

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ECOLOGIA DA PAISAGEM APLICADA A MICROBACIA DE ITAPUÃ (VIAMÃO-
RS): Construção de subsídios para etnomapeamento**

LARISSA CASAGRANDE FOPPA

PORTO ALEGRE

2023

LARISSA CASAGRANDE FOPPA

**ECOLOGIA DA PAISAGEM APLICADA A MICROBACIA DE ITAPUÃ (VIAMÃO-
RS): Construção de subsídios para etnomapeamento**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Marcos Wellausen Dias de Freitas

PORTO ALEGRE

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Casagrande Foppa, Larissa
ECOLOGIA DA PAISAGEM APLICADA A MICROBACIA DE
ITAPUÃ (VIAMÃO-RS): Construção de subsídios para
etnomapeamento / Larissa Casagrande Foppa. -- 2023.
111 f.
Orientador: Marcos Wellausen Dias de Freitas.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS,
2023.

1. Paisagem. 2. SIG. 3. Indígenas. 4. Geossistemas.
5. Ecologia. I. Wellausen Dias de Freitas, Marcos,
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RESUMO

Há séculos, populações indígenas lutam para manter ou recuperar territórios ancestrais, onde as relações das pessoas e natureza são integradas e simétricas. O mapeamento de territórios indígenas permite a aplicação de técnicas e métodos de geoprocessamento para populações tradicionais, mostrando-se um dispositivo de empoderamento no (re)conhecimento dos seus territórios. Assim, essa pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo integrado da paisagem com o uso de princípios da Ecologia da Paisagem para a realização de um mapeamento de cobertura e uso da terra multitemporal e de unidades de paisagem nas microbacias do Distrito de Itapuã em Viamão-RS onde está inserida a comunidade indígena Mbyá-Guarani da tekoá Pindó Mirim. Essa pesquisa teve cinco principais etapas: a) contextualização da territorialidade Mbyá-Guarani; b) organização de um Banco de Dados Geográficos; c) classificação de uso e cobertura da terra multitemporal; d) mapeamento das geofácies da microbacia de Itapuã; e) aplicação do método de análise multicritério (AHP) para classificação de áreas mais e menos apropriadas para a prática do modo de vida guarani (*mbyá-rekó*). Com os resultados dos métodos aplicados foi constatado que a atual área onde habitam os indígenas, a aldeia Pindó Mirim, apresenta áreas classificadas como inadequadas para o *mbyá rekó*, ao contrário da área compreendida pelo Parque Estadual de Itapuã (PEI), local que concentrou as áreas com melhor classificação e onde esse grupo *mbyá guarani* tenta regularizar sua nova morada, a tekoá Itapuã, aldeia que junto à FUNAI encontra-se sob o status de Em Estudo. Os produtos gerados nesta publicação visam servir como subsídios para o processo de regularização dessa Terra Indígena (TI) junto à União.

Palavras-chave: Ecologia da Paisagem; Mbyá-guarani; SIG; Geobia; geossistemas; indígenas.

ABSTRACT

For centuries, indigenous people have been struggling to maintain or recover ancestral territories, where the relationships between people and nature are integrated and symmetrical. Mapping indigenous territories allows for the application of geoprocessing techniques and methods by the native population, proving to be an empowering device in the acknowledgment of their territories. Thus, this research aims to develop an integrated landscape study using Landscape Ecology principles for the realization of a multitemporal land cover and land use mapping and landscape unit segmentation on the Itapuã district microbasin in the city of Viamão, where the indigenous land Pindó Mirim is located, hosting the Mbyá-guarani native people. This research had five main stages: a) contextualization of Mbyá-Guarani territoriality; b) the organization of a Geographic Database (gdb); c) multitemporal land use and land cover classification; d) mapping of *geofacies* of Itapuã micro basin; d) application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) method for the classification areas that are either more or less appropriate for the practice of the Guarani way of life (*mbyá-rekó*). With the applied methods results, it was found that the current place where the guarani people live, the Pindó Mirim village, has areas classified as unsuitable for *mbyá rekó*, unlike the area comprised of the *Parque Estadual de Itapuã* (Itapuã State Park), in which the areas with better classification are concentrated and where this Mbyá-Guarani group is trying to regulate their new home, the Itapuã indigenous land, which is under the status of Under Study along with the indigenous institution FUNAI. The products generated in this publication aim to serve as subsidies for the regularization process of this indigenous land.

Keywords: Ecology; Landscape; Mbyá-guarani; GIS; Geobia; geosystems; indigenous.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivo Geral:	10
1.2	Objetivos Específicos:	10
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Geografia e mapeamento na questão indígena	11
2.1.1	<i>Visão geográfica dos povos indígenas</i>	13
2.1.2	<i>Territórios indígenas e a legislação brasileira</i>	15
2.1.3	<i>Ferramentas de gestão territorial e ambiental de territórios indígenas</i>	20
2.2	Ecologia da paisagem	24
2.2.1	<i>A Ecologia da paisagem e a Antropologia simétrica</i>	30
2.3	Mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra	32
2.3.1	<i>GEOBIA</i>	34
2.3.2	<i>Unidades de Paisagem</i>	36
3.	ÁREA DE ESTUDO	39
3.1	Caracterização ambiental	40
3.1.1	Geologia	40
3.1.2	Pedologia	45
3.1.3	Geomorfologia	47
3.1.4	Hidrografia:	49
3.2	Parque Estadual de Itapuã	51
3.2.1	Pindó Mirim	53
4.	METODOLOGIA	57
4.1	Banco de Dados Geográficos	59
4.2	Segmentação espacial (GEOBIA) e CUT	60
4.3	Análise multitemporal das dinâmicas da paisagem	65
4.4	Geofácies	70
4.5	Mapeamento de áreas adequadas ao mbyá rekó	75
5.	RESULTADOS	79
5.1	Classificação de uso e cobertura da terra	79
5.2	Dinâmicas da Paisagem	84
5.3	Geofácies	87
5.4	Áreas compatíveis com o <i>mbyá rekó</i>	96
	CONCLUSÃO	103
	Referências.	105

1. INTRODUÇÃO

A colonização trouxe consigo práticas de dominação territorial predatórias, e havia, no exercício da cartografia, uma forma de validação da posse/propriedade privada (COSTA, 1988). O mapa carrega consigo, ao longo da história, o peso da legitimação da terra e, por muito tempo, foi sinônimo de um poder hegemônico.

Desde a invasão das suas terras, há séculos, populações indígenas lutam para manter e/ou recuperar territórios ancestrais ao redor do mundo. Tratando da etnia Guarani, seus perímetros eram volúveis, integrados em uma teia entre a natureza e os seres vivos, sem uma assimetria antropocêntrica de “dominação” da natureza (DIAS; da SILVA, 2013). Os conflitos registrados no continente Americano limitavam-se a disputas étnicas, e não uma domesticação do ambiente e da paisagem.

Os mapas foram, e ainda são, usados como afirmação de territórios e de posse, mas a produção com cunho hegemônico não representa sua totalidade (FREITAS et al, 2020; CHAPIN et al. 2005; PELUSO, 1995). Com a evolução tecnológica, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgiram como uma ferramenta de ponta às práticas cartográficas e de geoprocessamento. Junto à popularização da internet, softwares de SIG de acesso livre criaram pontes onde mais pessoas tiveram acesso à visualização de imagens de satélite e de dados vetoriais.

O novo ângulo trazido pela visão sinótica das imagens de satélite amplia o olhar sobre uma terra, antes vista desde o solo, e alinhando esse novo olhar às técnicas e métodos do SIG nas mãos de populações tradicionais, obtém-se um novo dispositivo de empoderamento para o (re)conhecimento de seus territórios. O sensoriamento remoto, entretanto, alinha-se com outros conhecimentos e abordagens quando se realiza um estudo de espaços de populações tradicionais.

A elaboração e evolução do conceito de geossistema (SOTCHAVA, 1977) permitiu à Geografia um avanço nos estudos complexos da paisagem, comportando as dinâmicas e transversalidades que a moldam (BERTRAND E BERTRAND, 2002; FREITAS, 2014). Essa complexidade e relações multiescalares entre um meio considerado como um todo em si, mas também como parte de um todo maior, tem como exemplo de funcionamento a sincronia entre o meio natural e modo de vida de diferentes povos tradicionais.

Os geossistemas são sistemas naturais, sociais e tecnológicos que interagem e influenciam mutuamente, moldando a paisagem e as condições de vida na Terra. Podem ser analisados em diferentes escalas espaciais e temporais, o que permite compreender sua dinâmica e evolução ao longo do tempo. A escala temporo-espacial de Bertrand (1968) é uma classificação de escala que une a leitura espacial da paisagem com a temporal. Isso implica não apenas em conceber a paisagem como está no presente, mas como foi no passado e como pode ser futuramente.

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra é um dos métodos para avaliar a paisagem de forma dinâmica. Permite compreender as mudanças nos geossistemas, bem como para avaliar as consequências dessas mudanças no ambiente e na sociedade. A hierarquia temporo-espacial para mapeamento de unidades de paisagem de Bertrand (1968), juntamente com a análise multitemporal do uso e cobertura da terra, são caminhos para isso.

Nos estudos geográficos que extrapolam a barreira limitante entre “geografia física” e “geografia humana”, é importante utilizar a abordagem complexa que permite levar em consideração os múltiplos fatores que agem concomitantemente no espaço. Nas comunidades tradicionais, é emblemática a questão da manutenção do modo de vida tradicional. Desde atividades realizadas em certas épocas do ano (como celebrações e eventos religiosos), passando por vestimentas típicas e a alimentação, o ritmo e as consequências do desenvolvimento das sociedades capitalistas e ocidentais impactam seu modo de vida.

No caso das populações indígenas americanas, sua singular visão ecológica e sustentável parte de um entendimento interrelacionado do ser humano com a natureza, em que a teia da vida se estrutura e pontes entre diferentes agentes espaciais se criam ao longo do tempo. Essa filosofia ganha, paulatinamente, reconhecimento legislativo acerca da conservação ambiental inerente às suas práticas (BRASIL, 2006).

O histórico do Brasil é o da ocupação original dos povos ameríndios, com a perda de espaço persistentemente em função do avanço da colonização. Com relação à proteção de terras e tentativas de frear essa situação, as leis brasileiras vêm solidificando questões de reconhecimento e proteção de territórios indígenas (BRASIL, 2012, 2007, 2006). Porém, para que essas terras sejam consideradas

legítimas juridicamente, há um processo longo no qual são exigidos documentos que comprovem a ancestralidade da terra (BRASIL, 1996).

A publicação do Decreto nº 7.747, 2012 instituiu a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, construída com a participação dos povos indígenas, que tem como objetivos garantir a conservação e uso sustentável de recursos naturais em terras indígenas e manter condições para efetivação de vivências culturais e sociais indígenas, respeitando a autonomia sociocultural desses povos (PNGATI, 2012).

Nesse decreto, foram regulamentadas ferramentas de planejamento territorial e de gestão ambiental: o etnomapeamento e o etnozoneamento. Na elaboração de tais mapeamentos, visa-se promover ações que envolvam diretamente a participação da população indígena, em consonância com suas práticas e conhecimento. Esses instrumentos têm o uso indicado na promoção do envolvimento da comunidade acerca de um lugar que lhes pertence (TEMPESTA et al. 2013; FREITAS et al. 2020).

O mapeamento de uso e cobertura da terra é amplamente utilizado em projetos de regularização de terras indígenas, pois permite a identificação de áreas de importância cultural e ambiental para os povos indígenas. Este é parte importante do processo de reconhecimento, demarcação e titulação das terras tradicionais, pois possibilita identificar áreas que são essenciais para a subsistência e sobrevivência dos povos indígenas, como áreas de cultivo, de caça e pesca e de extração de recursos naturais.

As possibilidades que o SIG apresenta, aliados à sabedoria indígena, podem contribuir para a reivindicação dos seus territórios. A visualização e apropriação dos territórios em uma perspectiva sinótica viabilizam uma redescoberta do território ancestral, ao expor um novo ponto de vista. A prática do mapeamento nessa pesquisa também visa tornar-se uma via para a gestão de recursos naturais por populações tradicionais (CARVALHO, 2019). Dessa forma visa-se fazer uso das geotecnologias em prol do reconhecimento territorial de territórios indígenas.

1.1 Objetivo Geral:

Desenvolver um estudo integrado da paisagem na microbacia de Itapuã em Viamão-RS, a partir de princípios da Ecologia da Paisagem, com base no mapeamento de uso e cobertura da terra multitemporal e de unidades de paisagem dinâmicas para a espacialização das áreas mais adequadas ao modo de vida mbyá-guarani com vistas à regularização do território indígena em Itapuã.

1.2 Objetivos Específicos:

- Realizar uma classificação multitemporal de uso e cobertura da terra na microbacia de Itapuã nos anos de 2010 e 2020;
- Mapear unidades de paisagem em nível de geofácies resultantes das dinâmicas da paisagem em Itapuã em uma perspectiva geossistêmica;
- Classificar as geofácies mais adequadas ao *mbyá rekó* (modo de vida) do povo mbyá guarani por técnica de avaliação multicritério.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A realização dos procedimentos aos quais essa dissertação se propõe envolve uma abordagem que compreende tanto aspectos físicos e ecológicos, quanto culturais. Tem-se como base, para a efetivação dessa integração, a interdependência e transversalidade das temáticas e ferramentas metodológicas. Capra (2012), tratando da ecologia sob abordagem sistêmica, coloca que “embora possamos discernir partes individuais em qualquer sistema, essas partes não são isoladas, e a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes”.

A perspectiva sistêmica é relacional, em que os objetos são interligados e interdependentes. Esse entendimento dialoga com a visão do povo Mbyá-Guarani que entende a Terra como um sistema integrado, onde ações realizadas em dada área afetam os seres que ali circulam. A fauna e flora não possuem um status “inferior” ao do ser humano, compreendendo-se que todos fazem parte da Terra de forma integrada e interdependente.

Nos estudos da geografia, quando fazem análise de espaço geográfico, “os geógrafos não devem estudar o meio físico como produto final ou como objetivo único e isolado, mas sim, como meio integrado e dinâmico no qual os seres vivos e humanos vivem, interagem e desenvolvem suas atividades.” (OLIVEIRA et al. 2017).

As escalas de análise geográfica têm diferentes funções e podem coexistir pluralmente sobre um mesmo espaço geográfico, a depender de características que apresentam, concomitantemente, mais de um encaixe nas hierarquias entre as escalas. Os diferentes olhares e entendimentos do espaço que são a base da análise na Geografia.

2.1 Geografia e mapeamento na questão indígena

Quando se trata da noção de território, a Geografia o classifica com base em seus limites ou fronteiras que definem e delimitam esse espaço em observação. O território expressa as relações de poder alinhadas a sentimentos de pertencimento ou posse sobre ele.

Sob o ponto de vista europeu, o território é uma concepção gerada por indivíduos organizando o espaço segundo seus próprios objetivos e se configura em

um espaço de expressões de poder (política) e cultura (sociedade) (GOTTMAN, 2012). A sociedade que delimita um espaço de vivência e produção se organiza para dominá-lo e o transforma em seu território. Ao demarcá-lo, produz-se uma projeção territorializada de suas próprias relações de poder (COSTA, 1988) e, assim, a delimitação de um espaço de vivência, na realidade, mostra-se um processo político.

Como o processo de colonização europeia atingiu e invadiu diretamente o espaço de populações originárias, essa perspectiva política e de conquista reflete no andamento dos fatos históricos. À medida em que se tornam mais complexas as relações territoriais, "(...) essas relações de poder tendem a se tornar mais explícitas, ou seja, a nitidez do espaço político aumenta. Assim, o advento da propriedade de terra representa claramente uma ruptura e um marco nesse processo" (COSTA, 1988, p.19).

Um dos princípios de regulação e legitimação da colonização é o mapeamento da área ocupada. A demarcação territorial tem no poderio bélico o sustentáculo da hierarquia determinada sobre os povos originários e seus territórios pré-invasão.

Os mapas têm uma atribuição hegemônica de poder atribuído e são usados, especialmente, na expansão da fronteira de colonização como um marco regulatório e de validação da propriedade privada sobre os territórios das populações tradicionais. No Brasil, a divisão territorial inicial foi demarcada pelas capitânicas hereditárias que determinaram um caráter de fragmentação nacional que trouxe consequências até hoje vigentes: latifúndios, violação de territórios indígenas, movimentos regionalistas, eventos de cunho separatista, coronelismo e elites locais, etc. (COSTA, 1988).

A população nativa indígena, desconhecadora do conceito de propriedade privada, não fez parte do fracionamento da terra. Os conflitos seguintes à remoção dos indígenas de seus territórios perduraram por séculos e ainda se apresentam como problema em questões de políticas públicas e de reforma agrária em nações colonizadas. A partir do momento em que as práticas indígenas de territorialidade perdem espaço para as imposições do 'papel' – legitimação física da validade da posse da terra – e da autoridade militar e/ou jurídica que impõe essa validação, mudam-se as dinâmicas territoriais na América.

2.1.1 Visão geográfica dos povos indígenas

Em relação às práticas territoriais indígenas, sua expressão exercida por diferentes etnias difere do entendimento europeu de território (local relativamente fixo com fronteiras estabelecidas). No caso dos Mbyá-Guarani, e tantos outros povos, não há necessariamente linhas ou limites claramente definidos que marcam um perímetro territorial.

O modo de vida Mbyá-Guarani (*mbyá rekó*) envolve originalmente deslocamentos pelo espaço. A típica territorialidade Mbyá-Guarani é móvel, envolve o caminhar simulando os percursos de Nhanderu, a divindade que criou o mundo ao caminhar sobre ele. Esse caminhar envolveu a ocupação e circulação por onde hoje estão a Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai (SILVA et al. 2010).

Quanto às práticas territoriais,

difícilmente os Mbyá-Guarani permanecem morando mais do que cinco anos em uma mesma aldeia, cuja continuidade é garantida por parcela do coletivo que se mobiliza ou por um novo conjunto de famílias, oriundo de outra porção do território. Esta intensa mobilidade é uma das características mais fortes dos Mbyá-Guarani, balizando a organização social do grupo (DA SILVA et al., 2010, p. 15).

Hoje, a mobilidade do caminhar Mbyá-Guarani é restrita, tanto em função do seu território original ter sido partido em nações, quanto pelas propriedades privadas presentes nesses países e a tendência de aldeamento de indígenas, visto que a demarcação de terras é parte inerente do processo de regularização de Terras Indígenas – TI (FUNAI, 2021).

Em conformidade a esse aspecto cultural, num primeiro momento, houve um movimento contrário à regularização da terra pelos Mbyá-Guarani (SILVA et al., 2010), pois o aldeamento, incentivado no período colonial pelos jesuítas¹, não assegura suas práticas de modo de vida e expressão territorial.

É nesse contexto que se apresenta o *mbyá rekó*: o modo de viver guarani. *Mbyá rekó* é um conceito muito importante para os mbyá-guarani, lugar sagrado onde as pessoas vivem em harmonia com a natureza e entre si. Para os guarani, esse

¹ O intuito desse processo de aldeamento foi “facilitar a introdução indígena na sociedade civil convertendo os mais velhos e alfabetizando as crianças, bem como garantir acesso à sua mão-de-obra para os jesuítas e colonos” (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 2012).

entendimento vai além de uma simples expressão, é um ideal a ser perseguido e uma forma de viver e de se relacionar com o mundo. Nesse espaço se mantêm práticas como o cultivo de roças e o uso de remédios naturais, e se luta pela demarcação de suas terras e pela preservação do ambiente. A busca por *mbyá rekó* é uma busca constante por equilíbrio e justiça, um dos pilares da cultura e da cosmovisão dos Mbyá-Guarani (PIRES, 2007).

Esse modo de vida, descrito pelos mbyá como compreensão integrada da existência e do cosmos é uma das características mais marcantes dos dados etnográficos obtidos junto aos representantes Mbyá, algo que a literatura etnológica dos Guarani também reitera. Os Mbyá produzem e reproduzem para a saúde – ao corpo e à pessoa (PIRES, 2007).

O *mbyá rekó* envolve deslocamentos pelo espaço; a típica territorialidade Mbyá-Guarani é móvel, envolve o caminhar simulando os percursos de Nhanderu. Também são alicerces a caça, coleta, agricultura e manejo da mata. Em termos gerais, a sustentabilidade de uma TI diz respeito ao uso dos ambientes e dos recursos naturais pelas atuais gerações de forma a mantê-los para que as futuras gerações também possam usufruir deles (PNGATI, 2012). Dessa forma,

[...] a realidade Mbyá não se restringe ao espaço geográfico de uma comunidade, nem ao seu reconhecimento oficial como “área indígena”. O *Mbyá rekó* extrapola a independência aparente de comunidades dispersas num amplo território, num fluxo contínuo entre as Tekoá e acampamentos, para visitas a parentes e amigos e mesmo para mudança (que para os Mbyá nunca é definitiva), incluindo a circulação pelas matas e rios de entorno – onde isso é possível. A categoria “caminhada” (*jeguatá*) revela-se categoria-chave para este grupo, o que é enfatizado mesmo pela literatura etnológica (PIRES, 2007).

Como nos espaços ocupados são construídas residências, casas de reza, escolas e espaços coletivos, a migração acaba se tornando cíclica: os grupos voltam anos ou meses depois para o território. Assim, a sustentabilidade de uma TI envolve a utilização consciente dos recursos naturais e do ambiente para que as próximas gerações também possam desfrutar deles. É feito uso da terra, como na agricultura e nas construções, e depois feito um retrabalho de deixar a terra brotar “livre” novamente.

Porém, a ameaça (e efetiva circunstância) de perda territorial e, consequentes, alterações em relação às práticas fundamentais de sobrevivência, como caça e agricultura, pressionou os mbyá-guarani à priorização da sobrevivência. Desse modo, hoje, os territórios mbyá-guarani têm limites definidos e os processos de

deslocamento ficam cada vez mais restritos ao espaço determinado às Tekoa e áreas de mata adjacentes.

2.1.2 Territórios indígenas e a legislação brasileira

A partir do marco histórico que rompeu a estrutura das relações étnicas e territoriais comuns da América, a invasão europeia, consolidaram-se novas estruturas e uma nova organização do espaço no continente. Desde o século XV, houve processos de “reconhecimento” de terra indígena (TI) por meio da publicação dos Alvarás Régios, que proviam algum tipo de direito à terra aos povos indígenas. Ao invés de expressamente negados os territórios, a intenção historicamente se deu no sentido de assimilação pelos jesuítas, especialmente, em um processo “civilizatório”, de europeização dos povos autóctones (SCHWARTZ, 1988, apud UNIVERSIDADE DE UBERLÂNDIA, 2012), ou seja: visava a prática de etnocídio².

As populações indígenas, inicialmente dizimadas em função das doenças disseminadas pelos colonizadores e expostas às violências cometidas contra si por séculos, sofreram uma redução de milhões de habitantes originários para centenas de milhares na atualidade (FUNAI, 2021). Sobreviveram ao longo dos séculos resistindo aos processos predatórios e visando preservar seus modos de vida tradicionais.

Durante o regime militar, um longo – e ainda atual – processo, a partir de um discurso de união e hegemonia nacional, implementou-se uma política de “integração indigenista”, em que os indígenas deveriam ser incorporados ao modo de vida e territórios de não-indígenas. Essa busca estatal pela assimilação e apagamento de povos indígenas, reverberando práticas coloniais etnocidas, teve uma alteração apenas com a Constituição Federal de 1988 (TELLUS, 2021).

Desde 1934, em nível constitucional, houve menções a direitos territoriais indígenas de alguma forma assegurados (CAVALCANTE, 2016). Entretanto, o marco regulatório que veio a estabelecer uma maior solidez na demarcação de Terras Indígenas foi a Constituição de 1988 que, após décadas de mobilização de lideranças

² “É um processo que visa a destruição sistemática do modo específico de vida (técnicas de subsistência e relações de produção, sistema de parentesco, organização comunitária, língua, costumes e tradições) de povos diferentes” (CASTRO, 2016).

indígenas, trouxe questões como “a utilização de suas línguas maternas e processos próprios de aprendizagem” (BRASIL, 1988) asseguradas na educação básica e o direito originário às Terras Indígenas. No Artigo 231 traz que:

§ 1º São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas **em caráter permanente**, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições (BRASIL, 1988).

O trecho grifado evidencia um entrave para uma etnia como a Mbyá-Guarani que não tem tradicionalmente permanência fixa territorial. Isso coloca os grupos Mbyá-Guarani em uma posição mais frágil frente à reivindicação do seu território, pois sua territorialidade, caracterizada pela mobilidade espacial e os processos de desterritorialização, resultaram em espaços “desocupados” por décadas.

Nos termos da legislação vigente (CF/88, Lei 6001/73 – Estatuto do Índio, Decreto n.º 1775/96), as terras indígenas podem ser classificadas em quatro modalidades (BRASIL, 2021), sendo o tema deste estudo uma Terra Indígena Tradicionalmente Ocupada. Esses territórios têm como processo de demarcação as diretrizes do Decreto n.º 1775/96. O processo de demarcação dessa modalidade de Terra Indígena envolve fases dentro do processo administrativo nas quais ela pode se encontrar (Figura 1).



Figura 1 - Fases de demarcação de Terras Indígenas Tradicionalmente Ocupadas. Fonte: FUNAI.

Atualmente, a Tekoa Itapuã (substituindo a Pindó Mirim) encontra-se sob o status de “em estudo” junto à FUNAI (Fundação Nacional do Índio). A demarcação e regularização da terra é fundamental na autonomia e acesso à assistência da população que habita territórios indígenas.

Em 2020, por determinação da FUNAI na publicação do Ofício Circular da FUNAI n.º 28/2020/COGABPRES/GABPR/FUNAI (BRASIL, 2020), populações indígenas, que vivem em áreas não-demarcadas e terras onde houve processos de retomada, foram destituídas de assistência jurídica, sob a alegação de serem “áreas de invasão”, como expressa o trecho do ofício a seguir:

Casos de invasão de propriedade particular por indígenas integrados não geram atuação judicial da PFE FUNAI em prol dos grupos invasores. Isso seria fomentar futuras condenações da entidade indigenista brasileira por apoio a essas ações ilícitas, ainda que as mesmas sejam denominadas de

"retomadas" e o objetivo seja forçar a demarcação territorial, que segue rito próprio previsto em decreto presidencial (BRASIL, 2020).

Posteriormente, o Ministério Público Federal (MPF) entrou com a Recomendação nº 12/2020 (BRASIL, 2020) que pediu a revogação do ofício circular, o que se concretizou. Esse registro mostra a vulnerabilidade a que estão sujeitos territórios não regularizados frente às políticas públicas anti-indígenas. A Figura 2 traz um gráfico com fazendas certificadas sobre territórios indígenas não-homologados, as quais “são áreas que aguardam o decreto presidencial, última fase do processo de demarcação antes do registro definitivo.” (FONSECA e OLIVEIRA, 2020).

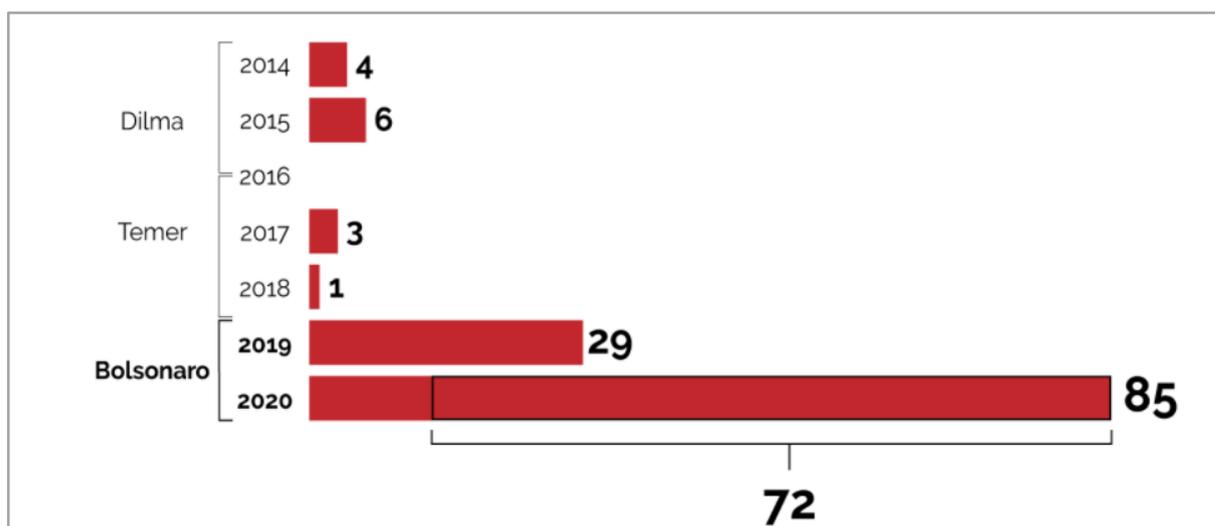


Figura 2 - Fazendas certificadas em Terras Indígenas não homologadas. Fonte: FUNAI apud FONSECA e OLIVEIRA, 2020.

O caminho jurídico a ser percorrido é um processo longo, mas fundamental. A demarcação e regularização da terra é base para a autonomia, acesso à assistência, reivindicação de direitos junto ao Estado e maior segurança para as populações indígenas. Apesar disso, o cenário atual das políticas públicas indigenistas expressa a fragilidade desses territórios frente aos interesses estatais e privados.

Hoje, o documento que traz segurança jurídica aos povos indígenas para a manutenção e a regularização do seu território é o Decreto nº 7.747, publicado em junho de 2012, que institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI. Na sua abertura tem-se como objetivo principal:

Garantir e promover a proteção, a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, assegurando a integridade do patrimônio indígena, a melhoria da qualidade

de vida e as condições plenas de reprodução física e cultural das atuais e futuras gerações dos povos indígenas, respeitando sua autonomia sociocultural, nos termos da legislação vigente (BRASIL, 2012).

A PNGATI traz, por meio de seus eixos, diretrizes para a demarcação de Terras Indígenas (TI) e faz uso de ferramentas como o etnomapeamento e o etnozoneamento para a elaboração da documentação de relatórios para regular terras. Esse decreto foi elaborado por um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) do qual fizeram parte, além de ministérios, organizações e associações de povos indígenas e de proteção ao meio ambiente de todas as regiões brasileiras. É um Decreto que representa a garantia de territórios, bem como de qualidade de vida e preservação cultural.

Destaca-se o aspecto de integração do documento expresso no seu título “Gestão Territorial e Ambiental”. Retoma-se aqui a associação de todas as partes integrantes do meio: estruturas, objetos e seres vivos como uma concepção que traz uma quebra do paradigma sob o ponto de vista científico, tipicamente especializado. Sob a perspectiva indígena, no entanto, é uma noção primordial.

