	1,98	12,58	5,46	2,44	2,46	4,38
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	10,56	11,50	21,85	8,73	7,04	6,61	11,17
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	0,09	0,63	1,52	5,28
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	15,12	5,23	17,24	27,91	10,57	9,50	6,68

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 6 - Taxas das transições da UHP 6. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,17	0,22	0,25	0,20	0,06	0,05	0,32
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,53	0,30	0,60	0,70	0,34	0,47	0,47
	Mangue - Mosaico de Usos	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	5,45	3,32	9,36	6,99	2,32	1,14	2,09
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	11,81	10,51	15,53	10,34	8,91	5,22	7,40
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,59	0,65	0,36	2,14	0,10	0,02	0,31
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,79	2,93	3,66	4,53	1,41	1,46	1,74
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	14,95	4,92	22,50	25,34	12,79	11,96	10,89

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 7 - Taxas das transições da UHP 7. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,21	0,06	0,02	0,67	0,19	0,05	0,06
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,74	0,26	0,41	1,02	0,41	0,57	0,50
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	2,23	3,24	17,97	8,42	3,11	0,72	2,30
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	6,44	12,62	27,82	9,26	7,09	4,62	6,78
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,60	0,32	0,53	0,64	0,00	0,00	0,00
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	6,04	0,48	1,45	2,63	0,68	0,97	0,87
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	13,01	7,25	18,29	23,65	12,69	5,87	5,24

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 8 - Taxas das transições da UHP 8. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,08	0,04	0,10	0,14	0,00	0,05	0,08
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,74	0,38	0,86	1,30	0,33	0,92	0,65
	Mangue - Mosaico de Usos	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	4,78	6,66	16,82	7,09	3,69	2,27	2,11
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	7,45	11,20	16,00	9,82	8,73	2,34	6,88
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	0,00
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,70	0,20	0,00	11,40	2,82	12,38	7,13
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,02	0,02
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	12,77	7,13	17,22	27,04	27,85	5,19	8,77

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 9 - Taxas das transições da UHP 9. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,22	1,01	0,87	0,65	0,03	0,13	0,32
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	1,14	0,80	1,34	1,64	0,61	1,06	1,09
	Mangue - Mosaico de Usos	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	1,56	1,55	6,22	2,49	1,59	0,63	0,96
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	6,18	6,63	11,46	4,40	7,46	2,96	3,92
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,16	0,18	0,00	0,01	0,16	0,45	0,42
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	9,43	5,42	11,54	11,26	12,62	2,99	5,15

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 10 - Taxas das transições da UHP 10. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,17	0,20	0,39	0,21	0,02	0,05	0,13
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	1,52	0,87	1,69	1,35	0,60	1,03	1,49
	Mangue - Mosaico de Usos	0,00	0,46	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	1,08	1,40	4,72	3,98	2,23	0,57	1,36
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	4,49	7,36	12,01	7,25	8,67	4,39	3,49
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	3,06	1,26	1,98	2,89	0,09	0,13	2,29
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	6,02	2,34	10,31	9,72	3,95	4,26	3,31
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,18	0,02	0,10	0,10	0,05	0,07	0,18
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	16,03	15,65	12,43	16,74	11,83	6,25	7,83

Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 11 - Taxas das transições da UHP 11. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,08	0,23	0,15	0,14	0,00	0,05	0,22
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	0,92	0,74	1,12	1,07	0,53	0,76	1,37
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	2,16	1,72	7,26	6,14	2,64	0,81	1,06
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	8,25	10,93	19,78	9,02	8,21	4,75	3,30
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,03	0,02	0,25	0,99	0,06	0,00	0,00
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	0,49	0,11	2,29	3,50	3,04	1,32	3,07
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,01	0,00	0,05	0,03	0,01	0,01	0,04
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	16,80	8,23	16,35	21,37	15,77	7,99	8,78

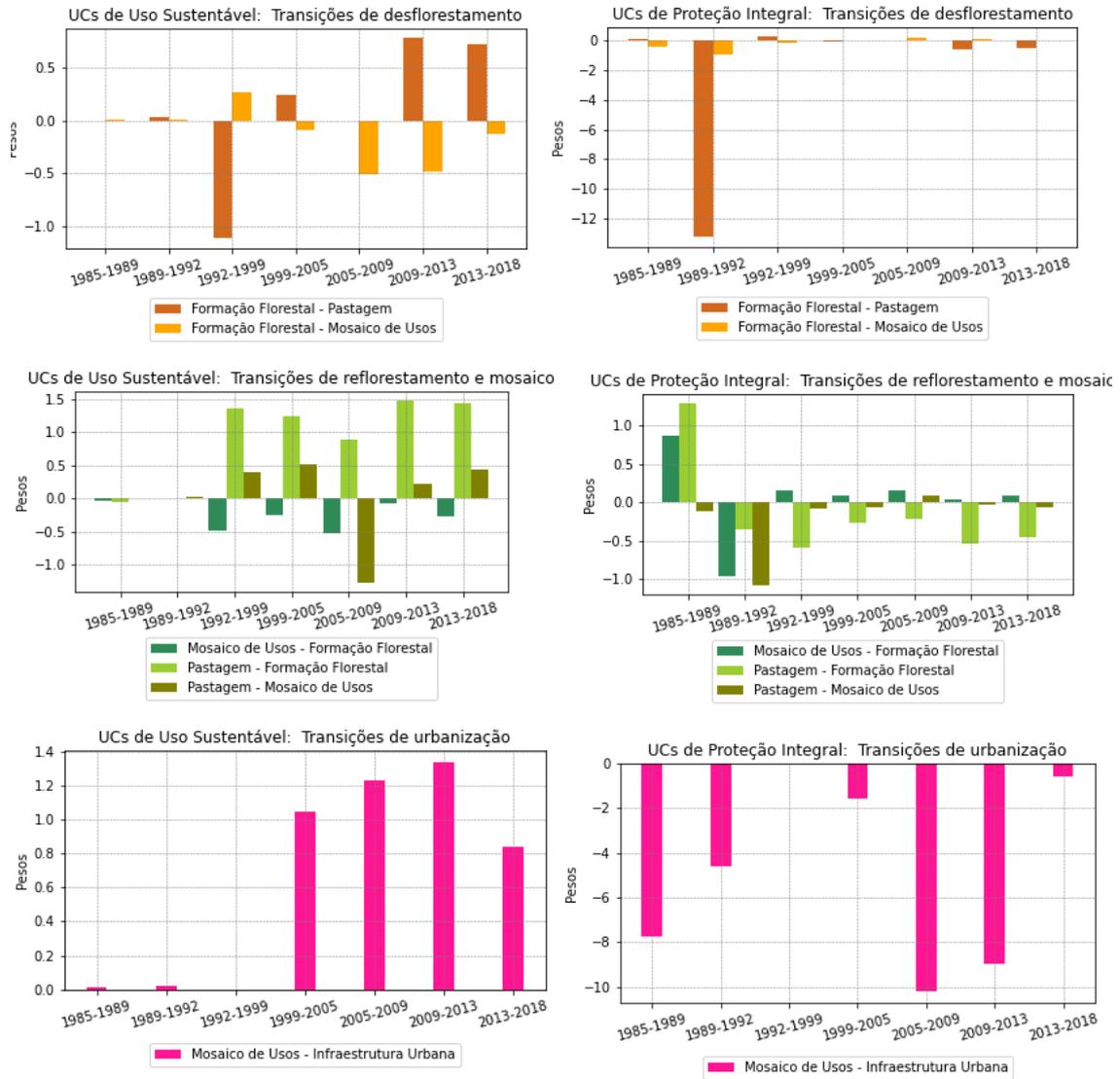
Fonte: Produção da autora.

Tabela C. 12 - Taxas das transições da UHP 12. As maiores taxas estão em vermelho e as menores em azul.

Transição		Taxa (%)						
		1985 a 1989	1989 a 1992	1992 a 1999	1999 a 2005	2005 a 2009	2009 a 2013	2013 a 2018
Desflorestamento	Formação Florestal - Pastagem	0,28	0,28	0,18	0,38	0,11	0,15	0,12
	Formação Florestal – Mosaico de Usos	1,83	0,48	0,63	1,30	1,02	0,58	1,01
Reflorestamento	Pastagem - Formação Florestal	2,36	1,19	12,21	8,27	3,52	1,99	1,88
	Mosaico de Usos - Formação Florestal	5,36	9,63	24,94	7,75	8,47	8,56	7,20
Urbanização	Pastagem - Infraestrutura Urbana	0,84	0,05	0,41	1,52	0,34	0,66	0,73
	Mosaico de Usos - Infraestrutura Urbana	2,97	1,13	2,73	6,20	5,50	1,29	3,48
	Formação Florestal - Infraestrutura Urbana	0,01	0,00	0,01	0,04	0,03	0,01	0,06
Mosaico	Pastagem – Mosaico de Usos	5,58	2,25	8,34	13,23	9,68	3,63	8,45

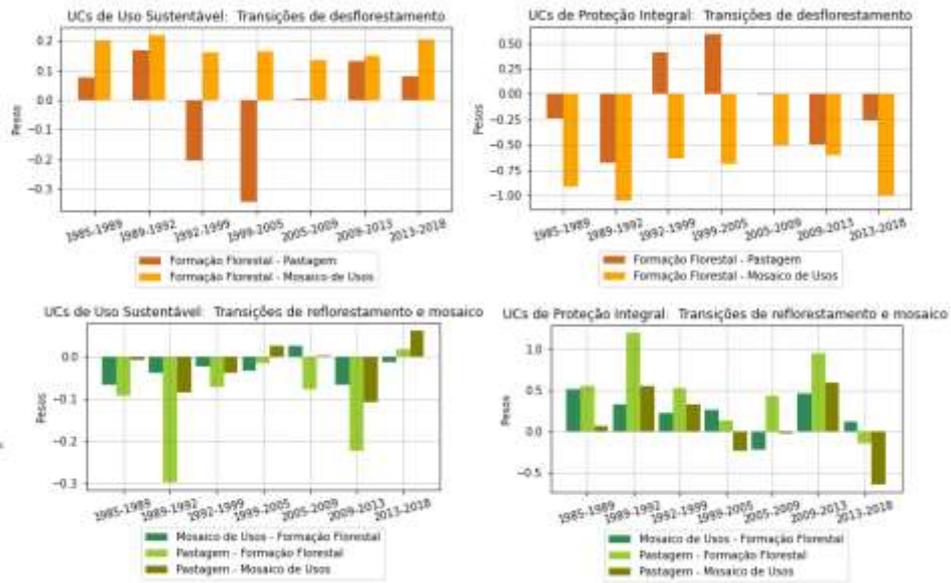
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 1 - Peso das UCs para as transições da UHP 1.



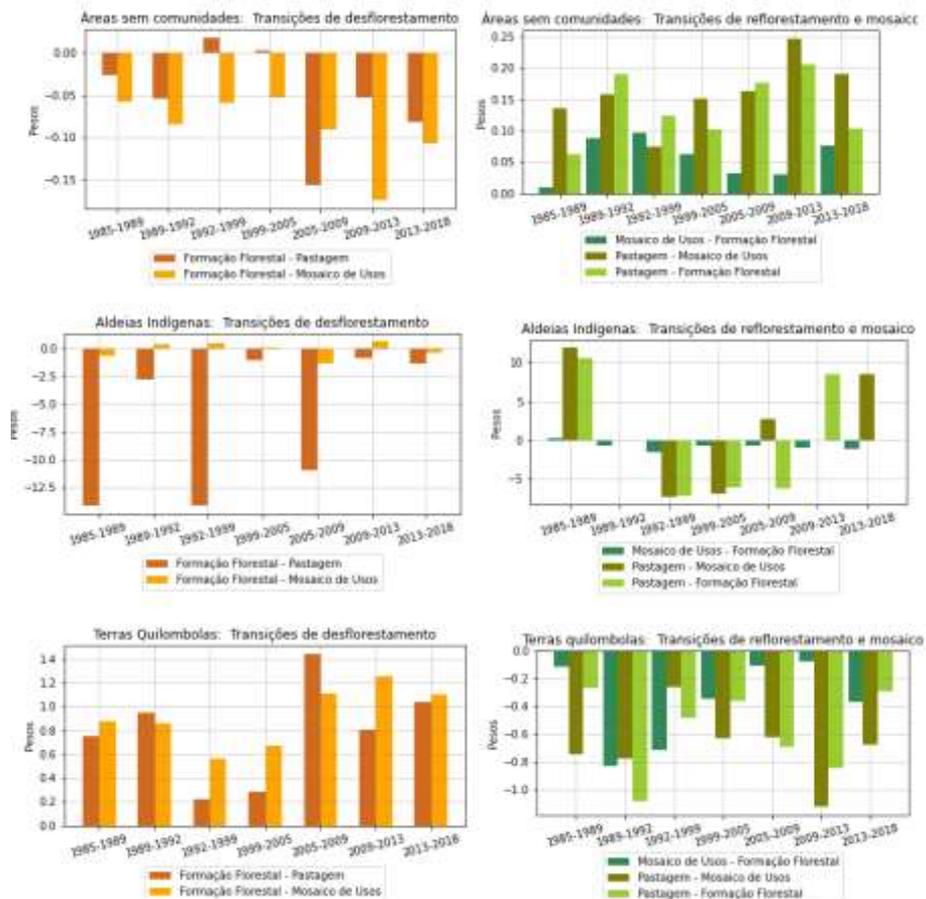
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 2 - Peso das UCs para as transições da UHP 2.



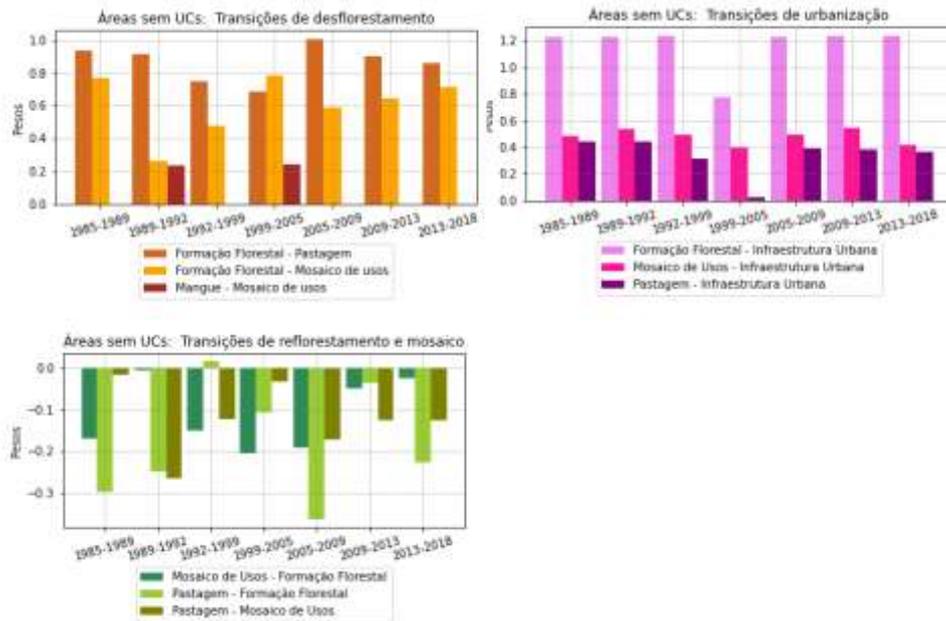
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 3 - Pesos das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 2.



