

Cartografia geoecológica e da paisagem em Erechim (RS): contributos para a gestão territorial municipal

Geoecological cartography and landscape mapping in Erechim (RS): contributions to territorial management

Jorge Luis Oliveira-Costa
Stephen Orilly Orelus

Resumo

O recorte espacial desta pesquisa, o município de Erechim, localizado na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul, é caracterizado pela diversificação paisagística local, dos elementos físico-naturais e usos da terra, que se encontram estruturalmente determinados sobretudo pelas condições geoecológicas locais. Este estudo tem como objetivo desenvolver uma análise geoecológica da área de influência de Erechim, considerando, para isso, a dinâmica das paisagens e a vulnerabilidade. O estudo teve como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo, e trabalhos de mapeamento. Com base na revisão cartográfica/bibliográfica e dados advindos das inspeções de campo, elaborou-se mapa das unidades ambientais do município de Erechim, na escala de 1:50.000. Este mapa, combinado ao contexto altimétrico da área em estudo, destaca para Erechim três Unidades Ambientais (UAs) principais: (1) UA1 – Setor das Cabeceiras; (2) UA2 – Setores Intermédios; (3) UA3 – Setores Terminais. Baseando-se nos valores de alcance das UAs de Erechim e as condições ambientais, esta análise tem apontado para um padrão não aleatório da distribuição destas UAs, que parecem possuir uma distribuição estruturalmente determinada por processos geoecológicos específicos. Como principal destaque deste trabalho é sublinhado a significativa fragilidade da área dado os condicionalismos da sua zona de influência, com alerta para a alta taxa de transformação dos ecossistemas locais.

Página | 93

Palavras-chave: Análise espacial; Geoecologia; Planejamento territorial; Erechim (RS).

Abstract

The spatial object of this research, the municipality of Erechim, located in the centre-north zone of the state of Rio Grande do Sul, is characterized by local landscape diversification, of the physical-natural elements and land uses, which are structurally determined mainly by the local geoecological conditions. This study aims to develop a geoecological analysis of the area of Erechim, considering, for this purpose, the dynamics of the landscapes and vulnerability. The study had as methodological procedures an state of art' research, field research and mapping work. Based on cartographic/bibliographic review and data from field works, a map of the environmental units of the municipality of Erechim was elaborate at a scale of 1:50,000. This map, combined with the altimetric context of the study area, highlights the three main Environmental Units (EUs) of Erechim: (1) EU1 – Headwaters Sectors; (2) EU2 – Intermediate Sectors; (3) EU3 – Terminal Sectors. Based on the range values of the UAs of Erechim and the environmental conditions, this analysis has pointed to a non-random pattern in the distribution of these UAs, which it appears to have a distribution structurally determined by specific local geoecological processes. The main highlight of this work it's the significant fragility of the area, given the attributes of its zone of influence, with warning about the high rate of transformation of local ecosystems.

Keywords: Spatial analysis; Geoecology; Spatial planning; Erechim (RS).

Este artigo está redigido em português do Brasil, mantendo-se a grafia original submetida pelos autores.



Aprender (49) junho, 2025, pp. 93-113; e-ISSN: 2184-5255

Este trabalho encontra-se publicado com a Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0. Direitos de Autor (c) 2025 Jorge Luis Oliveira-Costa, Stephen Orilly Orelus

1. Introdução

A conservação das paisagens naturais é hoje um tema recorrente, e a possibilidade de sistematizá-las em unidades coerentes (unidades de paisagem) é uma das bases da Geoecologia, fundamental para a interpretação adequada dos padrões de organização dos elementos da natureza (atributos geo-ecológicos), bem como na aplicação do ordenamento do território (Morais & Oliveira-Costa, 2023).

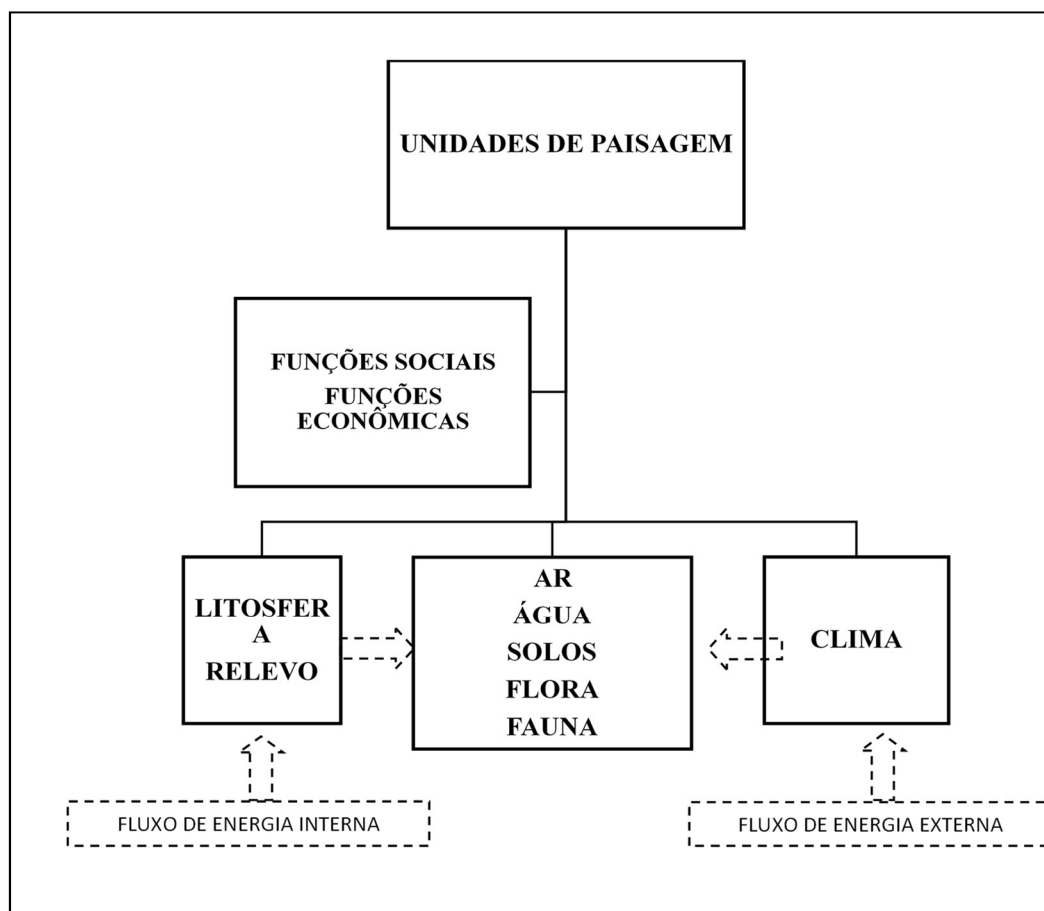
Uma paisagem é caracterizada pelas propriedades da região na qual está inserida, correspondendo a um sistema físico, dinâmico e complexo, formado por elementos em interação transformados pelo homem (Rodriguez et al. 2004). O estudo das paisagens considera que as grandes unidades que compõem os compartimentos naturais são formadas a partir da estrutura geológica/geomorfológica, a dinâmica climática, além dos agentes físicos, químicos e biológicos que condicionam todos os tipos de paisagens.

Desse modo, a *Ciência da Paisagem* considera cada unidade paisagística um 'sistema', onde entram matéria, energia e informação, permitindo sua modificação pelo homem (Figura 1). Esta dinâmica entre os fatores naturais compreende fases distintas de desenvolvimento e troca, onde os limites das unidades paisagísticas tornam-se passíveis de reconhecimento e organização, tendo como elemento básico para esta delimitação o espaço físico e a síntese de seus elementos (Monteiro, 2000; Bertrand, 1978) (Figura 1). O quadro esquemático da figura 1, resultado de uma compilação de dados publicados por autores que investigam o tema em apreço, representa o método sistêmico aplicado pela Ciência da Paisagem. Observa-se no framework os fatores naturais ligando-se ao suporte (substrato rochoso, solos, recursos hídricos e relevo) e cobertura (vegetação e fauna), emergindo a partir daí uma estrutura vertical que é responsável pela classificação e análise dos elementos, permitindo descrever seus processos, possibilitando avaliar as relações entre os seus diversos constituintes (Figura 1).

Alexander von Humboldt ('pai da Geografia Física'), Ludwig von Bertalanffy ('pai da Teoria de Sistemas'), a Escola Soviética de Geografia (nomes como Vasily Dokuchaev e Viktor Sochava), a Escola Francesa do Pós-Guerra (nomes como Jean Tricart e Georges Bertrand), destacam-se entre os responsáveis pelo estabelecimento das bases teóricas e metodológicas da abordagem sistêmica moderna. A partir destes precursores, os estudos de sistemas dispersaram-se pelo mundo tornando-se influência determinante em outras escolas de estudos do ambiente (Morais & Oliveira-Costa, 2023).

Figura 1

Modelo teórico-conceitual da Geoecologia ou Análise Integrada da Paisagem.



Fonte: Os autores.

