SOCIEDAD LATINOAMERICANA EN PERCEPCIÓN REMOTA
Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL
XXI SIMPÓSIO INTERNACIONAL SELPER
4-8 de novembro 2024 - Belém, Brasil

GEOSSISTEMAS DO PLANALTO DOS CAMPOS GERAIS NO BIOMA PAMPA

Letícia Figueiredo Sartorio[1]; Marcos Wellausen Dias de Freitas[2]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, Brasil. leticia.sartorio98@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-6936-9939

[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, Brasil. marcoswfreitas@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-9879-2584

RESUMEN. El paisaje es el reflejo y la huella de la sociedad en la naturaleza. El Geosistema es un enfoque teórico-metodológico del análisis del paisaje que ayuda a formular análisis integrados. Contribuye a comprender la estructura y la dinámica espacio-temporal del paisaje. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es delimitar unidades de paisaje a nivel de geocomplejos y geofacies en la unidad Meseta de Campos Gerais en el Bioma Pampa, a partir del enfoque del Geosistema. Así, los atributos físico-ecológicos fueron compatibilizados a partir de la estructura topográfica para delimitar los geocomplejos. Las geofacies se identificaron combinando los geocomplejos con los procesos MUCT extraídos de la base de datos MapBiomas mediante la técnica de Análisis de Componentes Principales. Se identificaron dos geocomplejos para el área de estudio, que se subdividieron en geofacies. Los resultados muestran que el PCG1 está dominado por el proceso de Degradación y el PCG2 por el de Estabilización. La delimitación de las unidades de paisaje a nivel de geocomplejo es importante para la planificación medioambiental y la gestión del territorio. Produce una síntesis del paisaje que reúne diferentes piezas de información, permitiendo la identificación de acciones apropiadas para cada unidad. La conclusión es que existen diferentes usos del suelo en función de las características de cada geocomplejo.

Palabras-clave: Paisaje; Geocomplejo; Geofacies; MapBiomas.

RESUMO. A paisagem é o reflexo e a marca impressa da sociedade na natureza. O Geossistema é uma abordagem teórico-metodológica para analisar a paisagem, este auxilia na formulação de análises integradas. Contribuindo no entendimento da estrutura e da dinâmica espaço-temporal da paisagem. Portanto, este trabalho tem como objetivo delimitar unidades da paisagem a nível de geocomplexos e geofácies na unidade do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa, a partir da abordagem Geossistêmica. Assim, os atributos físico-ecológicos foram compatibilizados tendo como base a estrutura topográfica para delimitar os geocomplexos. E as geofácies foram identificadas por meio da união dos geocomplexos com os processos MUCT, extraídos do banco de dados do MapBiomas por meio da técnica de Análise de Componentes Principais. Foram identificados dois geocomplexos para a área de estudo, estes foram subdivididos em geofácies. Os resultados apontam que no PCG1 predomina o processo de Degradação e no PCG2 a Estabilização. A delimitação das unidades da paisagem a nível de geocomplexos é importante para o planejamento ambiental e gerenciamento territorial. Pois, produz uma síntese paisagística que reúne distintas informações, permitindo a identificação de ações adequadas para cada unidade. Conclui-se a ocorrência de distintos usos da terra de acordo com as características de cada geocomplexo.

Palavras-chave: Paisagem; Geocomplexo; Geofácies; MapBiomas.

ABSTRACT. The landscape is the reflection and imprint of society on nature. The Geosystem is a theoretical-methodological approach to analyzing the landscape, which helps to formulate integrated analyses. It contributes to understanding the structure and spatio-temporal dynamics of the landscape. Therefore, this work aims to delimit landscape units at the level of geocomplexes and geofacies in the Campos Gerais Plateau unit in the Pampa Biome, based on the Geosystem approach. Thus, the physical-ecological attributes were made compatible based on the topographic structure to delimit the geocomplexes. The geofacies were identified by combining the geocomplexes with the MUCT processes extracted from the MapBiomas database using the Principal Component Analysis

technique. Two geocomplexes were identified for the study area, which were subdivided into geofacies. The results show that PCG1 is dominated by the Degradation process and PCG2 by Stabilization. The delineation of landscape units at geocomplex level is important for environmental planning and land management. It produces a landscape synthesis that brings together different pieces of information, allowing the identification of appropriate actions for each unit. The conclusion is that there are different land uses according to the characteristics of each geocomplex.