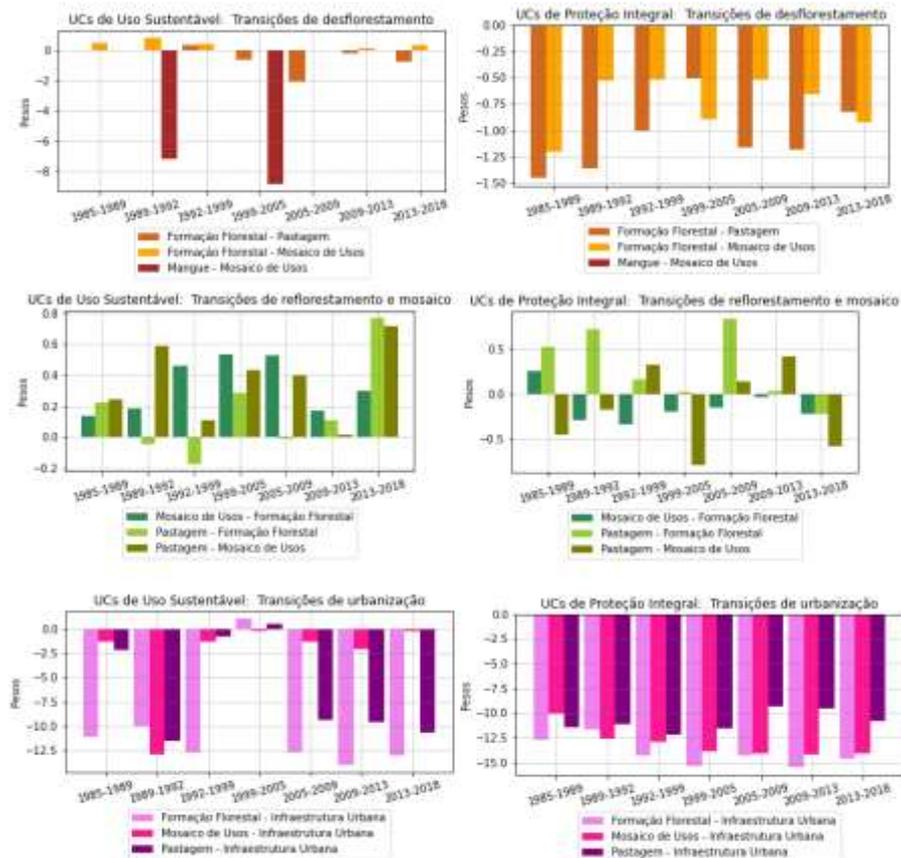
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 4 - Pesos das áreas sem UCs para as transições da UHP 3.



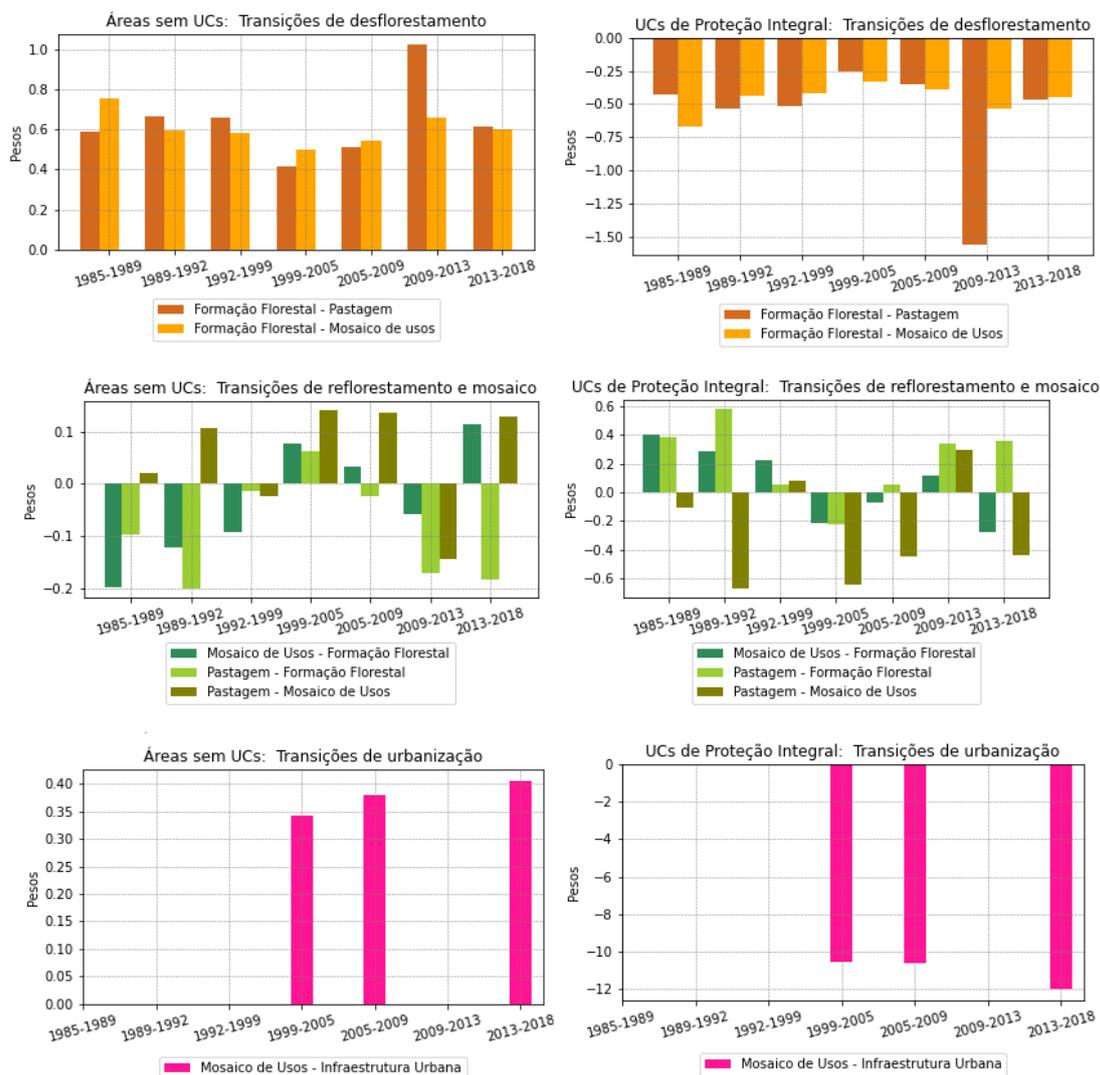
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 5 - Pesos das UCs para as transições da UHP 3.



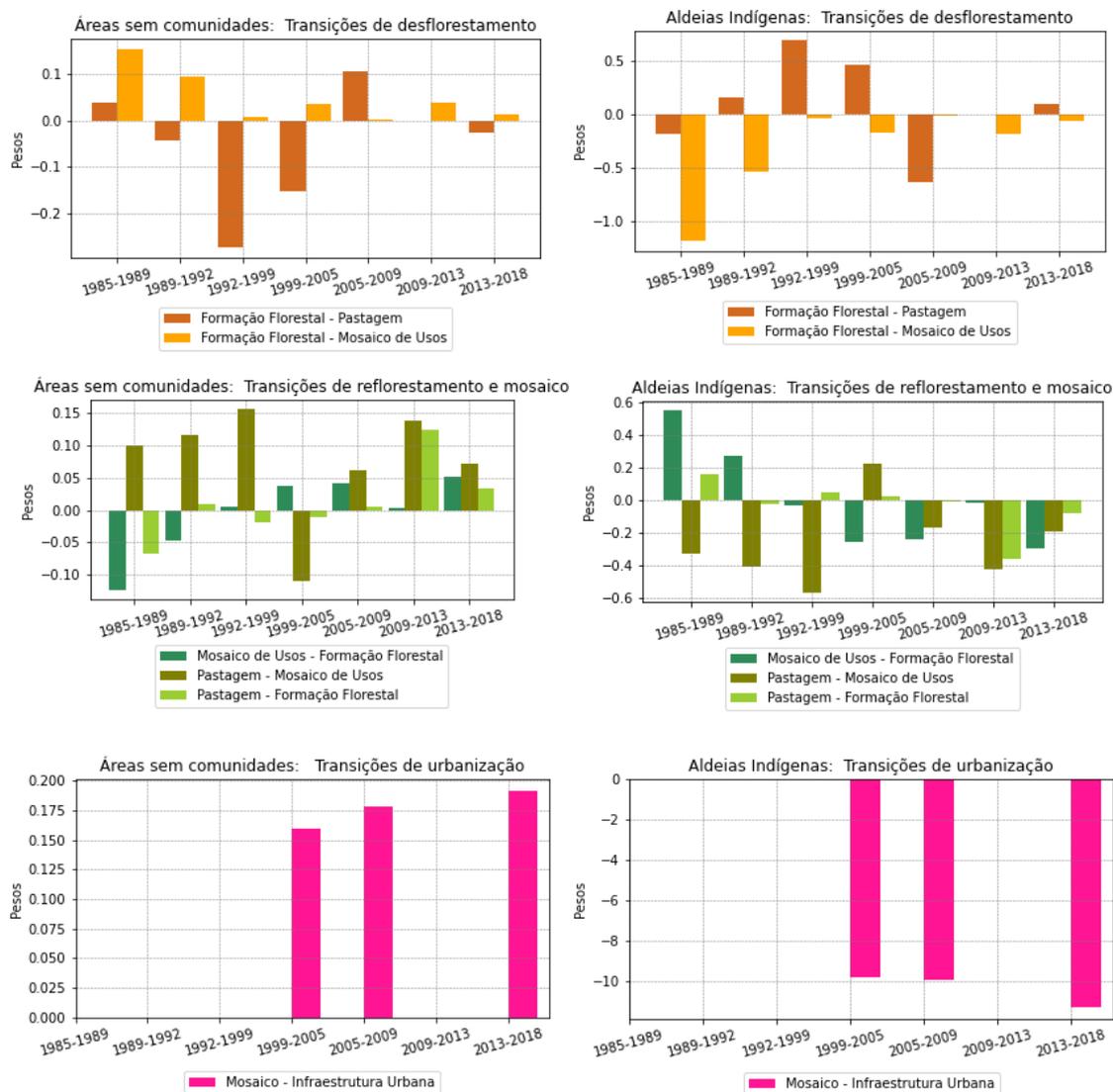
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 6 - Pesos das UCs para as transições da UHP 4.



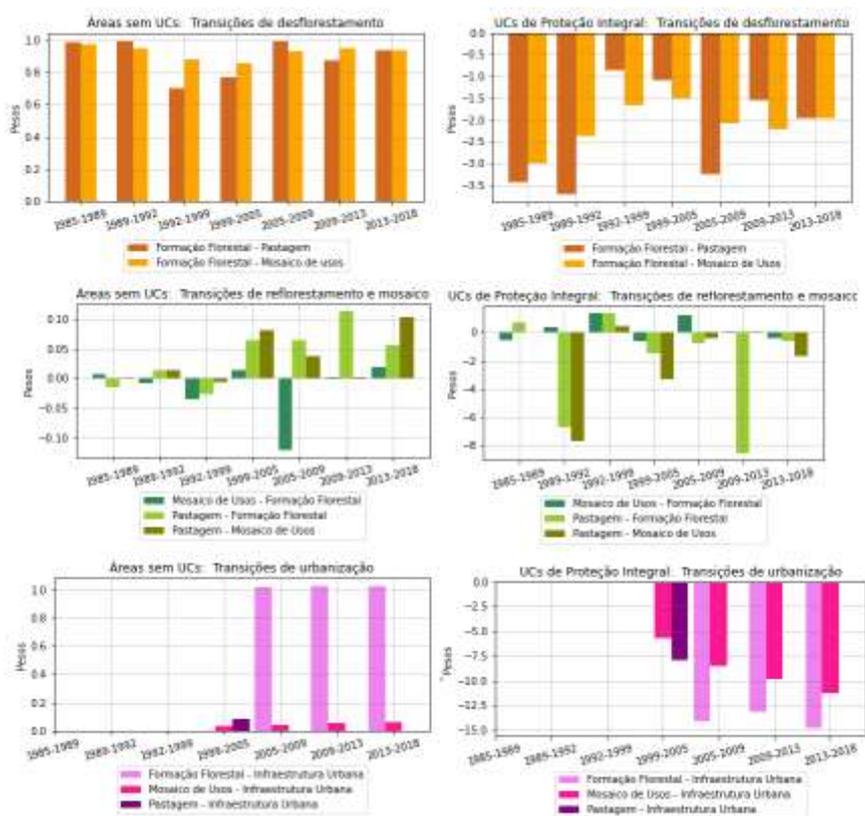
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 7 - Peso das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 4.



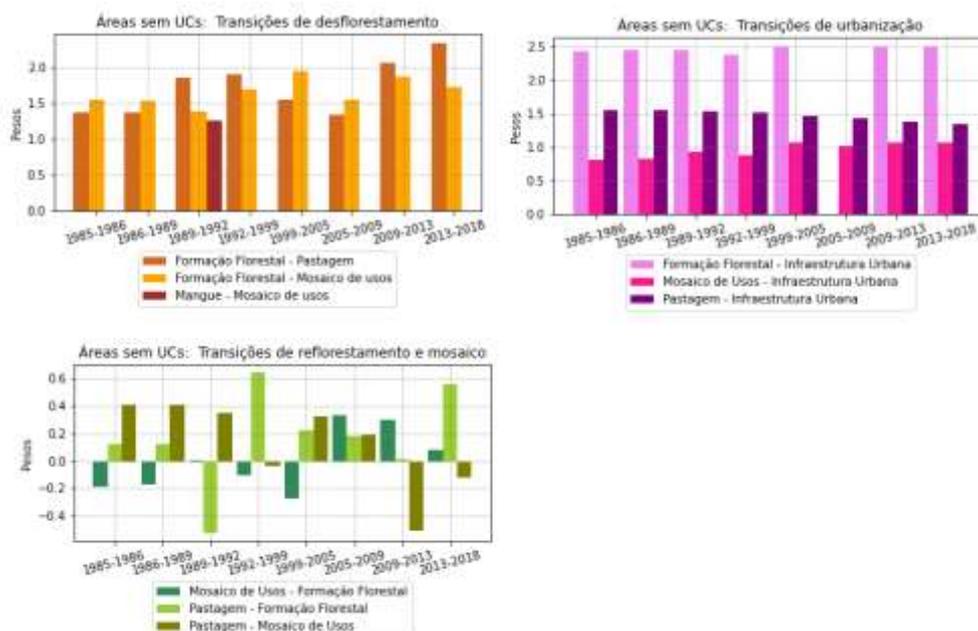
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 8 - Pesos das UCs para as transições da UHP 5.