Pensar em Terras Indígenas implica pensar em sustentabilidade em função do equilíbrio e equivalência nas trocas entre os seres e o ambiente no qual é alicerçado seu modo de vida. “Em termos gerais, a sustentabilidade de uma TI diz respeito ao uso dos ambientes e dos recursos naturais pelas atuais gerações de forma a mantê-los para que as futuras gerações também possam usufruir deles” (TEMPESTA et al., 2013).

É especialmente relevante, a este trabalho, os objetivos específicos da PNGATI, que têm no eixo III as diretrizes acerca da coexistência entre áreas protegidas, Unidades de Conservação e Terras Indígenas:

- a) realizar consulta prévia, livre e informada aos povos indígenas no processo de criação de unidades de conservação em áreas que os afetem diretamente;
- b) elaborar e implementar, com a participação dos povos indígenas e da FUNAI, planos conjuntos de administração das áreas de sobreposição das Terras Indígenas com unidades de conservação, garantida a gestão pelo órgão ambiental e respeitados os usos, costumes e tradições dos povos indígenas;
- c) promover a participação indígena nos conselhos gestores das unidades de conservação localizadas em áreas contíguas às Terras Indígenas; e
- d) assegurar a participação da FUNAI nos conselhos gestores das unidades de conservação contíguas às terras com presença de índios isolados ou de recente contato (BRASIL, 2012).

Há a previsão de áreas de conservação em Terras Indígenas em lei, fundamentada no discernimento de que os povos indígenas promovem a conservação ambiental, sustentado pelo entendimento de humanos, animais e o meio enquanto entes de mesma hierarquia, com convívio integrado e equilibrado.

Porém, essa conservação se vê fragilizada em situações nas quais as matas desses territórios têm uma cobertura que é mantida apenas na Terra Indígena, sem uma conexão de corredores ecológicos. Isso leva às consequências do efeito de borda³ na biota da TI e entorno, o que prejudica a comunidade indígena em pontos centrais à sobrevivência com a alteração de disponibilidade de água pelo uso predatório nos entornos, aterramento de nascentes ou fragilização de cursos d'água por meio do corte ilegal de mata ciliar.

2.1.3 Ferramentas de gestão territorial e ambiental de territórios indígenas

Como visto anteriormente, as ferramentas da PNGATI são o etnomapeamento e etnozoneamento, processos de mapeamento participativo ou coletivo que envolvem comunidades tradicionais (MACHADO, 2014; CARVALHO, 2019; FREITAS et.al. 2020). Além dessas diretrizes, a PNGATI institui em seu Artigo 2º o etnomapeamento e o etnozoneamento enquanto ferramentas para a gestão territorial e ambiental de Terras Indígenas:

Parágrafo único. Para fins deste Decreto, consideram-se:

I – Etnomapeamento: mapeamento participativo das áreas de relevância ambiental, sociocultural e produtiva para os povos indígenas, com base nos conhecimentos e saberes indígenas; e

II – Etnozoneamento: instrumento de planejamento participativo que visa à categorização de áreas de relevância ambiental, sociocultural e produtiva para os povos indígenas, desenvolvido a partir do etnomapeamento (BRASIL, 2012).

A representação cartográfica imprime como se estruturam no espaço as relações e marcas do território que existem na memória coletiva. Esse processo pode ser estruturado a partir de diferentes caminhos, mas, necessariamente, tem de

³ Efeito de borda representa as consequências bióticas e abióticas em uma mata cujas bordas foram desmatadas, isolando uma parte da floresta. A diferença de temperatura, isolamento, drenagem, fragilizam as espécies de borda, podendo causar um efeito em cadeia de adoecimento da mata das bordas para o centro. “Os efeitos bióticos indiretos dizem respeito às alterações entre duas ou mais espécies, tais como herbivoria, predação, polinização, dispersão e competição” (BARROS, 2006) e implicam em redução de espécies.

envolver a participação da comunidade (CHAPIN et al., 2005). O etnomapeamento representa o mapeamento participativo de pontos de relevância cultural e ambiental, e localiza espaços-chave no território, como as moradias, colaboração, trabalho, estudo, reza, plantio. Já o etnozoneamento mapeia as partições do território em áreas de acordo com sua função ou uso, como áreas de conservação, de caça, habitação, plantio, espirituais, etc..

A evolução das tecnologias vem envolvendo, em certo nível, uma democratização ou popularização delas. Quanto maior o acesso à internet, mais fácil se tornou a conexão entre pessoas em locais distantes e o acesso a ferramentas como *softwares*, bem como informação em massa. A cartografia também passa por esse processo e, cada vez mais, se torna possível que alguém sem maiores conhecimentos em geotecnologias consiga realizar práticas como encontrar um local com base em imagens de satélite, desenhar vetores, marcar pontos na superfície, etc. Hoje, um mapeamento divulgado na *web* pode ser consultado por pessoas do mundo todo e, no caso de mapas de territórios indígenas, pessoas de outras etnias podem visualizar um etnomapeamento e descobrir uma ferramenta, até então, desconhecida para ser usada na regularização do seu território.

O uso das geotecnologias na realização de etnomapeamentos teve sua primeira ocorrência nas décadas de 50 e 60 com grupos no Canadá e no Estado do Alaska. Esse conteúdo produzido serviu como instrumento para as primeiras requisições de reconhecimento de terras ancestrais e se tornou um preceito padrão na busca de outros povos originários frente à regularização e ao reconhecimento de seus territórios. (CHAPIN et al., 2005).

A metodologia do "mapa biográfico", que traça as práticas de subsistência de indivíduos espacialmente ao longo do tempo, surgiu dessas experiências e foi aprimorada na década de 1970 com o "Projeto Uso e Ocupação da Terra Inuit". Cobrindo 33 comunidades no Território do Noroeste (do Canadá), documentou padrões passados e atuais de caça, pesca, captura e coleta, visualizando-os através dos olhos dos Inuit. Foram registradas as percepções dos Inuit de sua relação com a terra, compilando extensos dados sobre história, nomes de lugares, linguística, técnicas de subsistência, aldeias e outras informações culturais (CHAPIN et al. 2005, p. 624, tradução nossa).⁴

⁴ The methodology of the "map biography," which charts the subsistence regimen of individuals spatially through time, grew out of these experiences and was refined in the 1970s with The Inuit Land Use and Occupancy Project. Covering 33 communities in the Northwest Territory, it documented past and present hunting, fishing, trapping, and gathering patterns by viewing them through the eyes of the Inuit. It recorded Inuit perceptions of their relationship to the land, compiling extensive data on history, place names, linguistics, subsistence techniques, campsites, and other cultural information.

Levando em conta esses aspectos, a cartografia aplicada ao mapeamento de territórios de comunidades tradicionais se apresenta como um movimento de revolução, em que a cartografia de caráter hegemônico passa a ser uma ferramenta usada também por populações historicamente oprimidas. Um reflexo desse caráter contra hegemônico do etnomapeamento e do etnozoneamento é marcado pela nomenclatura cunhada como contra-mapeamento (no original *counter-mapping*) por Nancy Peluso em 1995.

Esse termo teve como intenção descrever o processo de

“resposta a dois anos de exploração industrial de madeira e a substituição dos direitos florestais de costumes pelo governo indonésio por meio de planejamento oficial e empenho visando mapeamentos, um movimento de mapeamento alternativo ou "contra" mapeamento começou (PELUSO, 1995, p. 384, tradução nossa)”⁵

Termo correlato, a contracartografia se popularizou pela publicação “*This is not an Atlas*” (“Isso não é um Atlas”) do coletivo Orangotango (2018). Essa publicação traz exemplos de contracartografia em que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são a ferramenta-chave para expandir métodos de resistência e promover visibilidade a uma comunidade, seu território, pontos de conflito ou de refúgio em um ambiente de precisão técnica.

Nesse “Não-Atlas”, há mapas e infográficos que apresentam informações não convencionais, como dados sobre migração, desigualdade econômica e impactos ambientais. Alguns exemplos são mapas que mostram a distribuição de refugiados em todo o mundo, destacando as políticas de acolhimento de cada país ou um mapa que mostra a distribuição de terras indígenas em todo o mundo e as ameaças às suas terras e culturas.

Cada elemento resultante é único, especialmente os que têm a participação de comunidades tradicionais. Assim, o processo de uma contracartografia traz uma perspectiva crítica da abordagem e do próprio papel da Geografia e seus métodos, incentivando a uma linha de pensamento que alarga as práticas comuns hegemônicas sobre diferentes temas geográficos.

⁵ “In response to two decades of intensive industrial timber exploitation and the Indonesian government’s superseding of customary forest rights through official planning and mapping efforts, an alternative or “counter” mapping movement has begun.”

No Sul do Brasil, foi realizado o processo de etnomapeamento tendo como principais agentes os alunos da escola da comunidade Mbyá-Guarani da Tekoa Anhetenguá, Porto Alegre (FREITAS et al. 2020). O aspecto coletivo proposto nesse método de etnomapeamento é alicerçado em práticas como capacitação do uso de geotecnologias, mapeamento autônomo, ilustrações da simbologia do etnomapeamento, oficina de diagnóstico ambiental e coleta dos pontos com GPS em trabalhos de campo.

Durante a elaboração dessa “contracartografia”, ao cartógrafo compete o conhecimento e a execução da técnica, bem como o seu ensino à população que realiza o mapeamento que também guia e informa sobre pontos focais que destacam elementos culturais, simbólicos, espaços fundamentais à subsistência (seja pela disponibilidade de insumos para consumo próprio ou para elaboração de ferramentas/artesanato) e o apontamento da sua relevância naquela comunidade.

A importância da simbologia da cartografia é especialmente pertinente aos mapeamentos étnicos e esse coletivismo na elaboração se mostra nas características gráficas (em que a simbologia e as cores do mapa têm de ter uma coerência não apenas técnica, mas cultural) e espaciais, nas delimitações do território e suas especificidades. Vários membros da comunidade participam dessa elaboração, não sendo excluída a importante participação das crianças.

O etnomapeamento então é a proposta metodológica que busca como produto final não apenas o mapa em si, mas a apropriação e produção do espaço pelos autores, tornando-se uma importante via para a gestão de recursos naturais por populações tradicionais (CARVALHO, 2019).

Expandido essa visão de Carvalho acerca do mapa não como produto final estático, o mapa não se configura como produto encerrado por alterações na paisagem oriundas de eventos climáticos extremos, evolução e expansão das formas urbanas, alterações causadas por desmatamento, etc. Destaca-se, então, a abordagem cartográfica de processos (*process cartography*) proposta por Rundstrom (1991) que “a) situa os mapas dentro do processo de mapeamento e b) coloca o processo de mapeamento inteiro dentro do contexto dos diálogos intra e interculturais realizados ao longo do tempo” (RUNDSTROM, 1991, apud FREITAS et al., 2020).

Desse modo, o mapa, que historicamente serviu como instrumento de poder hegemônico e de desapropriação de terras de populações autóctones, nas mãos deles torna-se uma forma de legitimar e reivindicar territórios ancestrais. A tecnologia aparece como uma ponte ao conectar a oralidade e memória a registros materiais. O mapeamento marca um processo emancipatório quando envolve o acesso a ferramentas como as geotecnologias que abrem novos caminhos como, por exemplo, a (re)descoberta dos territórios por uma perspectiva sinótica por meio de imagens de satélite. Assim, as populações dispõem de mais um recurso para sustentar as demandas da luta territorial e traçar os distintos espaços e feições que os compõem.

É importante lembrar que o processo de demarcação intenta dar poder aos povos indígenas, reforçando o controle sobre suas próprias terras. Assim, qualquer processo de gestão que acompanhe ou surja desse processo de demarcação deve ser conduzido pelos próprios povos indígenas, com a meta final de promover ou restabelecer a auto sustentação (FUNAI/PPTAL, 2004. p.9 apud MACHADO, 2014)”.

O geógrafo (ou demais profissionais que exerçam esse papel de mediação) têm como função permear o conhecimento das geotecnologias com as necessidades e vontades da comunidade cujo território está sendo mapeado. Essas práticas não apenas foram aceitas e são mantidas em contexto acadêmico, mas são parte integrante da legislação.

2.2 Ecologia da paisagem

A escola da ‘Ecologia da Paisagem’, originalmente fundada por Carl Troll na década de 1940, abriu o caminho dos estudos de padrões espaciais e sua influência nos processos ecológicos. A Ecologia da Paisagem é uma abordagem interdisciplinar que integra elementos da Ecologia e Geografia com o objetivo de compreender as relações entre os seres vivos e o ambiente em uma determinada paisagem. Para o autor, a paisagem é um sistema complexo e dinâmico, composto por elementos bióticos (seres vivos) e abióticos (elementos físicos e químicos) que interagem entre si e com o ambiente (TROLL, 1971).

A Ecologia da Paisagem busca entender as influências e interações desses elementos na paisagem, além de suas relações com as atividades humanas. Essa abordagem representa uma evolução do conceito de ecossistema, uma vez que

considera a paisagem como um sistema integrado e heterogêneo, em que os diferentes componentes se relacionam de forma complexa e dinâmica.

Essa abordagem é fundamental para o planejamento e gestão ambiental, uma vez que permite compreender as influências dos diferentes elementos da paisagem na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, além de avaliar os impactos das atividades humanas na paisagem. Dessa forma, estudos de como padrões espaciais influenciam os processos ecológicos permitiram a elaboração de planejamentos de ocupação territorial com base em unidades de paisagem. (RIBEIRO et al., 2019).

Nos anos 1960, a escola russa propôs um estudo da ecologia da paisagem que transpassasse a análise apenas físico-geográfica que vinha sendo realizada no território soviético, e comportasse melhor a totalidade dos agentes e relações no espaço. A integração de estudos botânicos, climáticos e geomorfológicos conduziu à geração do conceito de geossistema, cunhado por Victor Sotchava em 1963 (BEROUTCHACHVILI; PANAREDA, 1977), conjunto que se refere a áreas homogêneas, onde os componentes da “natureza” estão em conexões sistêmicas, interagindo com a esfera cósmica e a sociedade (NEVES, 2016).

Essa terminologia, utilizada até hoje nos estudos de paisagem, foi também utilizada por George Bertrand (1968), que estava em busca de uma síntese de paisagem que transpusesse as análises de paisagem ecológica e ecossistemas que, ao não ter escala definida, não se apresentavam como conceito geográfico (BERTRAND, 1968). Propôs, assim, o estudo de geossistemas por meio de um esquema onde se integram a exploração biológica, o potencial ecológico e a ação antrópica (Figura 3).

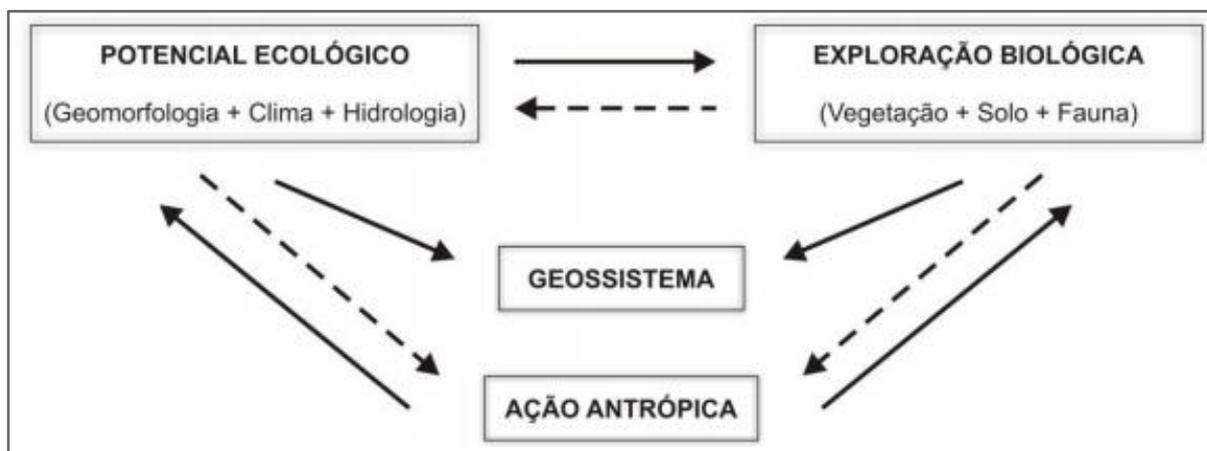


Figura 3 - Esquema de integração da paisagem proposto por Bertrand. Fonte: ROSOLÉM e ARCHELA, 2010.

Com isso, a definição do conceito de Geossistemas nos estudos da paisagem propôs uma integração nas pesquisas de Geografia Física (que até então tinham enfoque em aspectos físicos e biológicos), agregando aspectos sociais e culturais aos estudos do meio (LOPES et al. 2014). Essa abordagem relacional, hoje mais comum aos estudos geográficos, passou por alargamentos que conduziram à atual forma de se estudar Geografia.

Também em busca de uma compreensão ampla do ambiente, em 1977 Tricart propôs o conceito de ecodinâmica. Definiu esse conceito no estudo das relações entre os seres vivos e o ambiente natural onde a dinâmica entre eles leva à compreensão do funcionamento de um ecossistema.

Tricart (1977) também destaca a importância da interação entre diferentes componentes do ambiente natural, como a hidrosfera, a atmosfera, a litosfera e a biosfera. Argumenta que essas interações são importantes para compreender como os ambientes naturais funcionam e como os seres vivos se adaptam e sobrevivem nesses ambientes.

Além disso, enfatiza a importância da análise do tempo e do espaço na compreensão da ecodinâmica, argumentando que é necessário considerar as variações ao longo do tempo para compreender essas dinâmicas das interações entre os seres vivos e o ambiente natural.

Esta noção integrada e que analisa e sintetiza a interrelação entre fatores e agentes espaço-temporais sob uma perspectiva multidimensional ressoa com Morin (2003) que propõe o conhecimento por meio de complexidade e aponta a inadequação entre a hiperespecialização frente a problemáticas globais e transversais. A crítica do autor aponta para um olhar científico que, ao invés de multidimensional, acaba sendo tão específico a ponto de cair no reducionismo unidimensional. Assim, diferentes problemáticas/disciplinas/temas são estudadas separadamente, sem que relações sejam estabelecidas entre elas. Isso permite que se veja a parte com maior detalhe, mas prejudica a síntese entre a parte e o todo (MORIN, 2003).

Essa busca por transversalidade ressoa com os estudos de paisagem, que

“...não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (BERTRAND, 2004, p.141).

Assim, sofreria um reducionismo ao ser analisada apenas sob um aspecto/dimensão, ao invés de receber uma abordagem multiperspectiva ou multidimensional. Em função dos processos e agentes nela atuantes não serem constantes com relação ao tempo, a dinâmica da paisagem se apresenta também numa escala espaço-temporal (LOPES et al., 2014). Essa percepção da escala híbrida, trabalhada por Bertrand (1968) no estudo de geossistemas, partiu de Cailleux e Tricart (1956) que apresentaram inicialmente a proposta de uma escala espaço-temporal para fundamentar o mapeamento geomorfológico.

Com base nisso, o sistema de hierarquização inicialmente proposto por Bertrand (1968) recebeu uma taxo-corologia de seis níveis temporo-espaciais, classificados como unidades superiores (que comportam as grandezas de G.I a G.IV): zona, domínio e região, e unidades inferiores (G.V a G.VIII): geossistema, geofácies e geótopo (Figura 4).

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILLEUX J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADES ELEMENTARES					
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM (3)	
ZONA	G I grandeza G. I	Temperada		Zonal			Bioma	Zona
DOMÍNIO	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional				Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III-IV	Picos da Europa	Região estrutural			Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. IV-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faixa higrófila a <i>Asperula odorata</i> em "terra fusca")	Unidade estrutural	local			Zona equipotencial	
GEOFÁCIAS	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico				Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G. VII	"Lapiés" de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima			Biótopo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

Figura 4 - Descrição dos seis níveis temporo-espaciais. Fonte: Adaptado de BERTRAND, 1968

Ao reconhecer as escalas de análise enquanto conceitos que envolvem uma interação dinâmica, portanto instável, "de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em contínua evolução entre domínios" (LOPES et al. 2014). As escalas espaço-temporais na publicação de Bertrand e Bertrand (2002), denominam a unidade de estrutura da paisagem como geocomplexo, que é equivalente ao nível hierárquico anteriormente tratado por geossistema.

As escalas se propõem a auxiliar na percepção da paisagem ao invés de confinar uma área de estudo inflexível. Por isso, diferentes autores propuseram escalas de análise aos estudos de geossistemas. Freitas e Santos (2014) utilizaram como níveis hierárquicos o conceito de hólón (entidade cujas partes são um todo em si e se agregam a um todo “maior”), proposto originalmente por Koestler (1978) e trabalhado por Monteiro (2001), para realizar um zoneamento hierárquico da paisagem na região do Alto Uruguai.

Pensando na relação do “núcleo” de uma área de estudo e o “ambiente” que faz parte do seu contexto em um sistema “aberto, dinâmico e intercambiante”, Monteiro (2001) traça um perfil transversal entre o todo e as partes. A alteração do grau de detalhe permite a observação de uma mesma área com diferentes perspectivas, atores e elementos.

O método de análise de Bertrand, em função da proposição taxonômica e da integração do sistema GTP (geossistema, território e paisagem) aos geógrafos, mostrou-se uma abordagem inovadora. O sistema GTP é uma abordagem interdisciplinar que busca compreender as relações entre os elementos naturais (geossistema) e os elementos humanos (território) na construção da paisagem (BERTRAND e BERTRAND, 2002 apud LOPES et al. 2014).

Essa proposta parte do autor que,

inquieto com certa unilateralidade de um conceito da Ecologia, buscou no geossistema a análise da natureza sem deixar em segundo plano os elementos abióticos. Evidenciou a dimensão geocológica da natureza e frisou a influência do potencial ecológico na dinâmica do fato natural. Todos estes fatores alterados, ora direta ora indiretamente pela ação antrópica, realmente definiriam o centro reativo da paisagem. Porém, Bertrand não parou por aí. Reconheceu a paisagem como um sistema cuja existência é proporcionada por um conjunto de sentidos/valores/representações diretamente relacionados a critérios de identidade e sedimentação cultural do indivíduo em si e da sociedade (SOUZA, 2009).

No entanto, sob o ponto de vista Mbyá-Guarani o entendimento da integração dos seres com o meio não traz um novo olhar: a consciência indígena, acerca do que Capra (2012) se refere como a ‘teia da vida’ com suas interrelações e conexões, efeitos em cadeia e escalas macro e micro integradas, já fazem parte da compreensão e cosmoecologia indígena (SOUZA, 2008; DIAS e da SILVA, 2013).

A mitologia Mbyá reverencia os astros celestes, as plantas e suas flores, os pequenos animais[...]. Todos são pensados enquanto reflexos terrenos das forças criativas do cosmos, tendo uma participação importante na composição do sentido integral, cosmológico e existencial do Saber Mbyá. A

cosmoecologia Mbyá-Guarani classifica a Região Platina em quatro grandes unidades geográficas: No atual Paraguai se localiza Yvy Mbité, o centro do mundo [...] O substrato aquático não se apartou por completo na terra nova, inundando a região a leste do centro do mundo e constituindo Pará Miri (mesopotâmia Paraná-Uruguai, atualmente Província de Misiones, Argentina). Na banda oriental do rio Uruguai, adentra-se a região do Tape (caminho tradicional), zona de circulação e acesso à borda do estrato aquático, a grande água (Pará Guaçu) que a geografia denomina Oceano Atlântico (SOUZA, 2008).

Nesse sistema os agentes da comunidade têm funções, importância e papéis atribuídos. As comunidades indígenas veem um meio faz parte do todo, e que o todo não existe sem o meio (PIRES, 2007). Percebem no ambiente as ciclicidades, como por exemplo da Lagoa Negra na área de estudo desta pesquisa, a qual os indígenas da aldeia Pindó Mirim apontaram estar passando por um período de seca, situação visível no acompanhamento das imagens de satélite.

A paisagem recebe categorias pelas comunidades tradicionais de acordo com os diferentes atributos: formas de relevo (áreas de maior inclinação, ou com maior ou menor angulação solar), áreas úmidas, corpos d'água, tipo de vegetação ou presença de clareiras, etc. A partir dessa categorização, são escolhidas áreas mais propícias para as práticas de convivência, estudo, reza, prática de esportes, agricultura e etc.

Uma ilustração que perpassa a visão geossistêmica e a territorialidade indígena é proposta por Tempesta et al. (2013), documento distribuído pela FUNAI tendo como foco fornecer “orientações básicas para a caracterização ambiental de Terras Indígenas em estudo”, em que são enumeradas cinco dimensões ambientais da territorialidade em Terras Indígenas (Figura 5):

(1) cosmologia, práticas e conhecimentos etnoambientais; (2) ocupação, habitação e história ambiental; (3) uso e manejo dos ambientes e dos recursos naturais; (4) impactos e conflitos socioambientais; e (5) gestão ambiental e territorial. Estas dimensões devem ser estudadas com base nos Princípios Norteadores metodológicos (transversalidade, interdisciplinaridade e diálogo intercultural e intercientífico)

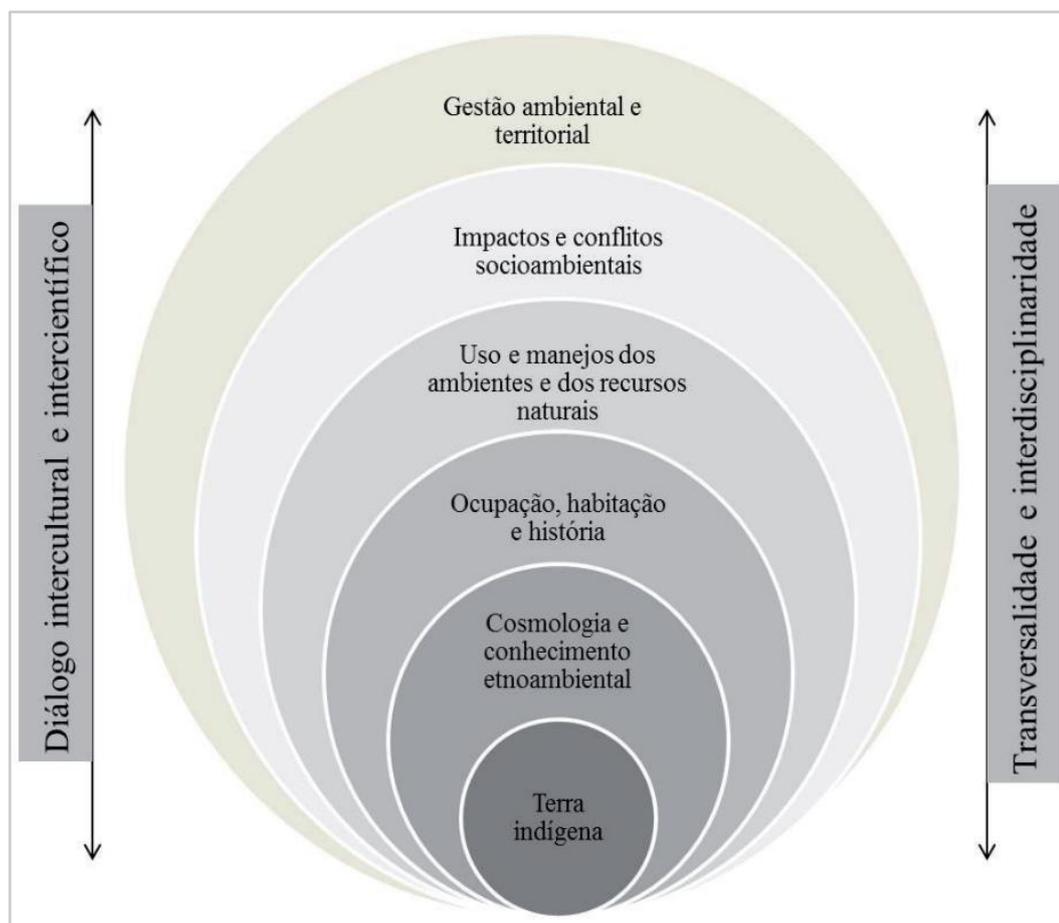


Figura 5 - Componentes da caracterização ambiental da Terra Indígena. Fonte: Tempesta et al., 2013.

Essa proposta engloba novas dimensões à medida em que se expande, em um sentido de conexão entre as partes. A gestão ambiental e territorial, a dimensão que no esquema engloba as demais, não existe em si sem as partes que a compõem.

2.2.1 A Ecologia da paisagem e a Antropologia simétrica

As práticas de SIG têm uma abordagem centrada no relacionamento de diversos aspectos espaciais e suas dinâmicas (IRGANG, 2003; BLASCHKE, 2010; BELLOLI, 2016). Na etnografia se tem uma prática de pesquisa que busca compreender como as pessoas e as coisas se relacionam entre si, as relações e interações dos indivíduos e seu ambiente (LATOUR, 2005).

Para obtenção de resultados compatíveis com essa integração, no SIG é utilizada a tecnologia para mapear e analisar dados geográficos, sobrepondo

camadas, realizando estatísticas e verificando o resultado dos múltiplos agentes no espaço (OLIVEIRA, 2017; CARVALHO, 2019; SARETTA, 2020).

A etnografia é uma técnica de pesquisa, especialmente utilizada na Antropologia, que envolve a imersão em uma comunidade para entender sua cultura e suas práticas. Com essa perspectiva, Latour (2005) discute como as coisas - incluindo seres humanos, objetos e tecnologias - se relacionam entre si e formam redes de conexões sociais. Ele discute como a etnografia pode ser utilizada para mapear essas redes e entender como os atores sociais (humanos e não humanos) interagem e influenciam uns aos outros.

Sobre o reconhecimento do conhecimento empírico frente ao tido como científico, Silveira (2007) destaca:

Os estudiosos da etnobiologia passaram décadas tentando mostrar que o que eles chamaram de conhecimento tradicional, ou etnoconhecimento, tinha um grau de verdade similar ao chamado conhecimento científico.[...] Essa busca parte, me parece, de um desconforto com as respostas que a ecologia enquanto disciplina científica dava para as crescentes preocupações ambientais que surgiram no final do século XX, somado com a subseqüente visibilidade que os chamados povos da floresta tomaram como agentes políticos, principalmente após a conferência Rio-92.

Silveira (2007) trata da evolução do conceito de ecologia da paisagem, primeiro na escola alemã e depois nos Estados Unidos onde a paisagem é destacada como espaço heterogêneo, onde é realizada uma análise horizontal, ou seja, não hierárquica do mosaico de elementos que compõem e configuram o espaço.

Assim, a Ecologia da Paisagem e a Antropologia Simétrica podem ser combinadas para fornecer uma compreensão mais completa das questões ambientais e para promover ações mais eficazes para lidar com essas questões. É uma busca por abordagens mais amplas e que deem conta de um universo de fatores e variáveis que se encontram no meio.

