

# **APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA POR UNIDADES DE PAISAGEM NO TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE PAISAGEM DAS ÁGUAS/RS**

Márlon Roxo Madeira <sup>1</sup>  
Ândrea Lenise de Oliveira <sup>2</sup>  
Anelize Milano Cardoso <sup>3</sup>  
Adriano Luís Heck Simon <sup>4</sup>

## **INTRODUÇÃO**

As diferenciações existentes na superfície terrestre ocorrem na forma dos sistemas naturais espaciais complexos (as paisagens), que se formam no processo de seu desenvolvimento e se manifestam ininterruptamente pela influência dos fatores naturais e antropogênicos (MATEO RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2022). Esses complexos compreendem áreas naturais resultantes da interação entre os elementos da natureza (relevo, solos, vegetação etc.), influenciados em maior ou menor grau pela sociedade, e representam as relações entre os diferentes componentes e processos que ocorrem na paisagem (AMORIN, 2016).

De acordo com Figueiró (2022), a paisagem não se caracteriza apenas pela estrutura fisionômica visível aos nossos olhos, mas também pelo resultado das relações ecológicas e sociais que se processam ao longo de diferentes escalas de tempo. Com isso, as unidades de paisagem podem ser caracterizadas como recortes espaciais de grande relevância para os estudos ambientais, pois agrupam, em uma mesma área, os ambientes que possuem características em comum, auxiliando na análise do funcionamento e do desenvolvimento de determinadas paisagens (SILVA *et al.*, 2023).

Segundo Bertrand (2004), as estruturas da paisagem são significativamente formadas e alteradas pela ação antrópica, apresentando como principal expressão espacial as coberturas e usos da terra. Diante disto, considera-se que a identificação e análise das coberturas e usos da terra são de fundamental importância para a eficiência do ordenamento territorial com base na análise das paisagens, o qual auxilia na tomada de decisões relacionadas com a conservação dos recursos naturais, ao passo que os processos morfogenéticos atuantes em uma determinada área possuem papel relevante

---

<sup>1</sup>Doutorando em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, marlonmadeira@gmail.com

<sup>2</sup>Doutoranda em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, lopes.andrea.geo@gmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, anelize\_milano@hotmail.com;

<sup>4</sup> Professor Dr. em Geografia, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, adriano.simon@ufpel.edu.br.

para as categorias de coberturas e usos da terra derivadas do processo de ocupação espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O uso da terra representa o conjunto de atividades agropastoris e urbano-industriais desenvolvidas pela sociedade, podendo evidenciar as relações existentes entre os sistemas socioeconômicos e ambientais, assim como na estruturação e manutenção das organizações espaciais (LAMBIN *et al.*, 2001) Com isso, o Índice de Transformação Antrópica (ITA) é aplicado em circunstâncias nas quais o objetivo seja adquirir resultados quantificados sobre pressões exercidas em um determinado recorte espacial com base no percentual de cobertura e uso da terra. O ITA permite avaliar o grau das pressões resultantes das mudanças de uso da terra que ocorre em cada componente da paisagem (SILVA *et al.*, 2023).

A área de estudo foi delimitada com base nos limites político-administrativos dos municípios que têm poder de decisão para a implementação de práticas de desenvolvimento sustentável<sup>5</sup>. Ao caracterizar a dimensão territorial como uma das bases da sustentabilidade, emerge o conceito de Geoparque, originalmente formulado na Europa no final dos anos 1990. Ele se refere aos territórios onde são aplicadas distintas estratégias de desenvolvimento territorial, apoiadas na conservação e, ao mesmo tempo, no aproveitamento sustentável dos recursos naturais (ZOUROS, 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar e analisar, a partir das unidades de paisagem, as transformações ocorridas na paisagem do território do Projeto Geoparque Paisagem das Águas (a partir daqui designado como PGPA) em 2022, com base na aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA).