Keywords: Landscape; Geocomplex; Geofacies; MapBiomas.

1. INTRODUÇÃO

A ascensão dos problemas socioambientais indica a necessidade de uma transgressão paradigmática para novos tratamentos que permitam análises integradas e interdisciplinares na ciência. Bertrand e Bertrand (2002) apresentam que a paisagem é o reflexo e a marca impressa da sociedade na natureza. Assim, no campo da Geografia deve-se aprofundar os estudos da paisagem, passando a analisar temas ambientais de forma integrada, na qual os elementos naturais não sejam compreendidos separadamente (SOUZA, 2009).

Bertrand propôs uma abordagem teórico-metodológica para analisar a paisagem, o Geossistema, este integra as relações complexas e dialéticas entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) ao abordarem a Geoecologia da Paisagem expõem que a paisagem natural pode ser entendida como um geossistema, que ocupa um espaço terrestre, no qual os elementos da natureza possuem relações sistêmicas entre si, constituindo uma integridade que interage com a sociedade. Assim, Bertrand, classifica a paisagem hierarquicamente em seis níveis têmporo-espaciais (zona, domínio, região, geocomplexos, geofácies e géotopo) (BERTRAND e BERTRAND, 2002; PASSOS, 2021).

O geocomplexo é uma unidade espacial, constituída por atributos físico-ecológicos com uma certa estabilidade e homogeneidade interior. O geocomplexo pode ser compartimentado em geofácies, que indicam um setor homogêneo fisionomicamente. Dessa forma, as geofácies representam uma série de paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geocomplexo, estas são dinâmicas e cambiantes. Saretta (2020) mapeou os geocomplexo e geofácies no Morro São Pedro – Porto Alegre/RS, e para identificar as geofácies fez uso de dados sobre as mudanças no uso e cobertura da terra (MUCT) na região.

A abordagem geossistêmica auxilia na formulação de análises integradas da paisagem, contribuindo no entendimento da sua estrutura e dinâmica espaço-temporal (SOBRINHO, JARDIM e SANTOS, 2019). Identificar as distintas paisagens existentes é essencial para um planejamento e gestão eficientes do espaço geográfico. Em que, compreender as paisagens como geossistemas complexos e abertos, torna possível diferenciar as unidades da paisagem por meio de seus atributos e relações únicas, permitindo a sua delimitação (LIMA *et al*., 2023).

Portanto, este trabalho tem como objetivo delimitar as unidades da paisagem a nível de geocomplexos e geofácies na unidade do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa, a partir da abordagem Geossistêmica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1 apresenta o mapa de localização da unidade do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa. Em verde podemos visualizar a abrangência espacial do Planalto dos Campos

Gerais, que ocupa áreas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Segundo Oliveira, Brubacher e Sirangelo (2015) o Planalto dos Campos Gerais corresponde a porção mais elevada do Planalto das Araucárias, em que há maior presença de topos de morros tabulares ou convexos, e declives mais suaves. Este se localiza sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral na Bacia Sedimentar do Paraná (IBGE, 2018). A unidade do Planalto dos Campos Gerais se caracteriza, em seu conjunto, por um relevo de plano a ondulado, com formas do relevo marcadas pelo processo evolutivo de dissecação (OLIVEIRA; BRUBACHER; SIRANGELO, 2015).

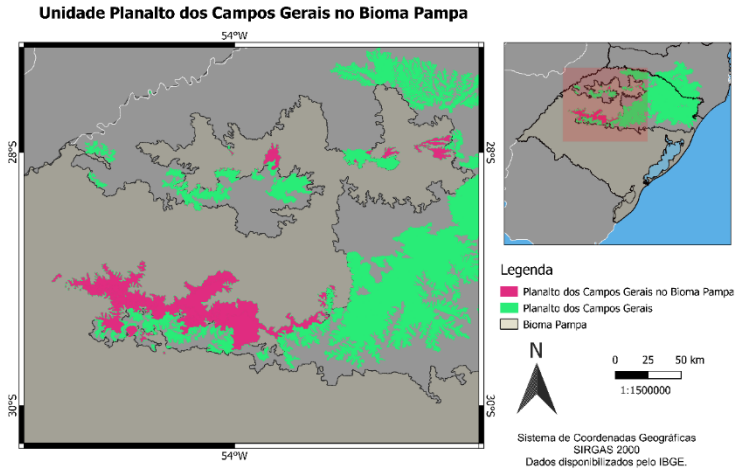

Figura 1. Localização da Unidade do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa.
Fonte: A autora (2023).