A ecologia de paisagens é hoje um campo heterogêneo em que os pesquisadores buscam uma identidade disciplinar. A contribuição mais importante da ecologia de paisagens atual parece ser o reconhecimento da paisagem como um espaço heterogêneo, formado por um mosaico de elementos dispostos neste espaço. Procedem-se então a uma análise horizontal (não-hierárquica) da configuração espacial de uma área, em termos de processos e padrões. A ecologia de paisagem reconhece também que a escala de análise é fundamental para a compreensão da realidade. Isto significa que processos que ocorrem nesse espaço heterogêneo (causando-o e/ou modificando-o) podem ser entendidos diferentemente de acordo com a resolução da análise (SILVEIRA, 2007).

A ecologia da paisagem sugere que as relações entre os indivíduos e sua paisagem são mútuas e interdependentes, e que ambos influenciam e são influenciados pelo outro. Isso significa que as ações humanas têm um impacto direto na paisagem, e a paisagem também afeta as ações humanas.

Dessa forma, a abordagem simétrica se opõe a uma visão tradicional, onde as comunidades humanas são vistas como sendo passivas e meramente reagindo à paisagem, sem influência sobre ela. Em vez disso, a abordagem simétrica destaca a importância das práticas cotidianas dos indivíduos e das comunidades, e como essas práticas contribuem para a construção e transformação da paisagem.

Além disso, a abordagem simétrica também sugere que é importante considerar as perspectivas e os conhecimentos das próprias comunidades, e não apenas os conhecimentos dos especialistas externos, ao estudar as questões ambientais. Isso é fundamental para compreender as relações entre as comunidades humanas e as paisagens de forma mais completa.

Em Silveira et. al. (2021), os autores destacam a importância do uso de tecnologias de informação e comunicação para a compreensão e análise da paisagem, uma vez que permitem visualizar, monitorar e mapear as mudanças e interações humanas com o ambiente. O artigo também enfatiza a necessidade de se considerar as perspectivas e valores culturais dos diferentes atores sociais envolvidos na construção e gestão da paisagem, a fim de garantir a sustentabilidade e equidade nas decisões relacionadas à paisagem.

2.3 Mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra

As práticas atuais da cartografia seguem um padrão mundial que visa aspectos de produção em massa e rapidez, além de ser elementar o fator da precisão. O desenvolvimento de softwares de SIG expande e facilita alcançar esses aspectos e, por meio do acesso a informações geográficas e da integração desses dados em um único mapa, prosperam novas formas de análise espacial mais complexas e completas (MACHADO, 2014).

A classificação de uso e cobertura da terra (UCT) vêm ganhando automatização em processos de aprendizagem de máquina por meio de *softwares* que realizam classificações da cobertura terrestre com base na reflectância de

imagens de satélite e outros dados geoespaciais. Isso permite que, em menos tempo, sejam avaliadas grandes áreas ou imagens de períodos distintos da mesma localização.

A aplicação desses métodos possibilita que se avaliem áreas maiores em menos tempo em comparação à análise humana. Com relação ao aspecto histórico da ocupação de Itapuã, houve a prática de silvicultura de eucalipto onde hoje se localiza a aldeia Pindó Mirim. Essa área passa por um processo de recuperação ambiental, mas segue degradada por esse histórico. O acompanhamento temporal de alterações de uso e cobertura da terra permite a assimilação das dinâmicas do espaço da Tekoa e entorno, inclusive apontando áreas onde a sustentabilidade aumentou ou diminuiu com o tempo.

As alterações realizadas no espaço e a função que se dá à terra afetam as dinâmicas da paisagem. A alteração da cobertura original pode refletir no sentido da energia solar refletida ou absorvida, em processos de lixiviação e erosão do solo, assoreamento de corpos d'água, capacidade de absorção da chuva, permeabilidade do solo, e efeito amortecedor em inundações, etc.

Na estrutura que Capra (2012) descreve como a teia da vida: *“todos os sistemas vivos são redes de componentes menores, e a teia da vida como um todo é uma estrutura em muitas camadas de sistemas vivos aninhados dentro de outros sistemas vivos — redes dentro de redes.”* Essa teia contém uma interligação entre os elementos, onde efeitos praticados em um objeto geográfico podem afetar outros.

É nesse contexto que se mostra relevante uma análise temporal das alterações de cobertura e uso da terra, pois modificações alteram funções originais e o equilíbrio de processos ecológicos. A comparação entre duas situações de cobertura e uso é também um retrato de novos processos erosivos, de desenvolvimento urbano, desvio de cursos d'água, etc.

A cobertura da terra é representada por aspectos naturais: são exemplos afloramentos rochosos, floresta, restingas, dunas e campo nativo. Já o uso é representado por feições antropizadas: agricultura, silvicultura, pecuária e urbanização. Assim, há uma diferenciação entre os aspectos naturais da superfície e os que sofreram alteração humana.

A análise temporal é essencial para entender a dinâmica e a evolução da paisagem. Ela destaca as mudanças ambientais que ocorrem ao longo do tempo, e

pode revelar tendências e padrões que seriam difíceis de detectar em uma única imagem ou momento no tempo. Com a análise temporal verifica-se a evolução da paisagem e os impactos das mudanças ambientais, como a desertificação e a degradação do solo (WELLAUSEN, 2009).

Em se tratando de uma região onde habitam grupos indígenas ou outras comunidades tradicionais, une-se o conhecimento tecnológico ao empírico. Tendo como exemplo a Lagoa Negra presente no PEI, os indígenas têm conhecimento sobre os ciclos de cheias e estiagens na lagoa. A participação comunitária na coleta e análise de dados expande a pesquisa, pois essas pessoas dependem e usam diretamente dos recursos naturais da região (CARVALHO, 2019; WELLAUSEN et.al. 2020).

2.3.1 GEOBIA

Inicialmente, o foco de análises do Sensoriamento Remoto (SR) nos processos de análise espectral, interpretação e classificação de imagens se dava em escala de pixels (ADDINK et. al., 2012). Uma justificativa para estudos comumente se darem nessa escala era a baixa resolução espacial das imagens de satélite disponíveis. Em imagens de resolução com menor detalhamento, possíveis objetos de interesse representavam uma porção inferior ou igual a extensão abarcada pelo pixel. Assim, nos estudos locais em maior escala, uma classificação por objetos não fazia sentido.

Nos estudos da Geografia, focados em situações relacionais e de integração da paisagem, uma avaliação pixel a pixel não basta para o escopo do contexto. O pixel isolado não permite que se faça análise pelo contexto da vizinhança. A informação contida em um pixel pode ser influenciada pelos pixels adjacentes e pela localização geográfica do pixel dentro da imagem. A análise de contexto permite que o modelo de segmentação leve em consideração essas influências espaciais e espectrais, resultando em uma segmentação mais precisa e significativa.

A análise em contexto pode ajudar a minimizar o impacto de ruídos na imagem, uma vez que se pode usar informações contextuais para filtrar os pixels incorretos ou atípicos (MESNER, OŠTIR, 2014) . Assim, com a análise pixel a pixel se mostrando insuficiente, foram elaboradas abordagens como a Análise de Imagens

Orientada a Objetos Geográficos (GEOBIA) que se desenvolveu tendo como base técnicas de segmentação de borda e classificação de feições (ADDINK et. al., 2012).

A abordagem GEOBIA permite o processamento de dados geoespaciais de múltiplas fontes, como imagens de satélite, MDE, LIDAR, etc. (TRIMBLE, 2021). Conforme sua nomenclatura, as análises feitas levam em consideração o contexto: um grupo de pixels acaba por compor um objeto geográfico - cuja reflectância ou altimetria não necessariamente são idênticos ao longo de toda a sua estrutura, mas que compõem um objeto específico. Também permite aos usuários automatizar tarefas de processamento de dados e utilizar algoritmos de aprendizado de máquina para analisar dados geoespaciais (ADDINK et.al., 2012).

Um bom exemplo é uma copa florestal composta por diversas espécies vegetais, que apresentam diferentes índices de umidade, crescimento e saúde em cada árvore, compondo padrões de diferente volume e textura. Em uma análise de pixel, são múltiplos fragmentos; já, com GEOBIA, é uma estrutura conjunta em mosaico que forma um objeto geográfico.

Outras bases de dados podem auxiliar na classificação, como o uso conjunto de Modelos Digitais de Superfície (MDS) e imagens de satélite, onde a altura de objetos como uma copa florestal podem ser discernidos de vegetação rasteira ou arbustos mais baixos e ter como resultado uma classificação de duas classes distintas de vegetação (TRIBLE, 2021).

Os avanços tecnológicos naturalmente afetaram a metodologia de aplicação do SR com imagens de resolução cada vez maior e acesso gratuito a alguns desses dados, os quais passaram a ser objeto de análise de padrões espaciais e contextuais.

A ideia de incorporar informações contextuais na classificação de imagens de sensoriamento remoto remonta aos anos 70 (Kettig e Landgrebe, 1976), embora a importância de incorporar textura tenha crescido com o aumento da resolução, [...] publicações no período inicial da OBIA (2000 a 2003/04) foram dominadas por anais de conferências e literatura pouco divulgada, mas um número crescente de estudos empíricos publicados em periódicos revisados por pares forneceram posteriormente provas suficientes das melhorias que OBIA oferece frente às análises pixel a pixel. (BLASCHKE, 2010, p.4, tradução nossa).⁶

⁶ The idea of incorporating contextual information in the classification of remote sensing images can be traced back to the 1970s (Kettig and Landgrebe, 1976), even though the importance of incorporating texture increases with increasing resolution, [...] publications in the early period of OBIA (2000 to 2003/04) were dominated by conference proceedings and 'grey' literature', but increasing numbers of

Apesar de haver um entendimento da relevância de um tipo de classificação como a GEOBIA há décadas, houve o obstáculo do pouco alcance desses estudos e das limitações na tecnologia disponível. Hoje, em sentido contrário às limitações passadas, as imagens de alta resolução espacial apresentam maior compatibilidade para uso em GEOBIA, pois esse tipo de dado em análises pixel a pixel, geralmente, leva a uma classificação equivocada devido ao detalhe exacerbado, por fragmentar objetos inteiros, o que não traz resultados realistas (MESNER e OŠTIR, 2014).

Na associação da segmentação de objetos geográficos com a GEOBIA com o algoritmo de aprendizagem de máquina Random Forest, as características dos objetos geográficos identificados, juntamente com amostras de treinamento coletadas, permitem ao algoritmo aprender a associar as características (textura, reflectância) a uma classe específica. Uma vez treinado, o modelo pode ser aplicado aos demais objetos da área de estudo para classificá-los automaticamente (ADDINK et.al. 2012).

Essa técnica no contexto dessa área permite uma análise multitemporal de alterações e dinâmicas da cobertura e uso da terra, que por sua vez leva a análise de mudanças na paisagem. Além disso, mostra vantagem em um estudo em grande escala, permitindo a análise de áreas extensas e remotas ou de difícil acesso (RIBEIRO et.al. 2019).

2.3.2 Unidades de Paisagem

As Unidades de Paisagem (UPs) são entendidas como os mosaicos de paisagem definidos por características geoambientais relacionadas ao ambiente biofísico e fisiográfico (SARETTA, 2020). Se individualizam por características e são agregadas de acordo com os seus conjuntos nas feições de relevo, clima, cobertura vegetal, solos ou até mesmo pelo arranjo estrutural e o tipo de litologia ou exclusivamente por um desses elementos (ROSS, 1992).

Troll (1950) trabalhou em cima do conceito de unidades de paisagem. Para o autor a paisagem, sendo um sistema dinâmico, é composto por diferentes elementos

empirical studies published in peer-reviewed journals have subsequently provided sufficient proof of the improvements that OBIA offers over per-pixel analyses. (BLASCHKE, 2010, p.4, tradução nossa).

ecológicos, culturais e históricos. Com base nisso o autor propôs a divisão da paisagem em unidades distintas, com base em suas características.

Conceito também trabalhado por Bertrand (1968), a unidade de paisagem é definida como uma área geográfica que apresenta características físicas e culturais distintas e homogêneas. Seus elementos e sua variação de escala estão descritas no quadro de escalas temporo-espaciais (Figura 4) É importante a ressalva feita por Bertrand (1968) quanto à essa fragmentação:

Todas as delimitações geográficas são arbitrários e "é impossível achar um sistema geral do espaço que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos." Contudo, pode-se vislumbrar uma taxonomia das paisagens com dominância física sob a condição de fixar desde já limites. 1º) A delimitação não deve nunca ser considerada como um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação com a realidade geográfica. Em lugar de impor categorias pré-estabelecidas, trata-se de pesquisar as descontinuidades objetivas.

Essa fragmentação do espaço vem de encontro a uma aproximação de certa escala de estudo, mas toda segmentação que se busque em unidades da paisagem como partes da paisagem mais homogêneas entre si vai encontrar uma limitação nos fatores culturais e naturais que as distinguem entre si.

O mapeamento de unidades de paisagem de modo complementar ao etnomapeamento e etnozoneamento em um território de uma comunidade indígena apresenta potencial, pois se relaciona com uma cosmovisão ancestral das comunidades que é geossistêmica, mesmo que o termo "geossistema" lhes seja alheio ao vocabulário. Há um zoneamento do espaço pelo olhar Mbyá-Guarani que o segmenta e classifica de acordo com critérios naturais e culturais, levando à distribuição no espaço-tempo do uso, preservação e movimentação espacial (CARVALHO, 2019; WELLAUSEN et.al. 2020) .

O olhar sobre cada unidade leva a uma distinta percepção e possibilidade dos elementos que farão parte e terão relevância de acordo com a escala, implicando diretamente no nível de detalhamento do estudo aplicado. Desta forma, a determinação da escala altera a percepção das dinâmicas da paisagem, de modo que a taxonomia é a pauta dos aspectos que estarão visíveis em dado estudo. Ainda assim,

Bertrand (1972/2004) ressalta que a delimitação não deve nunca ser considerada como um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação à realidade geográfica. Em lugar de impor

categorias pré-estabelecidas, trata-se de pesquisar as discontinuidades objetivas da paisagem (OLIVEIRA et al. 2017).

A técnica de mapeamento de UPs envolve a correlação de dados geoambientais que formam a estrutura da paisagem a partir das morfologias da região que se dão em função ou são modeladas pelo do clima, hidrologia, litologia, geomorfologia, hipsometria, bem como uso e cobertura da terra.

A delimitação das unidades territoriais básicas sobre uma imagem de satélite permite o acesso às relações de causa e efeito entre os elementos que a compõem, oferecido pelas diferentes resoluções (espacial, espectral, temporal e radiométrica) da imagem, ao contrário da simples justaposição de informações em SIGs gerada a partir de dados de diferentes escalas, épocas, e metodologias de trabalho, que nem sempre apresentam relações coerentes entre si (CREPANI et. al, 2001).

O geocomplexo, conceito atualizado por Bertrand em 2002, é equivalente ao original conceito de geossistema, compreendendo assim a 4ª grandeza temporo-espacial que compreende entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. (OLIVEIRA, 2017).

Nessa escala podem ser analisados processos e interações físicas, químicas e biológicas que ocorrem na paisagem. Elementos como solo, litologia, corpos d'água, clima, e suas relações tanto entre si como em interação com as sociedades com as quais coexistem. O geossistema compreende também os processos dinâmicos que ocorrem na paisagem, como erosão, transporte de sedimentos, ciclos biológicos e mudanças climáticas.

A fragmentação e unificação dos elementos da paisagem perpassa mapeamentos que caracterizam vários níveis ou “camadas” dessa paisagem: prática de integração característica aos estudos de SIG onde são analisados no mesmo espaço múltiplos aspectos naturais e antrópicos, tendo como resultado diferentes feições no espaço.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área foco deste estudo é a microbacia de Itapuã, localizada no sudoeste do município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre/RS. Ali se localizam dois pontos emblemáticos: a tekoá Pindó Mirim, onde hoje habitam indígenas Mbyá-Guaranis, e o Parque Estadual do Itapuã (PEI) (Figura 6).

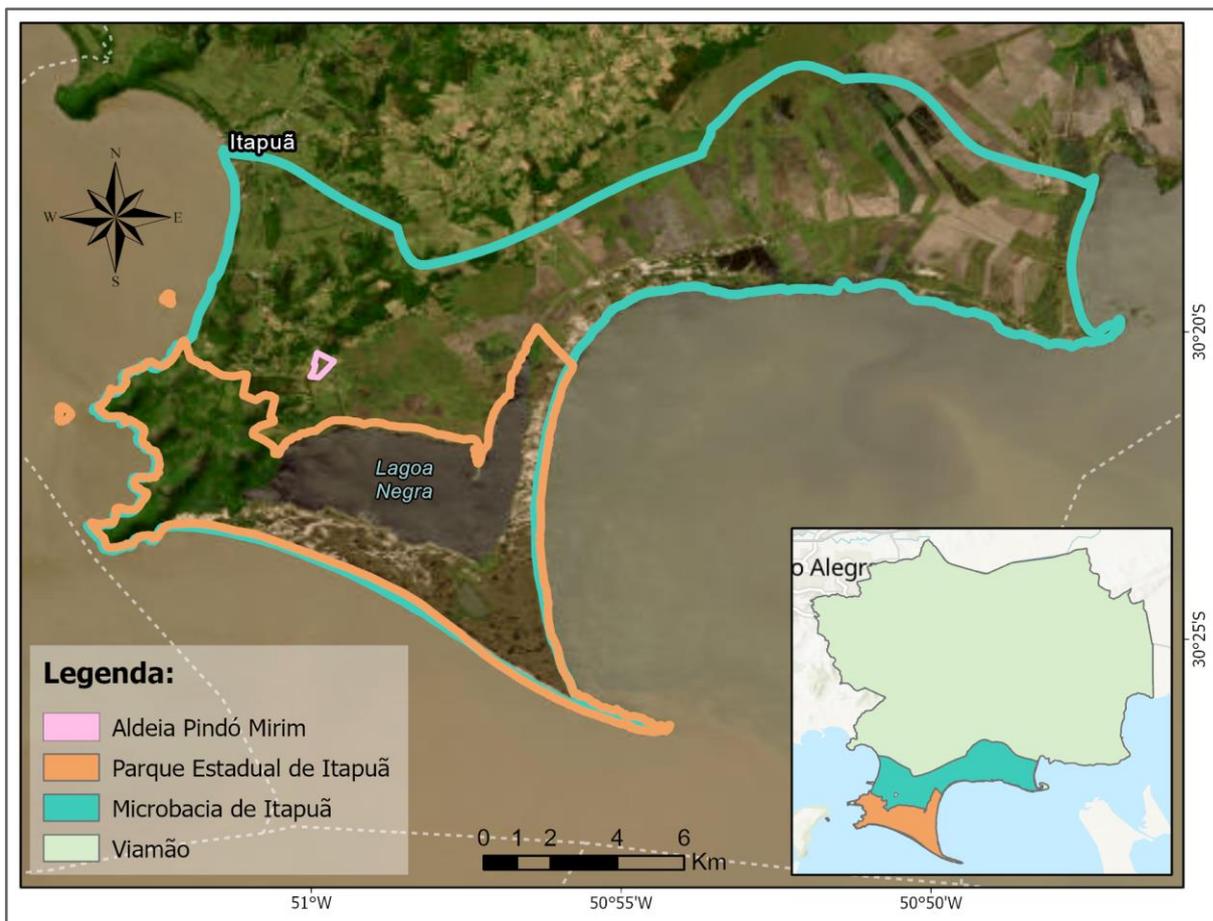


Figura 6 - Mapa de localização de Viamão, PEI e Pindó Mirim.

A escolha de uma área de microbacia no nível 7 como recorte de uma área de estudo se deu pela importância da drenagem e seus impactos sobre a paisagem e ecossistemas locais.

A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) é gerada a partir da cartografia digital da hidrografia do país e organizada de modo a gerar informações hidrológicamente consistentes. Para tanto, a BHO representa a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é, representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo (ANA, 2021).

O nível de detalhe do nível 7 permitiu uma análise mais refinada da rede de drenagem e da topografia local. Em se tratando de subsídios para o mapeamento de uma área indígena, a escolha de um recorte de microbacia também vem ao encontro da drenagem como uma das principais fontes de água e recursos naturais para as comunidades tradicionais.

A análise detalhada da rede hidrográfica pode permitir uma melhor compreensão da relação entre a disponibilidade de recursos hídricos e a distribuição e uso da terra pelos povos indígenas, bem como a identificação de possíveis impactos negativos decorrentes de atividades antrópicas, como agricultura e pecuária.

O município de Viamão, como a maior parte do Rio Grande do Sul, é classificado por Köppen como tendo um clima *Cfa* (subtropical úmido). Essa categorização apresenta uma média de temperatura relativamente alta e precipitação distribuída de maneira homogênea ao longo do ano. As chuvas do verão são comumente convectivas e, as do inverno frontais, oriundas de ciclones e colisão de frentes frias polares com frentes quentes do Equador.

O PEI tem sua área delimitada no pontal de Itapuã, compondo toda a frente Sul, fronteira com o lago Guaíba. Já a Tekoa se encontra mais a norte, há um pouco mais de 1 quilômetro de distância nas extremidades mais próximas.

No Rio Grande do Sul, há aproximadamente 2.600 Mbyá-Guarani ocupando cerca de 83 áreas, das quais apenas uma pequena parte possui algum procedimento jurídico de reconhecimento fundiário (DIAS e SILVA, 2013). Três grupos indígenas viviam em áreas hoje compreendidas no PEI e arredores.

3.1 Caracterização ambiental

3.1.1 Geologia

Essa área tem como característica uma fundação geológica que compreende granitos da formação da Bacia de Pelotas e depósitos de sedimentos não-consolidados Cenozoicos.

No âmbito das morfoestruturas, a área é constituída de duas unidades: Morfoestrutura do Escudo Uruguaio Sul-Rio-Grandense e Morfoestrutura da

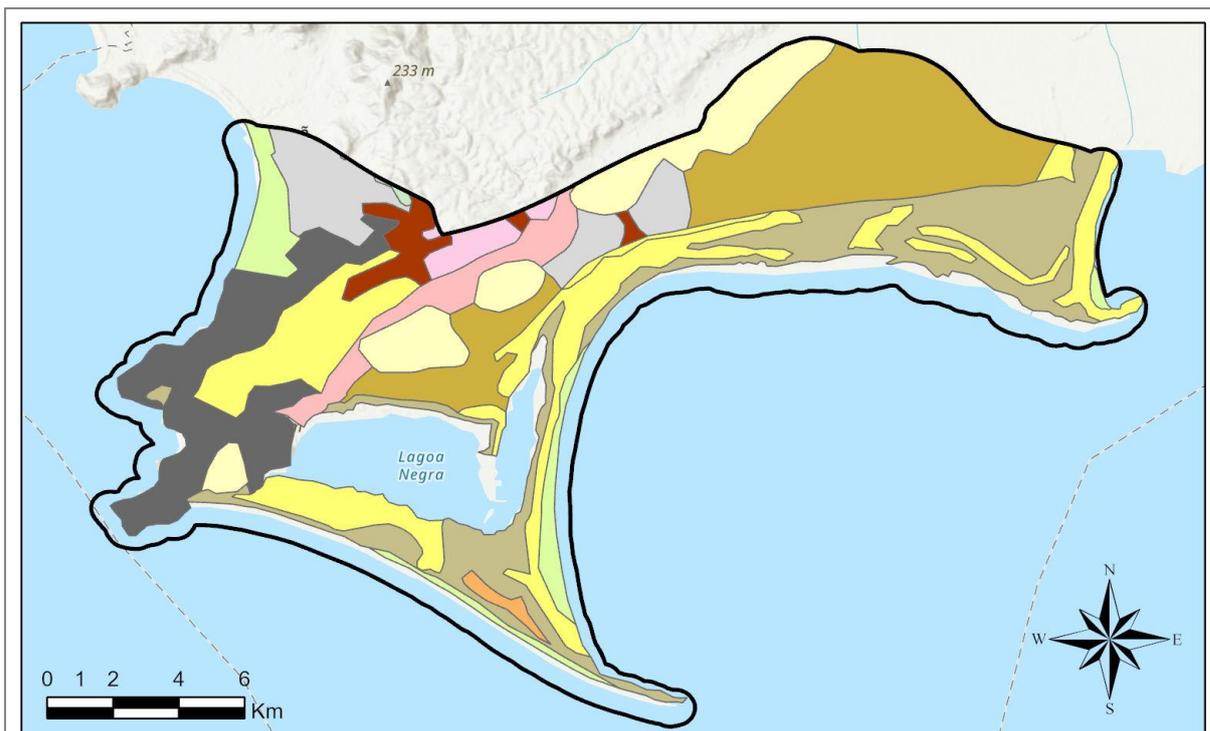
Sedimentar de Pelotas. Tais morfoestruturas contemplam respectivamente as Morfoesculturas do Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense e da Planície e Terras Baixas Costeiras.

A Unidade Morfoescultural do Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense constitui-se, basicamente, de rochas cristalinas de idade pré-Cambriana geradas durante estágios de evolução de um cinturão orogênico, conhecido como Cinturão Dom Feliciano (PHILIP, 1998). [...] O Planalto Uruguaio Sul - Rio-Grandense destaca-se pelos caracteres tectônicos e litológicos de sua formação e por seus diferentes graus de dissecação, cujas altitudes médias na região metropolitana de Porto Alegre estão predominantemente em torno de 50m a 100m. Apresenta-se com uma diversidade morfológica marcadamente em formas de morros e colinas de dimensões variadas situados à oeste do município de Viamão, formando uma faixa alongada de direção N-S predominantemente (MOURA et. al., 2013).

Formações da Bacia de Pelotas, de idade terciária e quaternária, também estão presentes na geologia do Município. Sua origem está relacionada à divisão dos continentes Africano e Americano (VIAMÃO, 2016).

Os sedimentos destas formações foram depositados em condições marinhas rasas onde as ondas tem grande influência, bem como pelo vento nas porções emersas junta a costa. Os sedimentos trazidos pelos rios são retrabalhados nas praias e lagoas costeiras resultando em grãos bem arredondados e bem selecionados. A Morfologia desses locais é, em geral, planícies lagunares, campos de dunas e os registros geológicos correspondentes a esses ambientes (VIAMÃO, 2016).

Os arenitos da região são tipicamente de textura grossa, indicando deposição em ambientes de correnteza. Já os argilitos apresentam camadas finas e homogêneas, indicando deposição em ambientes lacustres ou deltaicos. Os depósitos aluviais presentes a Leste e Sudeste são decorrentes da erosão fluvial, depositados durante as secas ou nos locais de remansos, e são erodidos pela força da água da cheia ou pela mudança do curso do rio (CPRM, 2018).



Geologia

Microbacia de Itapuã	Depósitos de planície lagunar - Q4pl	Depósitos de planície lagunar - Q2pl2
UNIDADE	Depósitos de praia e cristas lagunares	Suite Granítica
Depósitos aluviais	Depósitos deltaicos	Suite Granítica Dom
Depósitos colúvio-aluviais	Depósitos eólicos	Feliciano - Fácies Serra do Herval
Depósitos de planície lagunar	Depósitos eólicos	Turfas

Figura 7 - Geologia de Itapuã. Fonte: Adaptado de TOMAZELLI e VILLWOCK, 2005.

No mapeamento geológico elaborado no ZEE de Viamão (VIAMÃO, 2016), sete unidades litológicas se encontram na microbacia de Itapuã. Estas estão descritas no Quadro 1.

Unidades Litológicas	
Depósitos Fluvio-lacustres e Eólicos: (Q2)	Depósitos inconsolidados de areias e argilas relacionadas aos sistemas deltaicos e fluvio-lacustres estabelecidos sobre os depósitos de planícies lagunares. Suas rochas são: areias e argilas.

Depósitos de Lagunas e Barreiras Marinhas (Q5)	Depósitos de planície lagunar, representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montante da penúltima linha de costa desenvolvida no Quaternário.
Depósitos de Lagunas e Barreiras Marinhas (Q6)	Depósitos de planície lagunar, representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montante da segunda linha de costa desenvolvida no Quaternário.
Depósitos de Lagunas e Barreiras Marinhas (Q8)	Depósitos de barreira marinha, constituídos por areias quartzosas finas a médias, bem selecionadas, semiconsolidados, relacionadas à primeira linha de costa originada pelas variações glácio-eustáticas no início do Quaternário. Suas rochas são: areias siltico-argilosas.
Depósitos de Leques Aluviais (TQ)	Depósitos continentais de encosta e leques aluviais constituídos por arenitos arcoseanos, conglomerados e arenitos conglomeráticos, imaturos, fracamente consolidados, areias e argilas, com cores que variam entre vermelho, amarelo e cinza. Suas rochas são: conglomerados e arenitos.
Depósitos Lacustres e Paludiais (Q3)	Depósitos orgânicos lacustres e paludiais; material turfáceo heterogêneo com areias, siltes e argilas plásticas. Suas rochas são: areias, argilas e turfas.
Suíte Granítica Dom Feliciano (Nm)	Tipo Morrinhos – plútons e intrusões de sienogranitos vermelhos, isotrópicos, de granulação média a grossa, ocasionalmente porfiríticos com fenocristais de feldspatos e praticamente isentos de máficos. Suas rochas são: sienogranitos vermelhos.

Quadro 1 - Unidades litológicas da microbacia de Itapuã. Fonte: Adaptado de (VIAMÃO, 2016).

Essas formações vêm a definir o uso da terra em Itapuã, especialmente nas áreas de maior preservação de mata nativa que se sobrepõem com a formação da Suíte Granítica Dom Feliciano, ficando a mata nativa “protegida” pelo relevo de inclinação mais acentuada (Figura 8).