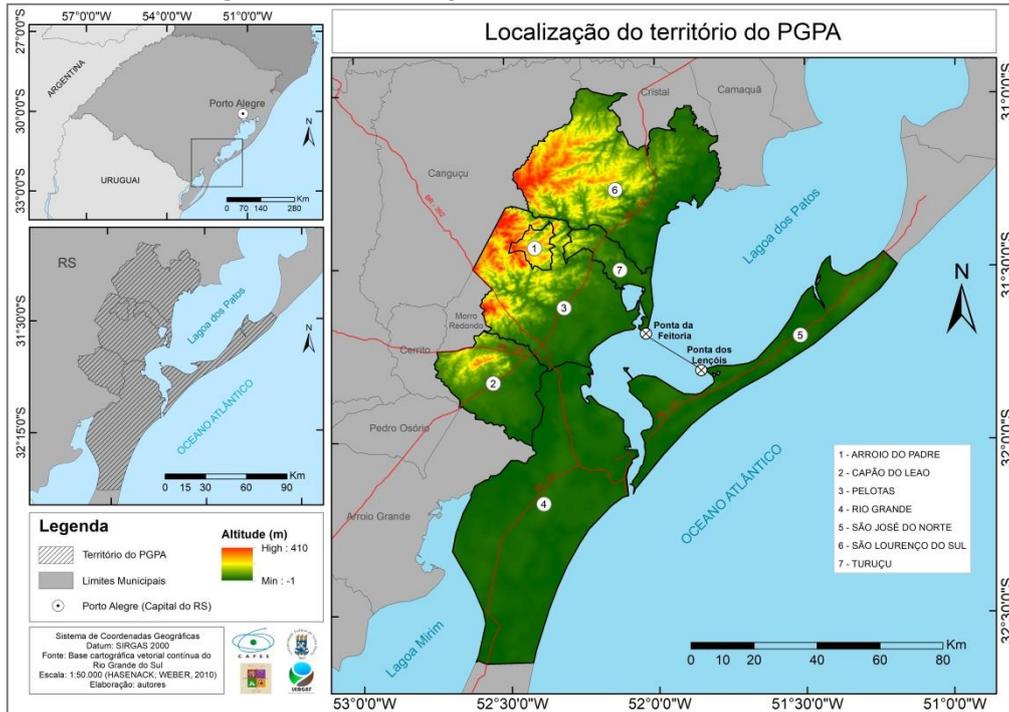
## **LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO DO PGPA**

Paralela à costa marítima, a Lagoa dos Patos está permanentemente conectada ao Oceano Atlântico pelo único canal de escoamento, denominado Canal de Rio Grande, caracterizando-se como uma laguna com características de um sistema estuariano (TOLDO JÚNIOR, 1994). Foram reconhecidos sete municípios que estão sob a influência do Estuário da Lagoa dos Patos e que compõem o território do PGPA: Arroio do Padre, Capão do Leão, Pelotas, Rio Grande, São José do Norte, São Lourenço do Sul e Turuçu (Figura 1).

---

<sup>5</sup> Desenvolvimento sustentável: Refere-se às interconexões entre os sistemas de produção, tecnologia, relações internacionais e administração (GRUNKEMEYER, 2020).

Figura 1 – Localização do território do PGPA/RS

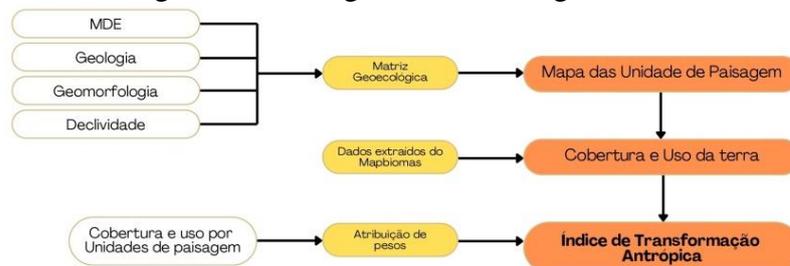


Organização: autores, 2024.

## METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada a sistematização/cruzamento dos dados espaciais referentes à caracterização do sistema físico-natural (ênfase na geologia e geomorfologia), mapa de declividade e o Modelo Digital de Elevação (MDE), visando identificar áreas com determinada homogeneidade com base na semelhança de suas características físico-naturais, permitindo sua individualização. Na sequência foi realizado o cálculo do ITA, com base nos dados de cobertura e uso da terra extraídos da base de dados do Mapbiomas<sup>6</sup>. As etapas metodológicas da pesquisa encontram-se descritas no fluxograma apresentado a seguir (Figura 2):

Figura 2 – Fluxograma metodológico



Organização: autores, 2024.