Estes pressupostos teóricos têm sido usados para o desenvolvimento do presente estudo que se trata de uma avaliação preliminar da geoecologia da paisagem no Município de Erechim (RS). A área de Erechim é destacada, especialmente, por seus espaços ocupados com pastagens ou agricultura mecanizada, compreendendo uma diversidade de ambientes, desde o ponto de vista litológico, variáveis climáticas, e paisagens culturais. Nesta sequência, o presente trabalho tem como objetivos: (i) verificar os padrões da estrutura das paisagens e dos ecossistemas que compõem o município de Erechim (RS) com a aplicação de sistemas de classificação geológica, avaliando a eficiência destes sistemas através de revisão sistemática da documentação disponível; (ii) produzir o mapa das unidades ambientais (UAs) para o município de Erechim, e caracterizar as condicionantes físicas (clima, relevo, vegetação, solo, uso do solo) de cada UA segundo a escala do município; (iii) elaborar propostas de planeamento e gestão adequadas para a área em estudo (Erechim-RS).

Faz-se importante destacar que este estudo está em andamento, de modo que alguns dos objetivos do trabalho vem sendo desenvolvidos pelos autores desta comunicação. O presente trabalho é parte integrante do projeto de Iniciação Científica intitulado “Avaliando a eficiência de sistemas com informações de natureza geoambiental no planeamento e gestão do território: um estudo aplicado à predição

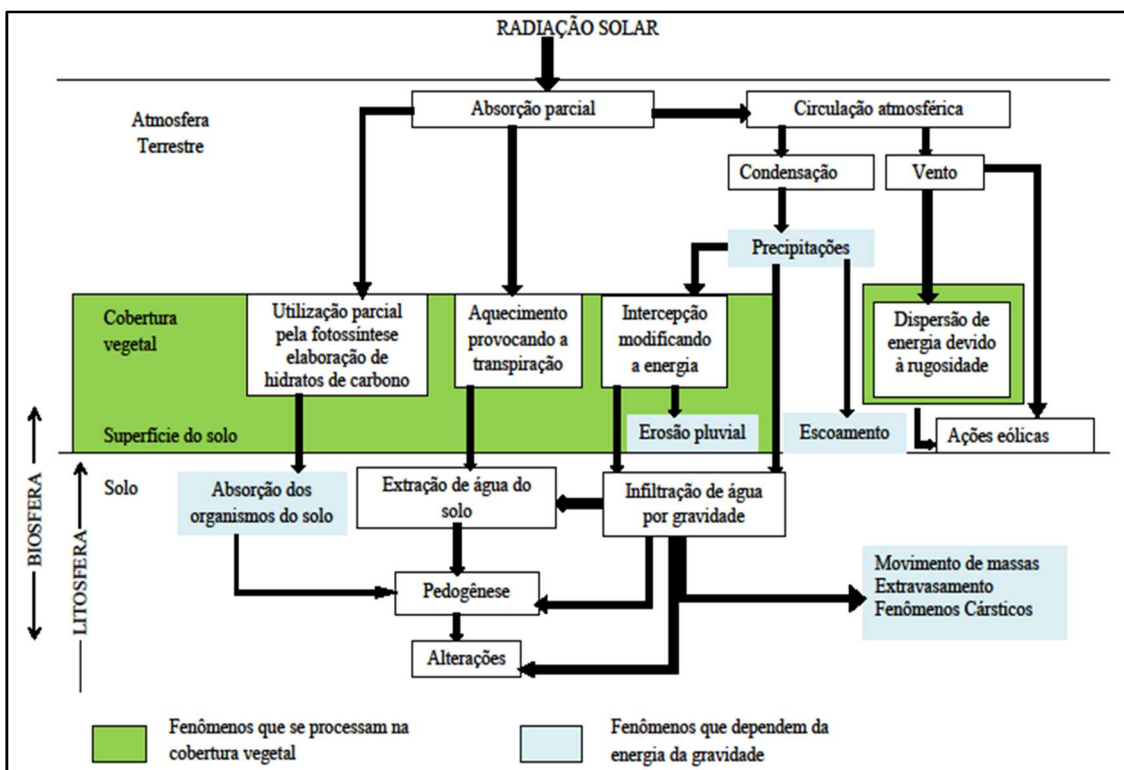
dos padrões das paisagens e dos ecossistemas do Município de Erechim (RS)”, desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul (Campus Erechim), sob a coordenação do Prof. Jorge Luis P. Oliveira-Costa.

2. A eficácia de sistemas com informações geoecológicas: breves considerações

A abordagem deste tópico baseia-se nos trabalhos de Tricart (1977), Sochava (1977), e Bertrand (1978), que produziram três importantes modelos teóricos-conceituais para o estudo da Geoecologia das Paisagens: Modelo da Ecodinâmica de Jean Tricart (Tricart, 1977) – Modelo do Geossistema de Viktor Sochava (Sochava, 1977) – Modelo GTP ‘Geossistema, Território e Paisagem’ de Georges Bertrand (Bertrand, 1978).

Jean Tricart (1920-2003), geógrafo de nacionalidade francesa, é reconhecido mundialmente pela sua obra, destacando-se especialmente em áreas como a geomorfologia dinâmica e o estudo da vulnerabilidade ambiental das paisagens, com foco nos impactos das atividades humanas. Sua contribuição para a ciência foi sublinhada pela integração entre teoria e prática, sendo um dos pioneiros a enfatizar a importância da escala geográfica para a análise das paisagens. O Sistema de Tricart (Figura 2), conhecido como ‘Ecodinâmica’, trata-se de uma abordagem teórico-metodológica que visa integrar dados geoespaciais e ambientais para a avaliação do território. Este sistema aborda aspectos como condições climáticas, morfodinâmica, recursos hídricos, ecologia e gestão territorial, fornecendo uma base sólida para o planejamento ambiental (Figura 2). A ‘Ecodinâmica’ é crucial para entender a evolução das paisagens e a interação entre fatores ambientais e atividades humanas – o sistema destaca a importância das mudanças no uso do solo e os processos morfodinâmicos que afetam a estabilidade e a sustentabilidade dos ambientes (Figura 2).

Figura 2
Ecodinâmica: modelo geoecológico proposto por Tricart.



Fonte: Os autores.

O modelo proposto por Tricart (Figura 2) tem início considerando a interação da radiação solar com a atmosfera terrestre. Antes de atingir a atmosfera, uma parte significativa da radiação solar é eliminada, incluindo corpúsculos alfa, beta e raios gama. Uma vez dentro da atmosfera, a radiação solar é parcialmente interceptada, principalmente na forma de calor (Tricart, 1977). Cerca de 8% da energia absorvida pela atmosfera é refletida de volta para o espaço na forma de radiação, enquanto o restante alimenta a circulação atmosférica. Como segunda etapa do modelo de Tricart (Figura 2), é destacada a radiação solar absorvida pelas plantas, que desempenha um papel crucial na regulação térmica e no funcionamento dos ecossistemas (Tricart, 1977). A maior parte dessa absorção ocorre na forma de ondas térmicas, principalmente ondas infravermelhas, que são responsáveis pelo aquecimento do tecido vegetal. No entanto, um excesso de calor pode causar danos às plantas, levando-as a adotar mecanismos de proteção, como a transpiração (Figura 2) (Tricart, 1977).

Depois de tratar da absorção da radiação pelas plantas, o modelo de Tricart destaca a intercepção da precipitação pelas plantas, que desempenha um papel importante na redistribuição da energia da chuva e na proteção do solo contra a erosão (Figura 2). Quando as gotas de chuva atingem a superfície terrestre, carregam uma certa quantidade de energia cinética, que é transferida para as partes aéreas das plantas (Figura 2). Embora este impacto possa causar danos mínimos às folhas e ramos, a energia dispersa é consideravelmente reduzida, não resultando em trabalho mecânico significativo (Tricart, 1977). Após a determinação das bases do seu modelo, onde destaca o funcionamento dos processos ambientais (Figura 2), Tricart (1977) define três

tipos de meios morfodinâmicos, que classificam os ambientes terrestres em: meios estáveis, meios intergrades, meios fortemente instáveis (Tricart, 1977).

Os meios estáveis aplicam-se ao modelado na interface atmosfera-litosfera, cuja característica essencial está ligada a lenta evolução destes ambientes e a constância desta evolução (Tricart, 1977). Estes ‘meios’ são destacados pelo resultado obtido da combinação de fatores ao longo do tempo, compreendendo relações complexas entre diversas condições, para além de mecanismos de compensação e autorregulação (Tricart, 1977). No caso dos meios intergrades, a principal característica é a interferência permanente da morfogênese e da pedogênese, onde num mesmo espaço estes dois processos ocorrem de maneira concorrente (Tricart, 1977). Tratando dos meios fortemente instáveis, de acordo com Tricart (1977), é neste meio que “[...] a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual, outros elementos estão subordinados” (Tricart, 1977, p. 51).