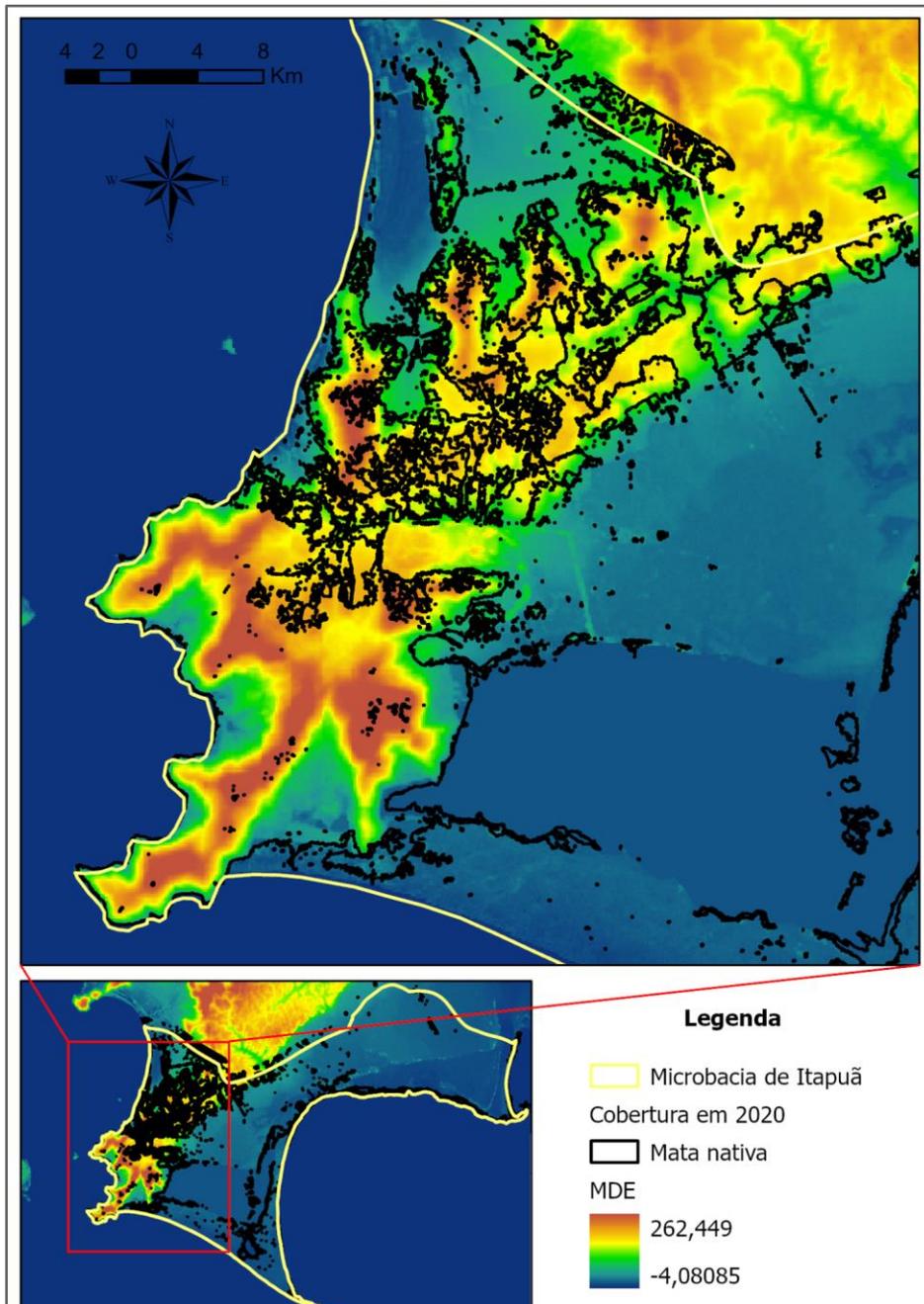


Figura 8 - Cobertura de mata nativa em 2020 em sobreposição a MDE em Itapuã.

3.1.2 Pedologia

Em decorrência da estrutura geológica e da erosão sofrida por esta, os solos de Itapuã são arenosos, com baixa fertilidade e alta capacidade de drenagem. As camadas de argila, que também se fazem presentes, e a compactação do solo são aspectos importantes a serem considerados na gestão e uso do solo na região (Figura xx). Além disso, existe a presença de solos hidromórficos, devido à proximidade com a costa, onde se desenvolvem em áreas sujeitas a inundações periódicas (EMBRAPA, 2005).

Unidades Pedológicas	
Argissolo Vermelho-Amarelo	Do latim argila, conotando solos com processo de acumulação de argila. Grupamento de solos com horizonte B textural, com argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixas ou caráter alumínico. Solos de cor vermelho-amarela.
Planossolo Háptico	Do latim planus, plano, horizontal; conotativo de solos desenvolvidos com encharcamento superficial estacional. Grupamento de solos com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não). Solos não distinguidos nas classes precedentes.
Neossolo Flúvico	Do grego néos, novo, moderno; conotativo de solos jovens, em início de formação. Grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido. Solos de caráter flúvico.

Quadro 2 - Unidades litológicas da microbacia de Itapuã. Fonte: Adaptado de IBGE, 2018.

Os solos arenosos de Itapuã, provenientes dos avanços e regressões marinhos no litoral do Rio Grande do Sul no Quaternário, apresentam baixa fertilidade em uma região de drenagem rápida, necessitando de práticas de adubação e manejo específicas para a produção agrícola. A profundidade efetiva do solo na região é variável, dependendo da presença de camadas de argila ou outros materiais

impermeáveis no subsolo. É uma área que sofre pressão antrópica especialmente devido à agropecuária (EMBRAPA, 2005; VIAMÃO, 2016).

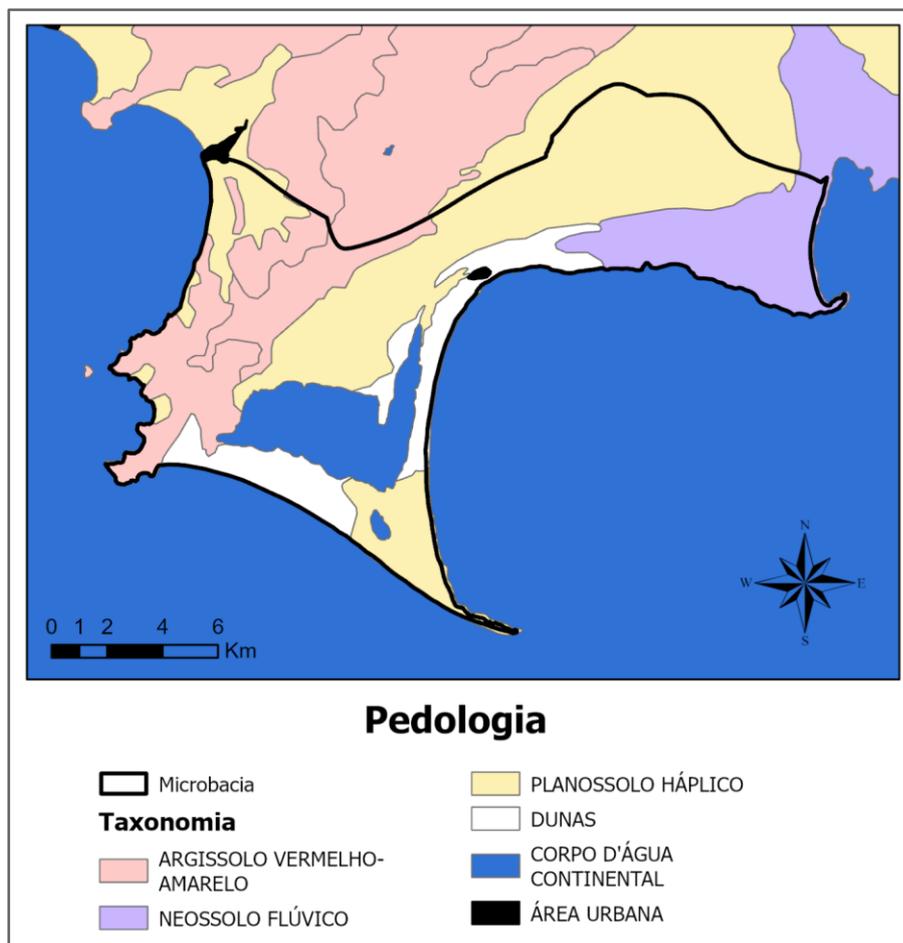


Figura 9 - Solos de Itapuã. Fonte: Adaptado de IBGE, 2018.

Em Viamão, nos locais onde predominam as rochas da barreira marinha o solo tende a ter caráter arenoso, já onde estão presentes as rochas referentes às planícies lagunares os solos tendem a ser argilosos e com presença de matéria orgânica devido ao ambiente de formação das rochas que originaram estes solos. Na região oeste do município onde afloram as rochas graníticas do embasamento o solo possui teores de argila em função da alteração de minerais como feldspatos, mas também possuem teores de areia devido a grande quantidade de quartzo em rochas deste tipo (VIAMÃO, 2016).

Ainda assim, a porção sudeste da área, cercada de corpos d'água e de altitude mais baixa que a frente Noroeste, representa uma área alagada com banhados antropizados para atender à orizicultura.

3.1.3 Geomorfologia

De um ponto de vista mais amplo, as formas de Itapuã são caracterizadas por relevos testemunhos do Planalto Uruguaio Sul-Riograndense (Ponta do Coco, Pontal de Itapuã e Morro da Fortaleza), e planícies costeiras de formação recente (RIO GRANDE DO SUL, 1996) (Figura 10).

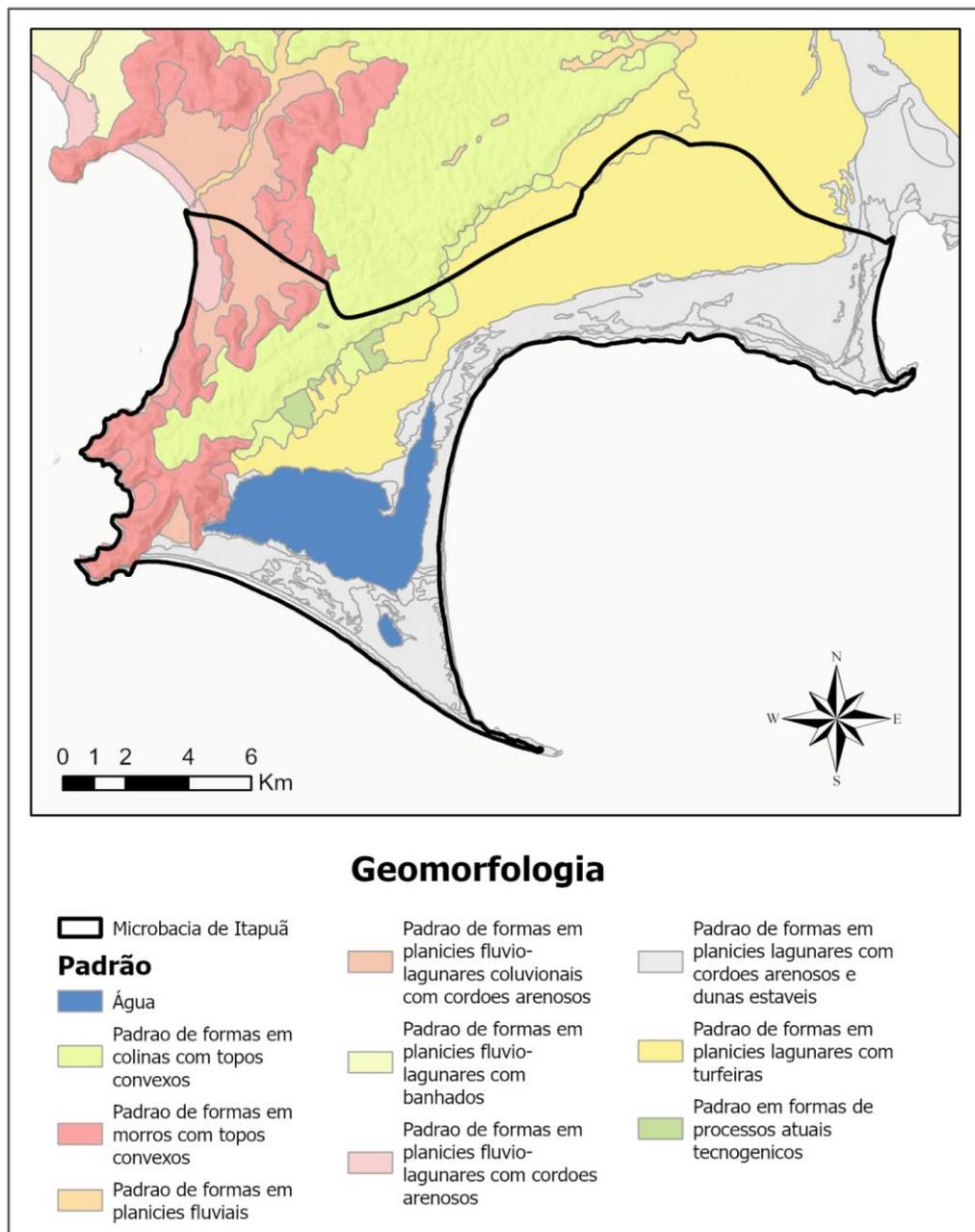


Figura 10 - Geologia de Itapuã. Adaptado de MOURA et. al., 2013.

A erosão do Planalto implica nos relevos testemunho de morros baixos, da ordem de 200 a 400 metros, “esses morros fazem parte do Núcleo Cristalino de Porto Alegre-Viamão, que integra o Planalto Uruguaio Sul-Riograndense (MOURA, 1997)”. No limite oeste de Itapuã com o Lago Guaíba, há transições de altitude mais bruscas que na frente leste, no encontro dos morros com o lago, intercalado com a formação de praias em pequenas enseadas.

Esse conjunto de formas de relevo é constituído de rochas de composição granítica e de sedimentos procedentes dos granitos. Os solos são classificados como litólicos, pois são rasos e com grande incidência de afloramentos rochosos, com matacões de grande dimensões que aparecem nas altas e médias vertentes, enquanto que os solos relativamente profundos são encontrados, preferencialmente, na baixa vertente associados aos segmentos côncavos (FUJIMOTO, SCHMITZ, 2004).

Já a deposição sedimentar e formação das planícies é decorrente dos avanços e recuos marinhos por alterações climáticas ao longo dos milênios. No Rio Grande do Sul:

Esse processo de transgressão marinha repetiu-se quatro vezes, sendo a última há cerca de 5 mil anos, resultando no surgimento da atual planície sedimentar arenosa, com a seguinte compartimentação geomorfológica: Planície aluvial interna, Barreira das Lombas, Sistema Lagunar Guaíba-Gravataí, Barreira Múltipla Complexa e o Sistema Lagunar Patos Mirim (IRGANG, 2003).

E caracteriza as planícies lagunares e campos de dunas no local, configurando o sistema Laguna-Barreira.

Tem-se, assim, uma paisagem com afloramentos graníticos constituindo morros intercalados com áreas planas e de dunas. A paisagem naturalmente reflete no uso antrópico e cobertura da terra da área. Os morros, cuja localização predomina em uma faixa no sentido Nordeste/Sudoeste, marcam um tipo de divisória entre áreas mais alagadas, a sudeste, e mais secas a noroeste das cristas graníticas.

É importante o uso de diferentes mapeamentos na análise da paisagem, pois:

Os diagnósticos ambientais procuram conhecer os mecanismos de funcionamento das diversas unidades de paisagem diante das alterações humanas. Desde modo, é possível identificar quais vão ser as modificações desencadeadas por uma intervenção nas unidades de paisagem identificadas e quais suas respostas em decorrências destas intervenções (FUJIMOTO e SCHMITZ, 2004).

Com os dados ambientais unidos ao mapeamento de CUT, torna-se mais assertiva a gestão ambiental sustentável, com proposições que vão de encontro ao combate ou amenização das fragilidades ambientais de cada ambiente.

3.1.4 Hidrografia:

Além do Lago Guaíba, que tangencia Itapuã na sua parte Oeste e Sul, essa área se encontra nos limites de duas bacias hidrográficas: a bacia hidrográfica do Rio Guaíba e a bacia hidrográfica do Litoral Médio (Figura 11). A Bacia hidrográfica do Litoral Médio é caracterizada pela grande quantidade de lagoas, sendo algumas interligadas (VIAMÃO, 2016).



Figura 11 - Bacias hidrográficas da região de Itapuã.

Em Itapuã,

A rede de drenagem está representada por vários arroios, na sua maioria retilinizados para a irrigação das lavouras de arroz. Os cursos d'água possuem suas nascentes nos morros, percorrem as Planícies Flúvio/Lacustres-Coluviais e os Cordões Arenosos e Dunas Estáveis para desaguar no Guaíba. Com isso, essa unidade recebe sedimentos decorrentes da ação fluvial (MOURA, 1997, p. 81).

No PEI, arroios contribuem na manutenção da biodiversidade local e na regulação dos ciclos hidrológicos da região. Nos cursos d'água de Itapuã, a

comunidade faz uso também para o lazer, como pesca esportiva e navegação. Importante corpo d'água da área de estudo, a Lagoa Negra:

[...] ocupa uma área de 1.750 ha e está separada da laguna dos Patos por um terreno arenoso constituído de dunas cobertas por vegetação (GROSSER & HAHN, 1981). Este ambiente não é totalmente isolado, pois ocorre comunicação entre a lagoa Negra e a laguna dos Patos quando as chuvas são muito intensas. De acordo com o Plano de Manejo do Parque (RIO GRANDE DO SUL, 1997), as principais características ambientais da lagoa Negra são suas águas estáveis, fundo arenoso e lodoso, grande diversidade de plantas aquáticas e profundidades de até três metros. Estudos limnológicos sobre a lagoa Negra foram realizados por VOLKMERRIBEIRO (1981), sendo esta assinalada como a única lagoa de águas escuras da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (DUFECH & FIALHO, 2009).

As alterações nos cursos d'água, na cobertura vegetal original e nos banhados com presença de arrozais são características da paisagem. A divisa principal entre as bacias hidrográficas são as cristas dos morros graníticos. O recorte de área escolhido nesta pesquisa, no entanto, foi o da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) (Figura 12).

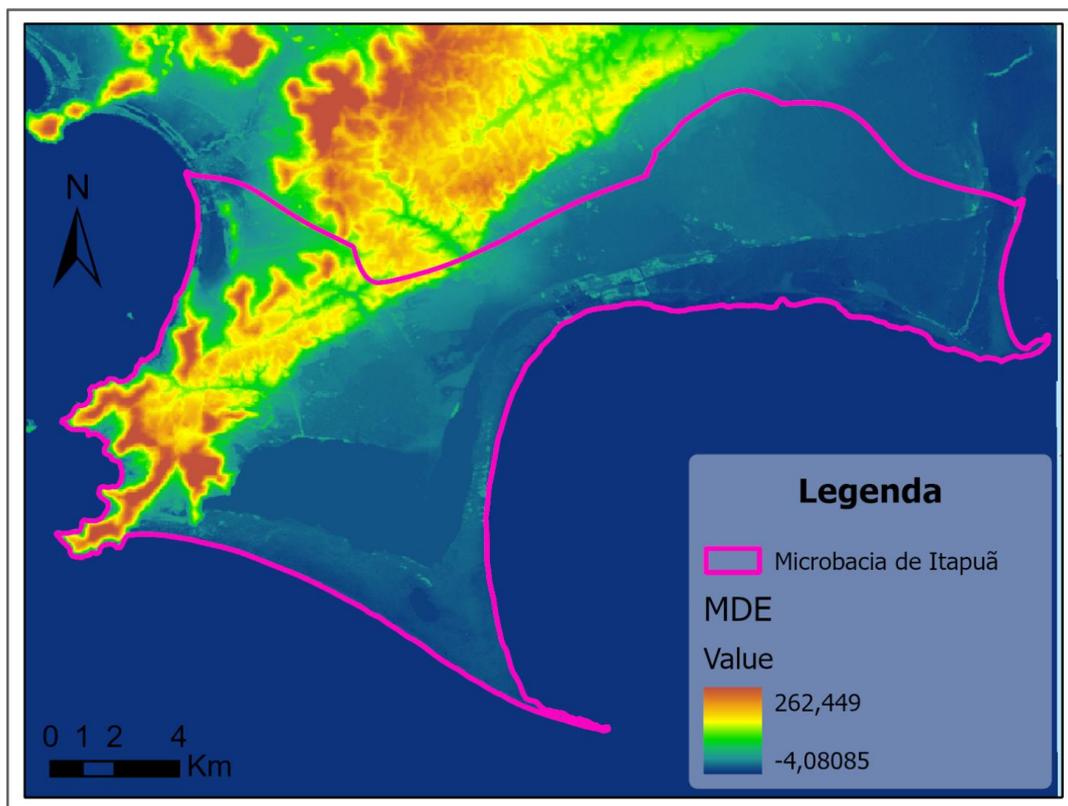


Figura 12 - Microbacia de Itapuã junto ao MDE.

A BHO utiliza uma representação da rede hidrográfica dividida em seções entre as junções dos cursos d'água. Cada seção é vinculada a uma área de escoamento, conhecida como ottobacia, que é codificada seguindo as bacias de Otto Pfafstetter.

Essa escala descreve o fluxo dos rios com coerência topológica, com seções conectadas em um sentido de fluxo determinado (ANA, 2017).

3.2 Parque Estadual de Itapuã

O Parque Estadual de Itapuã se localiza em uma área de contato da planície costeira e morros graníticos (MOURA, 1997). Na Região Metropolitana, Itapuã é uma das poucas áreas onde estão representadas e preservadas as diversas fisionomias da vegetação que ocorriam na orla do Guaíba e nos morros graníticos de Porto Alegre que hoje são raras devido à expansão urbana. (RIO GRANDE DO SUL, 1996).

O PEI foi constituído por terras desapropriadas no Decreto nº 22.535 de 1973 e, a partir da criação inicial, outros três decretos expandiram sua área (o mais recente desses Decretos data de 1993), hoje totalizada em 5.566,50 ha (Figura 7). As terras compreendidas pelo parque originaram-se de uma sesmaria, sendo seu primeiro proprietário (em termos de posse de escritura) o padre português José dos Reis, que se estabeleceu com fazenda na área em 1733 (RIO GRANDE DO SUL, 1996).

Na publicação do Decreto nº 22.535, de 14 de julho de 1973, as terras do padre José dos Reis já haviam sido vendidas, repassadas ao filho do comprador, revendidas e partilhadas em diversas glebas. De acordo com os documentos, havia diversos proprietários das glebas repartidas e, concomitantemente a isso, especialmente em meio a mata, habitavam os três grupos indígenas originários do local.

A morada em um local como o PEI ecoa com os critérios de escolha do espaço que vai ser ocupado pelos Mbyá-Guarani:

Eles ocupam apenas as porções do território que apresentam condições ambientais para desenvolver o “ñande rekó”, modo de ser Mbyá-Guarani. São esses os locais “sagrados”, os lugares “eleitos”, os quais possuem diversidade de flora e fauna para a caça e a coleta, fontes e cursos de água para a pesca e solos propícios para a horticultura. A abundância de algumas espécies (como taquaras, palmeiras, porcos-do-mato, abelhas, etc.) (DA SILVA et al., 2010).

No mapa da Figura 13 pode-se notar as três maiores feições do PEI: a Lagoa Negra, a mata (especialmente na feição Oeste do parque, onde se concentram os morros e deposição de solos graníticos especialmente na baixa vertente (MOURA, 1996), e a formação de dunas na planície costeira.

Há de se destacar que, no Rio Grande do Sul, menos de 7% da área original da Mata Atlântica ainda está de pé. Tendo em vista o modo de vida guarani, não é surpreendente que áreas de unidades de conservação sejam sobrepostas a territórios indígenas (COMANDULLI, 2010).



Figura 13 - Pindó Mirim e do Parque Estadual de Itapuã.

Um dos testemunhos da presença Mbyá-Guarani na área consta na nomenclatura do PEI: Itapuã, que significa “ponta de pedra” (RIO GRANDE DO SUL, 1996). O fato desses Mbyá-Guarani terem a atual área do PEI como ancestral, faz com que esses indígenas se deparem com um entrave jurídico maior por se tratar de uma Unidade de Conservação (UC).

Em 1998 o Ministério Público Federal instituiu um processo administrativo para investigar o fato de o Parque de Itapuã ter-se constituído sobre território tradicional Mbyá. Contudo, a presença indígena na área do Parque antes de sua criação foi contestada pela Administração Pública, culminando em 2004 com a proibição pelo Conselho Estadual de Parques da entrada de indígenas

no Parque de Itapuã (COMANDULLI, 2009 apud DIAS e DA SILVA, 2013, p. 58).

A Lei 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, prevê a coexistência entre territórios indígenas e unidades de conservação. O documento assegura às populações tradicionais residentes e no entorno as condições e os meios necessários para a satisfação de suas necessidades materiais, sociais e culturais (BRASIL, 2000). No entanto, essas comunidades foram removidas do Parque e, hoje, o território ocupado pelos Mbyá-Guarani corresponde à Tekoa Pindó Mirim.

Também relacionada com a temática de conservação ambiental em territórios indígenas, em publicação da SEMA (2017) acerca da relação entre o PEI e os habitantes da Pindó Mirim, o órgão ambiental salienta o Decreto Federal nº 5.758/2006 que institui o Plano Estratégico Nacional das Áreas Protegidas, que visa conciliar a coexistência de Unidades de Conservação e povos indígenas, e aponta como estratégia a participação indígena junto aos Conselhos Gestores das Unidades de Conservação:

Também a PNGATI (Decreto Federal nº7.747/2012) trata das interfaces existentes entre Terras Indígenas e Unidades de Conservação, recomendando um conjunto de ações a fim de diminuir conflitos pela dupla afetação, incluindo a participação indígena nos conselhos gestores, bem como acordos de uso que respeitem os modos de vida tradicionais dos indígenas e os objetivos de conservação da Unidade (SEMA, 2017).

Assim dois espaços são pontos focais: a Pindó Mirim, atual morada da comunidade, e o PEI, espaço de mata nativa onde o modo de vida Guarani tem melhores condições de ser exercido e mantido. Atualmente, a regularização da Tekoa unida ao PEI encontra-se sob o status de “em estudo” junto à FUNAI, sob a nomenclatura de Tekoa Itapuã.

3.2.1 Pindó Mirim

A Tekoa se localiza em uma antiga área de plantação de eucalipto e ainda tem diversas árvores como testemunho da prática. Sua extensão territorial é em torno de 24 ha, equivalente a dois módulos fiscais em Viamão (PORTO ALEGRE, 2010; INCRA, 2021).

Essa Tekoa, apesar de não estar situada no entorno imediato de um grande centro urbano, se encontra em espaço rururbano. Tem se, assim, uma comunidade que não vive em isolamento, mas que não se encontra próxima de equipamentos urbanos. Na feição sudoeste do seu perímetro, há uma reentrância onde habitam diversas famílias como lindeiro imediato da aldeia.

No limite norte, há uma área com mata nativa (essa, por sua vez, é limitada ao norte pela prática de silvicultura de eucalipto). Essa porção de mata nativa é utilizada para práticas do modo de vida *mbyá*: caça, coleta, caminhada pela mata, etc.

O perímetro limitado é um desafio para a mobilidade que, na territorialidade Mbyá-Guarani, é um conceito chave:

Em um sentido cosmológico-religioso, o *jeguatá* (caminhar) possui grande importância, uma vez que é considerado inerente à condição humana Guarani. Caminha-se depois de um sonho premonitório ou de uma visão, bem como por conta da busca por um local mais adequado ao “modo de ser”. Trata-se de uma territorialidade espelhada em experiências de ocupações do passado, atualizadas pela memória, sonhos e indicações xamânicas, privilegiando a escolha por lugares contempladores de um ambiente propício para se viver, onde se façam presentes a mata (Ka’aguy porã) e determinados animais, constituindo um horizonte ecológico-cultural de terras (Garlet, 1997; Pradella, 2009 apud DIAS e da SILVA, 2013).

O modo de vida dos habitantes da Pindó Mirim teve que ser adaptado (uma realidade especialmente corrente com relação a grupos indígenas mais próximos de ambientes urbanos) à Tekoa devido à pequena extensão de área e à expressiva degradação ambiental causada pela prática de silvicultura anterior.

Hoje, a comunidade não tem acesso à típica prática de caminhada no sentido de mudança de sede da aldeia: o caminhar se dá em trilhas na mata nativa, e também até o PEI, onde há venda de artesanato, mas a comunidade não se desloca como séculos atrás. As alternativas da prática de subsistência têm como base a agricultura, coleta, caça e venda de artesanato. Especialmente, a caça envolve uma extensão territorial onde haja espaço de mata, e nas clareiras se desenvolve a agricultura e se localizam as moradias (*oka*) e espaços comunitários, como a escola e a casa de reza (*opy*).

A Figura 14 é uma fotografia de drone realizada na Pindó Mirim que registra alguns membros da comunidade, principalmente crianças, que estavam contribuindo com o aerolevante realizado. Pode-se perceber algumas características da

paisagem da Tekoa, como o solo arenoso e terreno de declividade plana e suave ondulada.



Figura 14 - Fotografia de drone realizada no processo de aerolevantamento da Pindó Mirim realizado em 2019.

A movimentação Mbyá-Guarani, que culminou no processo administrativo de 1998, segue ocorrendo, pois ainda não se encontrou um consenso e, menos ainda, a regularização da TI. Entre 2003 e 2005, foram realizadas mais de 20 reuniões e audiências públicas visando uma solução para a presença dos indígenas no PEI.

Após a negativa por parte do Conselho Consultivo do Parque, no final de 2004, da proposta que os Guarani colocaram de se engajarem nos projetos de educação ambiental do Parque, e da construção de um pequeno quiosque para venda de artesanato, encerraram-se as reuniões de conciliação. (ALMEIDA, 2013).

O passo mais recente e importante, tendo em vista a regularização, foi a publicação da portaria FUNAI nº 874, de 31 de julho de 2008, que instituiu um Grupo Técnico (GT) para cuja finalidade era “realizar estudos necessários à identificação e delimitação das Terras Indígenas Itapuã e Morro do Coco, no município de Viamão

(FUNAI, 2008)”. O laudo antropológico, elaborado pelos técnicos responsáveis, relatou claras evidências de sítios arqueológicos Guarani desde os anos 1970. E também a degradação dos mesmos, devido à construção de estacionamentos e vias de acesso às praias da região, bem como a visitação do Parque pela população (DIAS; da SILVA, 2013).

A comprovação dos sítios arqueológicos fez andar a movimentação jurídica sob a perseverança dos Mbyá-Guarani. Ao longo dos anos, de passo em passo, foi conquistado o direito de circulação dos indígenas no PEI e a venda de artesanato junto às dependências do parque.

4. METODOLOGIA

Essa pesquisa foi desenvolvida à distância por meio do sensoriamento remoto, revisão bibliográfica e geoprocessamento. O projeto inicialmente visou contato direto com a comunidade, mas o período em que ocorreu e as tensões internas e com os lindeiros que ocorreram na área ao longo do desenvolvimento deste trabalho fizeram com que o trabalho sofresse adaptação. Assim, o foco se deu na elaboração de materiais que servissem de subsídio para o desenvolvimento de um etnomapeamento e etnozoneamento.

Tratando-se de um estudo focado em TI, para realização de análise de um ambiente compatível com o modo de vida indígena, foram utilizados conceitos e abordagens da ecologia da paisagem visando a identificação de ambientes propícios ao *mbyá rekó*.

A realização deste estudo envolveu cinco principais etapas: a) contextualização da territorialidade Mbyá-Guarani e *mbyá rekó*; b) organização de um Banco de Dados Geográficos (BDG) e Processamento Digital de Imagens (PDI); c) classificação de uso e cobertura da terra multitemporal com base em imagens de satélite; d) mapeamento das geofácies de Itapuã; e) aplicação do método AHP para mapear as áreas mais compatíveis com o *mbyá rekó*.