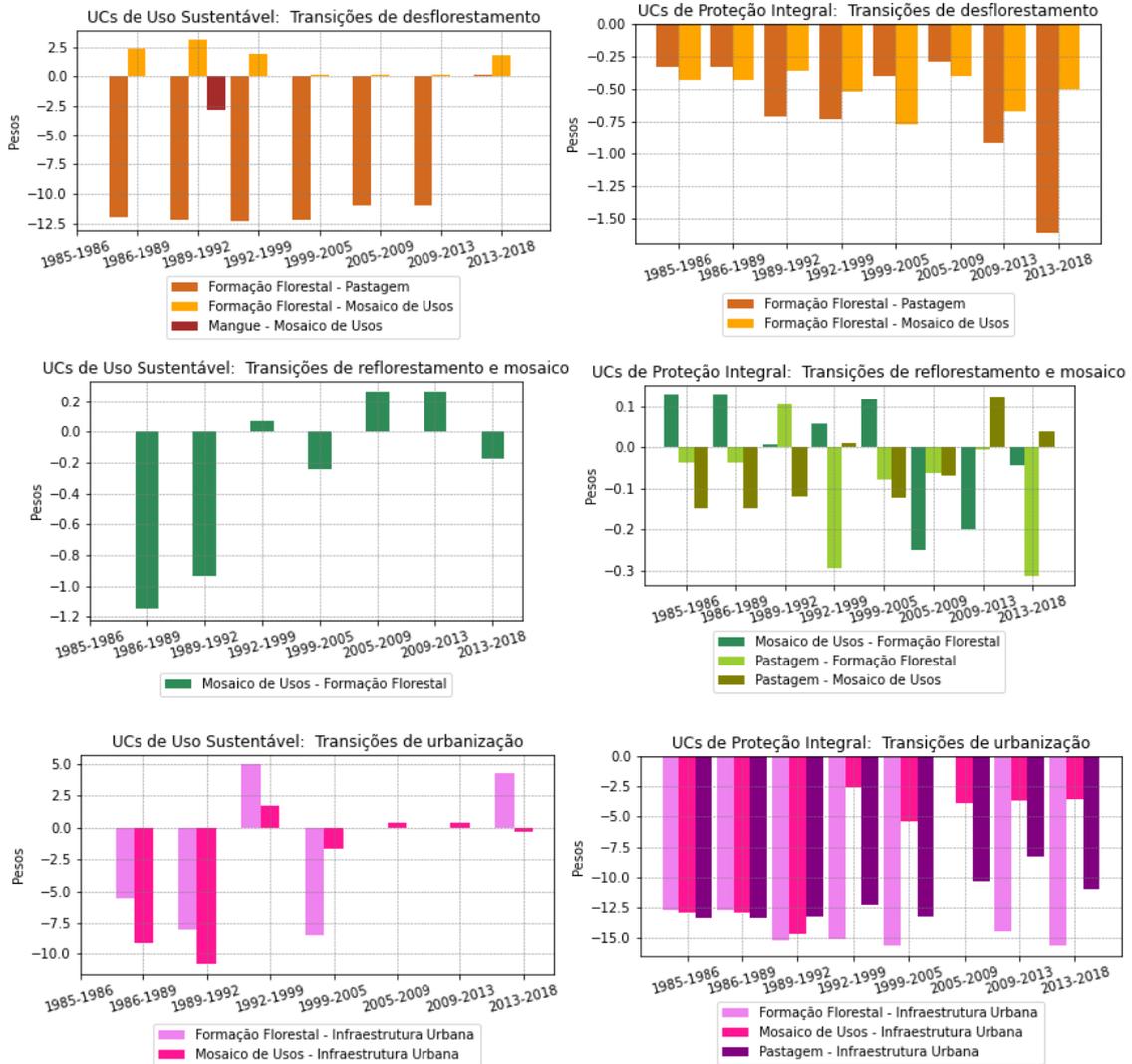
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 9 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 6.



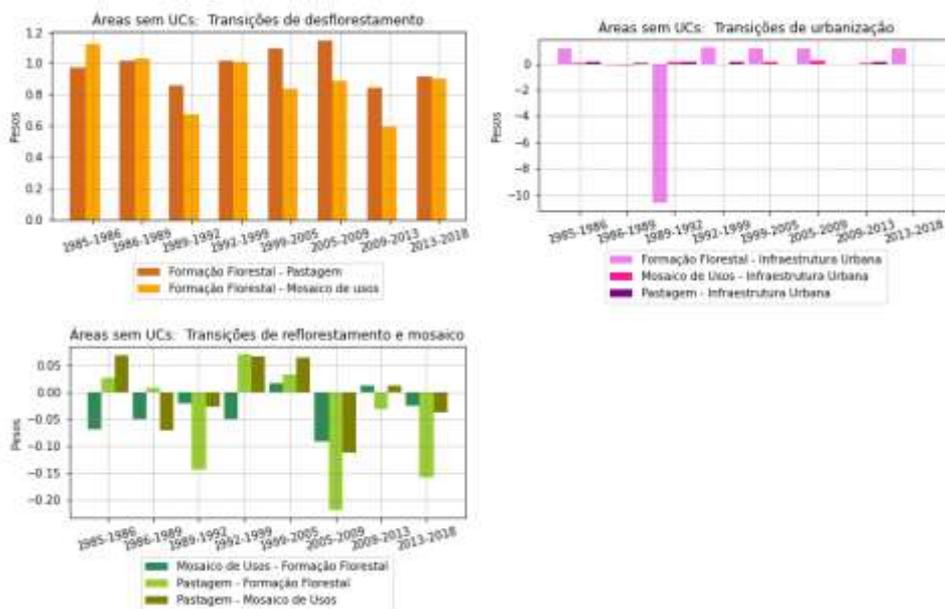
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 10 - Pesos das UCs para as transições da UHP 6.



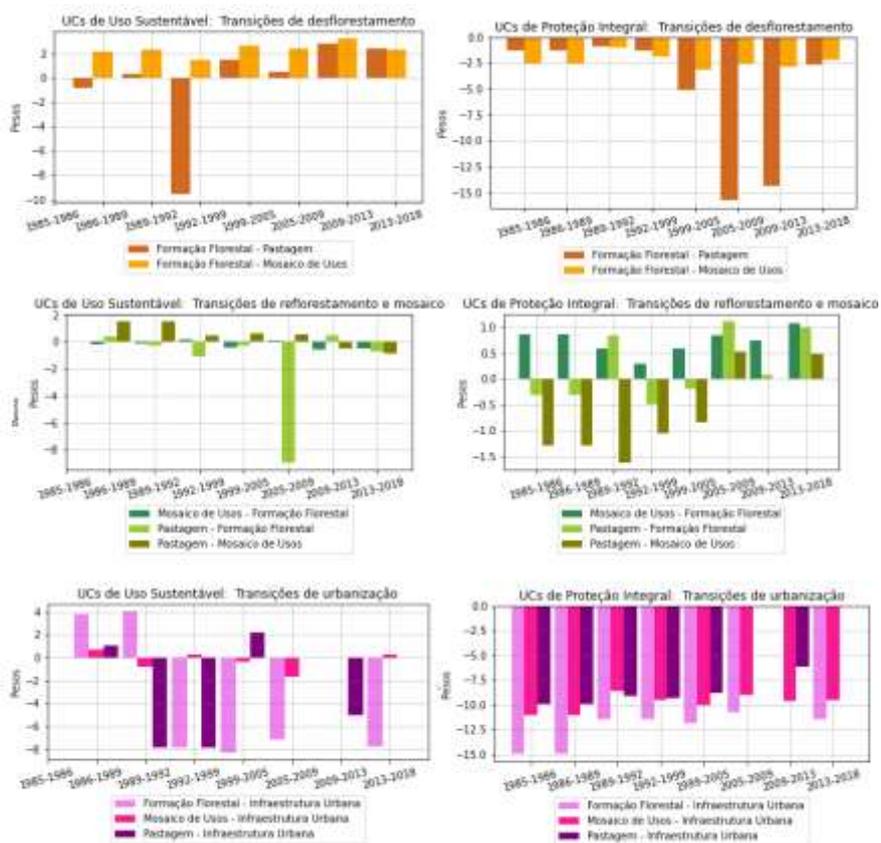
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 11 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 7.



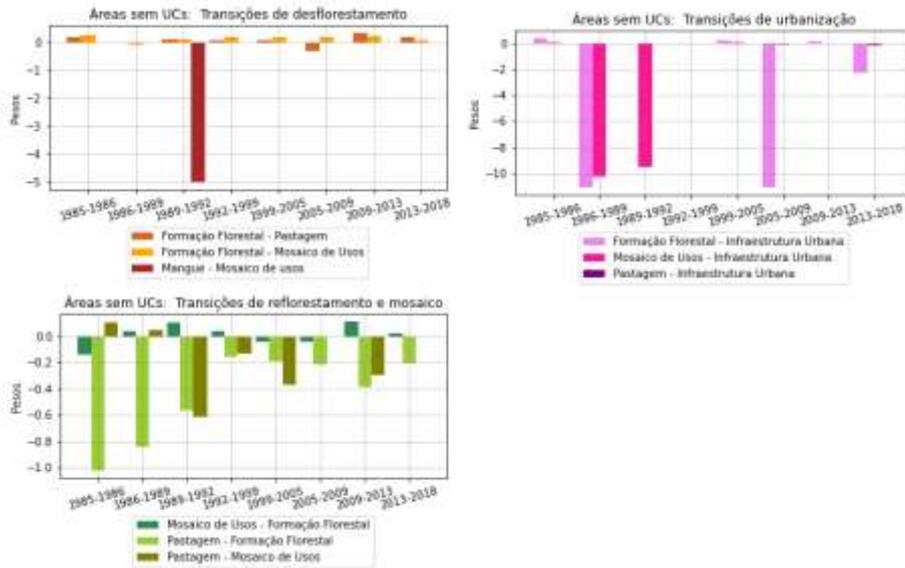
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 12 - Peso das UCs para as transições da UHP 7.



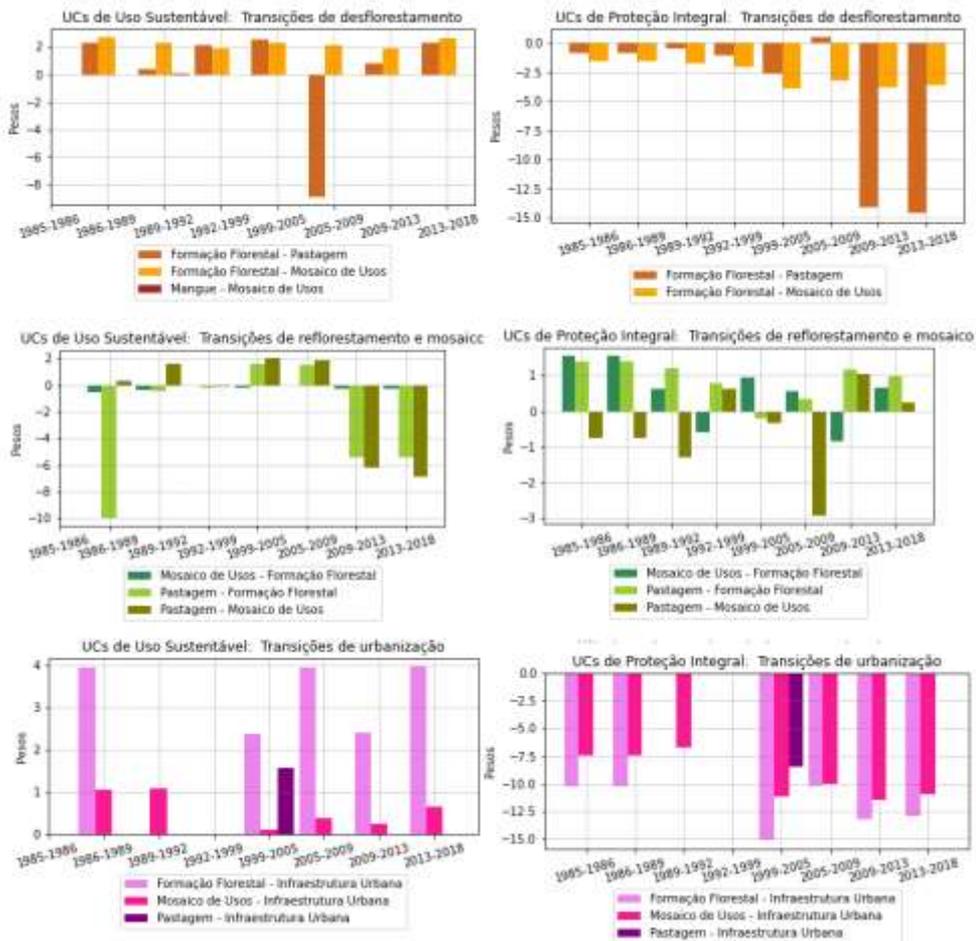
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 13 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 8.



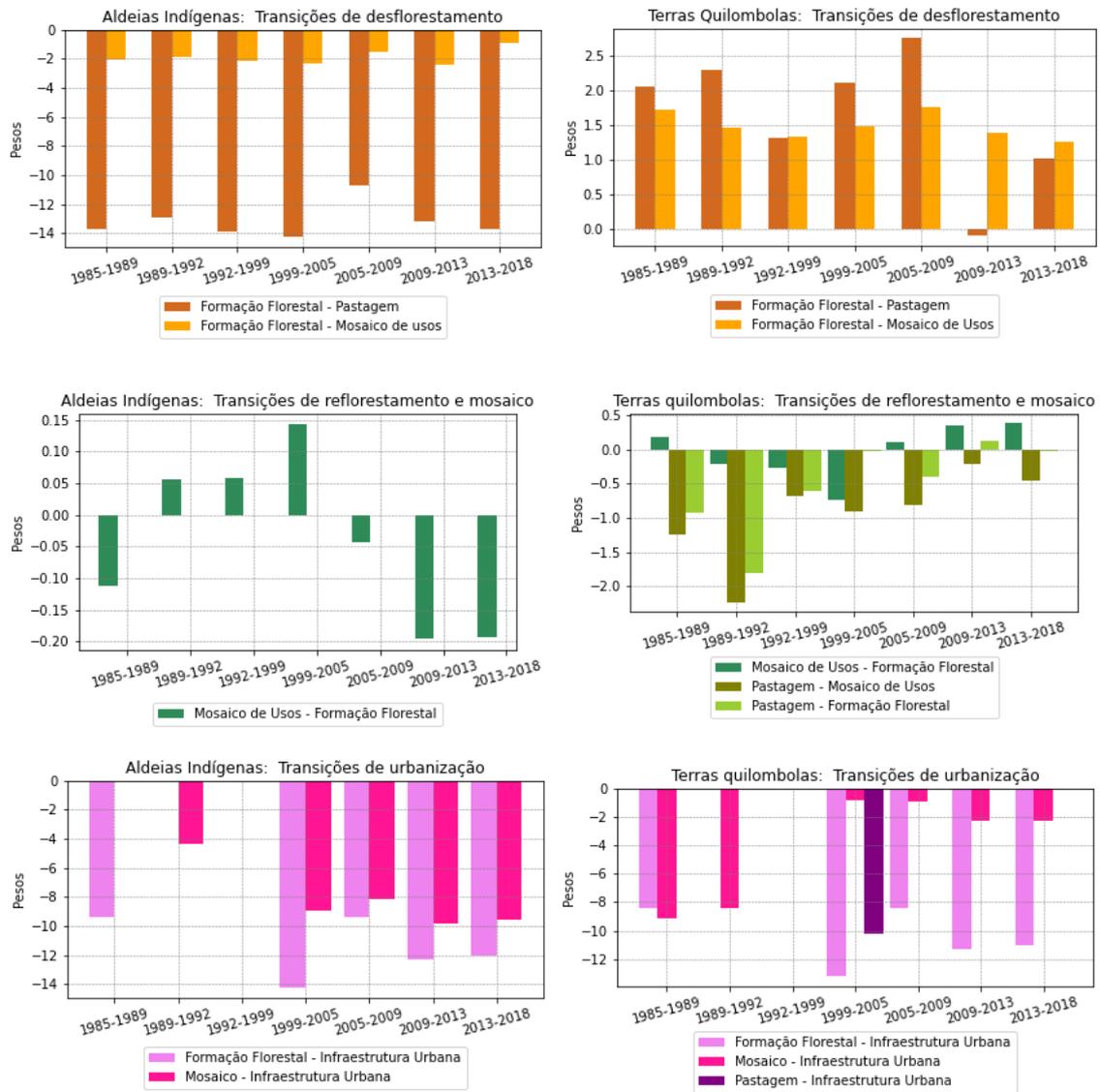
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 14 - Peso das UCs para as transições da UHP 8.