Para identificar as unidades da paisagem a nível de geocomplexos e geofácies foi aplicada a abordagem de Geossistemas. Para tal, foi elaborada uma hierarquização da paisagem seguindo a proposta de Bertrand e Bertrand (2002) a partir da geomorfologia do Bioma Pampa. Definindo a zona, o domínio, a região, a unidade, os geocomplexos e as geofácies. O nível se geótopo não será abordado neste estudo.

2.1. Delimitação dos Geocomplexos

Para esta etapa foram utilizados os softwares QGIS 3.10.4, ArcMap 10.6 e E-Cognition. Os dados espaciais/vetoriais aplicados foram os seguintes: Base Vetorial Geologia do Brasil, 1:250.000 (IBGE, 2018); Base Vetorial Pedologia do Brasil, 1:250.000 (IBGE, 2018); Base Vetorial Geomorfologia do Brasil, 1:250.000 (IBGE, 2018); Modelo Digital de Elevação (MDE) do Copernicus — GLO, 30 metros (ESA, 2021); Base Vetorial dos Sistemas Ecológicos das Savanas Uruguaias, 1:500:000 (HASENACK *et al*., 2010); e Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, 1:750:000 (CPRM, 2013).

A identificações dos geocomplexos iniciou com o processo de segmentação multiresolução do modelo digital de elevação (MDE) do Corpenicus (GLO-30) e das variáveis geomorfométricas extraídas do MDE (relevo local, geomorphons, declividade, rugosidade superficial, orientação das vertentes e relevo sombreado). Tal etapa foi realizada visando formar objetos similares em relação a sua estrutura topográfica (estrutura). A segmentação foi feita no E-Cognition seguindo a abordagem de GEOBIA, em que a primeira segmentação foi a nível de *pixel*, e a segunda a nível de objetos. Os objetos produzidos nesta segunda fase foram exportados no formato

vetorial. Após, foram integradas a estes objetos informações referentes ao modelado, pedologia e unidade geológica obtidos do IBGE (2018).

Os objetos exportados foram agregados e as suas características físico-ecológicas foram compatibilizadas para produzir geocomplexos homogêneos internamente, esta fase foi realizada no QGIS 3.10.4 e no ArcMap 10.6. Importante mencionar que na construção das unidades foi priorizada a homogeneidade entre a associação do modelado e da pedologia, buscando em seguida a compatibilização com a unidade geológica/litologia e a fisionomia vegetal (sistemas ecológicos). As áreas de bordas e indefinidas neste procedimento inicial de compatibilização, foram analisadas manualmente no software QGIS 3.10.4 e a identificação da sua unidade foi auxiliada pelo MDE e pelos atributos físico-ecológicos. Por último, a tipologia dos geocomplexos foi definida pelos seus atributos paisagísticos, estes tiveram suas áreas em hectares (ha) calculadas e sua produção cartográfica no QGIS 3.10.4.

2.2. Identificação das Geofácies

A primeira etapa para a delimitação das geofácies foi a identificação dos processos de mudanças no uso e cobertura da terra na área de interesse entre os anos de 1985 e 2020. Para tal foi utilizado os mapas de uso e cobertura da terra da coleção 6 do MapBiomas (1985-2020), que apresenta 30 metros de resolução espacial e resolução temporal de um ano (Projeto MapBiomas, 2022). Ademais, foram utilizadas as plataformas *Google Earth Engine* (GEE) e *Planetary Computer*, e os softwares QGIS 3.10.4 e ArcMap 10.6.

A técnica Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada no GEE para descrever e sintetizar os dados do MapBiomas e identificar as mudanças espaço-temporais no uso e cobertura da terra para o Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa. Maiores informações sobre a técnica ACP podem ser encontradas em Jolliffe (2002).

As classes de uso e cobertura da terra foram agrupadas em 10 classes e reordenadas para facilitar a análise dos resultados, assumindo uma ordem numérica da classe mais natural (Formação Florestal) a mais antrópica (Mineração e Infraestrutura Urbana). O processo de ordenamento e quantificação atribuem um caráter ordinal e quantitativo aos dados, tornando possível aplicar a técnica ACP a estes (AGRESTI, 2010). Para aplicar a ACP aos dados processados do MapBiomas foi adaptado o algoritmo disponibilizado por GEE (2022). A partir dos autovalores foram selecionadas as duas primeiras componentes principais (CP) que juntas explicam 69,89% dos dados originais, reduzindo o conjunto de dados de 35 imagens para duas componentes principais.