O resumo dos processos, produtos, variáveis e softwares envolvidos nessa produção constam na Figura 15 onde: rosa são os *softwares*; cinza são variáveis; verde são processos; amarelo são produtos.

4.1 Banco de Dados Geográficos

A construção e estruturação do Banco de Dados Geográficos (BDG) constituíram os primeiros momentos da execução dos processos. O arquivo *File Geodatabase* permitiu organizar e gerenciar os dados sem “misturar” feições tratadas com geoprocessamento de outras ainda sem processamento e segmentá-las em *datasets*. Com os arquivos organizados dessa forma, o software ArcGIS mostra melhor desempenho e os arquivos se tornam menos pesados. O arquivo de extensão *.gdb* compacta arquivos vetoriais, tipicamente pesados.

A organização de arquivos em um *.gdb* melhorou significativamente o desempenho ao lidar com grandes conjuntos de dados, principalmente nas operações de geoprocessamento, edição e análise. Também foi útil pela compatibilização e mobilidade, pois alguns processos deste estudo foram feitos em diferentes máquinas e a manutenção e armazenamento dos dados facilitou a compatibilização com diferentes versões do ArcGIS e o deslocamento dos dados em sua versão final, evitando múltiplas cópias.

Os materiais utilizados na realização da classificação de uso e cobertura da terra multitemporal foram: 1) imagens do satélite Planet ortorretificadas com resolução de 3m de dezembro e agosto de 2020; 2) imagens do satélite Rapid Eye com resolução de 5m de outubro de 2010; 3) Modelo Digital de Elevação (MDE) Copernicus com resolução de 30m e variáveis geomorfológicas derivadas dele (relevo sombreado, declividade e orientação de vertentes); 4) dados *raster* do projeto Mapbiomas resultante de classificação de 1985; 5) dados vetoriais geoambientais temáticos da área de estudo como geomorfologia, climatologia, pedologia, geologia, bacias hidrográficas.

Os dados vetoriais geoambientais foram mapa geomorfológico em escala de 1:50.000 realizado abrangendo a região metropolitana de Porto Alegre (MOURA, 2012); mapa pedológico do IBGE (2018) em escala 1:250.000; mapa litológico do projeto RADAMBrasil em escala 1:250.000; recorte da microcábia Ottocodificada em nível 7 na região de Itapuã (ANA, 2017); *shapefiles* extraídos da classificação de cobertura e uso da terra realizada no Ecognition e vetores dos limites da Pindó Mirim, PEI e município de Viamão.

Todos esses dados foram utilizados em diferentes momentos da pesquisa e foram a base para as análises da paisagem e das dinâmicas temporais dessa. A sobreposição de camadas espaciais é a base do SIG, a diretriz principal que leva a análises integradas do espaço geográfico.

4.2 Segmentação espacial (GEOBIA) e CUT

A classificação de uso e cobertura da terra multitemporal tem como propósito realizar um levantamento da microbacia de Itapuã para avaliar o grau de conservação e degradação ambiental dessa área. Esses aspectos se refletem na vivência dos habitantes por efeitos de borda nas matas, corredores ecológicos que impactam a disponibilidade de caça, alteração e depredação de recursos hídricos, fertilidade do solo para agricultura, etc.

A classificação foi feita em uma imagem de satélite de dezembro de 2020 do satélite Planet com resolução de 3 metros, imagem de outubro de 2010 do satélite Rapid Eye com resolução espacial de 5 metros e arquivo de cobertura e uso da terra disponível na plataforma Mapbiomas do ano de 1985.

A obtenção desses dados nos anos de 2020 e 2010, para comportar toda área trabalhada na microbacia de Itapuã, envolveu mais de uma imagem de satélite. Essas feições são do mesmo período, mas não necessariamente da mesma hora ou dia. Portanto, foram feitos mosaicos dos arquivos *raster* a fim de se elaborar um mapeamento com maior contexto das principais formações e coberturas da área. A área abrangida na classificação de cobertura e uso da terra, a microbacia em nível 7 excede o entorno do PEI em aproximadamente 7 km.

A classificação foi realizada nos dados de 2010 e 2020 no *software* Ecognition, que realiza a abordagem GEOBIA de segmentação espacial em objetos geográficos. Esse *software* tem como característica a capacidade de realizar processos de segmentação e classificação dos dados de entrada levando em consideração nessa segmentação os pixels no contexto da vizinhança, não de forma isolada.

Na classificação de cada conjunto de objetos foram levados em conta aspectos como cor, forma, textura e tamanho durante o processo de segmentação deles. Isso se dá tendo como base os dados de entrada analisados em conjunto de forma multi-resolução (BLASCHKE, 2010; CARVALHO, 2019).

A mérito de comparação e testes de classificação para evolução do modelo classificatório, foi realizado um teste em outro *software* que não realiza a abordagem GEOBIA. Nele foi inserido um pequeno recorte da área de estudo de imagem Rapid Eye. Foram treinadas para o reconhecimento do *software* 3 classes, sendo feitas as coletas de amostragem com mais de um tipo de aspecto de cada: esse processo é relevante para objetos iguais, mas que apresentem índices de umidade diferentes, por exemplo, não acabem classificados de maneira errada.

Tanto no Ecognition quanto no *software* de análise pixel a pixel onde foi realizado o teste os resultados de classificação final foram mais acurados com múltiplas amostras do mesmo objeto, para que essas amostras fossem o mais similares possível entre si.

Na classificação pixel a pixel ficou evidente a inferioridade do modelo que não leva em conta as classes vizinhas. Um aspecto que chama especialmente a atenção são as bordas de transição entre floresta e campo antropizado tendo sido classificadas como a classe de agricultura. (Figura 16).

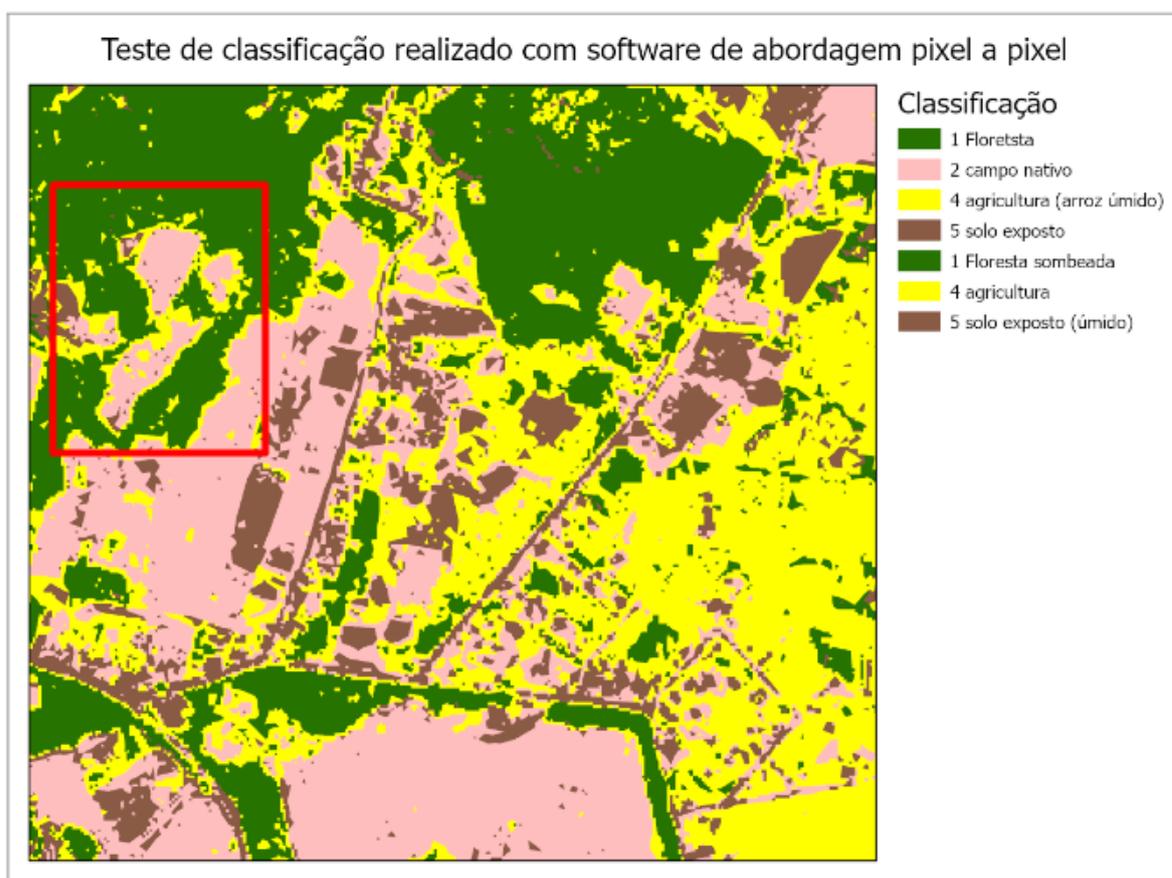


Figura 16 - Exemplificação das limitações da análise pixel a pixel.

Tendo esse aspecto em vista, a segmentação de objetos elaborada por meio do Ecognition foi realizada em um processo que partiu do maior para o menor detalhe (a escala definida no momento de configuração do *software*). Assim, obteve-se controle sobre qual escala apresentou melhor segmentação.

Foram realizados testes com esse processo para avaliação de qual escala de segmentação se mostrou mais propícia para a realização da análise, conforme sugerido pelo fornecedor do software (TRIMBLE, 2021).

A Figura 17 representa as etapas do processo de segmentação dos objetos da superfície. No procedimento de segmentação, as camadas podem receber diferentes pesos a depender de seu grau de importância ser igual ou superior às demais. Nesse caso, as bandas do visível receberam o peso 1, e o infravermelho próximo o peso 2, para melhor discernir a vegetação.

A segmentação multi-resolução foi primeiramente realizada em nível de pixel, e como critérios foram determinados: escala, forma, compacidade, e peso de cada banda da imagem de satélite. A partir dessa escala micro, passaram a ser agregados os objetos geográficos em nível de objeto. Esse processo de generalização iniciou com a segmentação em nível de pixel com o parâmetro de escala igual a 10 (número mínimo de pixels de um objeto segmentado). Depois, o processamento se deu no nível de objetos derivados do primeiro processamento a partir da definição do parâmetro de escala: 20 e 30 pixels. Os demais parâmetros receberam os mesmos valores: forma recebeu o valor de 0,1 e compacidade de 0,5.

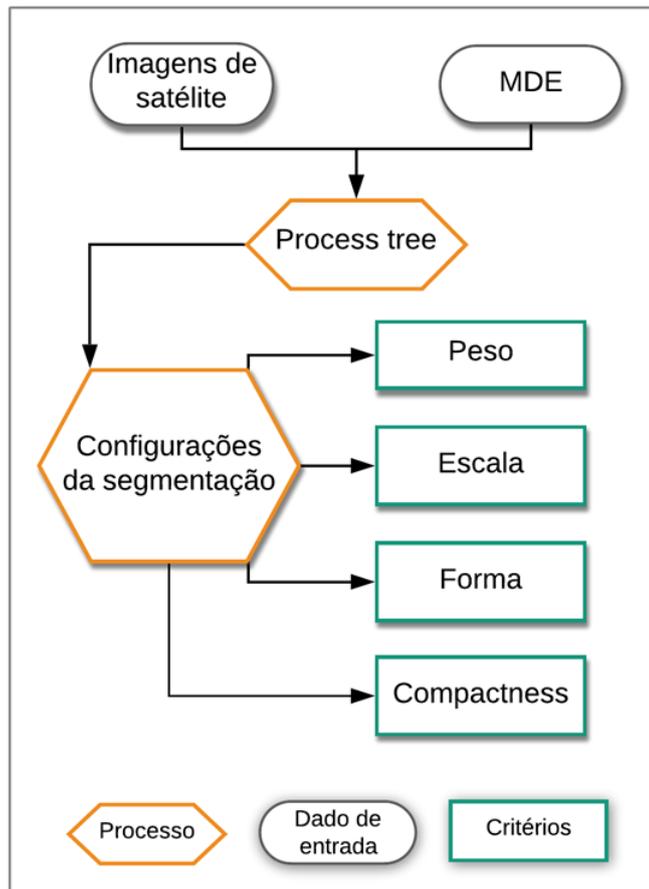


Figura 17 - Fluxograma de entrada de dados e configuração de detecção de objetos no Ecognition.

Para a classificação automatizada do uso e cobertura da terra, foram utilizadas variáveis de média e desvio-padrão das respostas espectrais das bandas RGB e infravermelho próximo das imagens; variáveis geomorfométricas como MDE, relevo sombreado, declividade e orientação de vertentes.

No Ecognition, a presença de subclasses no momento da coleta de amostras ocorreu em decorrência de diferentes índices de umidade e iluminação solar em três classes: mata nativa, solo exposto e agricultura. A questão da umidade foi mais relevante nas duas últimas, onde as amostras coletadas no momento de segmentação do Ecognition foram extraídas como 'solo'; 'solo úmido'; 'arroz'; 'arroz alagado'. Dessa forma se obteve um resultado consistente onde polígonos de reflectância, forma e compacidade equivalentes foram identificados no programa.

Na classificação de mata nativa, foram extraídas amostras de 'mata' e 'mata sombreada'. Mesmo a imagem utilizada sendo do verão, justamente levando em conta a iluminação desigual em vertentes Sul dada a latitude ~30°S do local, ainda houve a

presença de encostas com iluminação inferior às mais voltadas à norte, levando a um distinto comportamento espectral.

Outra variável que se mostrou importante na classificação do uso e cobertura da terra, foi a variável de localização, em especial a consideração do eixo Norte/Sul com a variável distância do limite inferior. Nos mapas de geomorfologia de Moura (2012) e no MDE, pode-se notar o recorte nos sentidos No-Se que a formação dos afloramentos dos morros graníticos no Núcleo Cristalino Porto Alegre-Viamão (MOURA, 1997). Essa divisa se reflete no uso da terra da área, de modo que a Sudeste predominam banhados e arrozais, fazendo uso da umidade dos banhados; a Noroeste há uso variado de agropecuária e antropização geral dos campos nativos.

As amostras foram usadas no software R para aplicação de *script* para o procedimento de classificação supervisionada pelo algoritmo de *Machine Learning* (aprendizagem de máquina) *Random Forest*. O *Random Forest* é um algoritmo de aprendizado de máquina baseado em árvores de decisão: ele funciona criando várias árvores de decisão de forma aleatória e, em seguida, as combina para melhorar a precisão e estabilidade do modelo. Nesse processo, foi selecionado um conjunto de amostras do conjunto de dados total para construir a árvore de decisão.

Nos testes de classificação e treino realizados, alguns usos como áreas urbanas e silvicultura prejudicaram a classificação geral, gerando resultados como a classificação de floresta nativa como silvicultura e áreas de solo exposto como áreas urbanas. Por isso, na fase de ajustes da classificação, essas edições foram feitas por interpretação visual de imagens.

Especialmente, em se tratando da correção de classificação de silvicultura, foram levadas em conta imagens de satélite de diferentes meses e anos na classificação, o que mostrou a importância de incluir esses dados como variáveis juntamente a imagem de satélite principal analisada.

Essa última etapa de ajustes de classificação foi realizada do *software* ArcGIS e envolveu: 1) o geoprocessamento para reclassificação dos polígonos, onde foram levadas imagens de satélite multitemporais em composições RGB 5-4-3 e 4-3-2; 2) *script* python na ferramenta *calculate* para adequação das nomenclaturas e agrupamento de subclasses das amostras em numerais correspondentes às 8 classes criadas.

4.3 Análise multitemporal das dinâmicas da paisagem

Para avaliar as mudanças na paisagem ao longo do tempo, o processo envolveu, primeiramente, a união dos shapes de 2010 e 2020, permitindo a criação de um campo chamado 'transição', que indica as mudanças ocorridas em cada sobreposição de polígonos. A comparação entre essas dinâmicas permitiu a organização e categorização entre as fácies:

1. Uso estável; 2. Cobertura estável; 3. Recuperação ambiental; 4. Degradação ambiental; 5. Urbanização; 6. Água

As fácies foram utilizadas para descrever a evolução da paisagem com base nos processos de mudança de uso e cobertura da terra, e podem ser classificadas em fácies com características naturais (como fácies de conservação e regeneração) e fácies com características antropogênicas (como fácies de degradação, antropização estável e de urbanização) (SARETTA, 2020). Para definir cada fácies, os processos de MUCT foram analisados usando a abordagem de Ecodinâmica de Tricart, que buscou expandir os conceitos de Bioestasia e Resistasia de Erhart (TRICART, 1977).

Foram feitas correções em transições muito improváveis, como conversão de área urbana para floresta, por exemplo. A Tabela 1 traz a transição de classes identificada entre 2010 e 2020 e sua adequação nas fácies.

Tabela 1 - Transições da CUT entre 2010 e 2020.

Transição	Fácies
Campo antropizado-Campo antropizado	Uso estável
Campo antropizado-Silvicultura	Uso estável
Campo antropizado-Agricultura	Uso estável
Campo antropizado-Solo exposto	Uso estável
Silvicultura-Silvicultura	Uso estável
Agricultura-Agricultura	Uso estável
Solo exposto-Campo antropizado	Uso estável
Solo exposto-Agricultura	Uso estável
Solo exposto-Solo exposto	Uso estável

Urbano-Urbano	Uso estável
Solo exposto-Urbano	Urbanização
Campo antropizado-Mata nativa	Recuperação ambiental
Solo exposto-Mata nativa	Recuperação ambiental
Solo exposto-Dunas	Recuperação ambiental
Dunas-Mata nativa	Recuperação ambiental
Mata nativa-Campo antropizado	Degradação ambiental
Mata nativa-Agricultura	Degradação ambiental
Mata nativa-Solo exposto	Degradação ambiental
Mata nativa-Urbano	Degradação ambiental
Campo antropizado-Urbano	Degradação ambiental
Campo antropizado-Dunas	Degradação ambiental
Silvicultura-Campo antropizado	Degradação ambiental
Agricultura-Campo antropizado	Degradação ambiental
Agricultura-Silvicultura	Degradação ambiental
Agricultura-Urbano	Degradação ambiental
Água-Agricultura	Degradação ambiental
Água-Solo exposto	Degradação ambiental
Água-Urbano	Degradação ambiental
Dunas-Campo antropizado	Degradação ambiental
Dunas-Silvicultura	Degradação ambiental
Dunas-Agricultura	Degradação ambiental
Dunas-Solo exposto	Degradação ambiental
Mata nativa-Mata nativa	Cobertura estável
Mata nativa-Dunas	Cobertura estável
Solo exposto-Solo exposto	Cobertura estável
Água-Mata nativa	Cobertura estável
Água-Dunas	Cobertura estável
Dunas-Água	Cobertura estável
Dunas-Dunas	Cobertura estável
Água-Água	Água

Visando expandir a análise temporal de mudanças na paisagem para um período onde outros processos de recuperação e degradação ambiental tenham tomado lugar e comportar dinâmicas de desenvolvimento e evolução mais lentos, foi obtido e recortado no *Google Earth Engine* o dado *raster* do projeto Mapbiomas da coleção 7 (um projeto de mapeamento de cobertura e uso da terra realizado com aprendizagem de máquina) do ano de 1985.

O *raster* original foi convertido para *shapefile* e suas classes adequadas às classes deste estudo (Figura 18, Quadro 3). Também, com base em imagem de satélite Landsat 5 do ano de 85, foram reclassificados manualmente alguns polígonos originalmente classificados de modo errado. Sofreram alteração todos os polígonos cuja classe era '21', correspondente a "Mosaico de Usos", sendo adequados à correspondência de classes de uso ou cobertura únicos.

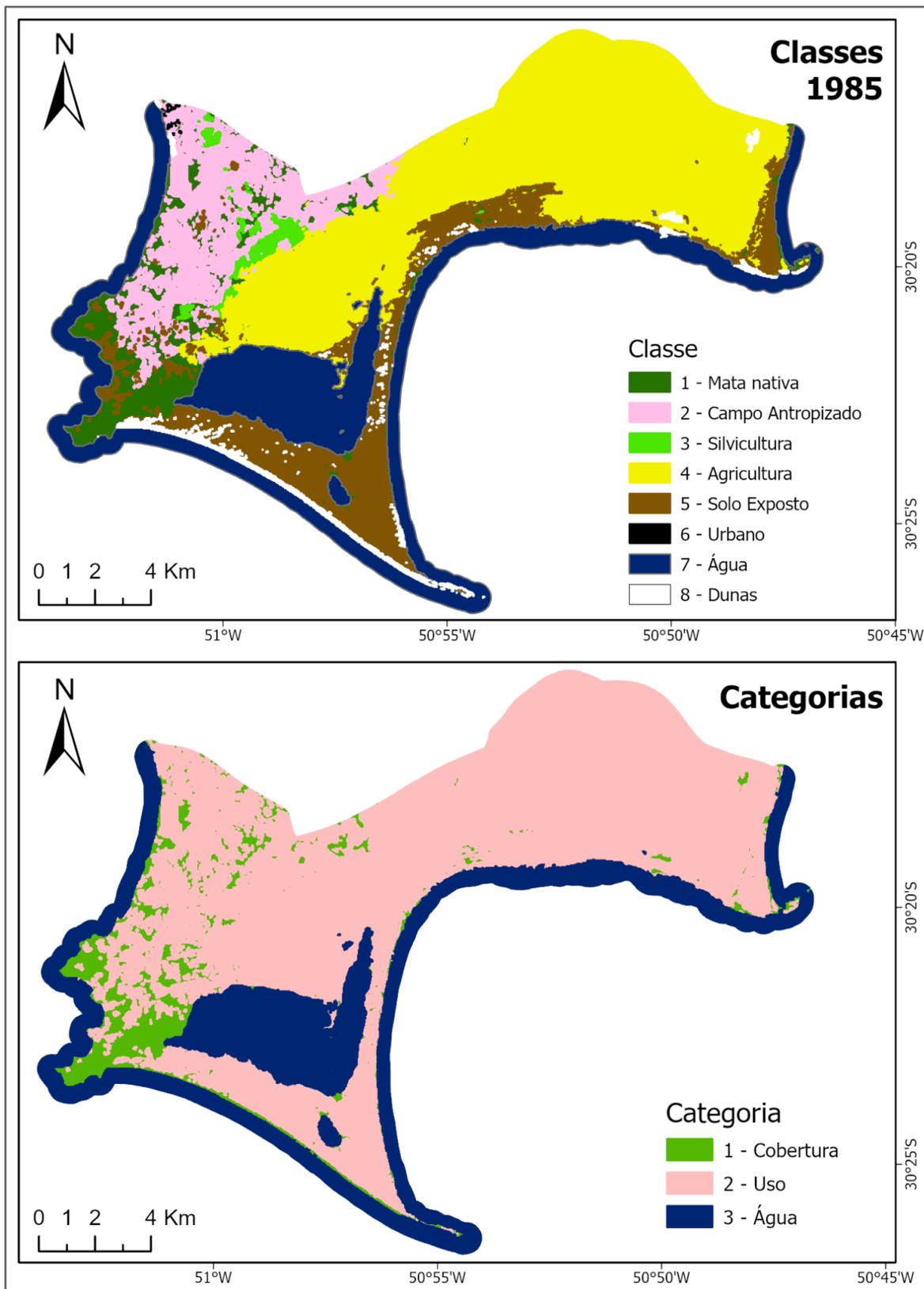


Figura 18 - Dado do Mappiomas de 1985 pós tratamento.

ID	Descrição	Nova classe
3	Formação Florestal	1- Mata nativa
49	Restinga Arborizada	
50	Restinga Herbácea	
12	Formação Campestre	2 - Campo antropizado
39	Soja	
41	Outras Lavouras Temporárias	
9	Silvicultura	3 - Silvicultura
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	4 - Orizicultura
40	Arroz	
25	Outras Áreas não Vegetadas	5 - Solo exposto
24	Área Urbanizada	6 - Urbano
33	Rio, Lago e Oceano	7 - Água
23	Praia, Duna e Areal	8 - Dunas
21	Mosaico de Usos	Recebeu classificações diversas de acordo com a localização. Principalmente foram encaixados polígonos nas classes 2 e 4.

Quadro 3 - Conversão das classes do Mapbiomas.

No *shapefile* resultante das adequações de classes foi criado um campo nomeado 'categoria' que serviu para atribuir uma codificação de acordo com o tipo de feição das classes, sendo: 1- uso; 2- cobertura; 3- água. Originalmente, 'água' fez parte de 'cobertura', mas isso tornou o processo de comparação das dinâmicas confuso, e portanto essa classe recebeu categoria própria.

4.4 Geofácies

Os processos que representam a evolução da paisagem são compreendidos pela dinâmica da paisagem. Sua compreensão envolve a análise das mudanças no uso e cobertura da terra e os mosaicos de cobertura e uso em diferentes estágios de sucessão (recuperação, degradação ou conservação ambiental) e pelas fácies culturais, que correspondem às características antrópicas da paisagem (FREITAS e SANTOS, 2014).

Uma delimitação espacial, conforme a metodologia de Bertrand (2002), permite a subdivisão dos geocomplexos em diferentes níveis hierárquicos, como as geofácies, que caracterizam a dinâmica da paisagem por meio dos estágios de sucessão dos aspectos de cobertura e uso da terra.

Na compatibilização das escalas temporo-espaciais de Bertrand com a área de estudo, foi utilizado um mapeamento das unidades de paisagem no distrito de Itapuã (SARTORI et. al., 2023). A base da segmentação foi o MDE da área, produtos geomorfométricos derivados dele, junto ao mapa geomorfológico da região. Com base na segmentação, foi realizada uma análise conjunta com os mapeamentos de geologia e pedologia para categorizar as UPs de Itapuã.

Dentro das grandezas temporo-espaciais, Bertrand (2002) atualiza as categorias originais (BERTRAND, 1968) criando o geocomplexo, que compreende a 4ª grandeza temporo-espacial, cuja extensão comporta entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. (OLIVEIRA, 2017).

A partir da interpretação dessas correlações, foram delimitados os geocomplexos de Itapuã. Essa compartimentação teve como resultado a identificação de 8 geocomplexos, compondo com suas subdivisões 18 unidades, descritas no Quadro 4.

Unidade	Estrutura	Modelado	Segmento de vertente
U1A	Escudo Uruguaio Sul-rio-grandense	Morro	Morro

U1B	Escudo Uruguaio Sul-riograndense	Morro	Rampa coluvionar em anfiteatro
U2A	Escudo Uruguaio Sul-riograndense	Colinas	Colina com interflúvio médio
U2B	Bacia Sedimentar de Pelotas	Colinas	Patamar deposicional (flúvio-coluvional)
U3	Bacia Sedimentar de Pelotas	Tecnogênico	Área drenada em ambiente de turfeira
U4A	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície lagunar com turfeiras	Planície lagunar
U4B	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície lagunar com turfeiras	Banhado em ambiente de turfeira
U5A	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície flúvio-lagunar	Planície flúvio-lagunar coluvional
U5B	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície flúvio-lagunar	Cordão Arenoso
U5C	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície flúvio-lagunar	Planície flúvio-lagunar com banhado
U6	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície fluvial	Planície fluvial
U7	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície flúvio-lagunar	Cordão Arenoso
U8A	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Cordão Arenoso
U8B	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Duna Estável
U8C	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Duna Instável
U8D	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Patamar deposicional por colmatação

U8E	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Linha de praia
U8F	Bacia Sedimentar de Pelotas	Planície	Banhado

Quadro 4 - Descrição das estruturas, modelados e segmentos de vertente que estruturam a segmentação das Unidades de Paisagem.

Com esse processo efetuado, pode-se estabelecer qual ou quais escala(s) espaço-temporais melhor permitem hierarquizar esta área de estudo, conforme Bertrand e Bertrand (2002) e Monteiro (2001). Os SIG se mostram uma ferramenta fundamental para essas aplicações, já que tem como princípio a transversalidade e cruzamento entre os dados geoespaciais.

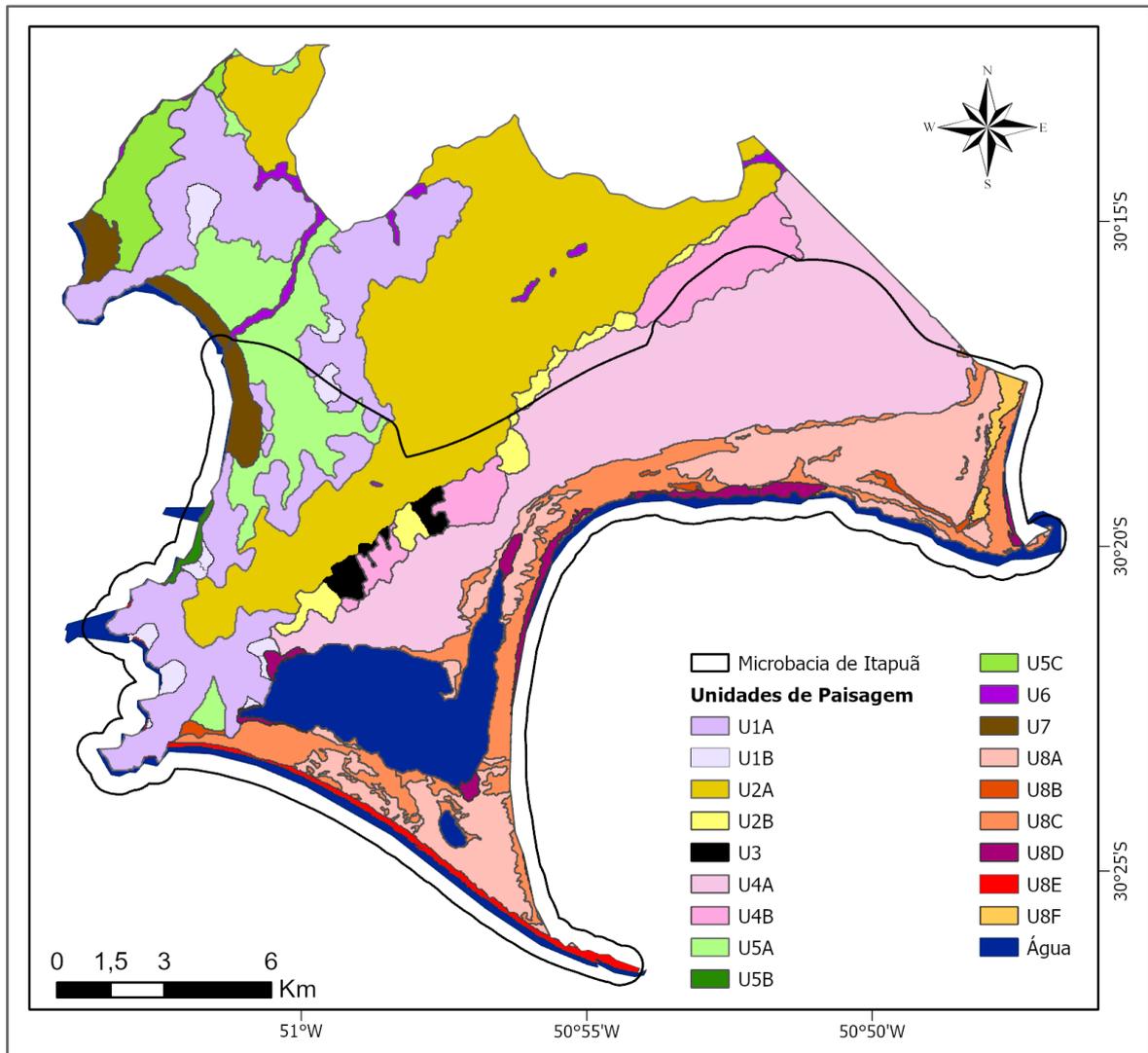


Figura 19 - Unidades de Paisagem com os limites da microbacia de Itapuã em buffer de 500 metros. Fonte: Adaptado de SARTORI et. al., 2023.