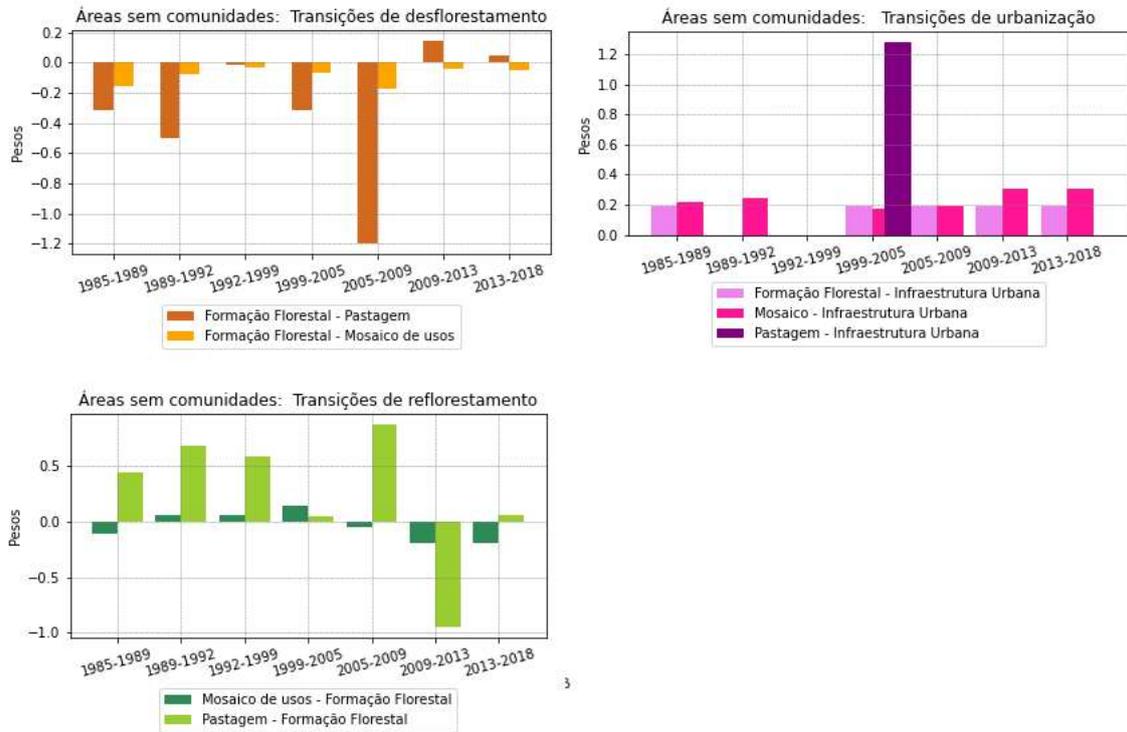
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 15 - Peso das Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 8.



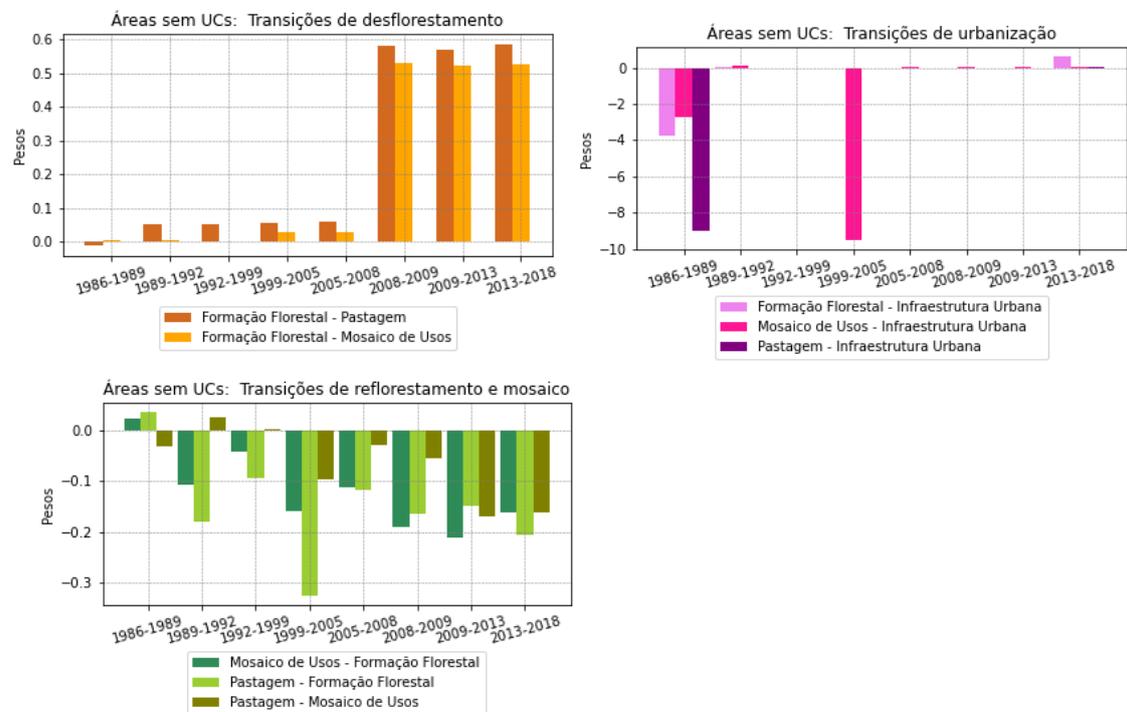
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 16 - Pesos das áreas sem Comunidades Tradicionais para as transições da UHP 8.



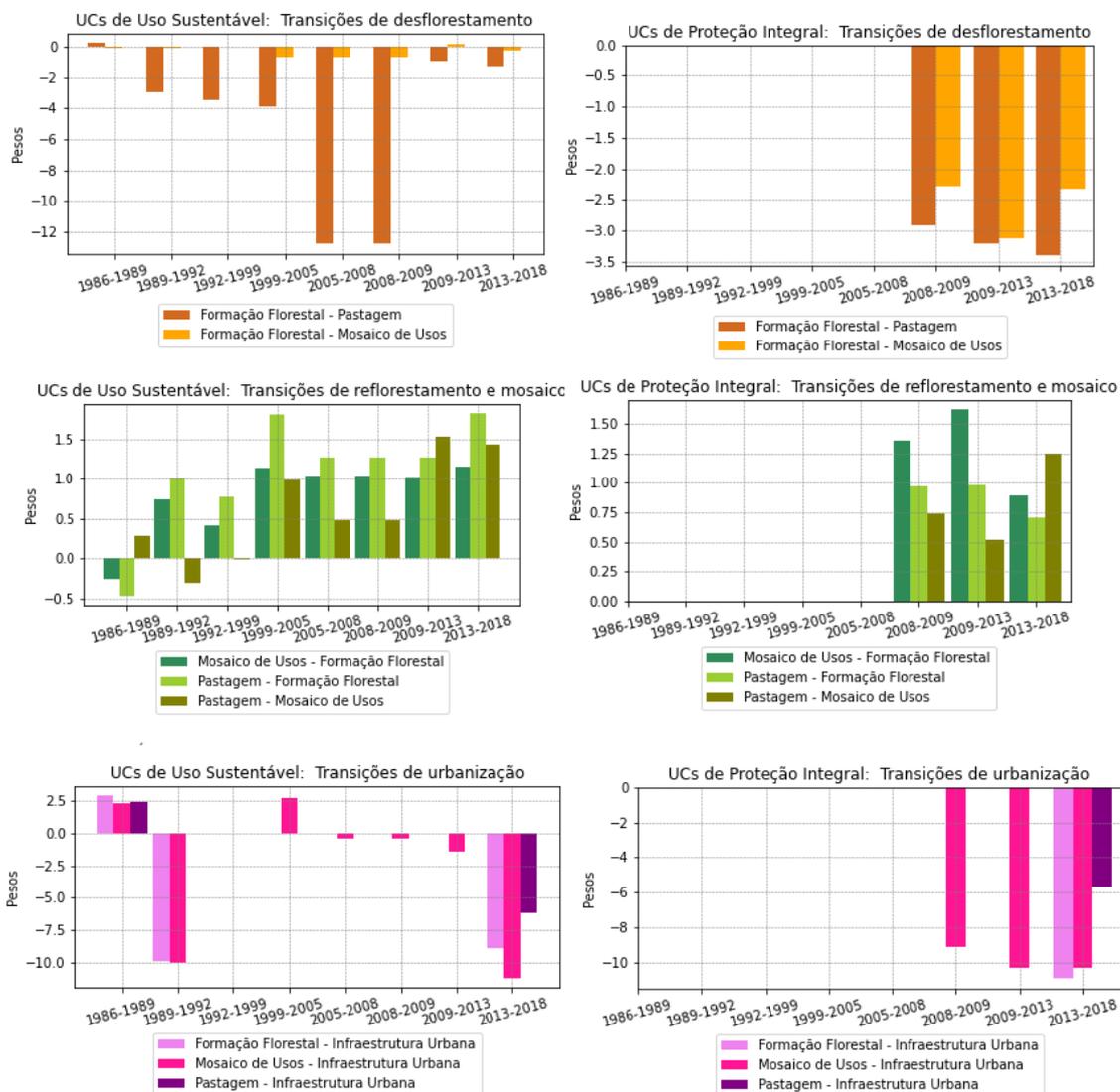
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 17 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 9.



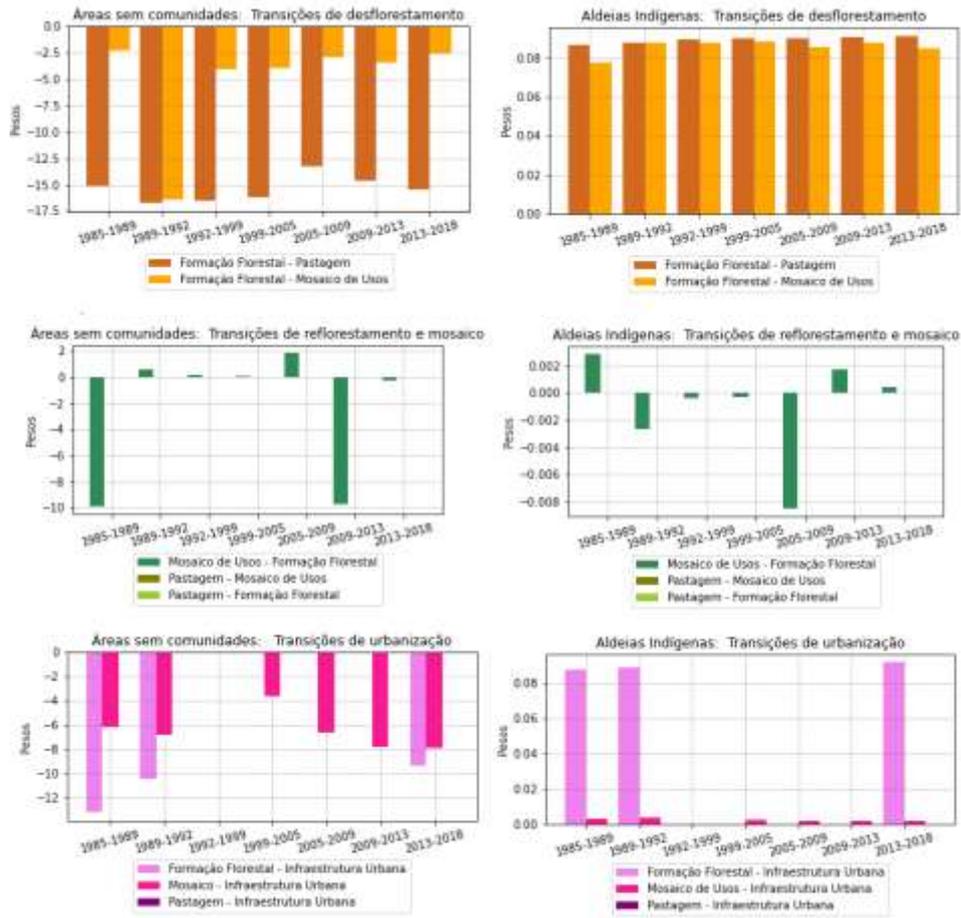
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 18 - Peso das UCs para as transições da UHP 9.



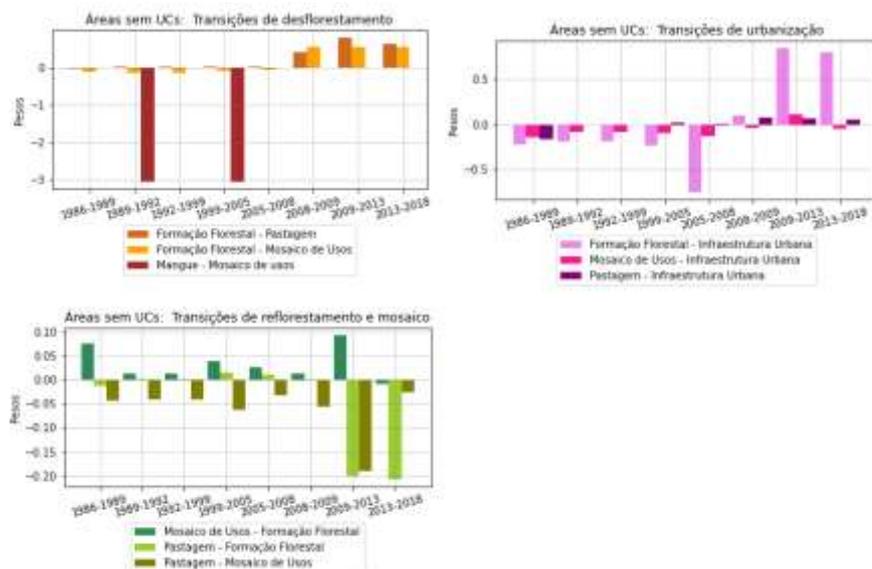
Fonte: Produção da autora.

Figura C.19 - Pesos das Comunidades Tradicionais na UHP 9.



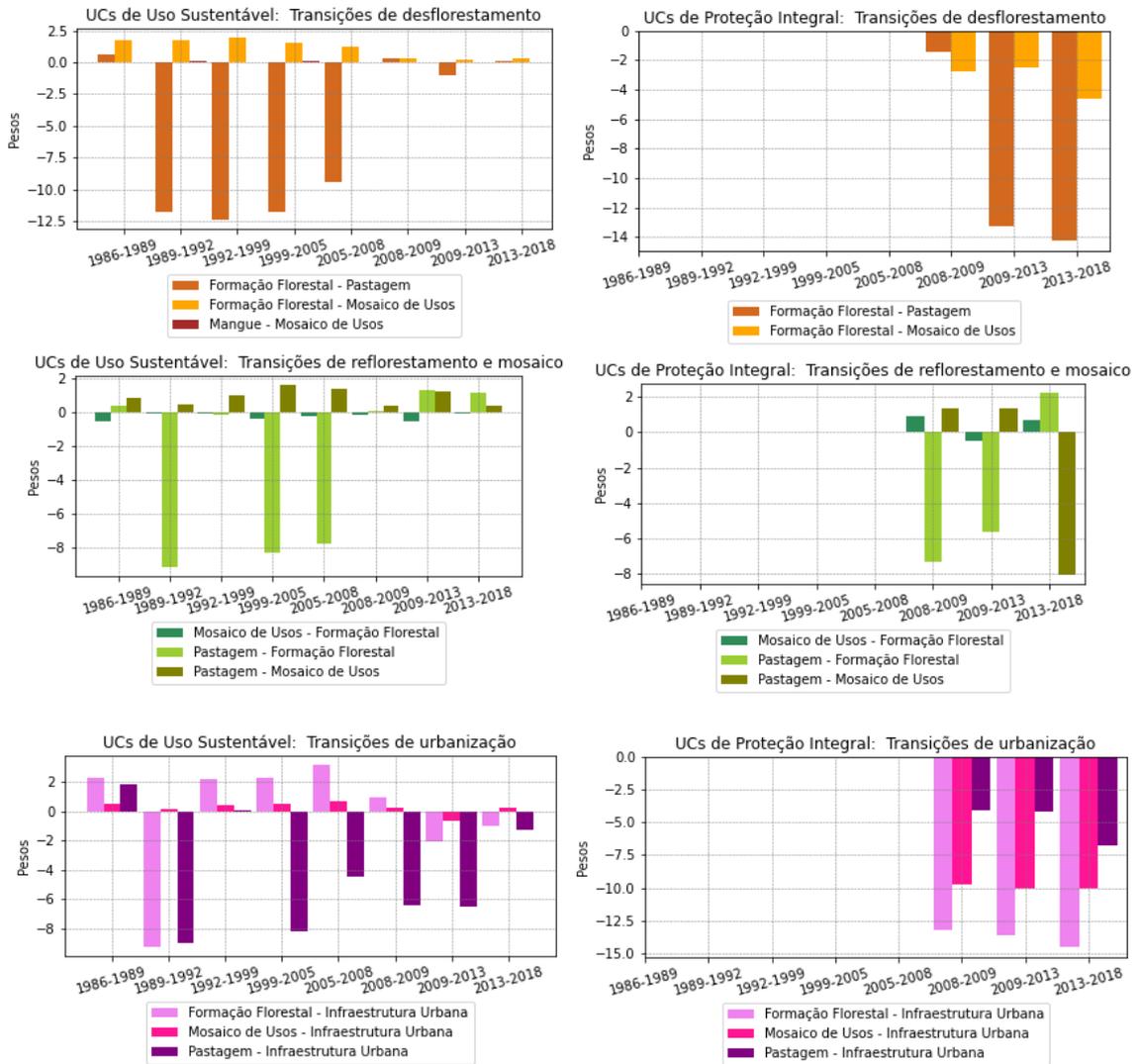
Fonte: Produção da autora.