<sup>6</sup> Mapbiomas: consiste em uma estratégia de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, realizando o monitoramento das transformações no território nacional. O projeto é organizado por uma rede colaborativa, formada por ONG's, universidades e startups de tecnologia (MAPBiomas, 2022).

Os procedimentos metodológicos utilizados para definir as unidades de paisagem foram estruturados por etapas de acordo com a proposta metodológica de Salinas-Chávez *et al.* (2019). A proposta dos autores (*op. cit.*) se baseia em três níveis hierárquicos para definir as unidades de paisagem: (1) Nível hierárquico I – ênfase na geologia/geomorfologia, declividade e hipsometria; (2) Nível hierárquico II – heterogeneidades produzidas pela sobreposição dos dados espaciais de vegetação/solos e; (3) Nível hierárquico III – dados espaciais referentes às condições de cobertura e uso da terra, que correspondem às menores unidades de paisagem. É oportuno ressaltar que, nesta etapa da pesquisa, não serão apresentadas as definições das unidades de paisagem de níveis hierárquicos II e III.

Cabe destacar que, ao delimitar e classificar as unidades de paisagem é crucial considerar sua escala e compreender que, à medida que a escala de detalhamento aumenta, maior é a diversidade das unidades de paisagem, enquanto que em escalas menores, essa diversidade diminui devido às generalizações (BOVET; RIBAS, 1992).

Deste modo, compreende-se o SIG (Sistema de Informação Geográfica) como ferramenta essencial para a sistematização e análise da paisagem, não somente na produção cartográfica, mas, principalmente, por viabilizar a sobreposição de diversos dados e informações dos diferentes elementos da paisagem. Os procedimentos metodológicos foram executados em ambiente SIG utilizando o software *Arcgis* versão 10.1 (Licença de uso do PPGGeo – UFSM).

#### *Cobertura e Uso da Terra*

Para alcançar o objetivo proposto, que visa quantificar as modificações no uso da terra do território do PGPA ocorridas no ano de 2022, foram utilizados os dados extraídos da base de dados do Mapbiomas (2023) na coleção 8. O procedimento foi realizado dentro do ambiente SIG, utilizando o software ArcGIS (versão 10.1). Isso se deve ao fato de que o arquivo contendo as classes de cobertura e uso da terra fornecido pelo MapBiomias é no formato *raster*, com extensão *.tif*.

#### *Índice de Transformação Antrópica (ITA)*

O ITA foi desenvolvido por Lèmechev (1982) e posto em prática por Mateo (1984;1991), Gouveia *et al.* (2013), Seabra *et al.* (2023), entre outros autores, e é utilizado para quantificar pressões exercidas sobre um componente da paisagem e pode ser aplicado em diferentes contextos, como recortes de bacias hidrográficas, áreas de proteção, unidades de paisagem, municípios, setores censitários, entre outros. O ITA é

definido pelo somatório dos percentuais de cobertura e uso nas unidades de paisagem, multiplicados pelo peso da classe (que representam o grau de transformação), divididos por 100. Ou seja,  $ITA = \Sigma (\% \text{ de uso na unidade de paisagem} \times \text{peso}) / 100$ .

$$ITA = \Sigma (\% \text{ USO} \times \text{PESO}) / 100$$

Onde: USO = áreas em valores percentuais das classes de cobertura e uso;

PESO = peso dado aos diferentes tipos de uso quanto ao grau de modificação, variando de 1 a 10.

Os pesos próximos do valor máximo (10) representam as áreas de maior modificação no território do PGPA, enquanto os valores mais próximos de um, retratam as áreas com baixa modificação. Desta forma, foram estabelecidos pesos para cada classe de cobertura e uso da terra, conforme apresnetado no Quadro 1. Para a classificação do ITA foram utilizados os seguintes intervalos de classe: (1) Paisagem pouco transformada (0 - 2,50), Paisagem transformada (2,5 - 5), Paisagem muito transformada (5 - 7,5) e Paisagem extremamamente transformada (7,5 - 10).