A seguir foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson no ambiente *Planetary Computer* entre as duas CP e os 35 mapas de entrada para identificar a ocorrência temporal de cada CP e facilitar a sua interpretação. Este coeficiente mensura o grau e o tipo de dependência entre duas variáveis (MAIER, 2014; ZANOTTA; FERREIRA; ZORTEA, 2019). O coeficiente auxiliará na interpretação das MUCT representadas por cada CP, pois indica os anos com valores extremos (negativos e positivos), e estes apontam os mapas que representam momentos anteriores e posteriores as mudanças.

Após, as duas CP foram interpretadas e reclassificadas em processos de MUCT no software QGIS 3.10.4. Essa etapa foi realizada por meio de análise visual, em que os mapas de entrada do MapBiomas que representam os anos de valores extremos do coeficiente de correlação serviram como informação auxiliar para validar os padrões de mudanças apresentados pelas CP. A primeira componente representa os padrões de uso e cobertura da terra estáveis entre os

anos de 1985 e 2020, indicando o que é comum no banco de dados. Por outro lado, a segunda componente principal foi reclassificada para identificar as MUCT durante a janela temporal de interesse, nesta etapa a informação referente ao coeficiente de correlação foi essencial, pois, indicou dois mapas do MapBiomas que serviram como base para interpretar os padrões espaço-temporais.

A delimitação das geofácies foi realizada pela integração dos geocomplexos delimitados na etapa anterior com a informação referente a dinâmica do uso e cobertura da terra proveniente da ACP, em dois níveis de agrupamento. Para tal foram integradas as classes identificadas na 1º CP e os processos de mudanças resultante da 2º CP. As geofácies correspondem à evolução da paisagem com base nos processos de mudança no uso e cobertura da terra. Assim, os geocomplexos são subdivididos em unidades da paisagem que representam a evolução da paisagem no tempo e sua dinâmica, considerando também a ação antrópica (FREITAS, 2006; SARETTA, 2020).

Os processos de MUCT foram particionadas em fácies mais antropizadas e fácies mais naturais. A produção das geofácies ocorreu pela sobreposição das fácies identificadas sobre os geocomplexos, no software ArcMap 10.6 com a ferramenta de intersecção. Por último, as áreas em hectares e porcentagem de cada geofácies em cada geocomplexos foi mensurada e os produtos cartográficos foram elaborados no QGIS 3.10.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a hierarquia da paisagem elaborada de acordo com a proposta de Bertrand e Bertrand (2002), esta teve com base principalmente o relevo. A unidade do Planalto dos Campos Gerais pertence a região do Planalto das Araucárias, esta é abrangida pelo domínio do Planalto Meridional, pertencendo a zona do Bioma Pampa. A unidade do Planalto dos Campos Gerais teve seus geocomplexos e geofácies delimitados.

Zona	Domínio	Região	Unidade
Pampa	Planalto Meridional	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais (PCG)

Tabela 1. Hierarquia da Paisagem.
Fonte: A autora (2023).

A unidade do Planalto dos Campos Gerais possui somente dois geocomplexos, os mesmos estão presentes na Figura 2 e suas características na Tabela 2. O modelado predominante é de dissecação homogênea de topo convexo, sendo caracterizado pela dissecação fluvial em distintas litologias sem controle estrutural forte, com colinas, morros e interflúvios tabulares. O topo convexo (c) é em sua maioria esculpida em rochas ígneas e metamórficas. Ademais, apresentam vales com boa definição e vertentes com declividade variada, com entalhamento por sulcos e com cabeceiras de drenagem de primeira ordem (IBGE, 2009).

Há presença de rochas ígneas e da unidade geológica Serra Geral - Fácies Caxias. O Campo com barba-de-bode é a fisionomia vegetal dominante, este ocorre entre 30 e 1000 m de altitude, em solos profundos e de baixa fertilidade no Planalto das Missões e das Araucárias. As gramíneas prevalecem nos remanescentes de vegetação nativa, sendo que no estrato superior há a barba-de-bode e no inferior capim-forquilha, em solos argilosos, e a grama-missioneira,

em solos arenosos (HASENACK *et al*., 2010; BOLDRINI, 2020). No geocomplexo PCG1 há o solo Argissolo Vermelho Alumínico e no PCG2 predomina o Neossolo Litólico Distrófico.