O geossistema é uma escala que compreende como os processos físicos, biológicos e antrópicos interagem e afetam a paisagem. Ao longo do tempo fatores e dinâmicas espaciais afetam a paisagem; sendo assim, o geossistema pode ser utilizado tanto para entender como a paisagem evoluiu ao longo do tempo quanto como ela pode responder às mudanças futuras.

A segmentação espacial dessas unidades apresentou uma concentração das classes U8 e seus subtipos a sul/sudeste, nos entornos da Lagoa Negra e limite com o Guaíba. No MDE (Figura 20) pode-se verificar a linha limítrofe que divide as Unidades de Paisagem U8 da segmentação que originou a unidade U6, de altitude maior. O encontro entre as classes U2, U3 e U4 ficam seus subtipos gerando o traçado nordeste/sudoeste que separa áreas mais planas e banhados (U4, U3) com as colinas e rampas que marcam o sopé dos morros graníticos (U2).

As mais altas altitudes compreendem a U1, onde há mais solo exposto nos topos de morros com solos pouco espessos. Essa unidade, a leste e noroeste, colide com as formações da U5, caracterizadas por serem terras baixas e de banhado. É onde os morros dão lugar à deposição da erosão e as praias do Guaíba a Leste de Itapuã. As marcas da hidrografia, que não tem grandes rios nessa área também pelo solo arenoso, configuraram a U6, do segmento planície fluvial.

Os maiores grupos de unidades que marcaram a porção sudeste da área de estudo foram U8 e U4, que correspondem aos segmentos de campos de dunas e planícies lagunares, respectivamente. As letras representam subtipos, sendo portanto uma nomenclatura hierárquica.

Junto a essa estrutura de segmentação de unidades de paisagem foram unidos os três dados de CUT. O processo primeiramente foi o das fácies entre 2010 e 2020 para depois fazerem parte desse processo as feições de 1985 e das UPs. É a integração dos quatro dados onde temos o mapeamento das Geofácies.

As feições de 1985 receberam a atribuição de categorias para comportar o que representa uso, cobertura e água, mas apenas na classe 5 (solo exposto) houve a atribuição de dois tipos de categoria, variando de acordo com a localização da classe no mapa (se encontrando no entorno de dunas ou não).

Foi feita uma tentativa de aplicação da ferramenta *Zonal Statistics as Table* do software Arcgis, convertendo o *shapefile* do Mapbiomas para *raster*, mas a ferramenta demonstrou limitações quanto ao tamanho em MB da tabela final e, frente à extensão

do dado de entrada, não pôde ser usada. Dessa maneira, entre os dois *shapefiles* foi feito uma interseção⁷, e calculou-se a área de sobreposição das categorias do *shapefile* de 1985 dentro dos polígonos da *união*⁸ 2010+2020+UPs.

Os três dados de CUT possuem escalas diferentes: 30m, 5m e 3m para 1985, 2010 e 2020 respectivamente. Sendo 1985 um dado de qualidade inferior, foi levada em consideração a percentagem da área de sobreposição dos polígonos do Mapbiomas na atribuição das geofácies, desconsiderando mudanças bruscas de cobertura e uso que não representassem mais de 60% de abrangência por polígono.

Para atribuição de cada geofácies entraram em questão 3 fatores: as fâcies calculadas entre 2010 e 2020; a categoria da feição de 1985; a percentagem que o polígono da CUT de 85 representou dentro do polígono das fâcies. O Quadro 5 ilustra as regras para atribuição das geofácies entre as categorias de cobertura e uso. Em se tratando das geofácies de corpos d'água e malha urbana, foi preferida a classificação de 2020 em função da resolução espacial, sendo usados os demais anos para validação do correto mapeamento das classes.

1985		Fâcies 2010-2020	Geofâcies
Categoria	Porcentagem de sobreposição		
USO	≤ 60%	COBERTURA ESTÁVEL	Recuperação Antiga Baixa
	> 60%		Recuperação Antiga Alta
	≤ 60%	USO ESTÁVEL	Antropização Antiga Baixa
	> 60%		Antropização Antiga Alta
	≥ 60%	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	Recuperação Ambiental Recente
	≥ 60%	USO ESTÁVEL	Uso Estável

⁷ Calcula uma interseção geométrica dos recursos de entrada nas feições ou partes de feições que se sobrepõem em todas as camadas ou classes de feições (ESRI, 2022).

⁸ Calcula uma união geométrica dos recursos de entrada. Todos os recursos e seus atributos serão gravados na classe de recursos de saída (ESRI, 2022).

	≥ 60%	COBERTURA ESTÁVEL	Recuperação Ambiental Recente
	≥ 60%	DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	Degradação Ambiental
COBERTURA	≥ 60%	COBERTURA ESTÁVEL	Cobertura Estável
	≥ 60%	DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	Degradação Recente
	≥ 60%	USO ESTÁVEL	Degradação Ambiental

Quadro 5 - Atribuição das Geofácies.

Foi utilizada a ferramenta *Model Builder* para maior controle do processo e também para maior facilidade em caso de correções do *select* e *calculate* dos grupos de feições. Em casos de inconsistência ocorridos com algumas feições, onde transições não tinham probabilidade (como conversão de urbano para cobertura), ou cada ano apresentou uma classe distinta, foi preferida a fácies mapeada em 2010-2020.

4.5 Mapeamento de áreas adequadas ao mbyá rekó

Considerando o objetivo deste trabalho de geração de subsídios para a regularização da TI Itapuã, seria importante que esses mapeamentos realizados e bases de dados ambientais utilizadas culminassem em uma avaliação de adequação de áreas ao modo de vida mbyá guarani: o *mbyá rekó*.

Para fazer uma avaliação das áreas mais adequadas ao *mbyá rekó*, foi utilizada uma matriz de correlação construída com o método AHP, que visa colaborar em tomadas de decisão complexas ao determinar graus de importância (pesos) às variáveis envolvidas no modelo. Esses pesos vão de 1 até 9, sendo que o peso “1” representa variáveis de mesma importância e é automaticamente atribuído no cruzamento da mesma variável em *softwares* que apliquem a matriz de comparação pareada (Quadro 6).

Nesse método, a problemática é estruturada em níveis hierárquicos: as variáveis recebem um dado peso, representando uma importância diferente entre si.

A definição dos pesos é dada segundo os critérios de quem aplica o método, o que o faz ter um caráter subjetivo (Saaty, 1977).

Na matriz de decisão, é avaliada a consistência estatística entre os pesos atribuídos: o índice é melhor quanto mais próximo de 0, e a matriz terá consistência lógica suficiente se o resultado for inferior a 0,1. Apesar de importante para validação da lógica entre os pesos atribuídos a cada variável, não é esse índice que apontará o quão pertinentes ou não foram os pesos atribuídos.

1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Quadro 6 - Escala fundamental de Saaty (1980).

O método AHP tem um caráter subjetivo, pois a decisão final acerca da importância de cada elemento na matriz de decisão é do pesquisador. Um índice de consistência ideal não aponta para uma resposta mais correta, apenas se refere à coerência do peso das variáveis entre si. Há diversos *softwares* e *sites* que disponibilizam plataformas para aplicação da estatística de forma automatizada. Nessa matriz foi usado o *website* [AHP-OS](#).

Com relação aos elementos de maior importância para prática do modo de vida guarani, foram levadas em consideração as feições (variáveis) de geologia; pedologia; CUT de 2020; categorização das Geofácies; distância aos recursos hídricos e distância às manchas urbanas.

Os elementos de maior peso no modelo AHP foram a CUT e as geofácies. Optou-se por não usar o *layer* de geomorfologia, porque a mata, feição imprescindível para os indígenas, localiza-se especialmente em vertentes de maior declividade, feições que seriam consideradas inapropriadas por serem mais sujeitas à erosão. Naturalmente, as áreas mais planas e de mais fácil acesso foram transformadas de cobertura para uso ao longo do tempo.

Assim, como hoje as áreas mais preservadas são as de mais difícil acesso, optou-se por não usar um *layer* que criaria contradições e inconsistência na aplicação do AHP. achou-se pertinente, no entanto, trazer essa discussão e ressalvas à discussão da pesquisa, visto que as áreas de mais difícil acesso acabam sendo utilizadas pelos indígenas em busca de mata nativa.

A distância aos recursos hídricos (Distância RH) foi obtida com o dado de recursos hídricos da FEPAM em escala 1:25.000. Nessa feição, primeiramente, foi executado um buffer de 100m abarcando os entornos de cada curso d'água e, em sequência, foi aplicada a ferramenta de geoprocessamento de distância euclidiana com *raster* de saída com resolução de 5m. Essa resolução espacial, equivalente ao dado do Rapid Eye, foi determinada para dispor um dado que é detalhado o suficiente para ser compatível com a análise realizada nos objetos geográficos até então, mas não de tão alta resolução como o Planet de 3m que geraria um nível de detalhamento exagerado na escala de microbacia trabalhada.

As feições mais próximas dos recursos foram consideradas mais apropriadas ao *mbyá rekó*, e as mais afastadas menos. Assim como na Distância RH, foi utilizado o mesmo geoprocessamento de distância euclidiana com relação às manchas urbanas da CUT de 2020, porém com classificação de adequação ao *mbyá rekó* contrária: a proximidade com manchas urbanas teve uma classificação pior, enquanto as feições mais distantes foram consideradas melhores ao *mbyá rekó*.

Após a aplicação do método AHP, as feições foram categorizadas em 4 classes, com base no encaixe de adequação ao *mbyá rekó*: 1- mais adequado; 2- razoavelmente adequado; 3- pouco adequado; 4- inadequado. Essas classes foram utilizadas na conversão dos arquivos vetoriais para *raster*, que é o formato de entrada da ferramenta de geoprocessamento sobreposição ponderada (ou *weighted overlay*).

Os dados de Pedologia e Geologia foram classificados quanto ao seu grau de importância ao *mbyá rekó* com base na classificação de INPE (2001), que realizou

uma avaliação das categorias morfodinâmicas com os valores de 1 a 3 em termos de estabilidade dos tipos de solo e rochas (Tabela 2).

Tabela 2 - Avaliação das categorias morfodinâmicas. Fonte: Adaptado de CREPANI et. al., 2001.

Categoria morfodinâmica	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2
Instável	Prevalece a Morfogênese	3

Essa avaliação foi realizada especificamente com relação a grupos pedológicos e geológicos. Tendo a escala de CREPANI et. al. (2001) uma abrangência de 1 a 3, as feições pedológicas e geológicas receberam atribuição de igual valor, guardando-se o valor 4, de incompatível, para os corpos d'água. A presença de recursos hídricos é fundamental, mas isso foi feito para evitar que houvesse a classificação de áreas dentro de corpos d'água como válidas para sobreposição da aldeia.

A ferramenta sobreposição ponderada recebe a entrada de diversos arquivos *raster*, aos quais podem ser determinados graus de influência; o peso de cada *raster* foi definido pela influência calculada no modelo AHP, com a compilação dos 6 arquivos e a avaliação da ferramenta da influência da classificação de cada uma delas, ao *raster* de saída foram atribuídas as quatro classificações: muito apropriado; razoavelmente apropriado; pouco apropriado; inapropriado.

5. RESULTADOS

5.1 Classificação de uso e cobertura da terra

Foram gerados dois mapas com base na segmentação e classificação de CUT: um do ano de 2010 e outro de 2020, ambos com o recorte da microbacia de Itapuã, excedendo o limite norte do PEI em aproximadamente 7 km. Os objetos geográficos identificados foram categorizados em 8 classes (Quadro 7).

CÓDIGO	NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
1	Mata Nativa	Floresta e mata de restinga.
2	Campo antropizado	Vegetação rasteira com alteração antrópica principalmente na agropecuária; gramíneas mistas de origem nativa com inserção de pastos exóticos (capim annoni, capim-gordura e braquiária são exemplos).
3	Silvicultura	Especialmente traz plantações de eucaliptos.
4	Agricultura	Principalmente a prática de orizicultura.
5	Solo exposto	Classe envolve estradas, solo em preparo para agricultura, áreas desmatadas, solo exposto frente a movimentação das dunas.
6	Urbano	Poucas casas; destaca-se o centro urbano de Itapuã a Noroeste do mapa.
7	Água	Destacam-se os dois corpos d'água: Lagoa Negra e lago Guaíba.
8	Dunas	Dunas móveis fixadas pela vegetação de restinga.

Quadro 7 - Descrição das classes de cobertura e uso da terra.

Este aspecto de saída da segmentação e classificação do Ecognition se deve menos ao índice de reflectância das formações vegetais e mais à consideração dos eixos x/y como elementos da classificação inseridos como parâmetro no *software*, escolha realizada tendo em vista a morfologia do local.

O MDE Copernicus (Figura 20) teve um papel elementar nisso, pois as culturas de arroz são produzidas em áreas planas e alagáveis, terreno incompatível com os morros graníticos. Portanto a consideração de eixo mostrou-se uma escolha importante para um resultado mais apurado em comparação com a extração do

resultado sem esse parâmetro que foi realizada para avaliação da pertinência do dado.

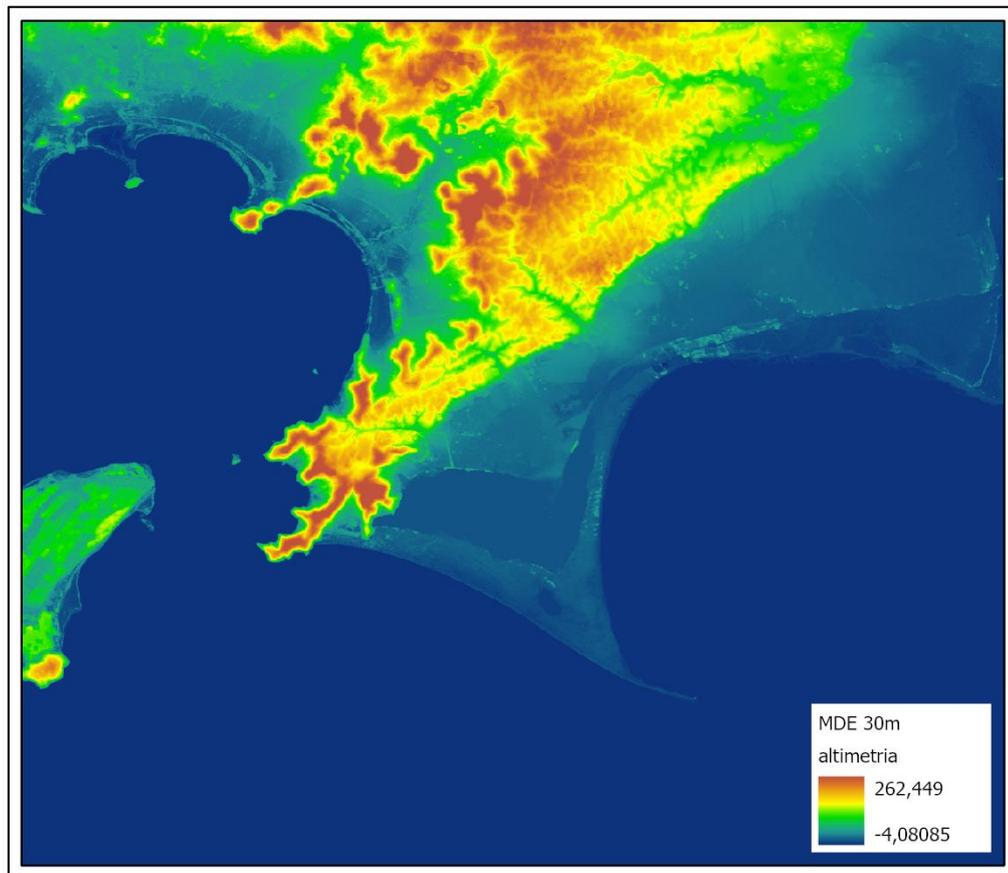


Figura 20 - MDE Copernicus com resolução espacial de 30m.

A classe 2, campo antropizado, refere-se a áreas de pastagem que sofrem um processo de manejo, seja por desmatamento, uso pecuário, inserção de espécies de flora exóticas ou outras formas de modificação antrópica. Destaca-se que, para avaliação e validação da identificação de campo nativo versus antropizado, precisa-se de um estudo por si só, contando com avaliação especializada para classificar a vegetação.

Na classe 3, silvicultura, houve ajuste humano da saída do processo. Foram utilizadas composições RGB 5-4-3 E 4-3-2 e imagens de agosto de 2019; outubro de 2010; agosto de 2020; dezembro de 2020 na validação e limitação dos polígonos dessa classe. Na averiguação de processo de silvicultura, a análise temporal é a variável de maior importância pois demonstra as dinâmicas de corte e crescimento da vegetação.

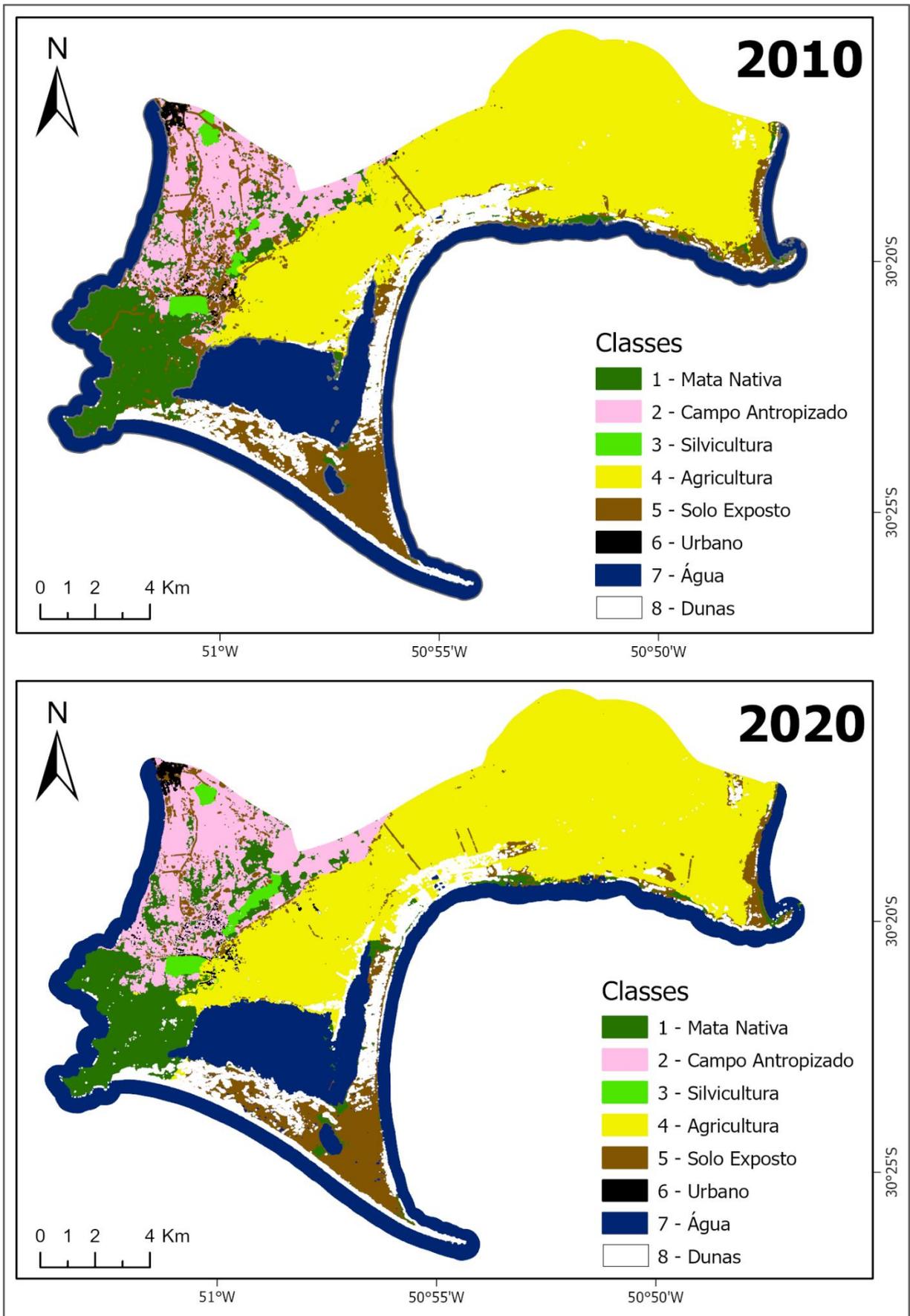


Figura 21 - Cobertura e uso da terra (Outubro/2010 e Dezembro/2020)

Durante o processo de *machine learning* e escolha de amostras de cada classe, não se mostrou possível, apenas com imagens de satélite, a identificação de banhados. No Rio Grande do Sul, é comum campos de arroz se localizarem em áreas onde há ou onde foram aterrados banhados (BELLOLI, 2016). Essa prática ocorre em função do aporte de água necessário para a orizicultura.

Nas imagens de satélite utilizadas na segmentação e validação desta, não foi caracterizada nenhuma área de banhado, pela dificuldade de segmentação entre inundação para cultivo de arroz e presença natural de banhados. Portanto, a classe 4, agricultura, pode apresentar um uso e cobertura mistos entre uma APP (área de preservação permanente) e a contraditória antropização dela.

A classe 5 de solo exposto teve duas categorias de amostras extraídas no Ecognition: amostras com maior e menor índice de umidade; essa abordagem também procedeu nas classes de agricultura e mata nativa. Esse passo é importante para gerar amostragens consistentes onde o programa busque apenas polígonos que sejam equivalentes àquela reflectância, evitando erros na classificação. Posteriormente foram unificadas as subclassificações por meio de *script* em Python na ferramenta calculate do ArcGIS.

Na escala final do mapa gerado (1:200.000), não estão visíveis a maioria dos polígonos identificados como classe 6, urbano. Casas dentro de sítios se perdem em meio principalmente às classes 1, 2 e 4. Essa classe também precisou de intervenção humana para ajustes, pois a reflectância dos telhados muito se assemelhou com a de solo exposto. Em dado com escala de maior detalhe, teria se mostrado importante a consideração da variável de 'forma' do Ecognition, mas em se tratando das imagens do Rapid Eye de resolução 5m da imagem de 2010, perdeu-se um grau de detalhe importante da delimitação das edificações. Assim, o critério final foi humano.

Na coleta de amostras de polígonos para gerar o dado de saída da classe 7 (água), foram coletados separadamente os corpos d'água Lagoa Negra e Lago Guaíba em função dos sedimentos em suspensão que tornam a reflectância dos dois corpos d'água distintos.

A última classe, dunas, também teve um resultado melhor em função da consideração do eixo x/y dada a sua localização concentrada no sudeste e leste da área de estudo. Mesmo que haja a coexistência com a classe 5 (solo exposto) na região dos campos de dunas a sul da Lagoa Negra, os objetos geográficos dessa

classe se configuraram em amostras de solo úmido e apresentaram reflectância bastante distinta da areia. Assim, houve bastante consistência e acerto na classificação na saída do Ecognition. Algumas correções de polígonos ocorreram mais a norte, em meio à classe 4 (agricultura), onde foram classificados erroneamente como solo exposto.

Com relação a porcentagem de cobertura, ampliaram sua área de 2010 para 2020 as classes campo antropizado, silvicultura, agricultura, urbano e dunas. Portanto, diminuíram: mata nativa, solo exposto e água. As alterações mais significativas foram a perda de áreas de floresta ao norte para o avanço do campo antropizado, o recuo do volume da Lagoa Negra e o avanço da agricultura em várias frentes. O Quadro 8 ilustra as áreas de cobertura e dinâmicas das classes.

Classe	Área (km²) 2010	Cobertura em 2010 (%)	Área (km²) 2020	Cobertura em 2020 (%)
1 - Mata nativa	33,64	14,5	34,3	14,79
2 - Campo Antropizado	18,00	7,75	19,52	8,41
3 - Silvicultura	1,77	0,76	2,27	0,98
4 - Agricultura	90,86	39,17	94,67	40,81
5 - Solo exposto	23,36	10,07	17,97	7,74
6 - Urbano	0,35	0,15	0,56	0,24
7 - Água	54,89	23,66	52,75	22,74
8 - Dunas	9,11	3,93	9,94	4,29

Quadro 8 - Síntese das áreas de cada classe de CUT em 2010 e 2020.

Notou-se, neste trabalho, a necessidade de questionar a classe de solo exposto. É uma classe mista, que representa tanto cobertura quanto o uso e, além disso, também é volúvel, por se mostrar constantemente presente no uso agrícola de modo temporário. Polígonos de solo exposto foram usados, de acordo com o aporte de imagens de satélite multitemporais, como suporte (verão de 2021, inverno de 2020, outono de 2009, etc.) adequados ao uso constante, por mais que em certo momento se apresentassem como solo exposto. As feições que se mantiveram com esta classificação também sofreram uma divisão na categoria das feições que as

compartimentou entre “uso” e “cobertura”. Essa foi a única classe onde, nas linhas litorâneas dos campos de dunas, recebeu a categoria de “cobertura” e, junto a estradas e áreas urbanas a categoria de “uso”.

5.2 Dinâmicas da Paisagem

A percepção das alterações e processos dinâmicos da paisagem pode ser feita ao longo de diferentes escalas temporais. As imagens de 2010 e 2020 permitem que se acompanhem processos de alteração mais rápidos e sua alta resolução espacial foi de fundamental importância para uma análise mais refinada da paisagem. O dado de cobertura e uso de 1985 veio a complementar a análise das dinâmicas espaciais, expandindo o reconhecimento dos processos de conservação, recuperação e deterioração ambientais.

Quando comparadas às saídas de segmentação dos anos de 2010 e 2020, ficou clara a incompatibilidade de análise temporal nas dunas móveis do local. Em termo de cobertura, em 2020, as dunas representaram uma área de 10 km², enquanto, em 2010, 9,11 km². Levando em conta a resolução espacial (3 e 5 metros, respectivamente), a diferença é muito pequena, um pixel de Landsat. A análise comparativa fica limitada pela natural inconsistência espacial dos campos de dunas como este, o qual não possui volume o suficiente para recobrir toda a área sem expor solo ou rochas.

No mapeamento e organização do campo “transição”, as classes foram organizadas de acordo com as alterações de cobertura e uso da terra ao longo de 10 anos. Quando se analisa a paisagem com as suas dinâmicas, utiliza-se o conceito de fácies. As fácies de degradação representam uma classe de cobertura que passou a ser uso antrópico; as fácies de recuperação são classes de uso que passaram a ser cobertura vegetal; enquanto as fácies de uso e cobertura estáveis podem ter apresentado mudança de classe, mas se mantiveram na mesma categoria (Figura 22).

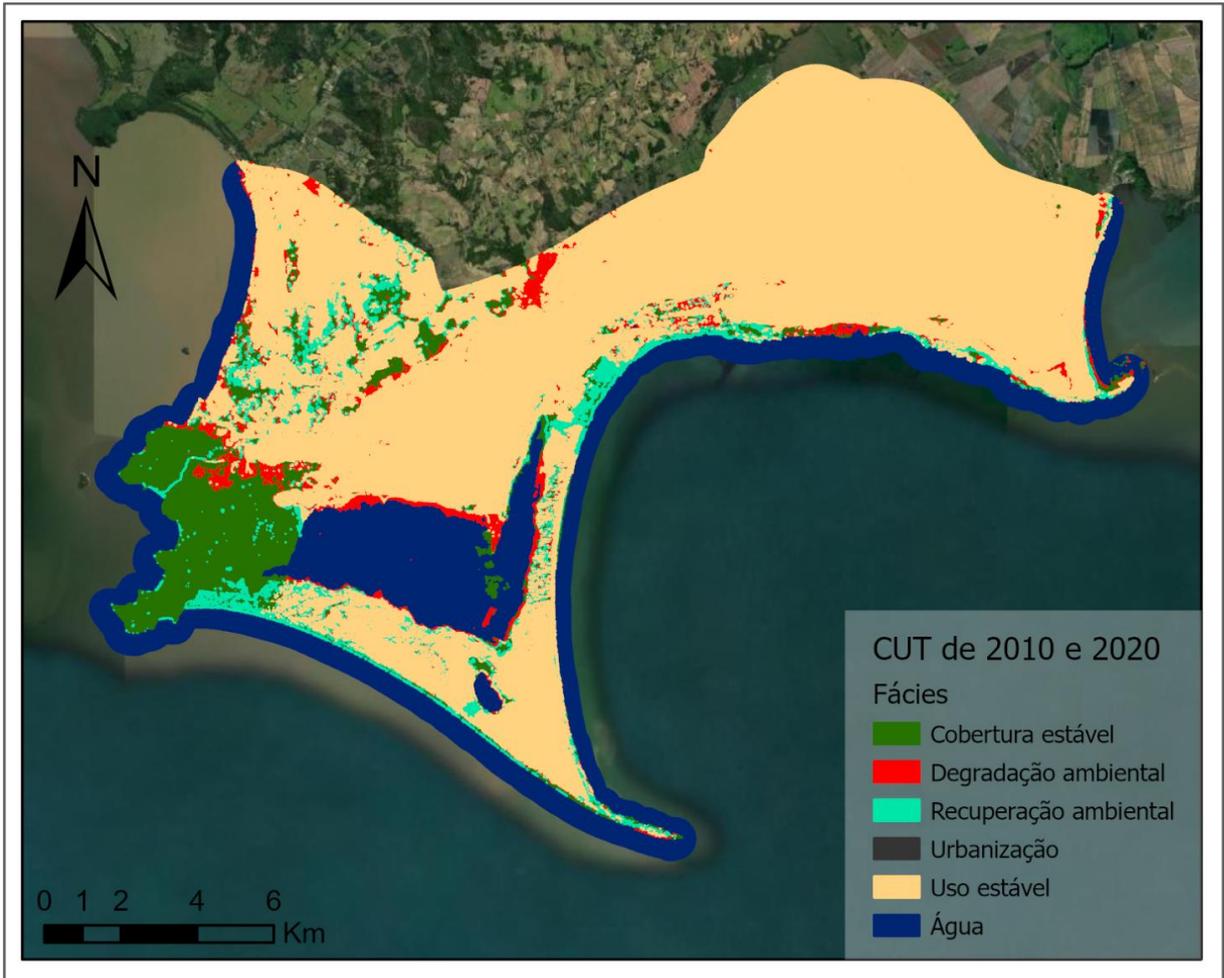


Figura 22 - Resultado parcial das fâcies dinâmicas da paisagem entre 2010 e 2020.