Viktor Borisovich Sochava (1905-1978) foi um dos mais importantes geógrafos e ecólogos soviéticos do século XX, cujas contribuições teóricas e metodológicas revolucionaram o estudo da paisagem e do meio ambiente. Nascido em São Petersburgo (Rússia), Viktor Sochava dedicou sua vida à pesquisa e ao ensino, consolidando-se como uma figura central na geografia soviética e internacional. O modelo teórico conhecido como ‘Geossistema’, proposto por Sochava (Sochava, 1977), a partir da década de 1960, representou uma abordagem integrada e sistêmica para o estudo da interação entre os componentes naturais e antrópicos da superfície terrestre. Sochava destacou por meio do seu modelo que os geossistemas possuem uma estrutura hierárquica, ou seja, podem ser estudados em diferentes níveis de complexidade (Figura 3).

Figura 3
Geossistema: modelo geoecológico proposto por Sochava.

Fileira dos Geómeros	Ordem de análise	Fileira dos Geócoros
Geossistema planetário		
Combinação de tipos de meios naturais (paisagens)	Planetário	Cinturão físico - geográfico; Grupo de distritos físico - geográficos
Tipos de meios naturais(paisagens)		Subcontinentes e suas mega situações componentes
Classe de geomas	Regional	Distrito físico geográfico
Sub classe de geomas		Com zonalidade latitudinal
Grupo de geomas		Com zonalidade vertical
Sub grupo de geomas		Zona natural
Geomas	Topológico	Sub zona província
Classe de fácies		Província
Grupo de fácies		Macro geócoros
Fácies		Topogeócoro; Microgeócoro (local, grupo de regiões)
Área homogênea elementar, geómero elementar, biogeocenoses		Microgeócoros (regiões)
		Área heterogênea elementar, gerócoro elementar

Fonte: Os autores.

Em uma escala mais ampla, os geossistemas podem ser vistos como grandes unidades paisagísticas, como biomas ou regiões geográficas (Figura 3). Em uma escala mais detalhada, podem ser analisados como ecossistemas específicos, como uma floresta, um rio ou uma área urbana (Figura 3). Essa abordagem hierárquica permite

uma análise integrada da paisagem, considerando tanto os processos naturais quanto as transformações promovidas pela ação humana (Sochava, 1977). A dinâmica dos geossistemas é um dos pilares do modelo de Sochava – é destacado que os geossistemas encontram-se em constante evolução, sendo moldados por processos naturais, como erosão, sedimentação, sucessão ecológica e mudanças climáticas, e por ações antrópicas, como agricultura, urbanização, industrialização e desmatamento. Essa dinâmica é influenciada pela interação entre os subsistemas, que podem se ajustar de forma equilibrada ou sofrer desequilíbrios devido as intervenções humanas (Figura 3).

A figura 3 é uma representação hierárquica e sistematizada do modelo de Sochava, especificamente no que diz respeito à classificação dos geossistemas e suas unidades constituintes (Figura 3). A estrutura da figura 3 reflete a abordagem sistêmica de Sochava, que busca compreender a paisagem como um conjunto de unidades inter-relacionadas, desde escalas planetárias até escalas locais. No topo da hierarquia está o Geossistema Planetário, que representa a escala mais ampla de análise. Neste nível, a Terra é vista como um sistema único, composto por grandes combinações de tipos de meios naturais (paisagens). Estas combinações são organizadas em cinturões físico-geográficos e grupos de distritos físico-geográficos, que correspondem a grandes regiões naturais do planeta, como os biomas ou zonas climáticas (Sochava, 1977).

Abaixo do nível planetário, estão os tipos de meios naturais, que correspondem a subdivisões dos cinturões físico-geográficos. Esses tipos de meios naturais são associados a subcontinentes e suas ‘mega’ situações componentes, ou seja, grandes áreas geográficas que compartilham características semelhantes. Essas áreas são definidas por fatores como clima, vegetação, solo e relevo, que atuam de forma integrada. No nível seguinte, estão os geomos, que representam unidades menores dentro dos tipos de meios naturais (Figura 3). Essas classes são organizadas em distritos físico-geográficos, que correspondem a regiões com características específicas dentro de um subcontinente. Por exemplo, dentro da Amazônia, podem-se identificar distritos com diferentes tipos de floresta, dependendo do solo, da altitude e da proximidade com cursos d’água. As subclasses de geomos são mais específicas, considerando a zonalidade latitudinal. Isso inclui, por exemplo, as diferenças entre florestas tropicais úmidas e florestas temperadas, que são influenciadas pela posição geográfica e pelo clima.

Os geomos correspondem a zonas naturais, que são áreas com características ecológicas e geográficas semelhantes (Figura 3). Estas zonas podem incluir, por exemplo, áreas de floresta, savana, deserto ou tundra, cada uma com seus processos e dinâmicas específicas. Dentro do conjunto de geomos, os subgrupos representam ‘províncias’, que são áreas menores dentro de uma zona natural (Figura 3). Por exemplo, dentro de uma zona de savana, podem-se identificar subgrupos com diferentes tipos de vegetação ou solos, dependendo das condições locais (Sochava, 1977). No nível topológico, os geomos são unidades ainda menores, correspondendo a subzonas provinciais. Essas unidades são definidas por características locais, como o tipo de solo, a vegetação e a hidrologia. Por exemplo, dentro de uma província de savana, podem-se identificar geomos específicos, como áreas de savana arbórea ou savana herbácea (Sochava, 1977).

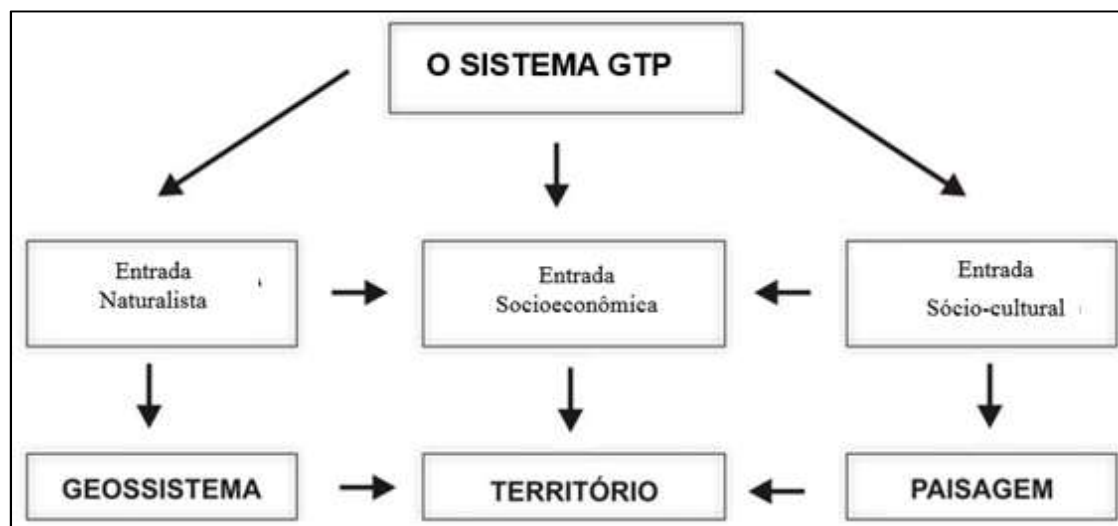
Abaixo dos geomos, estão as classes de fáceis, que representam unidades ainda mais detalhadas, como macro geócoros (Figura 3). Estas unidades são definidas por características específicas do relevo, da vegetação e do solo, e podem incluir, por exemplo, áreas de planície, colinas ou vales (Sochava, 1977). Os grupos de fáceis

correspondem a topogeócoros e microgeócoros, que são unidades locais ou regionais. Essas unidades são definidas por características muito específicas, como o tipo de cobertura vegetal, a umidade do solo ou a presença de cursos d'água (Sochava, 1977). No nível mais detalhado, estão as fáceis, que correspondem a microgeócoros ou regiões muito específicas. Estas unidades são definidas por características homogêneas, como uma área de floresta densa, um campo aberto ou uma área alagada. As fáceis são as unidades básicas da paisagem, onde os processos naturais e antrópicos atuam de forma mais direta (Sochava, 1977). Ainda, Sochava destaca as áreas homogêneas elementares (geômeros elementares) e as áreas heterogêneas elementares (gerócoros elementares). Estas áreas representam as menores unidades da paisagem, onde os processos ecológicos e geográficos ocorrem de forma mais localizada. As áreas homogêneas são caracterizadas por uma uniformidade de condições, como uma área de solo fértil ou uma clareira na floresta; já as áreas heterogêneas são mais complexas, com variações locais que criam microambientes distintos (Figura 3) (Sochava, 1977).

Georges Bertrand, professor emérito da Université Toulouse – Le Mirail, França, é uma figura central no desenvolvimento da teoria da Geoecologia da Paisagem. Suas contribuições têm sido fundamentais para a compreensão das complexas relações entre a natureza e a sociedade – seu trabalho continua a influenciar a pesquisa geoecológica contemporânea. Georges Bertrand propôs uma visão inovadora sobre o geossistema, integrando aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos em um único framework analítico (Figuras 4 e 5) (Bertrand, 1978). A sua abordagem permite uma análise mais holística e integrada da paisagem, superando as limitações das abordagens fragmentadas neste âmbito. Bertrand argumenta que o geossistema deve ser visto como um sistema dinâmico e interconectado, onde os componentes naturais e sociais interagem continuamente (Bertrand, 1978) (Figuras 4 e 5).