Figura C.20 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 10.



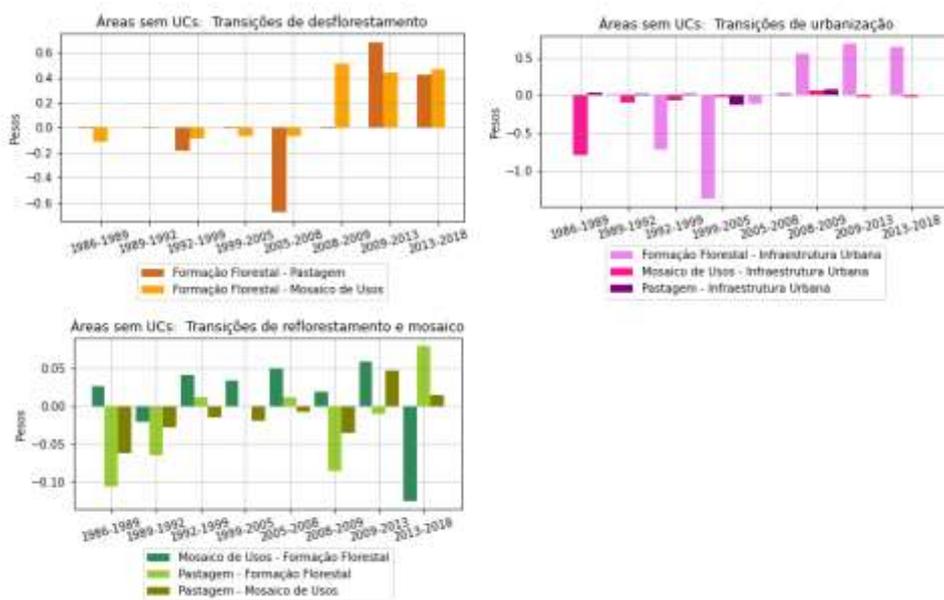
Fonte: Produção da autora.

Figura C.21 - Peso das UCs para as transições da UHP 10.



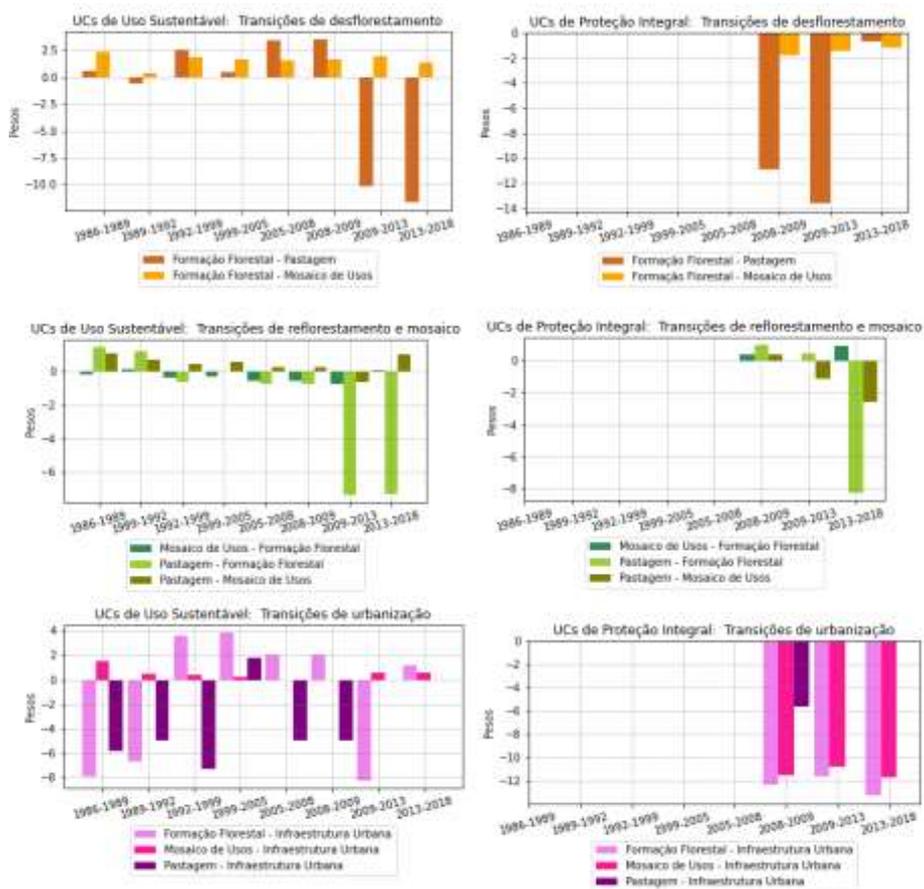
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 22 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 11.



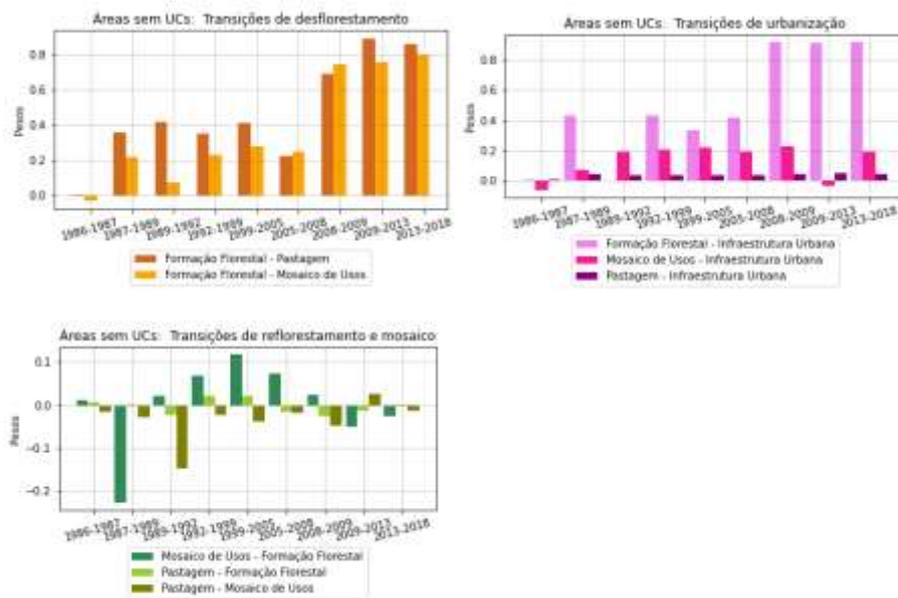
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 23 - Peso das UCs para as transições da UHP 11.



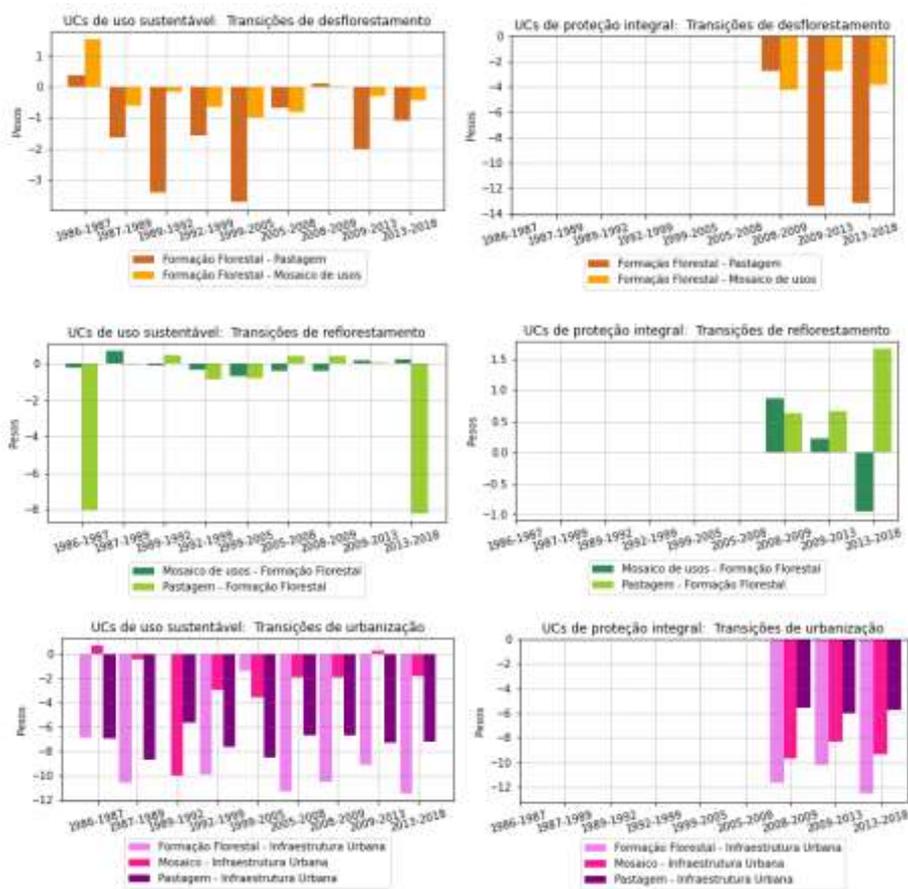
Fonte: Produção da autora.

Figura C. 24 - Peso das áreas sem UCs para as transições da UHP 12.



Fonte: Produção da autora.

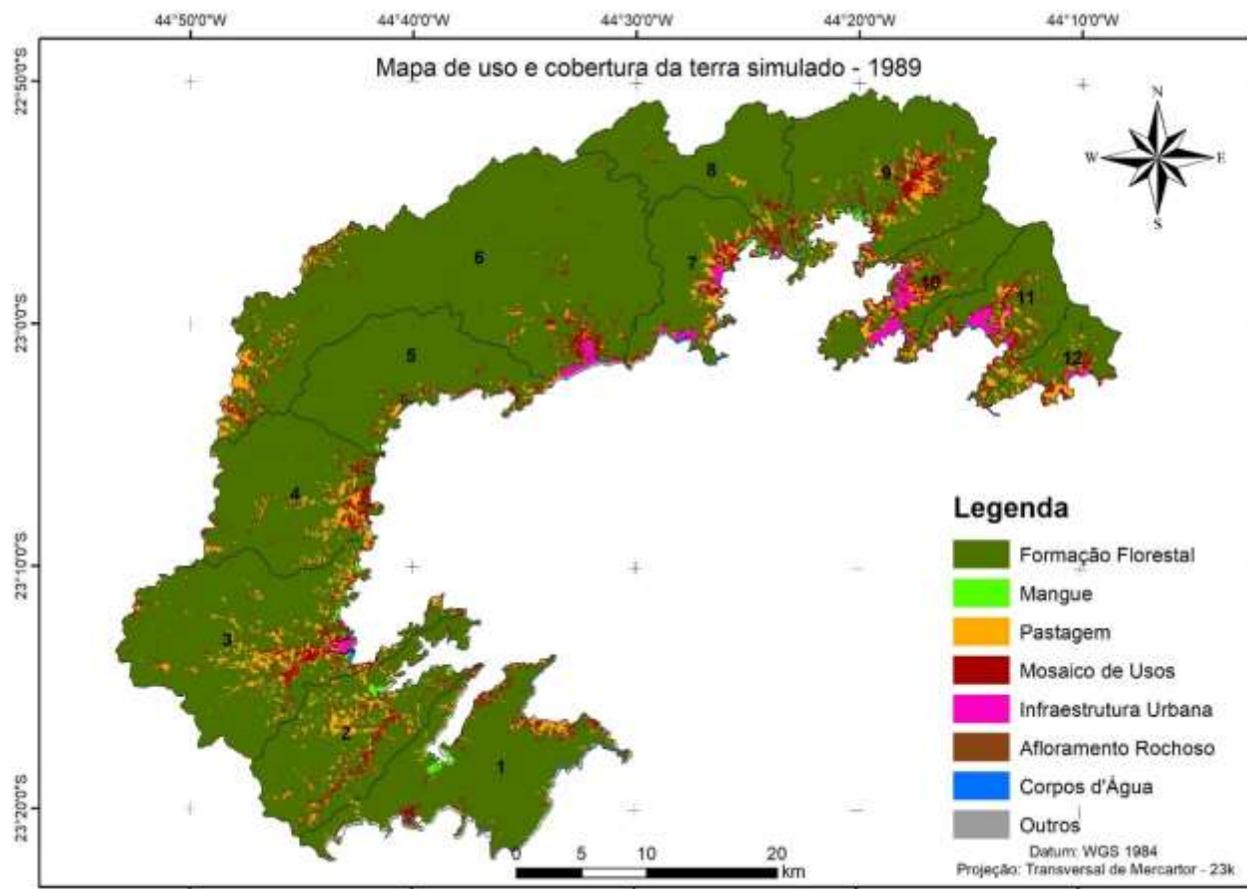
Figura C. 25 - Peso das UCs para as transições da UHP 12.



Fonte: Produção da autora.

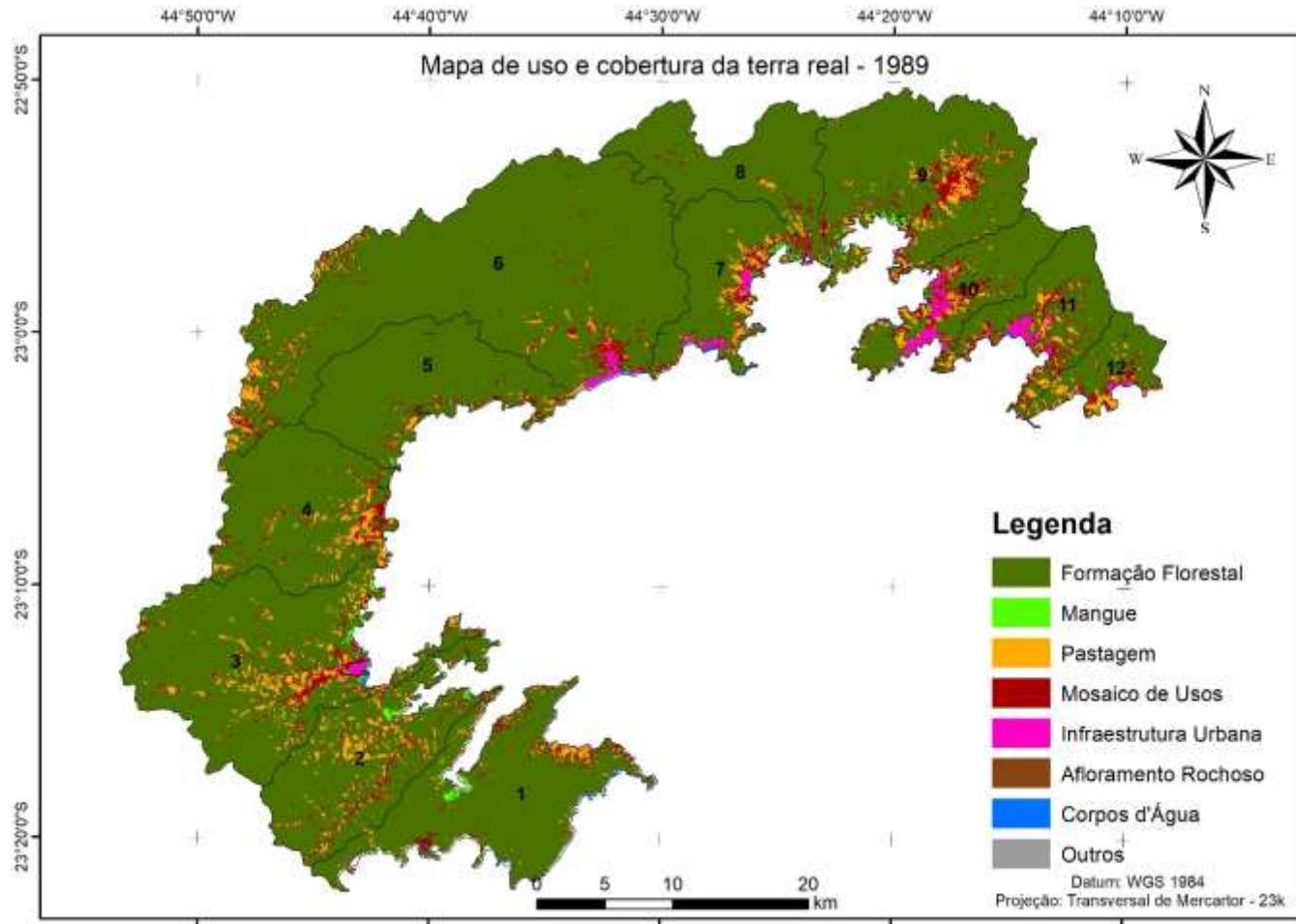
APÊNDICE D – MAPAS DE USO E COBERTURA DA TERRA SIMULADOS E REAIS.