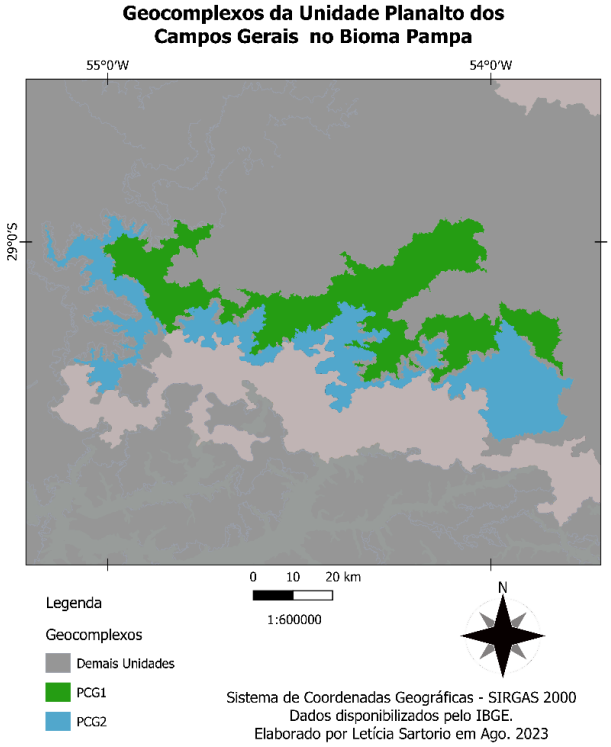

Figura 1. Geocomplexos do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa.
Fonte: A autora (2023).

Código	Pedologia	Geologia	Modelado	Drenagem	Fisionomia Vegetal	Rocha Matriz	Área (ha)
PCG1	Argissolo Vermelho Alumínico (PVa)	Serra Geral - Fácies Caxias (K1(A)cx)	449Dc11/21/31/41. Dissecação homogênea com topo convexo	Aprofundamento das incisões muito fraco e densidade de drenagem de muito grosseira a fina	Campo com barba-de-bode	Ígnea (Basalto)	179367,794
PCG2	Neossolo Litólico Distrófico (RLd)	Serra Geral - Fácies Caxias (K1(A)cx)	449Dc11/21/31. Dissecação homogênea com topo convexo	Aprofundamento das incisões muito fraco e densidade de drenagem muito grosseira a média	Campo com barba-de-bode	Ígnea (Basalto)	150583,559

Tabela 2 - Características dos Geocomplexos do Planalto dos Campos Gerais.
Fonte: A autora (2023).

Os processos MUCT identificados pela ACP foram divididos em dois níveis. Esta proposta hierárquica permite agrupar/detalhar as fácies. O primeiro nível abrange três fácies: Estabilização (sem alteração), Regeneração (transição entre uso para cobertura da terra) e Degradação (transição de cobertura para uso da terra). A fácies de Estabilização se subdivide em Conservação Natural e Antrópica no segundo nível, e a fácies de Regeneração se mantém. Já a fácies de Degradação se subdivide nos processos identificados na CP 2: Expansão Soja, Expansão Agropecuária, Expansão Silvicultura e Intensificação Agropecuária; somadas a classe de Degradação, que corresponde a Áreas com MUCT identificada na CP 1, que representa áreas não estáveis sem a informação do principal tipo de conversão. A Figura 3 apresenta a distribuição das fácies no segundo nível hierárquico para o Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa e a Tabela 3 a sua área.