Quadro 1 – Pesos atribuídos aos valores percentuais das coberturas e usos da terra

Coberturas Naturais	Peso	Usos	Peso
Cobertura Florestal	1	Silvicultura	7
Formação Campestre		Áreas urbanas	9
Formação Natural não Florestal		Culturas temporárias	8
Praia, Duna e Areal			
Corpos d'água			

Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2023).

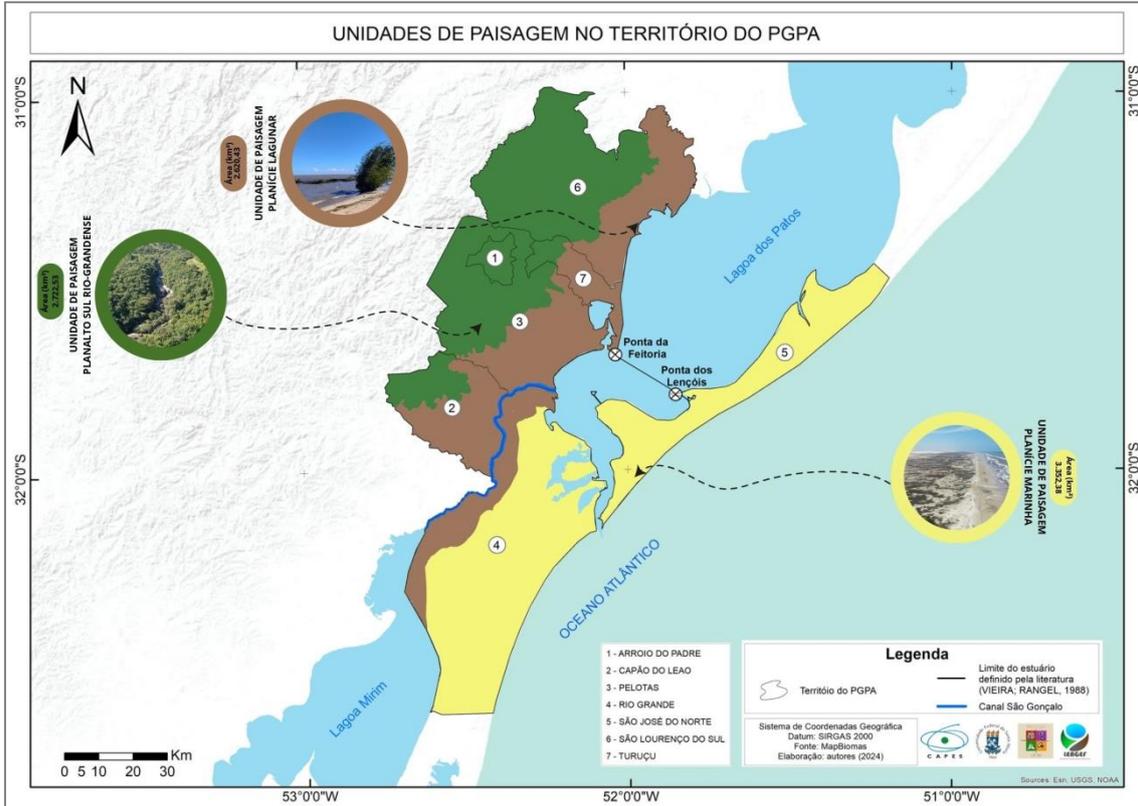
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados, foram gerados três mapeamentos do território do PGPA, sendo eles: (1) Mapeamento das Unidades de Paisagem; (2) Mapa de Cobertura e uso da terra do ano de 2022 e; (3) o Índice de Transformação Antrópica de cada unidade de paisagem identificada, sendo possível analisar as áreas de maior e menor transformação.

### *Unidades de Paisagem*

A interpretação da paisagem, sob uma perspectiva sistêmica e integrada dos elementos paisagísticos, permitiu identificar três unidades de paisagem no território do PGPA, na escala regional (1:250.000), a partir da sobreposição de dados morfológicos, estruturais e hipsométricos que permitiram identificar áreas com características semelhantes entre si (Figura 3).