Figura D. 1 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 1989.



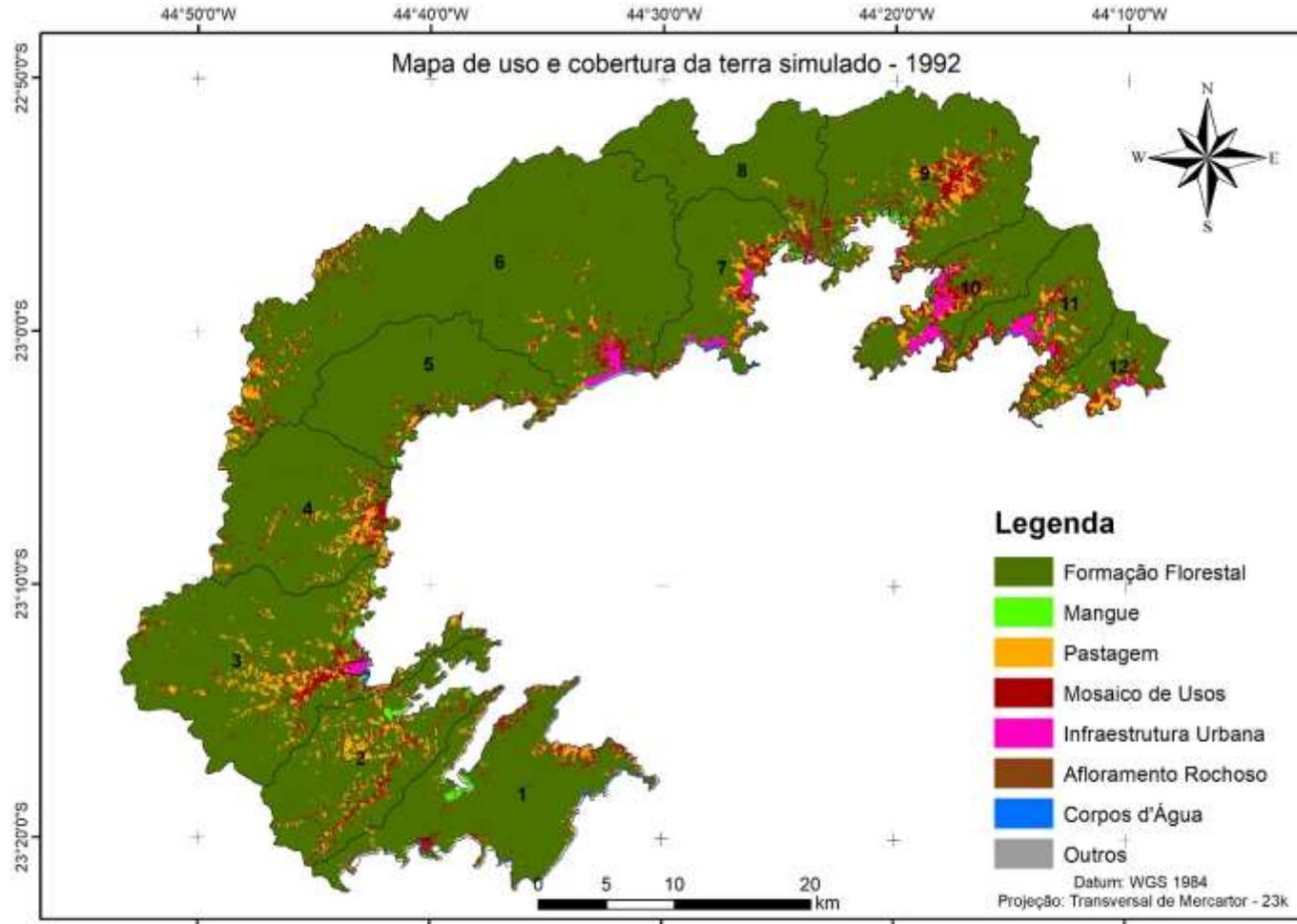
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 2 - - Mapa de uso e cobertura da terra real – 1989.



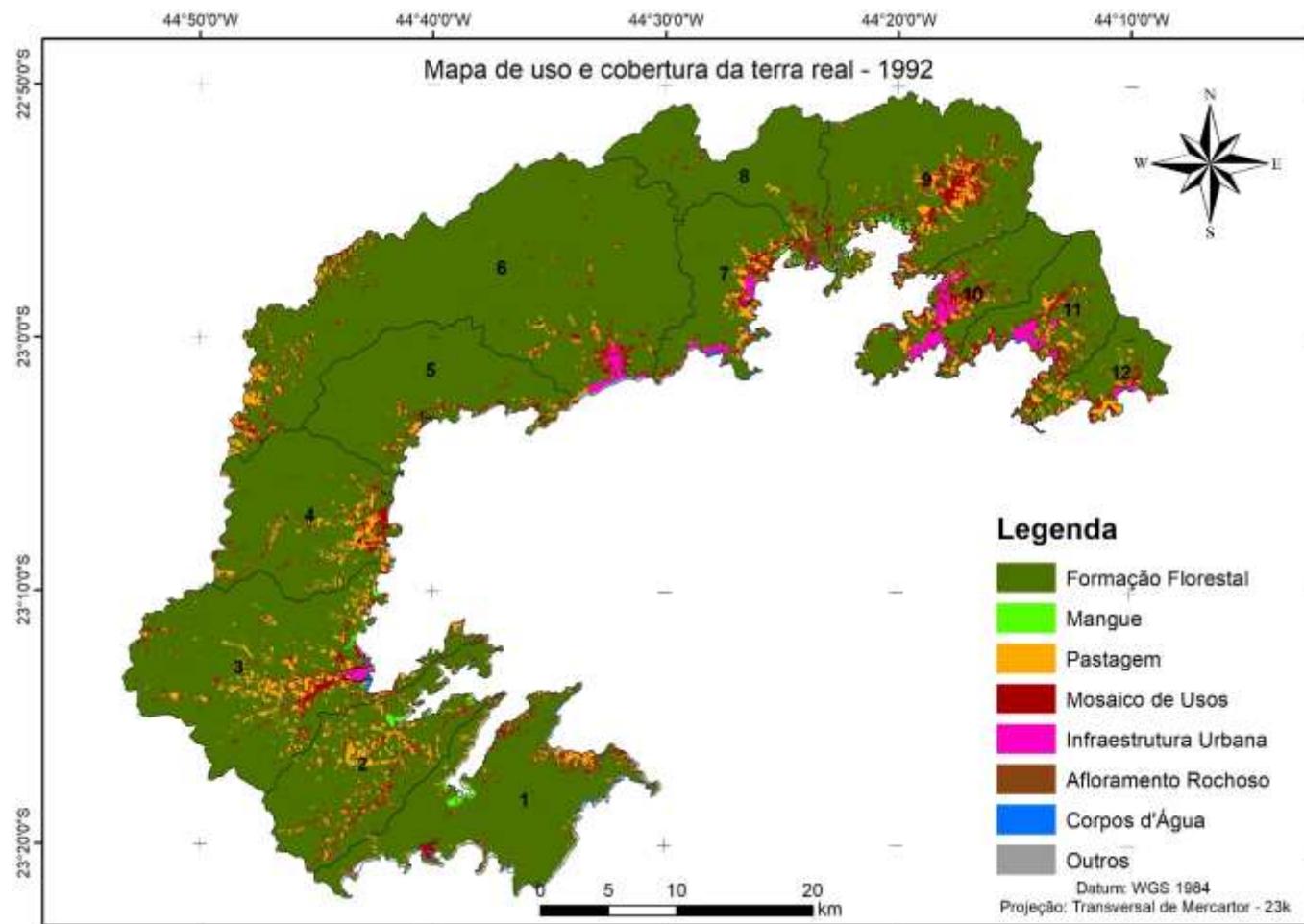
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 3 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 1992.



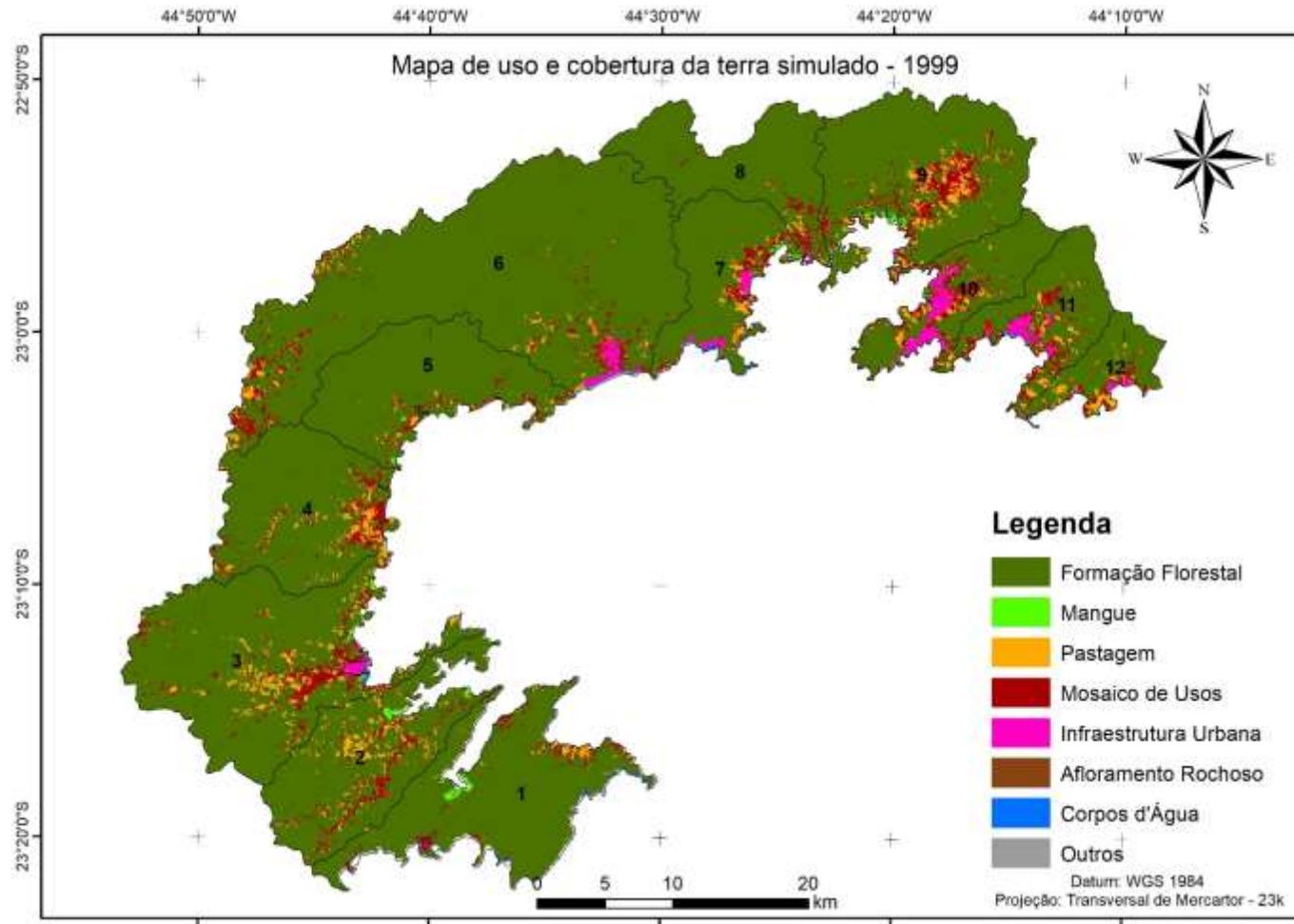
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 4 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 1992.



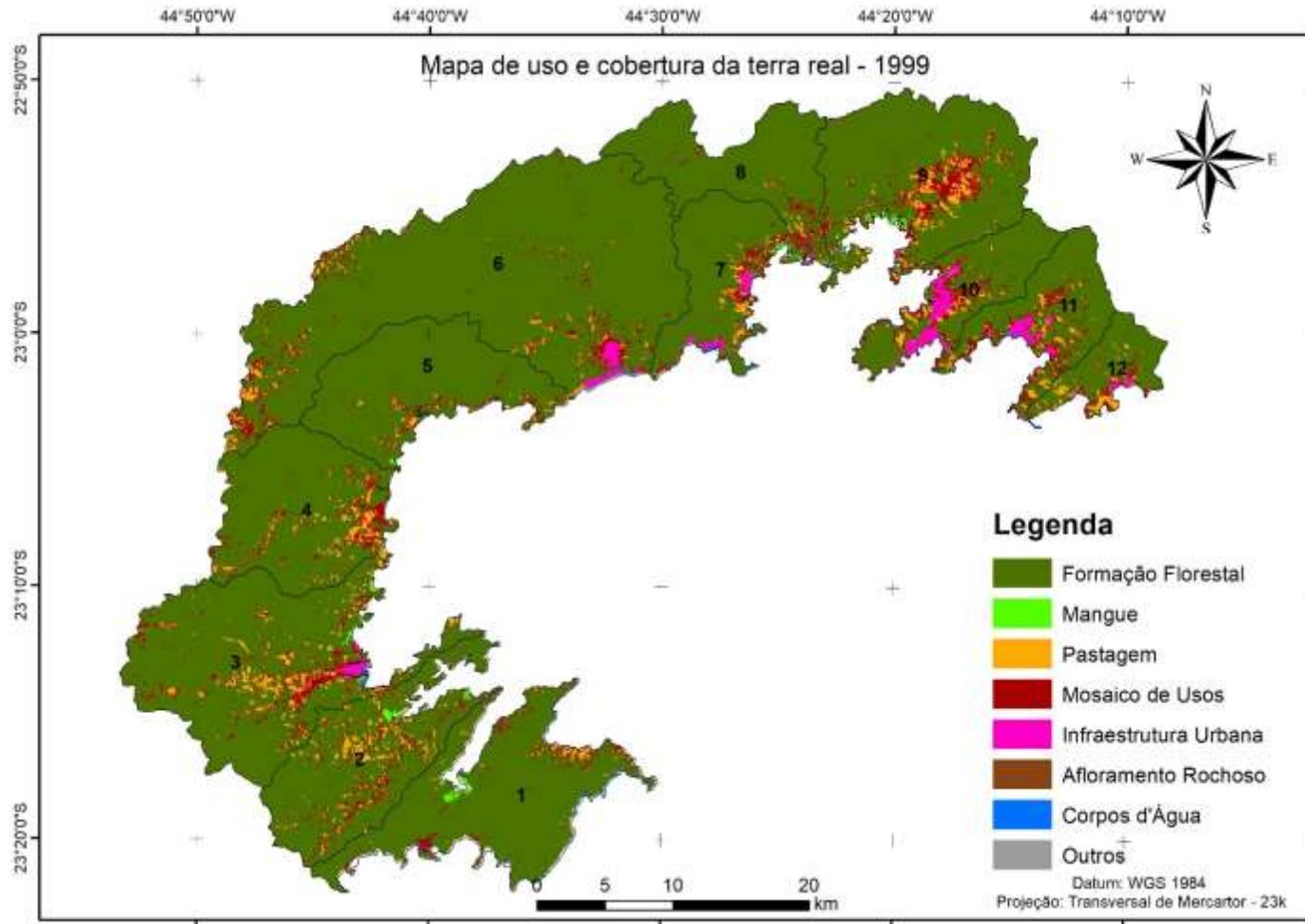
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 5 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 1999.