Ao longo da evolução da sua investigação, Bertrand refinou seu conceito de geossistema, culminando na formulação do seu modelo 'Sistema GTP' (Geossistema-Território-Paisagem) (Figura 4) (Bertrand, 1978). Este modelo destaca três componentes principais: o Geossistema, que abrange as características biofísico-químicas; o *Território*, que representa os aspectos socioeconômicos; e a Paisagem, que incorpora a identidade cultural e simbólica (Figura 4). Esta estrutura teórico-metodológica permite uma análise multifacetada e integrada, crucial para entender as complexidades das interações entre sociedade e natureza. No modelo de Bertrand (Figura 5), a paisagem é compartimentada considerando desde suas unidades maiores (Zona, Domínio, Região natural e Geossistema), até suas unidades menores (Geofácies e Geótopos) (Figura 5) – que podem ser analisadas de forma detalhada. Estas unidades são definidas com base em critérios físicos, biológicos e humanos, permitindo uma análise multidimensional (Figura 5). Assim, o modelo permite definir áreas homogêneas dentro de uma paisagem maior facilitando a análise das suas características específicas e das interações entre elas.

Figura 4
Sistema GTP: modelo geoecológico proposto por Bertrand.



Fonte: Autores.

Figura 5
Exemplo da aplicação do modelo de Bertrand, com suas unidades maiores e menores, destacando fatores estruturadores de cada classe do modelo.

Página | 101

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILEUX 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 faia higrófila a <i>Asperula odorata</i> em "terra fusca")	Unidade estrutural	local		Zona equipotencial	
GEOFÁCIES	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morainico			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)

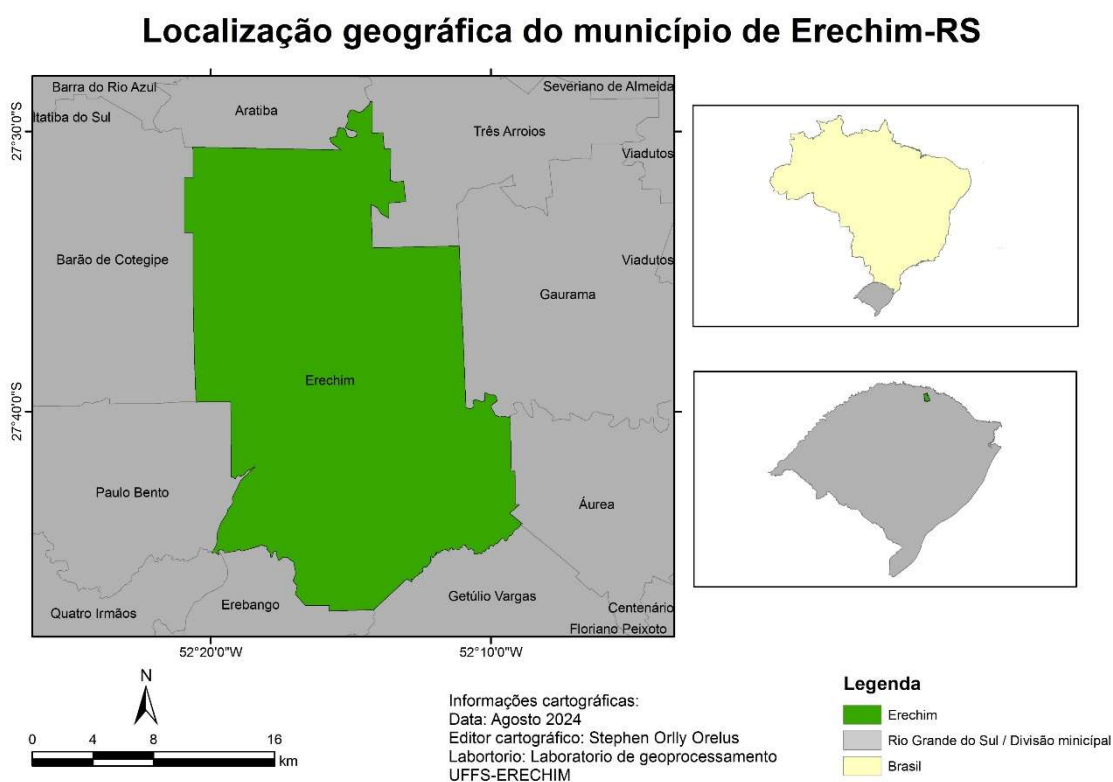
Fonte: Autores.

3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

Erechim constitui município gaúcho com área de aproximadamente 430.000 km², altitude de 780 metros, latitude de 27° 38' 02"S, e longitude de 52° 16' 26" W, sendo um dos principais municípios que compõem a região do Alto Uruguai gaúcho (Figura 6). O município possui índice populacional de 105.705 hab., sendo que uma parcela significativa da população desenvolve atividades ligadas ao campo, com destaque para a agricultura, pecuária, silvicultura, e a exploração florestal. A posição geográfica do município de Erechim (Figura 6) apresenta-se na justaposição entre inúmeros municípios do centro-norte gaúcho, como Aratiba, Três Arroios, Gaurama, Áurea, Getúlio Vargas, Erebang, Quatro Irmãos, Paulo Bento e Barão de Cotegipe (Figura 6). Dentre os condicionalismos locais, o uso da terra e a cobertura vegetal, a dinâmica climática, as formas do relevo, e a estrutura da rede hidrográfica, são os principais agentes reguladores da geoecologia das paisagens em Erechim. O estudo das influências da ambiência local na dinâmica das paisagens apresenta-se como o modelo teórico-operacional para realização do presente trabalho.

Figura 6
Mapa da localização geográfica de Erechim.

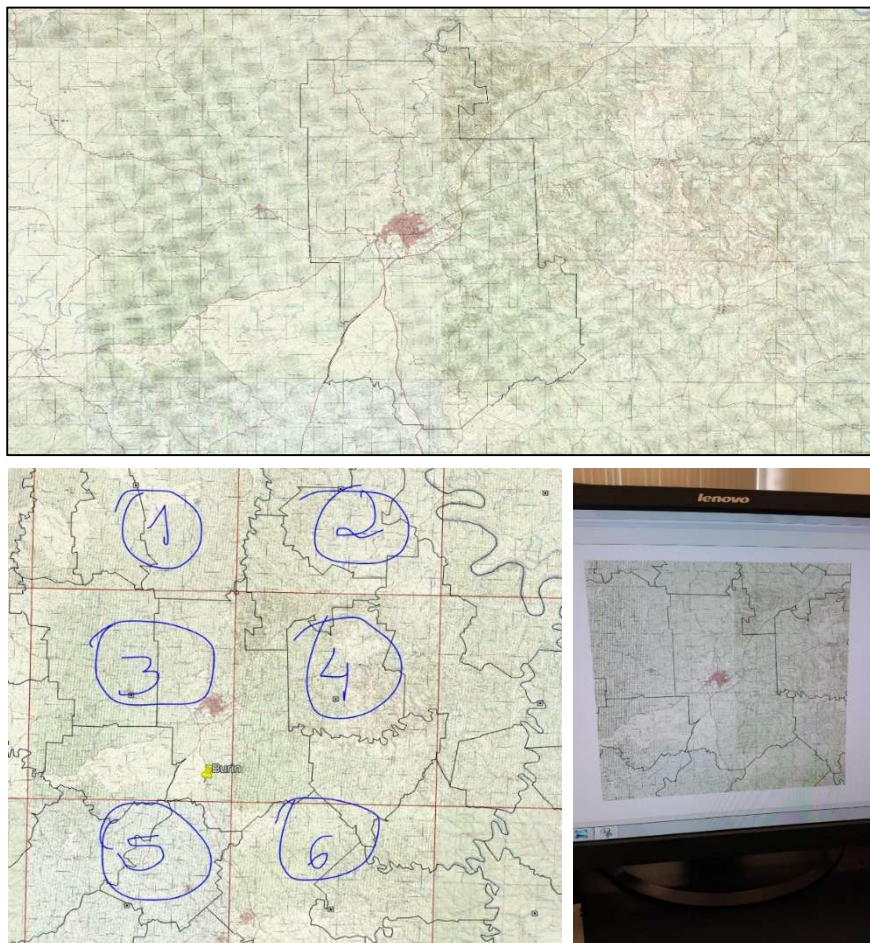


3.2 Aplicação da metodologia

Este trabalho tem sido desenvolvido com base nas seguintes etapas: 1. coleta de dados com revisão bibliográfica e cartográfica; 2. trabalhos de mapeamento e geoprocessamento; 3. trabalhos de campo. Na etapa inicial, a pesquisa alicerçou-se em revisão de literatura sobre a origem, formação e evolução do campo de estudos da Geoecologia, com foco na revisão dos sistemas ambientais com informações de natureza geoecológica, considerando, para isso, estudos de referência no tema – Monteiro (2000), Rodriguez et al. (2004) – além de pesquisa aos manuais com os três sistemas ambientais focais desta pesquisa – Bertrand (1978), Tricart (1977), Sochava (1977). Na segunda etapa do trabalho, foi elaborada uma base cartográfica na escala 1:50.000 (Figura 7), para confecção de mapa-base da área de influência de Erechim e das unidades ambientais (UAs) que compõem a área de estudo. Como suporte à análise das UAs de Erechim, foram organizados em SIG (Sistema de Informação Geográfica) alguns mapas temáticos de preditores ambientais importantes para o estudo: mapa de altimetria, mapa de uso e ocupação do solo, mapa do substrato geológico.