Figura 3 – Unidades de Paisagem no território do PGPA



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

### Cobertura e Uso da terra

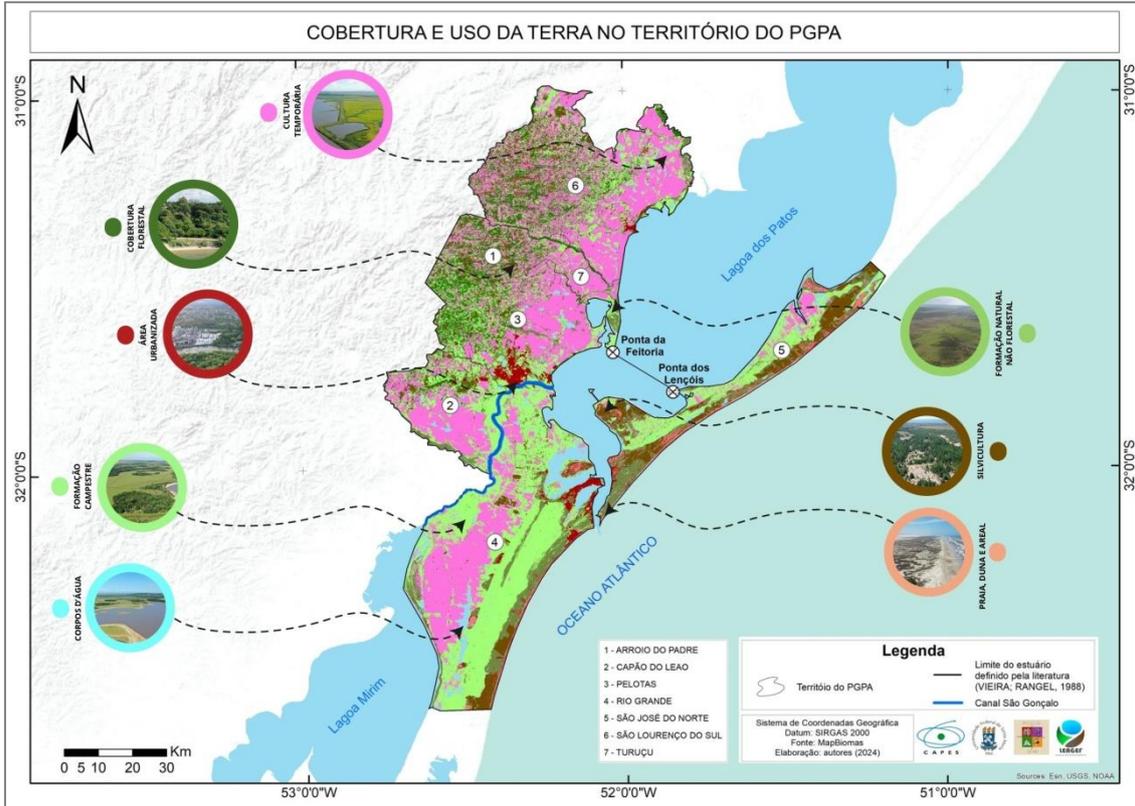
As principais classes de coberturas e usos da terra observadas no território do PGPA incluem: (1) Cobertura florestal; (2) Silvicultura; (3) Formação campestre; (4) Praia, duna e areal; (5) Área urbanizada; (6) Formação natural não florestal; (7) Cultura temporária; e (8) Corpos d'água, conforme apresentado na Figura 4. Em relação à análise das coberturas e usos da terra por unidades de paisagem é possível observar o percentual das classes a partir da análise quantitativa, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Quantificação da Cobertura e Uso da terra por unidades de paisagem

CLASSES	UNIDADES DE PAISAGEM					
	Planalto Sul Rio-grandense		Planície Lagunar		Planície Marinha	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Cobertura Florestal	801,96	29,45	58,37	2,22	-	-
Silvicultura	204,11	7,49	19,03	0,72	261,53	7,80
Formação Campestre	661,62	24,30	344,91	13,16	777,39	23,18
Praia, Duna e Areal	9,46	0,34	68,36	2,60	297,02	8,85
Áreas Urbanizadas	1,11	0,04	73,94	2,82	54,31	1,62
Formação Natural não Florestal	6,63	0,24	645,42	24,63	1098,99	32,78
Cultura Temporária	1022,77	37,56	1269,21	48,43	697,65	20,80
Corpos d'água	14,87	0,54	141,19	5,38	165,49	4,93
<b>TOTAL</b>	<b>2.722,53</b>	<b>100%</b>	<b>2.620,43</b>	<b>100%</b>	<b>3.352,38</b>	<b>100%</b>

Fonte: autores, 2024.