Nas classes que se tornaram ou se mantiveram como urbanas foi atribuída a fâcies de Urbanização. A síntese dessa comparação e categorização entre as classes de 2010 e 2020 está disponível no Quadro 9, em que as classes de 2010 estão na vertical, em rosa, e as classes de 2020 estão na horizontal, em azul. Em caso de valores em cinza, não houve a identificação dessa transição. Na classe 7 (água) foi preferida a classificação de 2020 pela maior resolução espacial.

Legenda do quadro:

1	2	3	4	5	6	7	8
Mata nativa	Campo antropizado	Silvicultura	Agricultura	Solo exposto	Urbano	Água	Dunas

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	C.E.	D	D	D	D	Urbanização		C.E.
2	R	U.E.	U.E.	U.E.	U.E.	Urbanização		
3		U.E.	U.E.					
4		U.E.	U.E.	U.E.		Urbanização		
5	R	U.E.		U.E.	U.E.	Urbanização		R
6						Urbanização		
7	C.E.			D	D			C.E.
8	R			D	D			C.E.

Quadro 9 - Dinâmicas ambientais e fácies atribuídas.

As siglas representam: cobertura estável (C.E.); degradação (D); recuperação (R); uso estável (U.E.). A transição da classe 7 (água) para as classes 4 (agricultura) e 5 (solo exposto) ocorreu principalmente na frente norte da Lagoa Negra, onde a diminuição do seu volume ao longo dos anos deu espaço para o avanço da orizicultura.

Inspecionando essa área, percebeu-se um erro ao analisar as fácies e constatar que o solo exposto do sul do PEI, por sobre o qual se movimentam as dunas, estava com a atribuição de fácies “Uso Estável”. Essa feição não possui uso, representa apenas cobertura.

Assim, a solo exposto foi a única que recebeu 2 tipos de atribuição nas fácies: em caso de entorno de campos de dunas, foi considerada Cobertura; já nas demais áreas do mapa, como estradas e solo exposto, foi considerada uma classe de Uso (Figura 23). Essa alteração de categoria alterou especialmente as fácies nas áreas de restinga à beira do Lago Guaíba no sul e na costa leste da área de estudo.

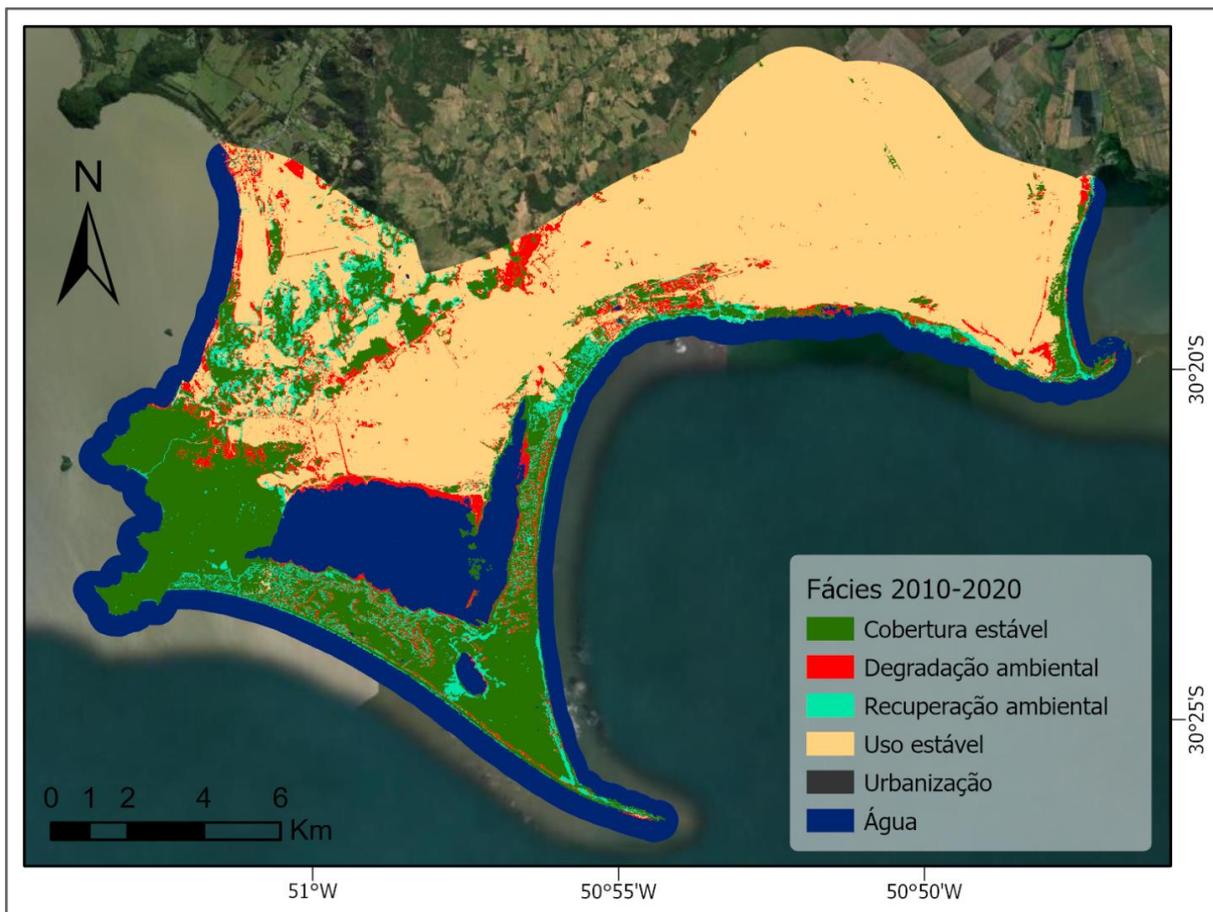


Figura 23 - Fácies de Itapuã.

5.3 Geofácies

A convergência das feições do mapeamento das unidades de paisagem em escala de geocomplexos junto às dinâmicas de CUT comportam a 6ª grandeza temporo-espacial de Tricart (1977) ou a unidade geofácies de Bertrand (2002). É a escala de maior detalhe desta pesquisa.

O resultado da delimitação das unidades de paisagem do distrito de Itapuã foi arquivo base para compartimentação das feições de cobertura e uso da terra integradas ao mapeamento de Unidades de Paisagem de Itapuã. Com base no *shapefile* resultante da união de 2010 com 2020, outro geoprocessamento de *'união'* foi realizado, utilizando o *shape* das Unidades de Paisagem. Dessa forma, pode-se verificar a localização das fácies junto às UPs (Figura 24).

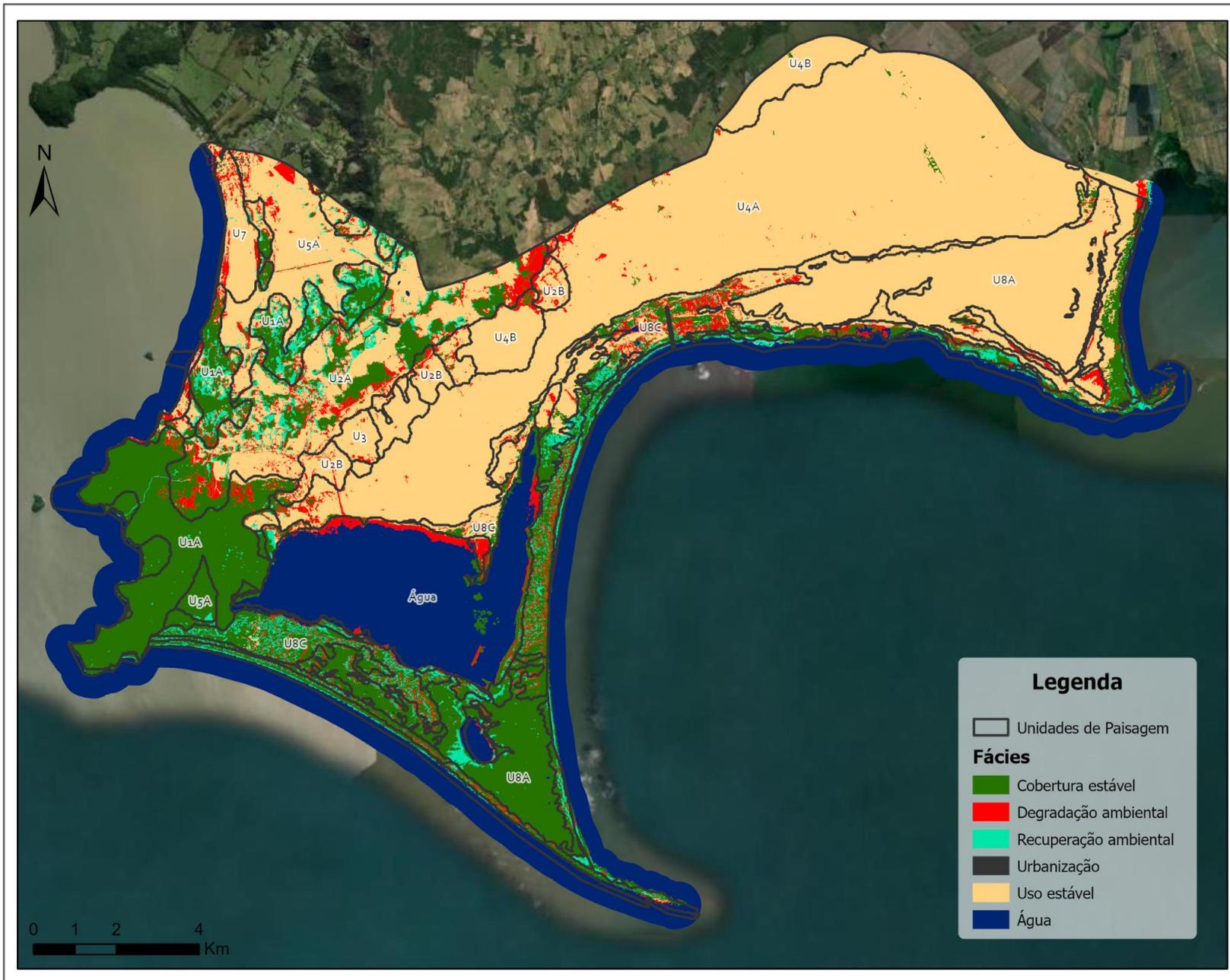


Figura 24 - Integração das fácies de dinâmica da paisagem com as Unidades de Paisagem.

A maior concentração das classes Cobertura Estável e Recuperação Ambiental foi nas unidades U1 de modelado de morros, em função do difícil acesso e consequente inibição a processos de ocupação e desmatamento. O Quadro 10 apresenta a porcentagem de extensão das fácies de degradação ambiental; uso estável (U.E.); recuperação ambiental e cobertura estável (C.E.). Os valores foram gerados com base na soma das áreas das 4 fácies em cada UP divididas pela área de cada fácies. As feições de água e urbanização não foram levadas em consideração, a primeira por ser classe especial e a segunda pela limitação da amplitude de suas feições.

Unidade	Degradação (%)	U.E. (%)	Recuperação (%)	C.E. (%)
U1A	5,71	7,67	9,55	77,08
U1B	6,12	29,71	6,68	57,50
U2A	15,95	45,51	9,39	29,15
U2B	17,97	75,67	0,57	5,79
U3	10,10	86,72	0,02	3,15
U4A	1,18	98,15	0,04	0,63
U4B	2,70	95,93	0,03	1,34
U5A	8,76	72,58	6,14	12,52
U5B	38,59	39,21	7,01	15,20
U6	10,68	28,64	16,61	44,08
U7	18,06	79,56	1,29	1,09
U8A	3,48	61,50	3,97	31,04
U8B	4,10	59,12	6,03	30,76
U8C	13,19	26,81	11,30	48,71
U8D	12,07	18,55	17,67	51,71
U8E	12,04	0,71	12,81	74,45
U8F	0,76	10,42	0,00	0,44

Quadro 10 - Porcentagem de cobertura de cada uma das 4 fácies nas UPs.

As unidades com destaque em áreas de Degradação Ambiental foram U5B (39%) do segmento cordão arenoso. Essa unidade, que teve porcentagem consideravelmente superior às demais (U7 com 18% de cobertura; U2A com 16% e U2B com 18%), localiza-se nas margens do Guaíba na costa leste de Itapuã, englobando a Praia das Pombas.

A fácies de uso estável foi de grande abrangência num geral no mapeamento. Isso foi de encontro ao grande domínio dessa fácies em algumas UP, algumas como U4 tendo quase cobertura total. Essas unidades estão nos segmentos planície lagunar (U4A) e banhado em ambiente de turfeira (U4B), feições muito propícias ao cultivo de arroz. A presença dessa fácies na unidade U1B, por exemplo, já tem referência ao avanço de campo antropizado nas rampas coluvionares dos morros graníticos.

A recuperação ambiental foi mais presente nas unidades U8D, de segmento patamar deposicional por colmatação (18% de abrangência); essa unidade especialmente se localizou nas margens do Lago Guaíba e da Lagoa Negra e mostrou certa recuperação do campo de dunas e da mata nativa. Outras duas unidades que apresentaram maior porcentagem de Recuperação Ambiental foram a U6 (17%) e U8E (13%) sendo também feições de segmento planície, nos segmentos planície fluvial e linha de praia, respectivamente. A única unidade que não apresentou qualquer segmentação de recuperação foi a U8F, do segmento banhados.

As feições da U1A, de maior altimetria de Itapuã, e U8E, de linhas de praia, mantiveram um bom índice de cobertura estável (77% e 74%, respectivamente). Em geral, a área da unidade U8E é pequena em concordância com a amplitude das praias da face leste, sendo exceção a feição sul nas margens do Guaíba, onde apresenta feição de em torno de 15 km de extensão costeira.

Isso resultou em uma base de dados que indica as regiões que mostraram maior resiliência e fragilidade ambientais. A classificação das UPs leva em consideração aspectos como a geologia, geomorfologia, pedologia e fitogeografia e climatologia; sendo assim também permitem que seja mapeada a vulnerabilidade ambiental (INPE, 2001).

A paisagem de Itapuã tem no seu relevo uma forte característica que condiciona os focos de uso da terra. O relevo acidentado dos morros graníticos se mescla com extensões de dunas móveis nas restingas que limitam a frente sul com o Guaíba. Nos topos de morro, a vegetação é mais escassa devido à falta de

pedogênese. Nas suas encostas, no entanto, o acúmulo de material proveniente da erosão dos morros permite a formação de solos mais férteis, o que proporciona um habitat para as espécies da fauna e flora da Mata Atlântica, especialmente protegidas no PEI.

Nas UP de Itapuã, os menores numerais representam unidades de maior altimetria. Para verificação das alterações altimétricas na área de estudo, especialmente tendo em vista a importância do mapa geomorfológico na delimitação das unidades de paisagem, foi realizado um traçado do perfil topográfico no sentido noroeste/sudeste (Figura 25). Esse sentido foi escolhido para que o perfil cruzasse o maior número de unidades de paisagem possível e cruzasse o emblemático soerguimento dos morros graníticos no centro da área de estudo.

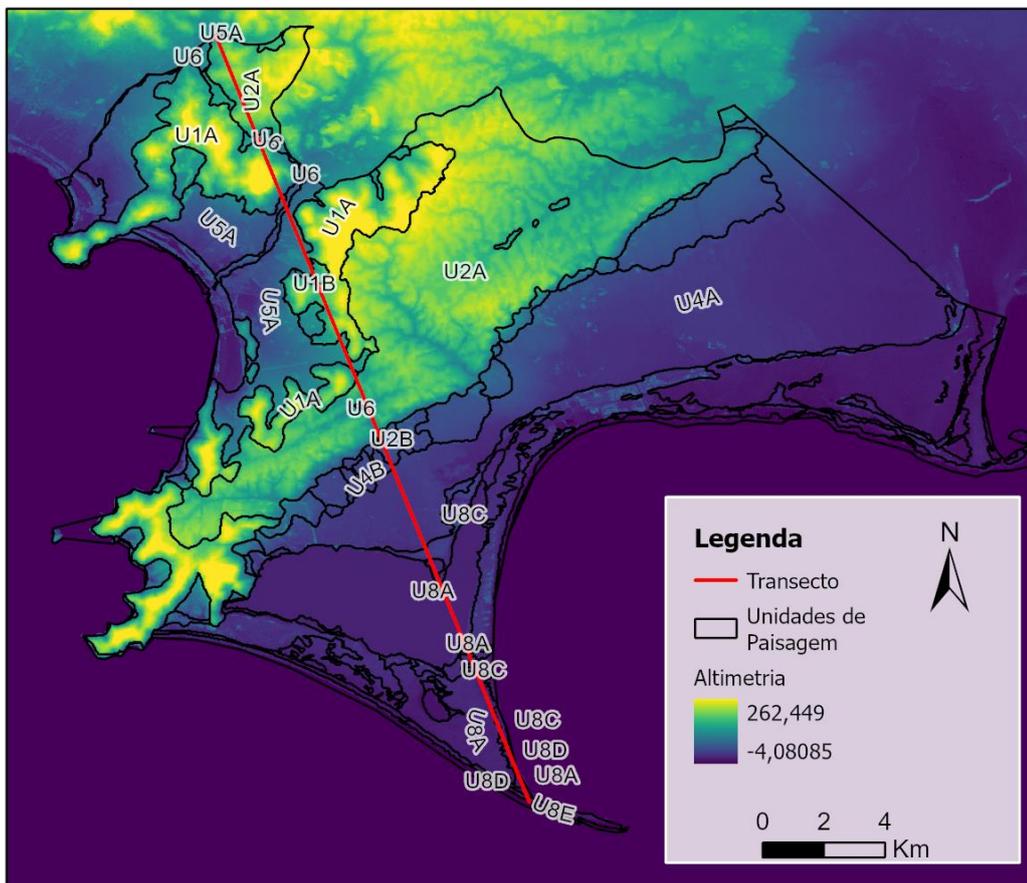


Figura 25 - Transecto do perfil topográfico traçado no sentido Nordeste/sudeste.

Esse perfil topográfico foi integrado com o shape de UPs por meio da ferramenta *identity* que permitiu a identificação da extensão das unidades de paisagem ao longo do *shape* de linha traçado para originar o perfil.

O perfil topográfico resultante (Figura 26) recebeu guias coloridas de acordo com a simbologia das UPs por onde passou (Figura 19) e recebeu rótulos para identificação dessas unidades na porção superior do perfil topográfico. No caso da faixa amarelo-acinzentada, houve um período de intercalação das unidades U8C e U8A em metragens pequenas, por isso foi criada uma segmentação especial para as unidades.

Esses diferentes modelados implicam, dentre outros, nas dinâmicas de drenagem, índice de incidência solar, espessura do solo, retenção de água e direcionamento dos ventos. Essas dinâmicas, por sua vez, afetam fauna, flora, e uso da terra, bem como na participação antrópica nos processos de funcionamento da paisagem.

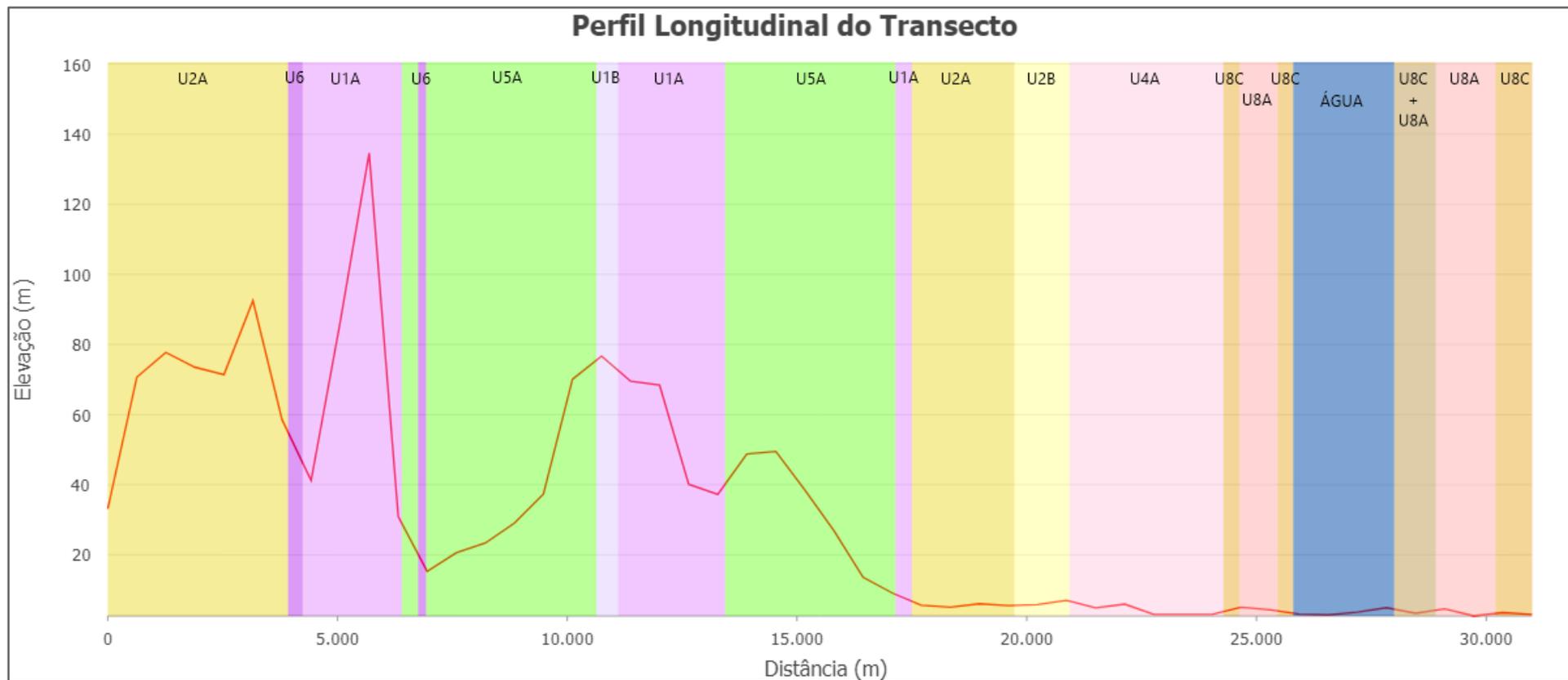


Figura 26 - Perfil do transecto no sentido noroeste sudeste e legenda das unidades de paisagem.

O mapa das geofácies (Figura 27) é resultado final da integração dos quatro dados ambientais: CUT de 1985, 2010 e 2020 e UP. De acordo com as transições da paisagem presentes, as dez classificações resultantes foram atribuídas levando em consideração o processo (estabilidade, recuperação ou degradação ambiental) e a época em que ocorreram.

As classificações Recuperação Antiga Baixa, Recuperação Antiga Alta, Antropização Antiga Baixa e Antropização Antiga Alta se referem a alterações na paisagem prévias de 2010, seja por processos já antigos de antropização, seja por uma recuperação de áreas que já se mostra consolidada desde 2010.

A diferença entre as classes Degradação Recente e Degradação Ambiental são as fácies da transição 2010-2020. Caso a cobertura de 1985 já estivesse estabilizada como uso, consta como degradação ambiental, mas se a transição 2010-2020 tenha identificado um processo de degradação, então esta feição foi classificada como degradação recente.

A geofácies de urbanização é composta por pequenos objetos geográficos de difícil detecção na escala da microbacia trabalhada e corresponde a apenas 0,3% da área. Destaca-se o centro urbano de Itapuã a noroeste, e nessa classe foi priorizado o mapeamento de 2020 em função da demonstração da urbanização no seu estado mais recente e também pela resolução espacial mais fina.

Assim como na feição de degradação, a atribuição da classe de recuperação ambiental como antiga ou recente variou de acordo com a categoria de cobertura ou uso de 1985 versus a fácies da dinâmica da paisagem em 2010-2020. A categoria de cobertura apresentou menos transições e variações na dinâmica em comparação com uso.

A maior abrangência de geofácies foi de Antropização Antiga Baixa (39,2%), geofácies mapeada em feições onde desde 1985 já havia antropização, mas cuja área de sobreposição ao *shape* de fácies cobriu menos de 60% dos polígonos. A segunda maior foi de Antropização Antiga Alta (19,8%), seguida de Cobertura Estável (11,3%), essa última sendo a maior representante de preservação ambiental.

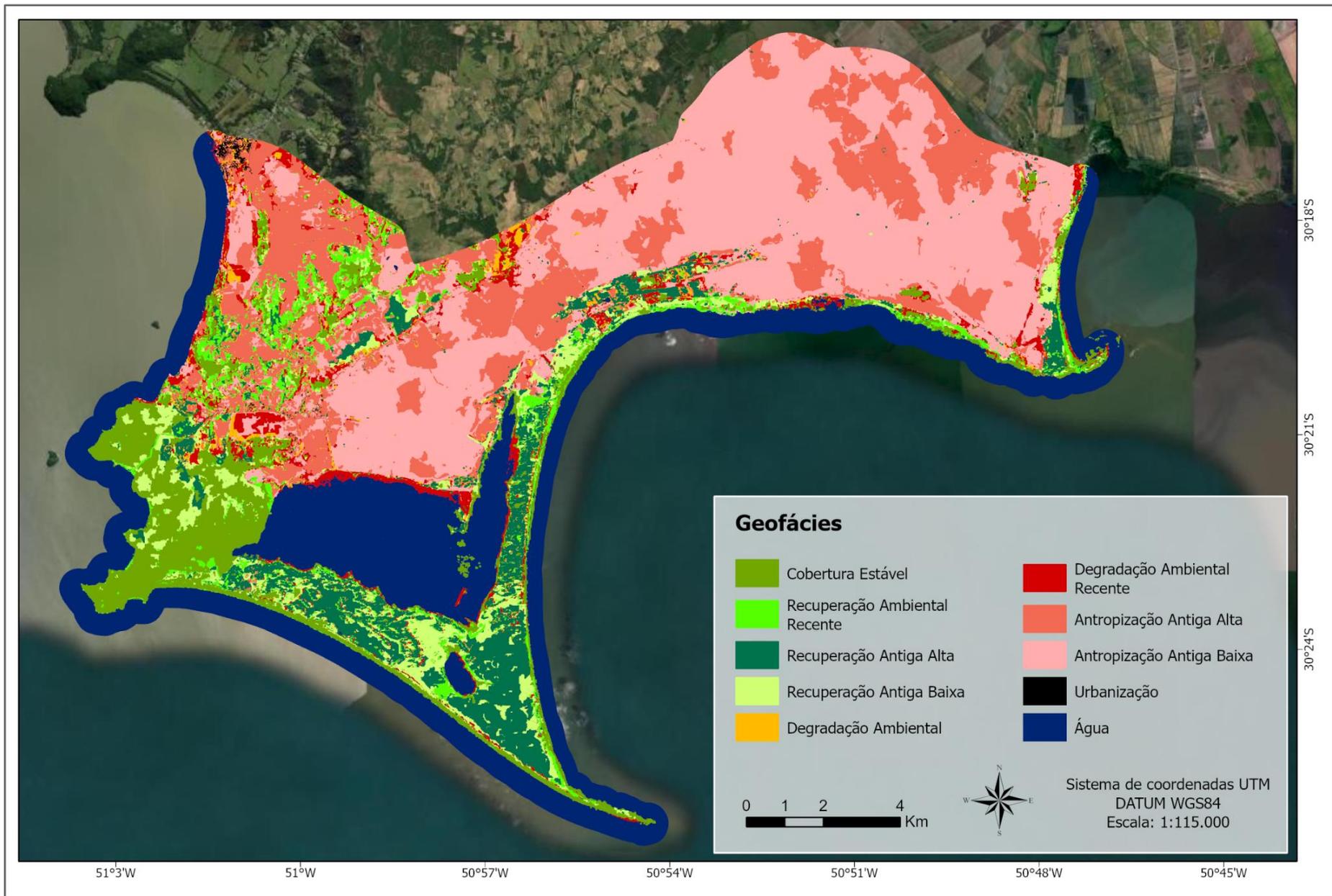


Figura 27 - Geofácies de Itapuã.

A expressiva mudança resultante no avanço de Recuperação Antiga na porção sul do PEI foi uma consequência da área de solo exposto da feição de 1985 versus 2020, onde foram mapeados mais campos de duna e vegetação de restinga. As áreas de Degradação Ambiental Recente, nos entornos da Lagoa Negra, têm relação com a paulatina queda no nível da água e exposição de solo com o avanço da cultura de arroz.

O avanço da antropização em Itapuã se dá no sentido norte-sul, seguindo o fluxo de expansão da região metropolitana de Porto Alegre. A dificuldade de ocupação dos morros graníticos alinhado com a maior distância da feição sul de Itapuã dos centros urbanos à norte fez com que o PEI se mantivesse mais conservado mesmo em um momento anterior à sua consagração como Unidade de Conservação de Proteção Integral (UPCI). A partir disso áreas que tinham sido degradadas passaram por processos de recuperação ambiental, e são mais comuns nos limites do PEI as áreas de recuperação antigas, pois entre 2010 e 2020 já está mais consolidada a área de conservação e sua manutenção de flora.

5.4 Áreas compatíveis com o *mbýá rekó*

As bases inseridas na matriz de correlação AHP receberam diferentes pesos, levando em consideração seu impacto na vida das comunidades indígenas. As feições com maior peso (sendo consideradas de importância igual entre si) foram a CUT de 2020 e as geofácies. Foi usada apenas a CUT de 2020, objetivando um resultado relacionado com a paisagem mais recente de Itapuã, principalmente em função do uso desse mapeamento no atual processo regularizatório. A feição que menos teve importância no estudo foi a geologia, pela falta de impacto direto na comunidade. Valores intermediários no modelo foram a distância aos recursos hídricos (Distância RH), a distância às manchas urbanas e a pedologia.

O Quadro 11 ilustra os pesos atribuídos a cada variável. Com relação à lógica estatística da matriz de comparação, o nível de consistência apresentado foi de 0,08, mantendo-se adequado à coesão estatística mínima de Saaty de 0,1. A relação da análise é no sentido horizontal/vertical, onde por exemplo a CUT tem peso 6 com relação à pedologia.