Figura 7

Mapa-base da área de estudo (Erechim) em SIG.



Fonte: BDGEx Brasil.

A terceira etapa desta pesquisa está em andamento, onde tem sido coletados dados *in loco* para validar e complementar as informações, além da elaboração de propostas de gestão visando o ordenamento territorial da paisagem em Erechim. Tem sido realizadas etapas de campo escolhendo principalmente áreas representativas das diferentes unidades ambientais que compõem Erechim (norte – centro – sul), onde tem-se procurado percorrer estas áreas a fim de levantar informações sobre o estado ambiental atual das paisagens (Figura 8), e as condicionantes estruturadoras. A partir do trabalho de campo espera-se: 1. detalhar os sistemas ambientais ao nível local, 2. aplicação prática dos modelos teóricos abordados na pesquisa (Figura 8).

4. Resultados

A área estudada (município de Erechim-RS) encontra-se, em sua totalidade, inserida no domínio de formações geológicas do complexo Paranapanema (Figura 9), sob influência do sistema planáltico pronunciado formado no setor do alto Rio Uruguai (Figuras 9 e 10). Como destacado nas figuras 9 e 10, a região do Alto Uruguai encontra-se sob a influência de conjuntos geológicos pertencentes às formações Gramado, Caxias, Esmeralda e Paranapanema. No que se refere ao contexto geomorfológico desta região, são destacadas as elevações altimétricas dos compartimentos geomorfológicos associados às formações Esmeralda, Caxias e Paranapanema (formas de relevo com cotas acima de 600 metros), e as baixas cotas altimétricas relacionadas à formação Gramado (formas de relevo com cotas altimétricas abaixo de 600 metros).

Página | 104

Elaborou-se mapa das unidades ambientais da área do município de Erechim, na escala de 1:50.000 (Figura 11). Este mapa, combinado ao contexto altimétrico e hidrográfico da área em estudo (Figuras 12 e 13), destaca para a área de influência de Erechim três Unidades Ambientais (UAs) principais, denominadas de: **(1) UA1 – Setor das Cabeceiras; (2) UA2 – Setores Intermédios; (3) UA3 – Setores Terminais.** No Setor das Cabeceiras (UA1), o topo pode atingir 900 metros de altitude e o grau de declive dessas áreas pode alcançar até 40 graus (Figuras 11 e 12). O uso e ocupação do solo apresentam-se destacados pela mancha urbana contínua da cidade de Erechim (o uso do tipo ‘urbano’ apresenta-se destacado entre as formas de uso do solo na UA) (Figura 14), com destaque também para outras opções de uso do solo como ‘lavoura temporária’. Desse modo, o mapa da UA1 (Figura 11) revela a predominância do uso urbano e uso agrícola em grande parte da área de influência desta unidade ambiental (Figura 14), enquanto que o uso florestal é menos frequente (escala qualitativa de classificação da porcentagem de cobertura vegetal - entre 0%-25% de grau de coberto vegetal) (Figura 14).

Figura 8

Modelo da ficha de campo com alguns dados que tem sido coletados in loco.



- A) MATA Densa (GRUPO DE ÁRVORES PRÓXIMAS)
B) MATA ABERTA (GRUPO DE ÁRVORES COM ESPAÇOS ENTRE ELAS)
C) MATO ALTO (GRUPO DE ARBUSTOS MAIS ALTOS QUE 1,5M)
D) MATO BAIXO (ARBUSTOS BAIXOS E HERBÁCEAS)

2. QUAL A PORCENTAGEM DO GRAU DE COBERTURA? (CONSIDERANDO 100% TODO O COBERTO VEGETAL)

- A)
B)
C)
D)

3. QUAIS AS OPÇÕES EM TERMOS DE CORPOS D'ÁGUA?

- A) RIOS
B) BANHADOS
C) LAGOAS
D) LINHAS D'ÁGUA (RIBEIRAS)
E) OUTROS:

4. QUAL A PORCENTAGEM DE COBERTURA DO ESPAÇO VERDE?

5. COMO PODERIA SER CLASSIFICADA A PRESENÇA DE ÁGUA?

- A) ABUNDANTE
B) ALGUMA
C) ESCASSA
D) INEXISTENTE

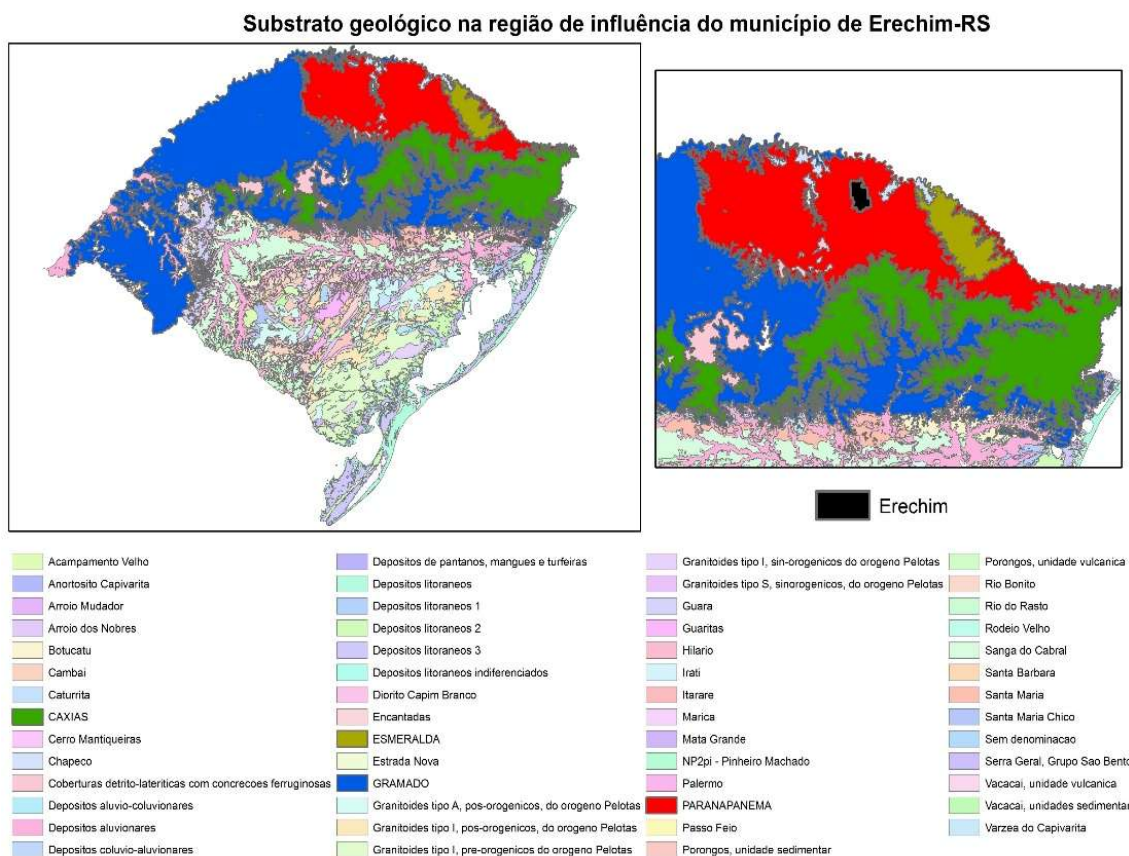
6. QUAL A PORCENTAGEM APROXIMADA DE ROCHA EXPOSTA? (CONSIDERANDO O VALOR DE 100% UMA PARCELA DE 25M²)

7. HÁ PRESENÇA DESTES ASPECTOS ABAIXO?

- A) ROCHA EXPOSTA
B) FENDAS NO SOLO (ATÉ 10CM)
C) VOÇOROCAS
D) EROSÃO LAMINAR DO SOLO

Figura 9

Substrato geológico da porção centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, com o destaque para a posição do município de Erechim.