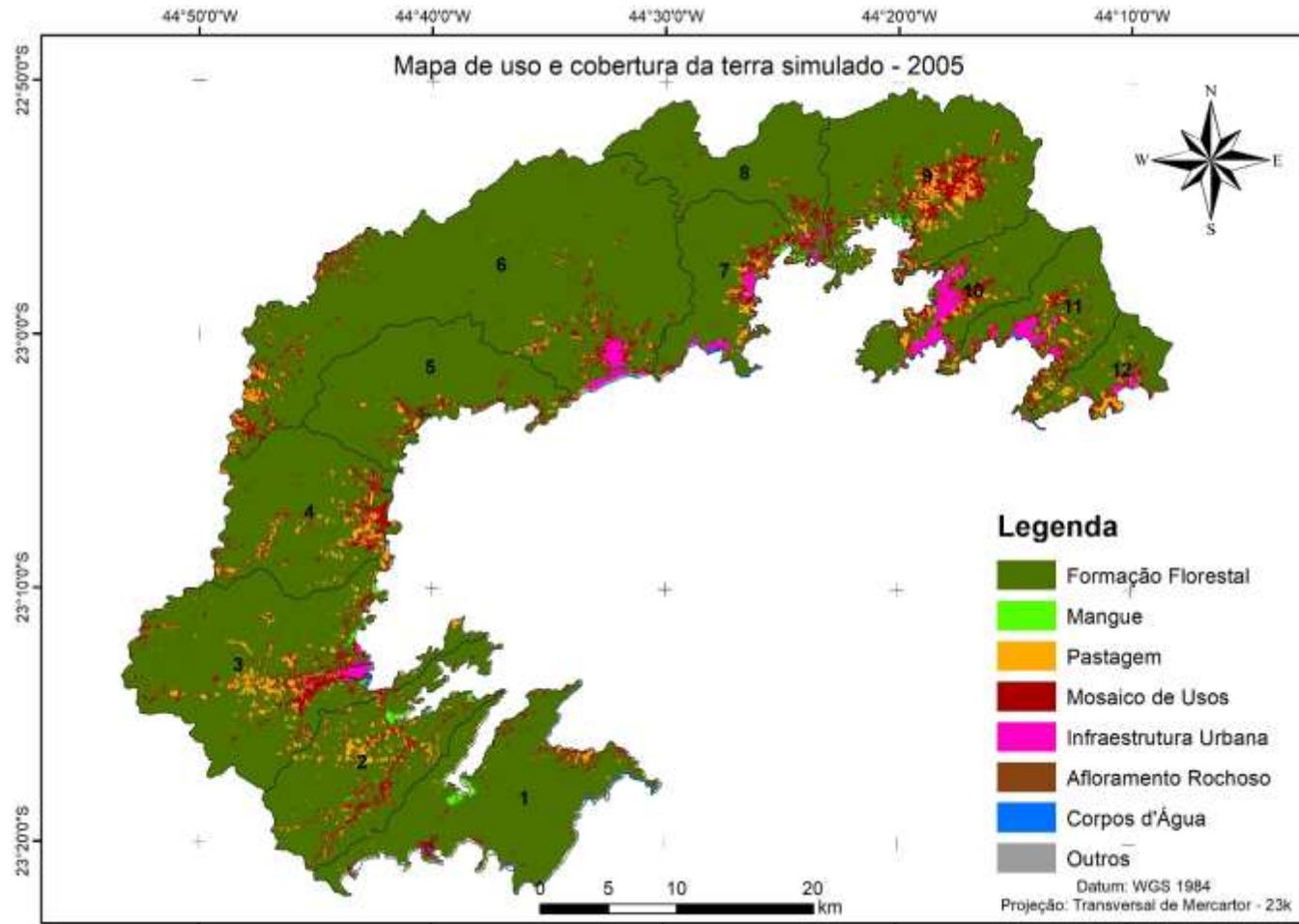
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 6 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 1999.



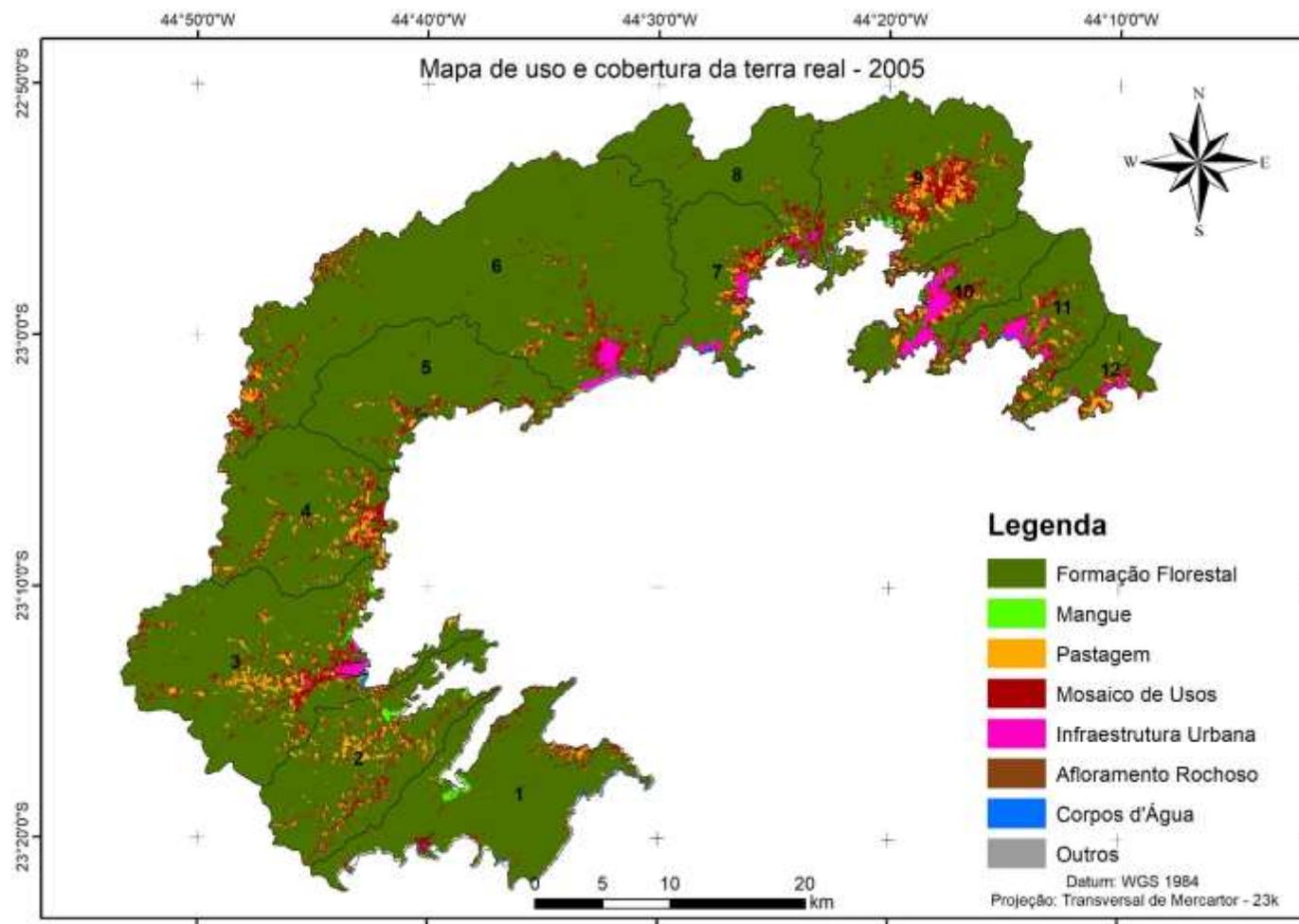
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 7 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 2005.



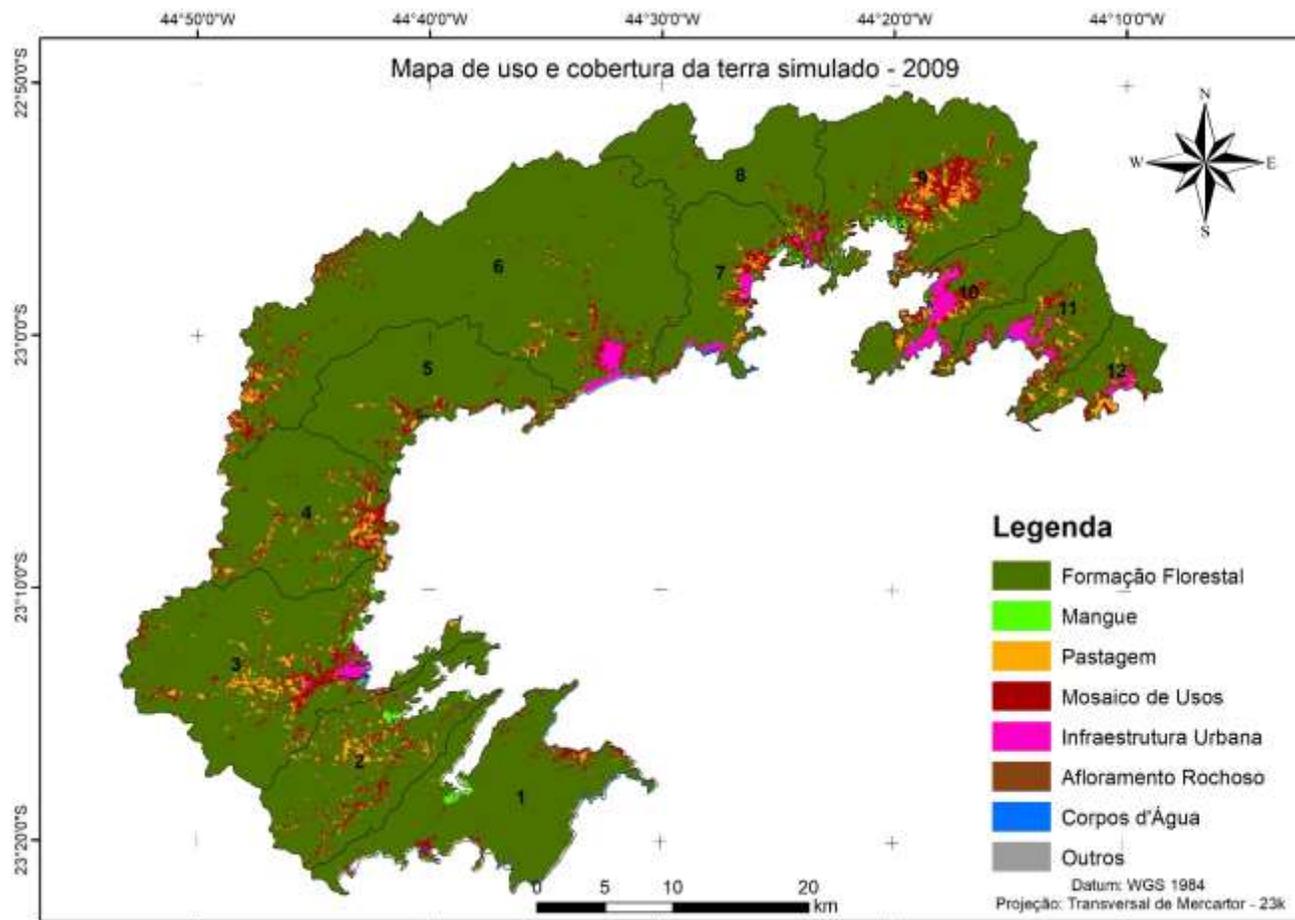
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 8 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 2005.



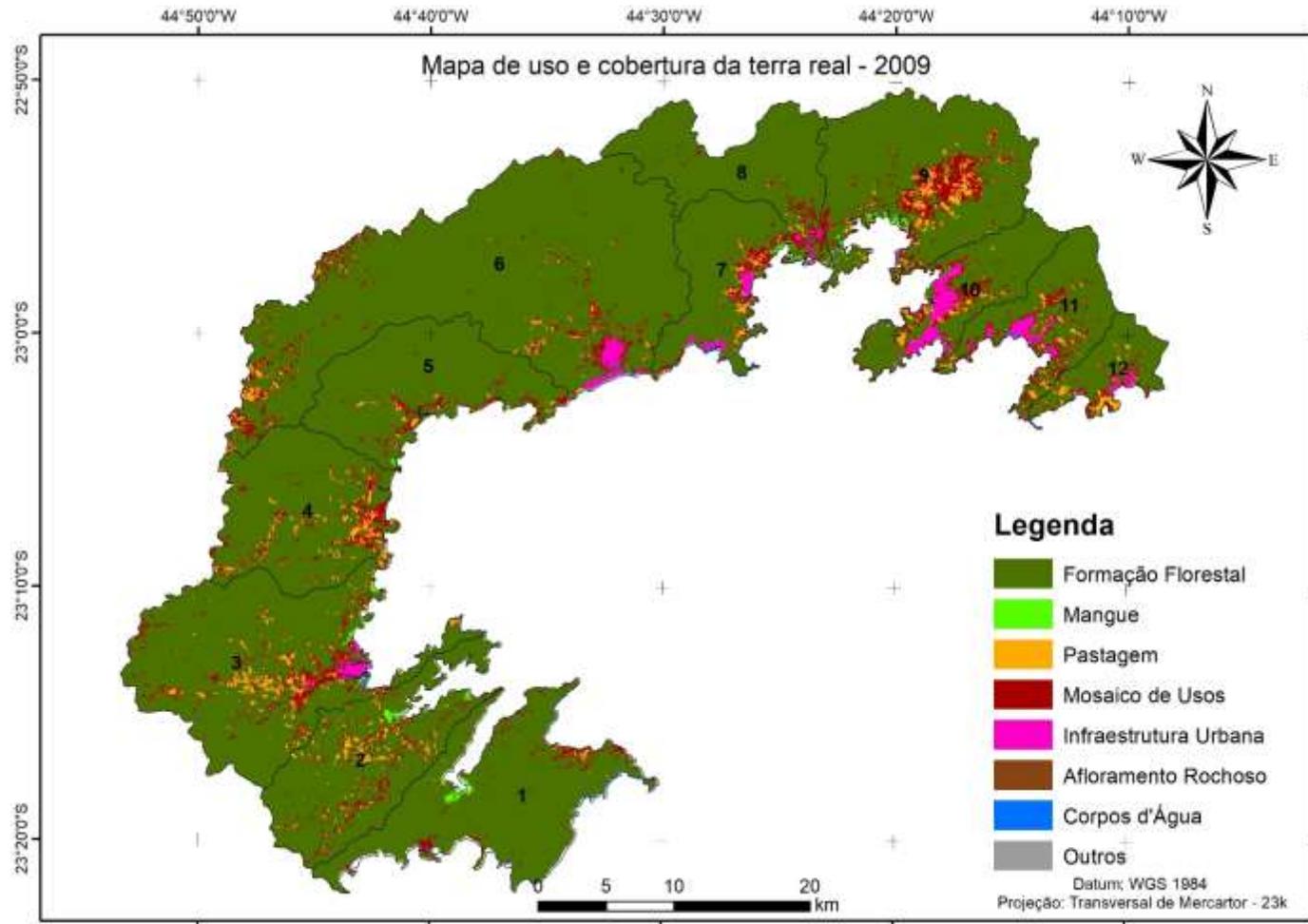
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 9 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 2009.