Figura 4 – Cobertura e uso da terra no território do PGPA



Fonte: autores, 2024.

### Índice de Transformação Antrópica (ITA)

Com o cálculo do Índice de Transformação Antrópica (ITA), obteve-se o índice de cada unidade de paisagem no território do PGPA. Para esta pesquisa, o ITA foi calculado para cada unidade de paisagem identificada, permitindo compreender o grau de transformação de cada paisagem (Quadro 3).

Quadro 3 – Classificação do ITA por unidades de paisagem do território do PGPA

UNIDADES DE PAISAGEM	ITA	CLASSIFICAÇÃO
Planalto Sul Rio-grandense	3,78	Paisagem Transformada
Planície Lagunar	5,03	Paisagem Muito Transformada
Planície Marinha	2,92	Paisagem Transformada

Fonte: autores, 2024.

A unidade de paisagem Planalto Sul Rio-grandense obteve o índice de 3,78, sendo classificada como uma paisagem transformada (PT). Já a unidade de paisagem Planície Lagunar tingiu o valor de 5,03 sendo classificada como uma paisagem muito transformada (PMT). A unidade de paisagem Planície Marinha foi classificada como uma paisagem transformada (PT), pois obteve o ITA com valor de 2,92. As alterações

ocorridas na área de estudos, de forma geral, foram intensas e diretamente relacionadas à implementação das culturas temporárias e da silvicultura até o ano de 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das unidades de paisagem é um importante resultado para esta pesquisa, pois permitiu atribuir uma escala de análise viável para a área de estudos, agrupando paisagens com características em comum para realizar a quantificação e análises das pressões antrópicas exercidas pelo uso da terra sobre os componentes da paisagem, a partir da alteração das coberturas da terra.

Ambas as metodologias adotadas possibilitaram a aplicação do Índice de Transformação Antrópica, viabilizando a análise espacial das alterações na paisagem do território do PGPA. Apesar dos resultados apontarem transformações nas paisagens, não houve classificações acima de seis (06) na escala do ITA, fator positivo que aponta não incidir na área de estudos paisagens extremamente transformadas.

**Palavras-chave:** ITA, Unidades de Paisagem, Cobertura e Uso da Terra, Geoparque.

## REFERÊNCIAS

- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Raega – O Espaço Geográfico em Análise, v. 8, 2004.
- BOVET, M. del T. P.; RIBAS, J. V. Metodología general de los estudios de paisaje. In: BOLÓS, M. de (Org.). Manual de Ciencia del Paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, S. A. 1992.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Eduard Blücher, 1999.
- FIGUEIRÓ, A. S. SILVA, João. Geografia da Paisagem: Múltiplas Abordagens. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/367453182\\_Geografia\\_da\\_Paisagem\\_Multiplas\\_Abordagens](https://www.researchgate.net/publication/367453182_Geografia_da_Paisagem_Multiplas_Abordagens). Acesso em: 25 jul. 2024.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.). Base Cartográfica Vetorial Contínua do RS - Escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia. DVDROM (Série Geoprocessamento, v.3), 2010.
- LAMBIN, E. F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change, v. 11, p. 261-269, 2001.
- MATEO RODRIGUEZ, J. M. SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. de P. B. Geoeologia das paisagens [livro eletrônico]: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 6.ed. – Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.
- SALINAS-CHÁVEZ, E.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; CAVALCANTI, L. C. de S.; BRAZ, A. M.. Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. Physis Terrae, v. 1, nº 1, 2019, p. 7-29.
- TOLDO JÚNIOR, E. E. Sedimentação, predição do padrão de ondas e dinâmica da antepraia e zona de surfe do sistema lagunar da Lagoa dos Patos, RS. 1994. 189 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.
- ZOUROS, N. Global Geoparks Network and the New UNESCO Global Geoparks Programme. Bulletin of the Geological Society of Greece, v.50, p. 284-292, 2016.