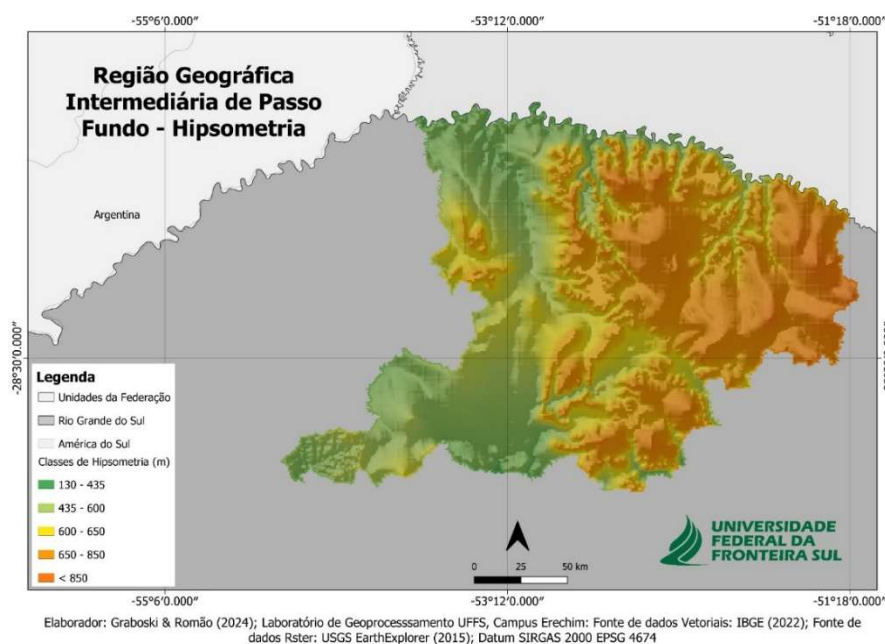


Página | 106

Fonte: Os autores.

Figura 10

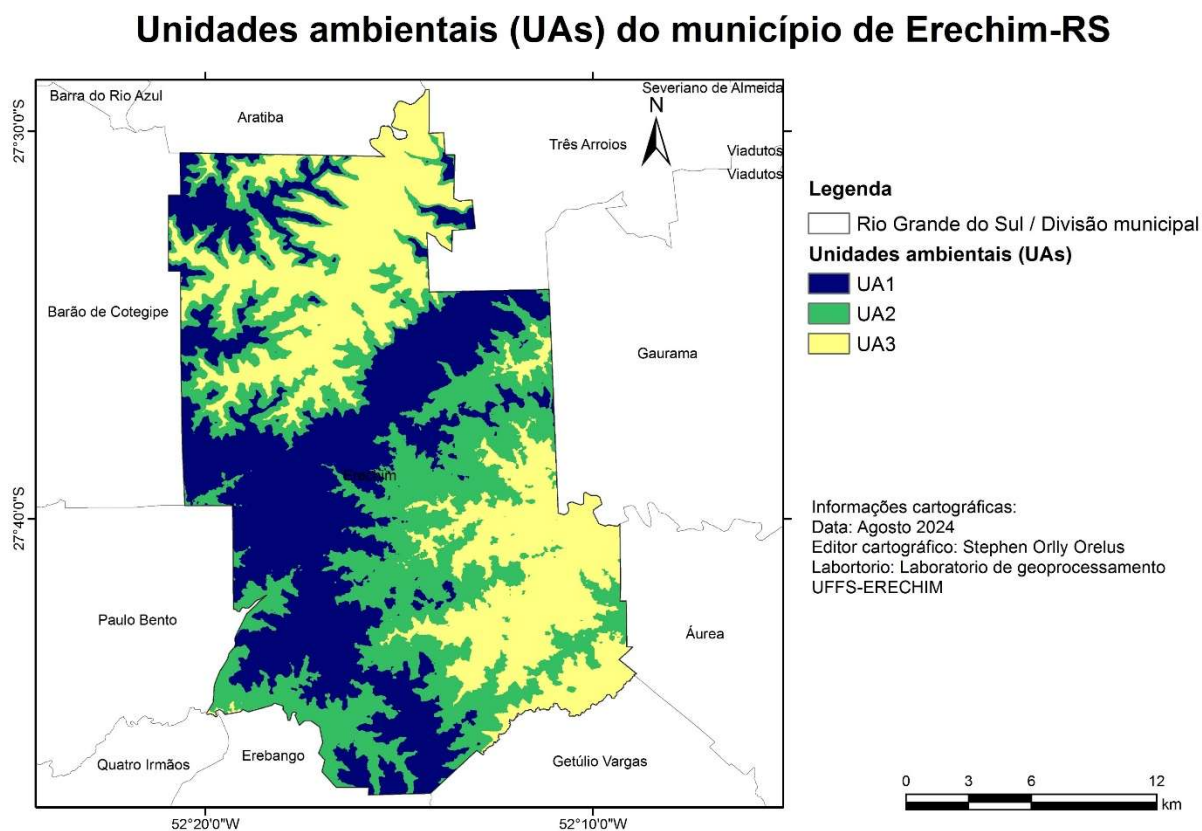
Mapa altimétrico da zona de influência do Alto Uruguai.



Fonte: Os autores.

Figura 11

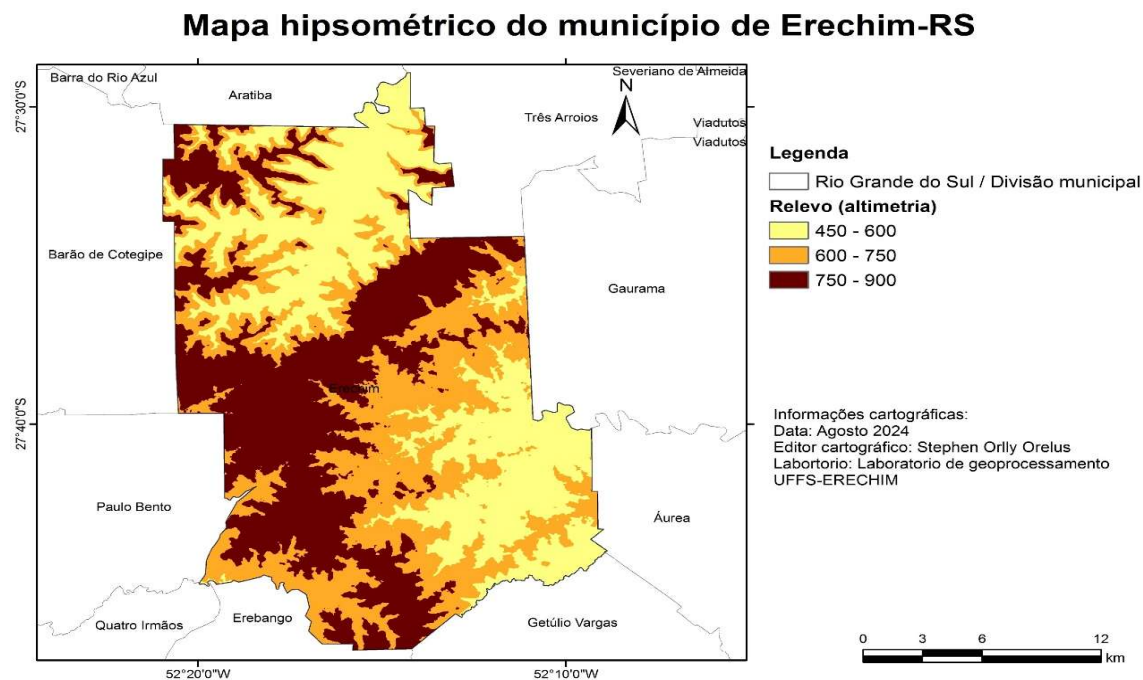
Mapa das Unidades Ambientais (UAs) de Erechim.



Fonte: Os autores.

Figura 12

Mapa hipsométrico da área de influência de Erechim.

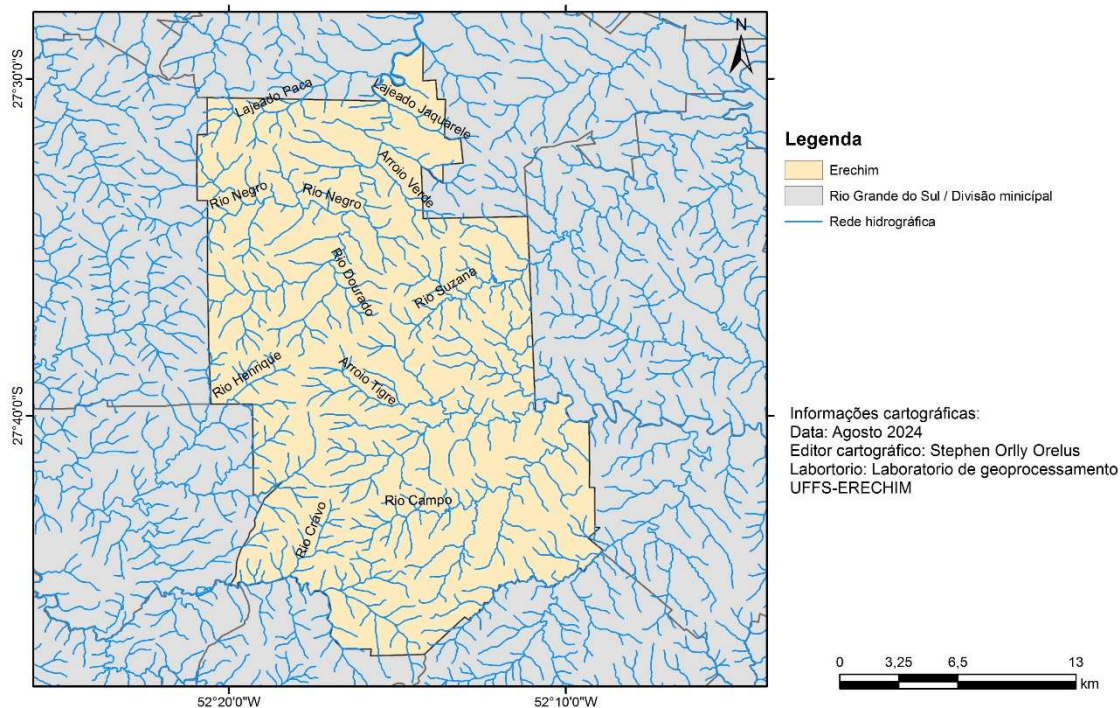


Fonte: Os autores.