A aplicação da matriz teve como dado de saída os graus de prioridade entre as feições. Essa informação é determinante para o resultado final do mapeamento, pois esse grau de influência irá culminar nas feições de maior relevância durante a aplicação da sobreposição ponderada. Cada um dos seis arquivos *raster* foi reclassificado (ferramenta *reclassify*) de acordo com as quatro adequações do *mbyá rekó* definidas neste estudo: Mais Adequado; Razoavelmente Adequado; Pouco Adequado; Inadequado.

	CUT 2020	Pedologia	Geologia	Distância RH	Distância Urbano	Geofácies
CUT 2020	1	6.00	9.00	6.00	7.00	1.00
Pedologia	0.17	1	6.00	0.50	2.00	0.12
Geologia	0.11	0.17	1	0.14	0.17	0.11
Distância RH	0.17	2.00	7.00	1	2.00	0.17
Distância Urbano	0.14	0.50	6.00	0.50	1	0.12
Geofácies	1.00	8.00	9.00	6.00	8.00	1

Quadro 11 - Matriz de Decisão do método AHP.

Na aplicação da sobreposição ponderada a porcentagem de influência de cada *raster* na ferramenta foi atribuída conforme calculado pela análise multicritério (AHP) (Tabela 3). A resolução espacial do *raster* de saída foi definida como 5 metros (Figura 28).

Tabela 3 - Nível de influência dos arquivos raster na ferramenta sobreposição ponderada

Variável	Prioridade
CUT 2020	36.1%
Pedologia	7.2%
Geologia	2.2%
Distância RH	9.7%
Distância Urbano	5.7%
Geofácies	39.2%

Tendo as feições de CUT e geofácies um grande peso, as demais classes mediaram a decisão final de classificação de cada feição. Ficou clara a presença das classes de uso Campo Antropizado e Agricultura concomitantes à classificação de locais Pouco Apropriados para a prática do *mbyá rekó*. Essa foi a classe dominante, cobrindo 123,7 dos 230 km² mapeados.

A classe Inapropriado foi a de menor extensão calculada (3,8 km²) e, especialmente, localizou-se onde houve a justaposição de classes 'Inapropriado' no raster de CUT, Geofácies e classe Pouco Apropriado no raster da distância euclidiana aos recursos hídricos. Mesmo cobrindo uma área pequena, chamou atenção que o território da Tekoá Pindó Mirim coincidiu com essa classificação.

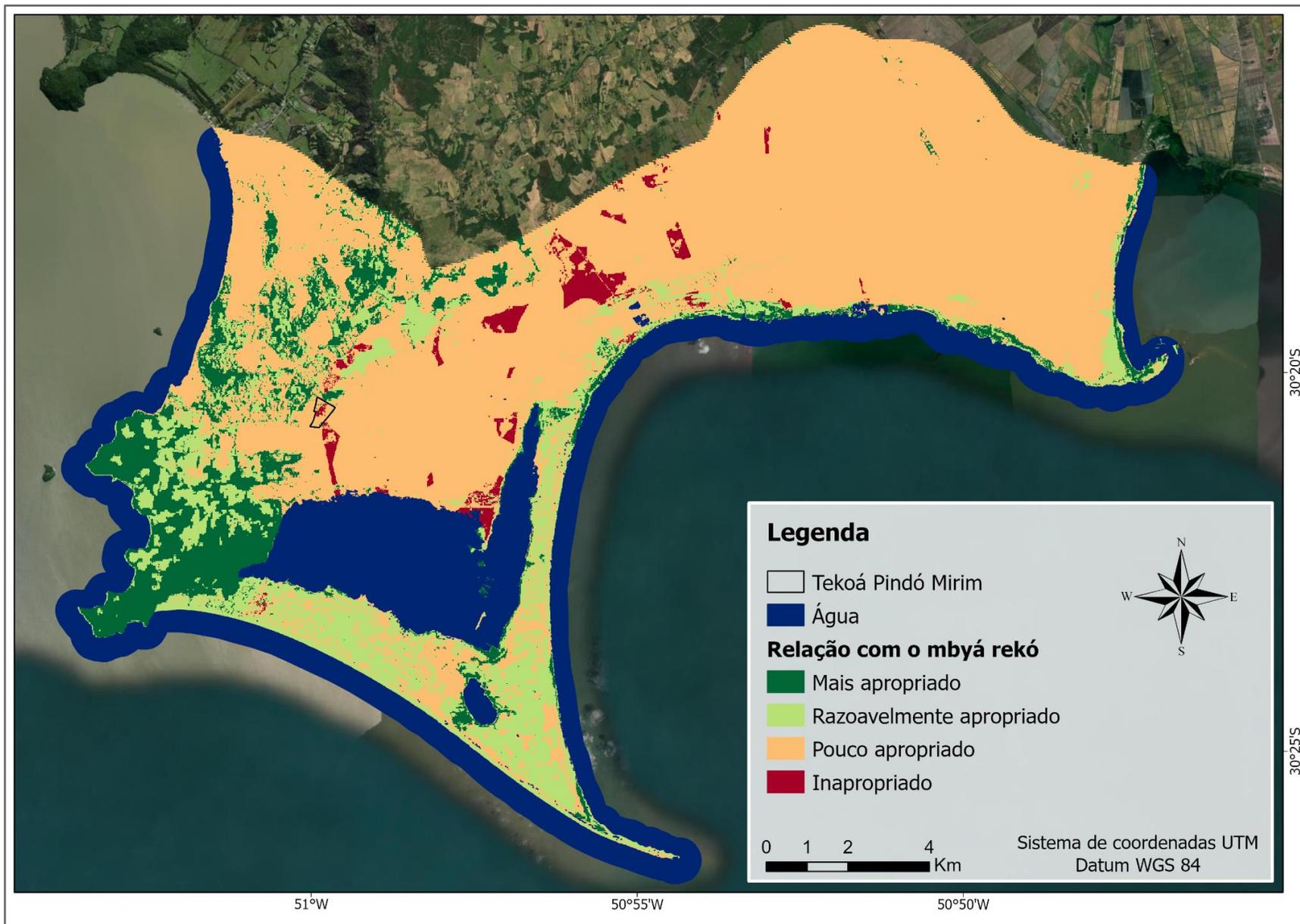


Figura 28 - Mapeamento das áreas mais adequadas ao modo de vida guarani (mbyá rekó).

Na classe de pior adequação ao modo de vida dos mbyá guarani é onde hoje esse grupo de pessoas se encontra alocado. Na Figura 29 também se destaca a floresta ao norte da Pindó Mirim, utilizada pelos indígenas transpassando as fronteiras inadequadas.

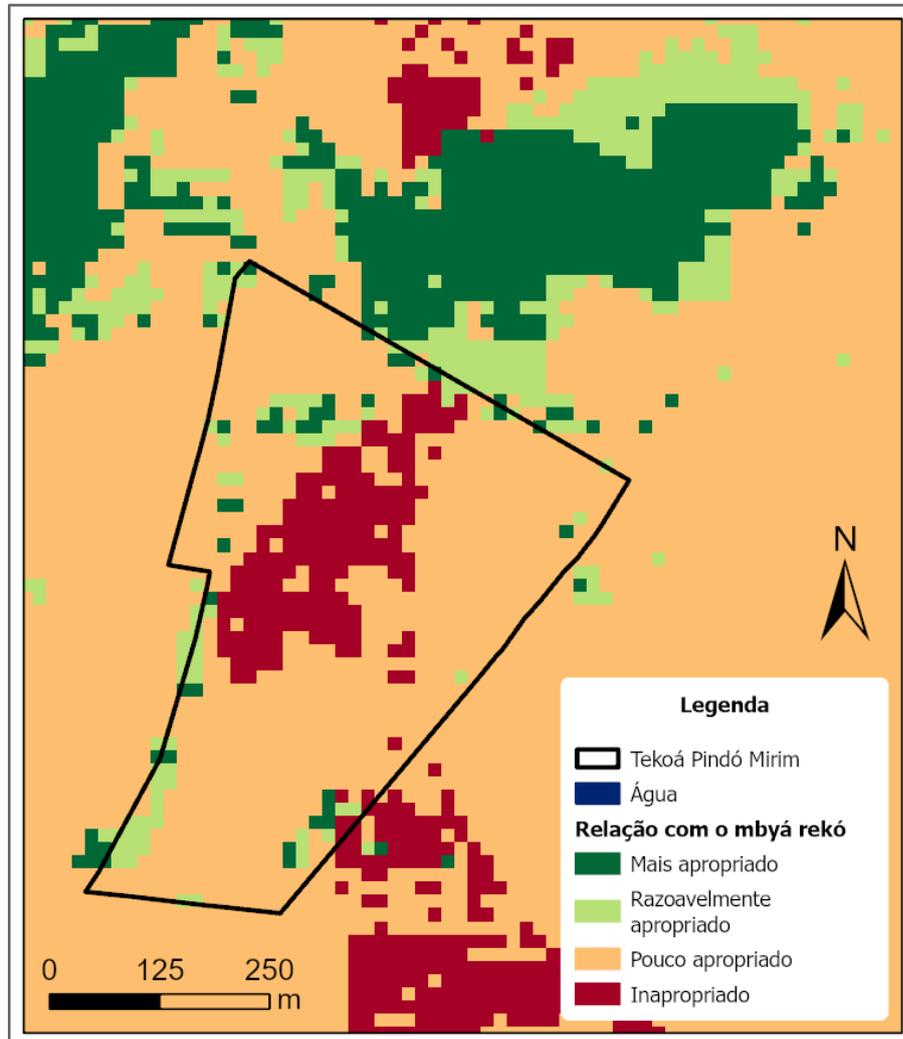


Figura 29 - Classificação da adequação ao modo de vida na aldeia Pindó Mirim onde hoje habitam os mbyá guarani de Itapuã.

Em contraste com a aldeia em espaço inadequado, tem-se o PEI onde os mbyá guarani buscam incorporar e regularizar a TI Itapuã. Esse local teve grande parte da sua área dividida entre as classificações 'Mais Adequado' e 'Razoavelmente Adequado' (que cobriram um total da área de estudo de 21 e 81,5 km², respectivamente). Dentro do PEI, essas duas classes somaram abrangência de 83% da superfície mapeada.

Como praticamente o total de áreas classificadas como Mais Apropriadas são feições de mata nativa, acaba-se mostrando importante a consideração também para a moradia em áreas Razoavelmente Apropriadas, que se encaixam em um uso como o de construção de moradias, casas de reza, escolas e espaços de uso coletivo. Uma das feições incorporadas por essas áreas foi de árvores espaçadas entre si, permitindo que entre as copas se visse o solo. Muitas dessas porções do espaço pertencem a geofácies de recuperação ambiental, resultando conseqüentemente nessa recuperação parcial da cobertura da mata.

O mapeamento revelou a presença de classes de uso do solo inapropriadas para a prática do modo de vida dos mbyá-guarani justamente onde se encontra a Tekoá Pindó Mirim. Por outro lado, o PEI apresentou áreas classificadas como mais apropriadas, indo de encontro com os avanços de conservação esperados de uma unidade de conservação de proteção integral. A consideração dessas áreas para regularização da TI Itapuã pode contribuir na melhoria das condições de vida dos mbyá-guarani. É importante destacar, ainda, que a presença de feições de mata nativa, principalmente nas áreas classificadas como Mais Apropriadas, mostra a relevância da conservação desses espaços para a manutenção da biodiversidade e do modo de vida indígena.

A história da presença indígena no Parque de Itapuã é marcada por contestações. Em 1998, o Ministério Público Federal iniciou um processo administrativo para investigar o fato de o parque ter se estabelecido sobre território tradicional dos Mbyá-Guarani. Entretanto, a presença indígena na área foi contestada e, em 2004, o Conselho Estadual de Parques proibiu a entrada de indígenas no Parque de Itapuã.

Essas restrições estão em desacordo com a Lei 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Nela é estabelecida a coexistência entre territórios indígenas e unidades de conservação, assegurando às populações tradicionais residentes e no entorno as condições e os meios necessários para a satisfação de suas necessidades materiais, sociais e culturais.

A feição que mais se adequa a um modo de vida integrado à natureza, com o devido manejo dos recursos naturais é a do PEI, onde o conhecimento tradicional e a coexistência harmoniosa entre a conservação da natureza e a preservação das culturas indígenas é mais possível. O mapa final com as áreas mais adequadas ao

modo de vida guarani atinge por fim o objetivo de “Desenvolver um estudo integrado da paisagem na microbacia de Itapuã em Viamão-RS, a partir de princípios da Ecologia da Paisagem, com base no mapeamento de uso e cobertura da terra multitemporal e de unidades de paisagem dinâmicas para a espacialização das áreas mais adequadas ao modo de vida mbyá-guarani com vistas à regularização do território indígena em Itapuã”.

CONCLUSÃO

Essa pesquisa realizou a compatibilização das unidades de paisagem de Itapuã com as geofácies mapeadas e alcançou a categorização de feições na microbacia de Itapuã que se apresentaram como mais ou menos propícias para o modo de vida mbyá guarani, *mbyá rekó*.

O alinhamento do sensoriamento remoto e geoprocessamento com os conceitos de Ecologia de Paisagem resultaram em uma análise integrada e complexa do espaço, permitindo usar o mapeamento das unidades de paisagem junto ao delineamento das fácies de estabilidade, regeneração e degradação ambientais.

A análise multitemporal se mostrou importante, não apenas na visualização das mudanças ocorridas na paisagem ao longo do tempo, mas também para possibilitar a projeção de tendências futuras. Foram relevantes as datas de análise para acompanhamento da velocidade na qual os processos ocorrem no espaço e, em caso de acompanhamento de medidas propostas para sustentabilidade como as políticas públicas, a análise multitemporal provê supervisão do seu êxito.

A análise geográfica é um processo complexo que exige a consideração de diversos fatores interconectados. Para alcançar uma abordagem completa e integrada, a sobreposição ponderada se mostrou uma ferramenta bastante adequada para realizar a conexão entre as feições geográficas e os graus de influência resultantes do método AHP. Por sua vez, o método AHP foi uma ferramenta técnica que contemplou as prioridades da comunidade no uso e permanência no espaço, auxiliando na classificação de áreas compatíveis com o modo de vida da comunidade.

A análise integrada se relaciona com a abordagem da complexidade, que reconhece a interdependência dos fatores em sistemas complexos. Ao aplicar a sobreposição ponderada, é possível mapear o grau de influência entre diferentes fatores e obter uma compreensão mais completa da dinâmica geográfica.

Os resultados obtidos permitem avaliar quantitativamente e qualitativamente a região da microbacia de Itapuã e estabelecer uma ponte relacional com o ambiente propício para a prática do modo de vida guarani – o *mbyá rekó*. Os mapeamentos realizados podem ser utilizados como subsídio para o etnomapeamento da Tekoá, parte fundamental da regularização de TI.

O entendimento do ambiente e a validação de áreas mais propícias para a demarcação da Tekoá reforçam a motivação da comunidade de ocupação do PEI, terra ancestral desse grupo mbyá-guarani, onde há de fato locais apropriados ao modo de vida indígena, no qual a conservação e manejo do ambiente fazem parte das práticas tradicionais.

Nesse estudo, conservação ambiental e presença humana não se colocam como questões opostas, em que a demarcação da Tekoá poderia causar prejuízos ao ambiente do PEI ao comprometer a área de conservação de proteção integral. A própria legislação ambiental brasileira reforça a correlação entre áreas de conservação ambiental justapostas à demarcação de terras indígenas. Assim, este trabalho fornece subsídios para a regularização da TI Itapuã, correntemente 'em estudo' na FUNAI.

REFERÊNCIAS

ADDINK, Elisabeth; COILLIE Frieke van, DE JONG, Steven M. Introduction to the GEOBIA 2010 special issue: From pixels to geographic objects in remote sensing image analysis. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v.15, p. 1–6, 2012.

ALMEIDA, Elson Pereira de; VIDAL, Maria Rita. O uso de elementos de etnomapeamento no ensino de geografia em Terras Indígenas. **Revista NERA**, v. 23, n. 54, p. 259–283, 2020.

ALMEIDA, Felipe Vianna Mourão. **Mobilizar o mundo, seguir normas, transportar por redes: a atuação de experts na identificação e delimitação da Terra Indígena Itapuã, Viamão, RS**. 2013. Porto Alegre. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento Rural, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ANA. **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**. Disponível em: < <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f> >

ANJOS, Anna Beatriz. **Novo relatório da ONU sobre conservação das florestas “ressalta e evidencia tudo o que é negado por Bolsonaro”, diz líder indígena**. Publicado em 2021. Disponível em: < <https://apublica.org/2021/03/novo-relatorio-da-onu-sobre-conservacao-das-florestas-ressalta-e-evidencia-tudo-o-que-e-negado-por-bolsonaro-diz-lider-indigena/> > Acesso em: 18/04/21

BARROS, Fabiana Abreu de. **Efeito de borda em fragmentos de Floresta Montana, Nova Friburgo - RJ**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

BAVARESCO, Andréia; MENEZES, Marcela. **Entendendo a PNGATI: Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental Indígenas**. Brasília: GIZ/Projeto GATI/Funai. 2014.

BELLOLI, Tássia Fraga. **Impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande – RS**. 2016. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia - Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

BERTRAND Claude; BERTRAND George. **Une Géographie Traversière. L’environnement à travers territoires et temporalites**. Paris, Éditions Arguments. 2002

BERUTCHACHVILI, Nicolas; PANAREDA, Jose. Tendencia actual de la ciencia del paisaje en la Unión Soviética: El estudio de los geosistemas en la estación de Martkopi (Georgia). **Revista de Geografía**. v. 11, p. 21–36, 1977.

BLASCHKE, Thomas. **Object based image analysis for remote sensing**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing v. 65 p. 2–16, 2010.

BLASCHKE, Thomas. Object Based Image Analysis for Remote Sensing. ISPRS **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 65, p. 2-16, 2010.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 6.040/07, de Fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidade Tradicionais. Brasília, Distrito Federal.

BRASIL. **Decreto Nº 1.775, de 8 de Janeiro de 1996**. Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto Nº 5.758, De 13 de Abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, Distrito Federal.

BRASIL. **Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012**. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências. Brasília, Distrito Federal.

BRASIL. FUNAI. **Demarcação**. Disponível em: < <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/demarcacao-de-terras-indigenas> > Acesso em: 20/02/21

BRASIL. FUNAI. **Modalidades de Terras Indígenas**. Disponível em: < <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas> > Acesso em 12/02/21

BRASIL. FUNAI. **Ofício Circular nº 28/2020/COGAB - PRES/GABPR/FUNAI**. Disponível em: < http://sei.funai.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=2415254&codigo_crc=49B1DC8D&hash_download=f49e904770a0a58f96f6a4003766e001aa6dfdbbe2858cbae79069fb0013c7a31fb5eaa96641aebdb8867e7e1829f1225861812365654ae809d171fab415a08&visualizacao=1&id_orgao_acesso_externo=0 > Acesso em: 22/02/21

BRASIL. FUNAI. **PGNATI**. Disponível em: < <http://cggamgati.funai.gov.br/index.php/pngati/> > Acesso em: 18/03/21

BRASIL. INCRA. **Módulo Fiscal**. Disponível em: < <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>> Acesso em: 07/04/21

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional De Pesquisa Agropecuária – Divisão De Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Boletim Técnico n. 30, 482 p., Recife, 1973.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Recomendação nº 12/2020**. Disponível em: < <http://www.mpf.mp.br/pgr/documentos/REC122020.pdf> > Acesso em: 22/02/21

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. **Humid subtropical climate**. Encyclopedia Britannica, 22 Nov. 2018. Disponível em: < <https://www.britannica.com/science/humid-subtropical-climate> > . Acesso em 24/07/22.

CAPRA, Frijtof. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica Dos Sistemas Vivos**. Cultrix; 1ª edição. 256 pág. 2012.

CARVALHO, Carina Richardt de. **Aplicação de Ecologia da Paisagem ao etnomapeamento e etnozoneamento de comunidade Mbyá-Guarani em espaços urbanos de Porto Alegre**. 2019. Monografia (Conclusão de Curso em Geografia) - Instituto de Geociências, UFRGS, RS.

CASTRO, Eduardo Viveiros de. **Sobre a noção de etnocídio, com especial atenção ao caso brasileiro**. [s.l.] 2016.

CAVALCANTE, Thiago Leandro Vieira. "Terra indígena": aspectos históricos da construção e aplicação de um conceito jurídico. **História**, v. 35, p. 1–22, 2016.

CHAPIN, Mac; LAMB, Zachary; THRELKELD, Bill. Mapping Indigenous Lands. **Annual Review of Anthropology**, v. 34, p. 619–638, 2005.

COMANDULLI, Carolina Schneider. Unidades de Conservação sobrepostas ao território guarani: o caso da aldeia guarani de Itapuã, Viamão – RS. In: PORTO ALEGRE. Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul / Comissão de Cidadania e Direitos Humanos. **Coletivos Guarani no Rio Grande do Sul: territorialidade, interetnicidade, sobreposições e direitos específicos**. Porto Alegre: ALRS/CCDH, 2010.

CONSELHO INDIGENISTA MISSIONÁRIO. **Presidente da Funai impede assistência jurídica do órgão ao que classifica como grupos de “indígenas integrados”**. Disponível em: < <https://cimi.org.br/2020/08/presidente-da-funai-impede-assistencia-juridica-do-orgao-ao-que-classifica-como-grupos-de-indigenas-integrados/> > Acesso em: 22/02/21

COSTA, Wanderley Messias da. **O Estado e as políticas territoriais no Brasil**. São Paulo: USP/Contexto. 1988

CPRM. Glossário Geológico. Disponível em: < <https://sigep.eco.br/glossario/>>

CREPANI, Edison; et. al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, Junho de 2001. INPE.

DA SILVA, Sérgio Baptista; TEMPASS, Martín César; COMANDULLI, Carolina Schneider. Reflexões sobre as especificidades Mbyá-Guarani nos processos de identificação de Terras Indígenas a partir dos casos de Itapuã, Morro do Côco e Ponta da Formiga, Brasil. **Amazônica**. v. 2, n. 1, p. 10–26, 2010.

DIAS, Adriana Schmidt; DA SILVA, Sérgio Baptista. Seguindo o fluxo do tempo, trilhando o caminho das águas: territorialidade Guarani da região do Lago Guaíba. **Revista de Arqueologia**, v. 26, p. 56–70, 2013.

EUROPEAN SPACE AGENCY. Sinergise (2021). **Copernicus Global Digital Elevation Model**. Distributed by OpenTopography. 2021

FEPAM. **Relatório Final de Contratação de Serviço de Consultoria (AEM/ES 0540/2005)**. 2005.

FONSECA, Bruno; OLIVEIRA, Rafael. **Com Bolsonaro, fazendas foram certificadas de maneira irregular em Terras Indígenas na Amazônia**. Disponível em: < <https://apublica.org/2020/05/com-bolsonaro-fazendas-foram-certificadas-de-maneira-irregular-em-terras-indigenas-na-amazonia/> > Acesso em 10/07/21

FREITAS, Marcos Wellausen Dias de; et al. Reflexões Metodológicas sobre o Etnomapeamento Coletivo de comunidade Mbyá-Guarani da Tekoa Anhetengá em Espaço Urbano de Porto Alegre. In: REGO, Nelson; KOZEL, Salete; Azevedo, Ana Francisca (Org.). **Narrativas, Geografias e Cartografias: para viver é preciso espaço e tempo**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura. 1 ed. 666 p. 2020.

FREITAS, Marcos Wellausen Dias de; SANTOS, João Roberto. Zoneamento Hierárquico Da Paisagem Nos Domínios Da Bacia Do Rio Uruguai TT - Landscape Hierarchical Zoning in the Domains of the Uruguay River Basin. **Sociedade & Natureza**. v. 26, n. 2, p. 287–300, 2014.

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura. SCHMITZ, Cláudio Marcus. **Mapeamento geomorfológico aplicado a análise ambiental do município de Viamão-RS**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia, UFSM. 2004

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura; SCHMITZ, Cláudio Marcus. **MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO A ANÁLISE AMBIENTAL DO**

MUNICÍPIO DE VIAMÃO-RS. In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004.

FUNAI. **Portaria nº 874, de 31/07/2008.** Constitui grupo técnico para realizar estudos necessários à identificação e delimitação das terras indígenas Itapuã, Morro do Côco e Ponta da Formiga. Diário Oficial da União. 01/08/2008.

HOFMANN, G.S.; WEBER, E.J.; HASENACK, H. (Org.). **Uso e cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul – situação em 2015.** Porto Alegre: UFRGS IB Centro de Ecologia, 2015. 1a ed.

INPE. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos, 2001.

IRGANG, Gustavo Vasconcellos. **ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO ESTADO DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ – RS E SUA ZONA DE AMORTECIMENTO.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

KOLLEKTIV ORANGOTANGO. **This Is Not an Atlas: a Global Collection of Counter-Cartographies.** Edited By Kollektiv Orangotango. 2018. Disponível em: < <https://notanatlas.org/#atlas-maps> >

LOPES, Luana .G.N.; SILVA, Ary G.; GOURLART, Antônio Celso O. Novos caminhos na análise integrada da paisagem: abordagem geossistêmica. **Natureza On line.** v. 12, p. 156–159, 2014.

MACHADO, Meline Cabral. **Mapeamento Cultural E Gestão Territorial De Terras Indígenas: O Uso Dos Etnomapas.** 2014. Brasília. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília.

MARTINELLI, Marcello; PEDROTTI, Franco. Cartografia das Unidades de Paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia,** v. 14, p. 39–46, 2001.

MEMORIAS DA DITADURA. **Indígenas.** Disponível em: < <http://memoriasdaditadura.org.br/indigenas/> > Acesso em: 09/04/21

MESNER, Nika; OŠTIR, Krištof. Investigating the impact of spatial and spectral resolution of satellite images on segmentation quality. **Journal of Applied Remote Sensing.** v.8, 2014.

MOISÉS, Beatriz Perrone. **Terras Indígenas na legislação colonial.** [S.l.] 1999

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2001.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MOURA, Nina Simone V. Fujimoto. Análise Geomorfológica de Itapuã – Norte da Laguna dos Patos/RS. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 11, p. 67-93, 1997.

MOURA, Nina Simone V.; HASENACK, Heinrich; SILVA, Luana de Lima. Mapa geomorfológico dos municípios de Porto Alegre, Viamão e Alvorada – RS. Porto Alegre: UFRGS – IB – Centro de Ecologia, 2013. ISBN 978-85-63843-10-4.

NEVES, Carlos Eduardo das. Geossistema e Geografia Soviética: os legados teórico-metodológicos e a importância dos institutos e estações experimentais de pesquisa. 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Florianópolis, SC, 2016. **Anais...**

OLIVEIRA, Isabela Fernanda Gomes, et al. Proposta de Classificação das Unidades de Paisagem da região de Monjolos, Minas Gerais. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 11, n. 26, p.1–14, 2017.

PELUSO, Nancy. Whose Woods are These? Counter-Mapping Forest Territories in Kalimantan, Indonesia. **Antipode** v.27, n.4, p. 383–406, 1995.

PIRES, Daniele de Menezes. **Alegorias etnográficas do mbyá rekó em cenários interétnicos no rio grande do sul (2003-2007): discurso, prática e holismo mbyá frente às políticas públicas diferenciadas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

PORTO ALEGRE. Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. Comissão de Cidadania e Direitos Humanos. **Coletivos Guarani no Rio Grande do Sul: territorialidade, interetnicidade, sobreposições e direitos específicos**. Porto Alegre: ALRS/CCDH, 2010.

RIBEIRO, Hugo José. et al. Sensoriamento Remoto em Ecologia da Paisagem: estado da arte. **Revista Geociência**. v. 36, n. 1, p. 257–267, 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã**. 126 p. 1996

ROSOLÉM, Nathália Prado; ARCHELA, Rosely Sampaio. Geossistema, Território e Paisagem como método de Análise Geográfica. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. **Anais...** Coimbra: 2010. p. 1–9.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo: n. 6, p. 17-29, 1992.

SARETTA, Fernanda. **Geossistemas do Morro São Pedro: um estudo integrado da paisagem**. 2019. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia - Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

SARTORI, Júlia; FOPPA, Larissa Casagrande; FREITAS, Marcos. Mapeamento de Unidades de Paisagem de Itapuã (Viamão-RS). In: XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais... Florianópolis: 2023.

SEMA. **Avanços na relação entre o Parque Estadual de Itapuã e indígenas Mbyá-Guarani da Tekoa Pindó Mirim**. Publicado em 2017. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/avancos-na-relacao-entre-o-parque-estadual-de-itapua-e-indigenas-mbya-guarani-da-tekoa-pindo-mirim> > Acesso em: 09/04/21

SEMA. **Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas> > Acesso em: 30/03/21

SEMA. **Sobreposição entre territorialidade indígena e áreas públicas estaduais**. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/koxi-queixada-em-aldeia-mbya-guarani> > Acesso em: 11/05/21

SILVA, Carla Holanda da. Território: uma combinação de enfoques – material, simbólico e espaço de ação social. **Revista Geografar**. Curitiba, v.4, n.1, p.98–115, 2009.

SILVA, Joana A. Fernandes. A integração de povos indígenas através de projetos de desenvolvimento comunitário: a política indigenista da FUNAI em finais dos anos de 1970 e início dos anos 1980. **Tellus**, n. 44, p. 227-253, 2021.

SOUZA, José Otávio Catafesto de. **Territórios e Povos Originários (Des)velados na Metrópole de Porto Alegre**. In: PORTO ALEGRE (Org.). Povos Indígenas na Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba. Porto Alegre: 2008. p. 14-24

SOUZA, Reginaldo José de. O Sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) como novo projeto geográfico para análise da Interface sociedade-natureza. **Revista Formação**, n.16, volume 2 – p.89-106, 2009.

TEMPESTA, Giovana Acácia; FERREIRA, Igor Nicolau R.; NOLETO, Juliana A. (orgs.) **Orientações básicas para a caracterização ambiental de Terras Indígenas em estudo: leitura recomendada para todos os membros do grupo técnico**. Brasília: Funai/GIZ. 2013.

TOMAZELLI L. J.; VILLWOCK, J. A. Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras: o Exemplo da Costa do Rio Grande do Sul. **Gravel**. nº 3, p. 109-115, 2005.

TRIBLE. Ecognition. **Guided Tours and Tutorial Overview**. Disponível em: <
https://docs.ecognition.com/v9.5.0/ecognition_documentation/Modules/7%20Tutorials/Tutorial%20Overview.htm> Acesso em: 07/06/21

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. 2ª edição. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Laboratório de Ensino e Aprendizagem em História. **Aldeamento**. Publicado em 2012. Disponível em: <
<http://www.leah.inhis.ufu.br/node/53>> Acesso em: 14/04/21

VIAMÃO. Prefeitura Municipal de Viamão. ZEE: Zoneamento Ambiental Econômico de Viamão - RS. 2016.