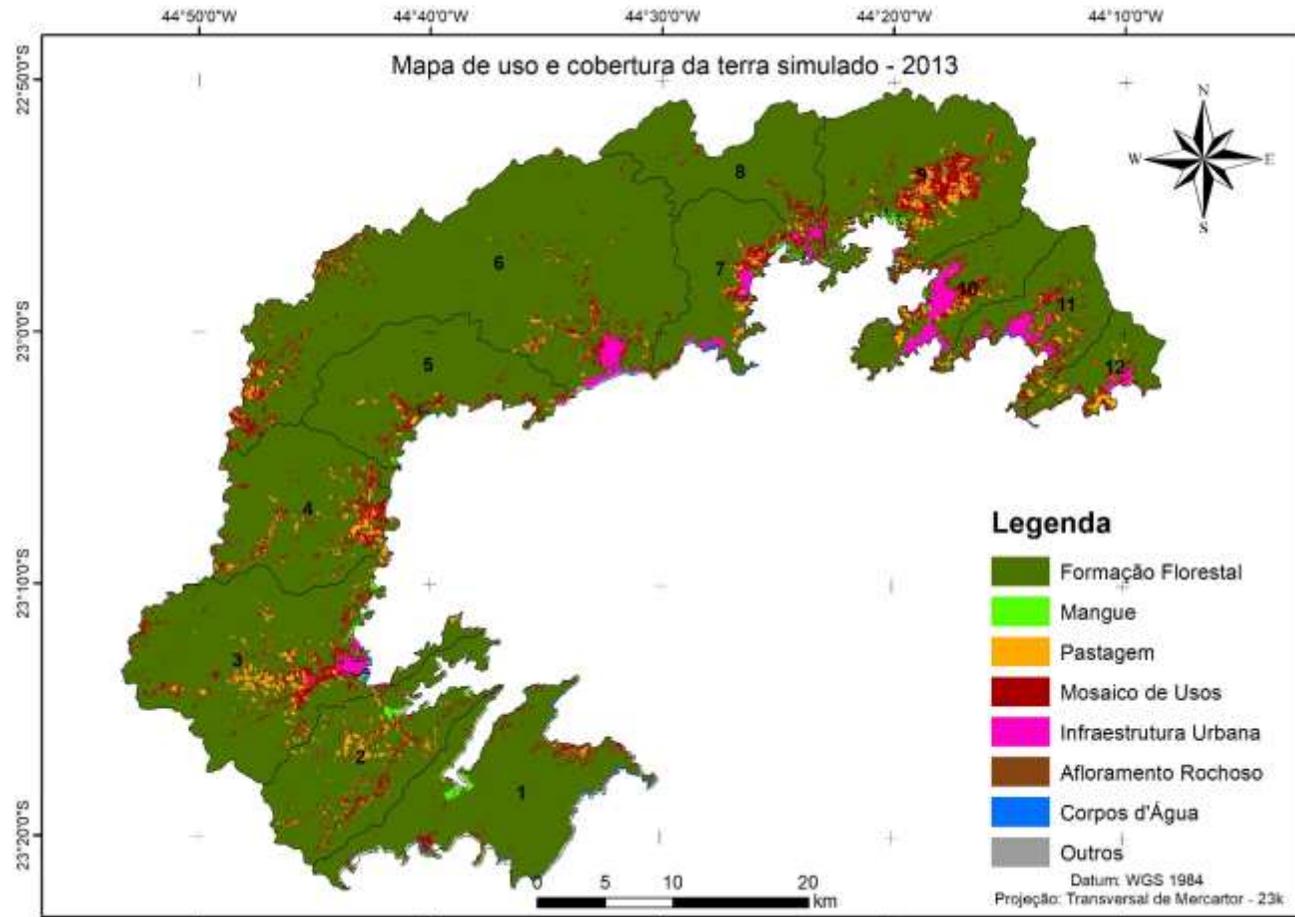
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 10 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 2009.



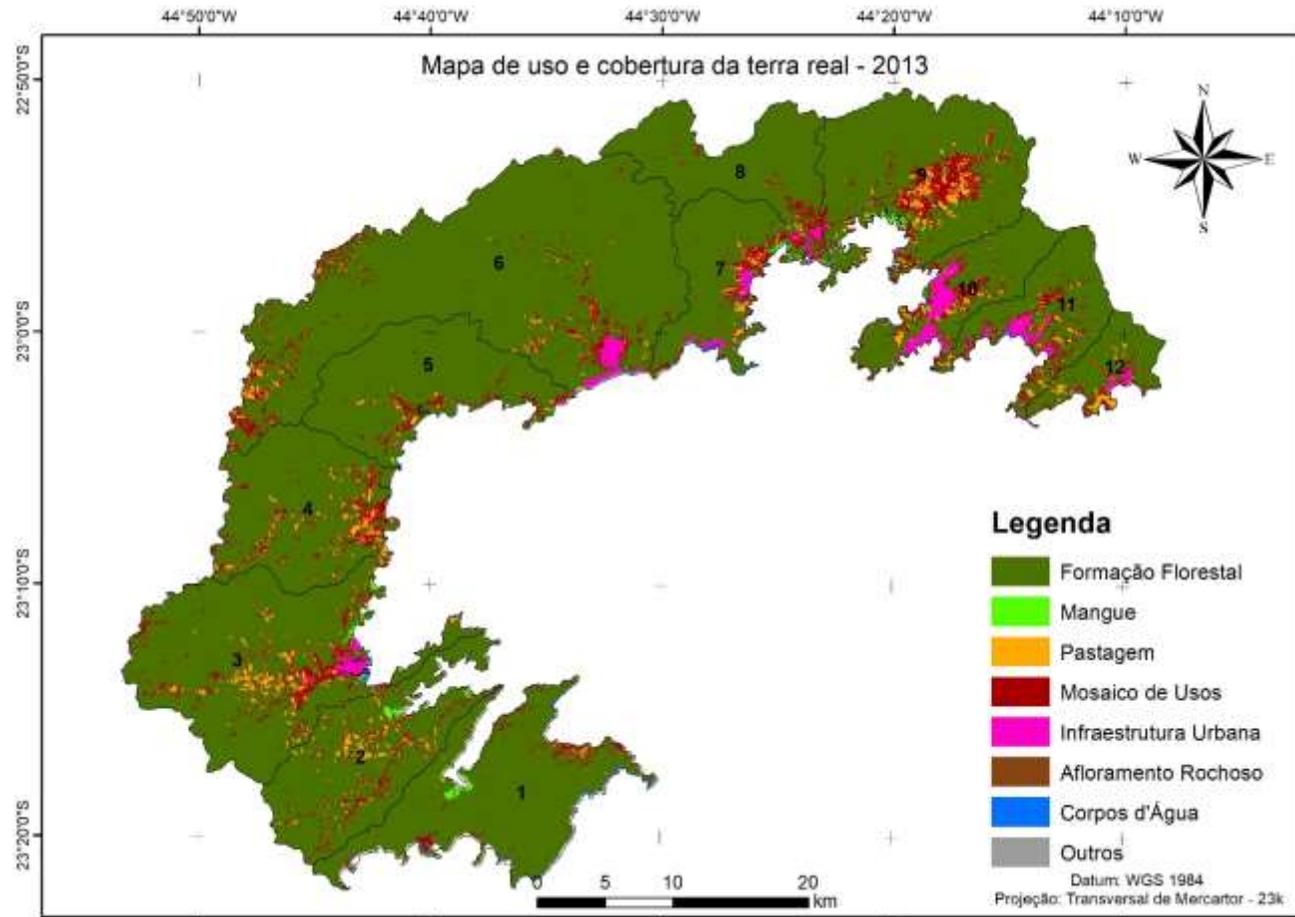
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 11 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 2013.



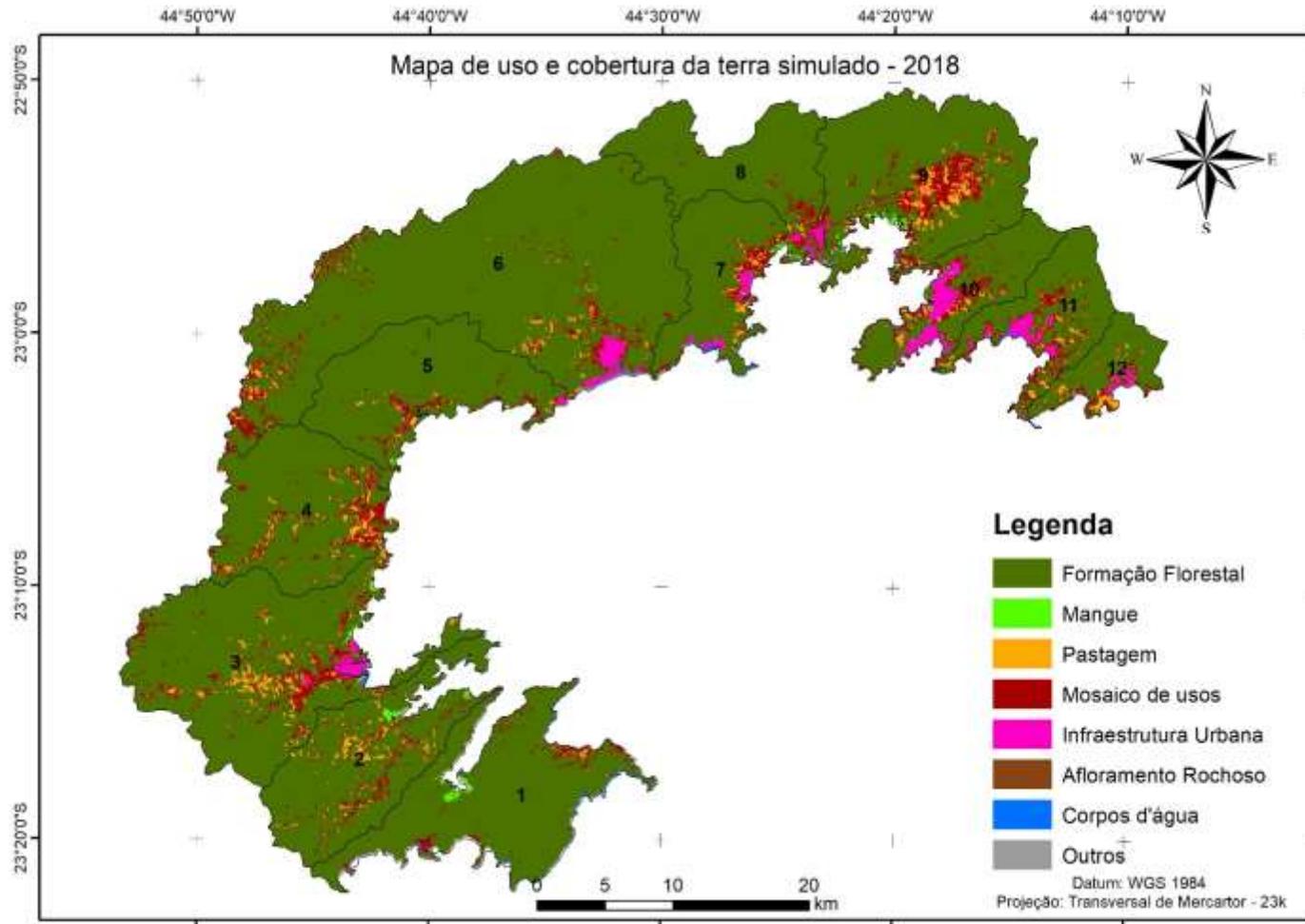
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 12 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 2013.



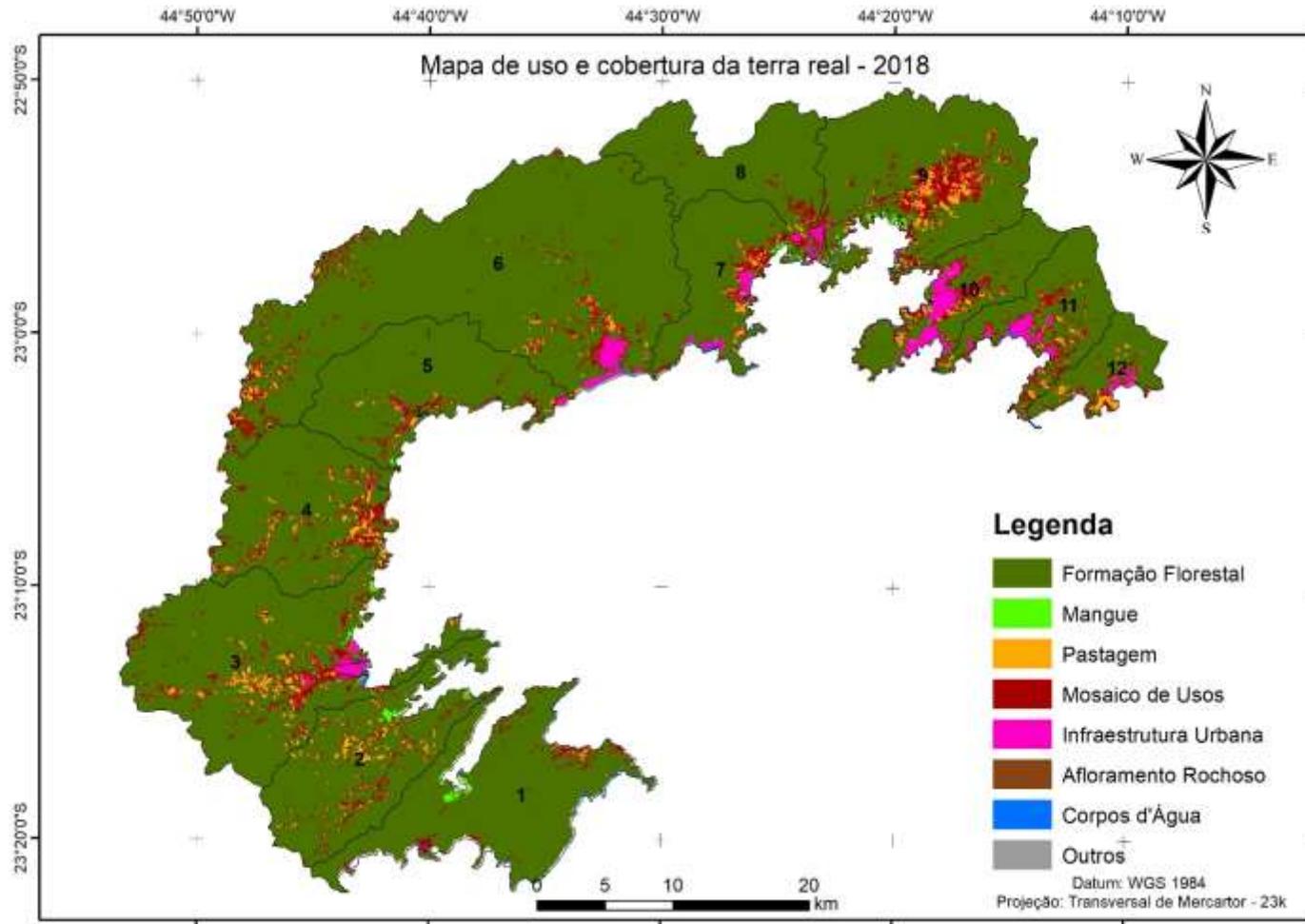
Fonte: Produção da autora.

Figura D. 13 - Mapa de uso e cobertura da terra simulado – 2018.



Fonte: Produção da autora.

Figura D. 14 - Mapa de uso e cobertura da terra real – 2018.



Fonte: Produção da autora.