Figura 13

Rede hidrográfica na área de influência de Erechim.

Mapa da rede hidrográfica do município Erechim-RS



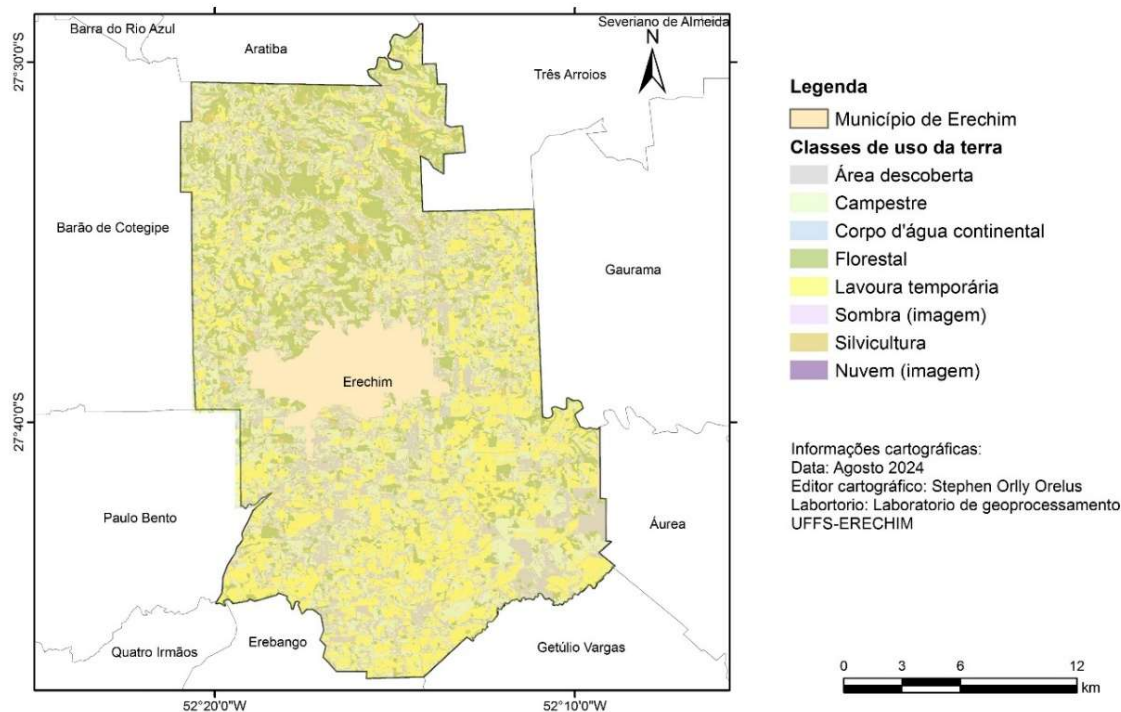
Fonte: Os autores.

A densidade de cobertura vegetal mais importante da área de estudo está na unidade UA3 – Setores terminais (com destaque para a porção norte do município), com elevados valores para o grau de ocupação do uso do solo do tipo ‘florestal’ (escala qualitativa de classificação da porcentagem de cobertura vegetal - >75% de grau de coberto vegetal) (Figura 13), sob morfologia de declives pouco acentuados (Figura 11), com formas de relevo com altitudes predominantes entre 400 metros e 600 metros (Figura 11), em setores caracterizados pela melhor capacidade de retenção de água na área de estudo (localizados à jusante das cabeceiras dos principais cursos d’água). Na UA2 (setores intermédios) a densidade de cobertura vegetal é menor que na UA3, entretanto destaca-se com uma cobertura vegetal maior que na UA1, com valores médios para o grau de ocupação florestal dentro do contexto geral de Erechim seguindo a escala qualitativa de classificação da porcentagem de cobertura vegetal (entre 50%-75% de grau de coberto vegetal). No âmbito dos compartimentos vegetacionais presentes, destaca-se que a área de estudo encontra-se, em sua totalidade, inserida no domínio fitogeográfico da Mata com Araucárias (Floresta Ombrófila Mista).

Figura 14

Mapa do uso do solo no Município de Erechim.

Mapa de uso e ocupação da terra do município de Erechim-RS



Fonte: Os autores.

A análise das unidades ambientais (UAs) do município de Erechim tem apontado para um padrão não aleatório na distribuição destas unidades, que parecem possuir uma distribuição estruturalmente determinada por processos específicos (Tabela 1). Baseando-se na distribuição das UAs em Erechim e as condições ambientais, é possível inferir, pelo menos, três destaques da relação entre a estrutura da paisagem e os atributos ambientais: **1. a UA1** parece estar estruturalmente determinada pela relação entre as opções do uso do solo do tipo 'urbano' e 'agrícola' e os setores mais elevados e acidentados na área em estudo, estando destacada pela presença de parte significativa da mancha urbana contínua de Erechim; **2. a UA2** trata-se de uma 'zona de transição' no que tange tanto ao contexto geomorfológico de Erechim (apresentando formas de relevo com cotas altimétricas de transição comparativamente aos valores das demais UAs), como também dentro do contexto dos usos do solo, onde a UA2 parece estar estruturalmente determinada por valores médios em termos de ocupação dos usos do tipo 'agrícola', 'urbano' e 'florestal' (quando comparado às demais UAs). **3. a UA3** parece estar estruturalmente determinada pela relação entre as formas de uso do solo do tipo 'florestal' e os setores mais baixos topograficamente da área em estudo.

Nesta sequência, considerando o município de Erechim no nível mais elevado da análise geoecológica de acordo com a sua escala geográfica (com base nos sistemas de informação geoambiental discutidos neste trabalho) – **Geossistema Erechim** – sugerem-se três estados ambientais atuais distintos cujas paisagens da área de Erechim (níveis menores da análise geoecológica: GEOMAS – GEOFÁCEIS – GEÓTOPOS – FÁCEIS – GEÓCOROS) podem ser caracterizadas (Tabela 1; Figura 15):

• **GEOSSISTEMA ERECHIM:**

1. **UA1 – Paisagens (geomos – geofáceis – geótopos – fáceis – geócoros) sob estado ambiental do tipo fortemente instável:** destacada pelos maiores valores de áreas antropizadas e mais baixo grau de cobertura vegetal
2. **UA2 – Paisagens (geomos – geofáceis – geótopos – fáceis – geócoros) sob estado ambiental do tipo intergrades:** destacada com um estado ambiental intermediário comparado aos contextos da UA1 e UA3 (sobretudo dos usos do solo e formas de relevo), apresentando-se como uma ‘zona de transição’
3. **UA3 – Paisagens (geomos – geofáceis – geótopos – fáceis – geócoros) sob estado ambiental do tipo estável:** destacada pelos maiores valores de cobertura vegetal, e os setores mais baixos topograficamente de Erechim

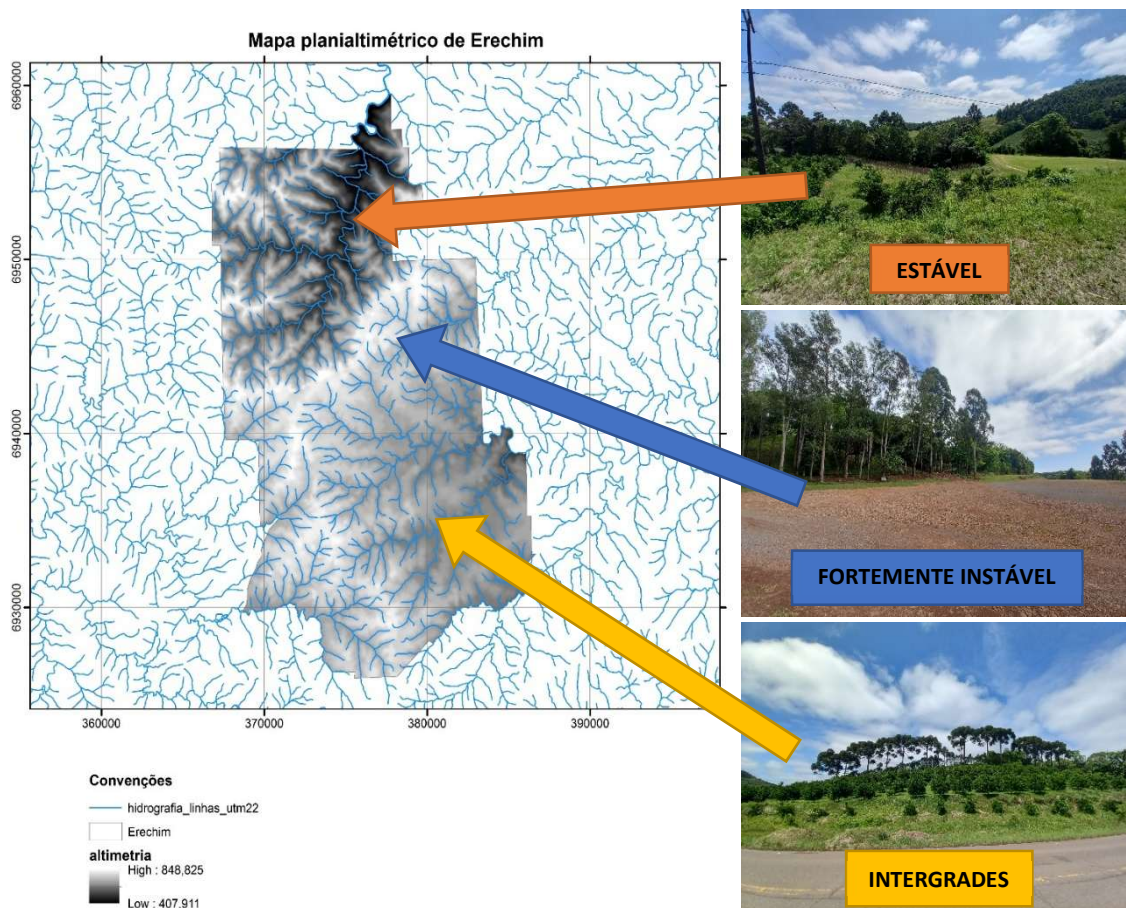
Tabela 1

Análise integrada da paisagem na área de influência de Erechim (RS)

GEOSSISTEMA ERECHIM					
Unidades ambientais (UAs)	Tipos de ambientes nas UAs (aplicação do modelo de Tricart)	Condições do relevo (altimetria)	Condições dos solos (tipo de solo)	Cobertura vegetal (domínio da Mata com Araucária)	Uso e ocupação do solo
UA1 (Setores Cabeceiras)	Do tipo FORTEMENTE INSTÁVEL	750m-900m (cotas altimétricas mais elevadas/relevo ondulado)	Latossolo (profundo e bem drenado)	Baixo grau de coberto vegetal (parcialmente substituído por agricultura)	Zonas urbanas / Agricultura intensiva (soja, milho, trigo) / Pastagens
UA2 (Setores Intermédios)	Do tipo INTERGRADES	600m-750m (maiores graus de declive / relevo acidentado)	Cambissolo (moderadamente fértil)	Vegetação secundária e reflorestamento (zona de transição)	Reflorestamento / Agricultura / Pecuária
UA3 (Setores Terminais)	Do tipo ESTÁVEL	450m-600m (zona aluvionar/formas planas e suaves)	Nitossolo (fértil e profundo)	Maior grau de cobertura vegetal (floresta de Araucária / campos)	Zonas florestais / Agricultura (soja, milho, trigo) / Pecuária

Figura 15

Aspectos da geoecologia das paisagens que compõem o município de Erechim, destacando as unidades ambientais e níveis de preservação.



Fonte: Os autores.

5. Considerações finais

A paisagem e a abordagem de sistemas devem ser aplicadas no planejamento socioeconômico e na proteção ambiental, observando a organização do espaço e apresentando propostas de interesse para as estratégias de desenvolvimento. O estudo da paisagem, apoiada nos princípios sistêmicos, tem o objetivo de elucidar as relações entre o homem e a natureza, através de uma estruturação matemática precisa, com uma análise mais rigorosa, comparada às descrições experimentais, além de enfatizar a organização, estrutura e dinâmica funcional. Atualmente através das pressões crescentes da sociedade sobre a organização do espaço torna-se imperativa a prognose como condição necessária para a utilização racional da natureza e obrigatória nos projetos de proteção ambiental, apesar de ser um processo difícil.

A pesquisa em Erechim revela uma complexa interação entre relevo, solo, e uso do solo, evidenciada pelos mapas produzidos e pela aplicação dos sistemas com informações de natureza geoambiental destacados e abordados neste trabalho. As áreas de relevo mais suave e altitudes intermediárias mostram maior estabilidade

ecológica, enquanto as regiões de relevo acidentado são mais vulneráveis à erosão e degradação, especialmente com práticas agrícolas intensivas. Esses resultados obtidos destacam a necessidade urgente de implementar práticas de manejo sustentável para preservar as áreas mais sensíveis. A etapa de campo, ainda por ser realizada, será fundamental para confirmar e ajustar as estratégias de manejo propostas.

Com a finalidade de conseguir uma ordenação territorial em profundidade que contemple favoravelmente as atividades socioeconômicas, faz-se necessária a delimitação da área de influência de Erechim com uma amplitude suficiente de modo a contemplar o meio físico e biológico, o desenvolvimento socioeconômico e as relações humanas que se configuram nesta porção do território do centro-norte do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos mostram que a metodologia utilizada foi eficaz para os propósitos almejados pelo presente trabalho, sobretudo na avaliação dos ambientes e sua vulnerabilidade à intervenção humana. Verificou-se, para o caso da área de estudo, que suas condições ambientais interferem de modo determinante na dinâmica da paisagem e vulnerabilidade, sendo, por isso, de fundamental importância a realização de pesquisas e investigações detalhadas na área, no sentido de entender o ambiente em benefício das comunidades humanas e gerações futuras.

6. Referências Bibliográficas

Ab'Sáber, A. N. (2003). *Os domínios de natureza do Brasil: Potencialidades paisagísticas* (3ª ed.). Ateliê Editorial.

Página | 112

Bertalanffy, L. von. (1973). *Teoria geral dos sistemas*. Vozes.

Beroutchachvili, N., & Bertrand, G. (1978). Le géosystème ou "système territorial naturel". *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2), 167-180.

Bertrand, G. (1978). Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico. *Cadernos de Ciências da Terra*, Instituto de Geografia (USP), 18, 1-4.

Chorley, R. J., & Haggett, P. (1974). *Modelos integrados em geografia*. Livros Técnicos e Científicos, Ed. da USP.

Christofoletti, A. (1979). *Análise de sistemas em geografia*. Hucitec/Edusp.

Christofoletti, A. (1986). Significância da teoria de sistemas em geografia física. *Boletim de Geografia Teórica*, 16-17(31-34), 5-20.

Monteiro, C. A. F. (2000). *Geossistemas: A história de uma procura*. Contexto.

Morais, A. N. S., & Oliveira-Costa, J. L. P. (2023). O que é geoecologia das paisagens? Elementos para uma síntese. *Ciência Geográfica*, 27, 1094-1113.

Oliveira-Costa, J. L. P. (2022). Geografia, ecologia e paisagem: Reflexões didáticas e científicas no âmbito do ensino. In A. Fernandes, C. Cravo, & F. Velez de Castro (Orgs.), *Desafios do currículo escolar no século XXI* (vol. 1, pp. 1-51). Editora da Universidade de Coimbra.

Passos, M. M. (2022). O GTP aplicado ao estudo do meio ambiente. In J. L. Oliveira-Costa, A. A. Zacharias, & A. M. Pancher (Orgs.), *Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP – Comunidade dos Países de Expressão Portuguesa* (vol. 1, pp. 1-50). EUMED – Universidade de Málaga.

Rodriguez, J. M. M., Silva, E. D., & Cavalcanti, A. P. B. (2004). *Geoecologia da paisagem: Uma visão geossistêmica da análise ambiental*. EDUFEC.

Rougerie, G., & Beroutchachvili, N. (1991). *Géosystèmes et paysages: Bilan et méthodes*. Armand Colin Éditeur.

Sochava, V. B. (1977). O estudo dos geossistemas: Métodos em questão. *Boletim do Instituto de Geografia da USP*, 16, 1-20.

Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica*. IBGE/SUPREN.

Troppmair, H. (1985). Geografia física ou geografia ambiental? Modelos de geografia integrada. *Boletim de Geografia Teorética*, 15(29-30), 3-15.

Vitte, A. C. (2007). O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. *Mercator: Revista de Geografia da UFC*, 6(11), 71-78.

Von Humboldt, A. (1869). *Kosmos: Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*. Cotta.

Notas sobre os autores:

Jorge Luis Oliveira-Costa
Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

Stephen Orilly Orelus
stephen.orelus@uffs.edu.br

Graduando em Engenharia Ambiental. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Erechim.