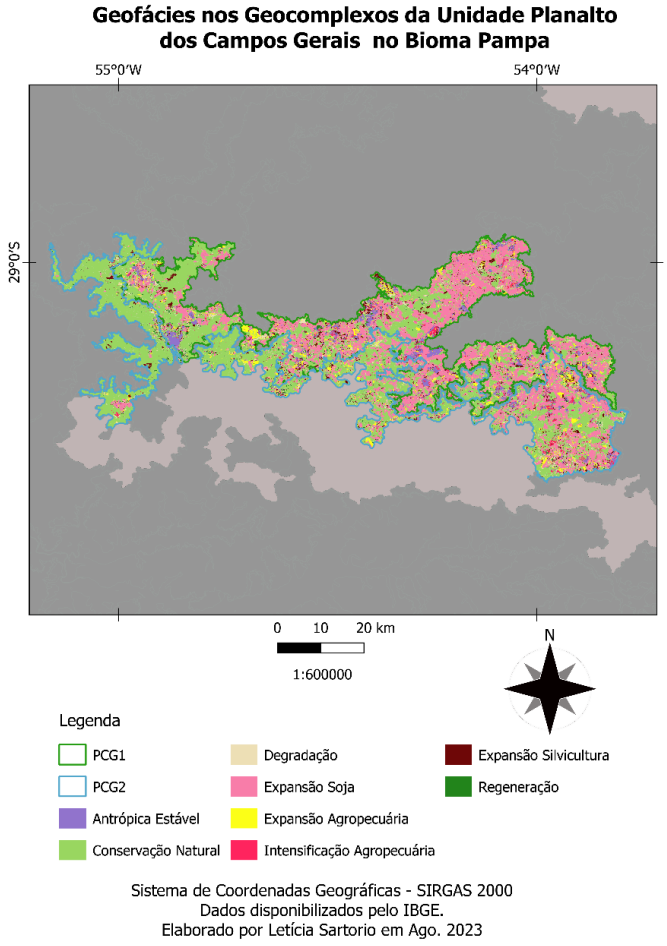

Figura 3. Geofácies nos Geocomplexos do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa. Fonte: A autora (2023).

Nota-se que no geocomplexo ao norte (PCG1) predomina a Degradação, com considerável Expansão de Soja (39,27%). Já no PCG2 há maior presença de Estabilização, com destaque para a Conservação Natural (58,06 %). Há uma diferença no uso e cobertura da terra nestes geocomplexos, que pode estar associada ao tipo de solo, pois a conservação prevalece no PCG2 que apresenta um Neossolo Litólico com baixo desenvolvimento pedogenético e limitação para a agricultura.

	PCG1	179367,794	**PCG2**	150583,559
Fácies	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Estabilização	**71125,30**	**39,65**	**90607,31**	**60,17**
Conservação Natural	59761,8	33,32	87430,3	58,06
Antrópica Estável	11363,5	6,34	3177,01	2,11
Regeneração	**1852,15**	**1,03**	**1613,7**	**1,07**
Regeneração	1852,15	1,03	1613,7	1,07
Degradação	**104955,76**	**58,52**	**56495,18**	**37,52**
Degradação	13861,6	7,73	10196,4	6,77
Expansão Soja	70430	39,27	32675,7	21,70
Expansão Agropecuária	9269,22	5,17	6302,78	4,19
Expansão Silvicultura	7611,88	4,24	4454,09	2,96
Intensificação Agropecuária	3783,06	2,11	2866,21	1,90

Tabela 3 - Área (ha) e Porcentagem (%) das Fácies nos Geocomplexos da Unidade Planalto dos Campos Gerais.
Fonte: A autora (2023).

Silva *et al*. (2019) mapearam as geofácies no município de Luís Gome/RN a partir da abordagem geossistêmica, neste estudo também foram considerado os impactos causados pelas ações antrópicas. Já, Souza, Silva e Diniz (2023) delimitaram as unidades da paisagem a nível de geocomplexo e geofácies no litoral oriental do Rio Grande do Norte. Para tal utilizaram dados físicos, imagens de satélite e saída de campo para delimitar as geofácies, identificando os principais usos da terra. Como neste trabalho, os autores também validam a aplicação do método geossistêmico para estudos da paisagem e a utilização de informações referente a dinâmica do uso e cobertura da terra para identificar as geofácies.

A partir da delimitação dos geocomplexos neste estudo foi possível estabelecer uma síntese paisagística da unidade do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa. Identificando seus atributos físico-ecológicos e os integrou para formar unidades da paisagem homogêneas. As geofácies subdividem os geocomplexos e apresentam a dinâmica do uso e cobertura da terra, indicando os principais processos de uso e cobertura da terra em cada geocomplexo.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo identificar os geocomplexos e geofácies do Planalto dos Campos Gerais no Bioma Pampa por meio da aplicação da proposta teórico-metodológica de Geossistemas de Bertrand e Bertrand (2002). Assim, compatibilizou atributos físico-ecológicos tendo como base a estrutura topográfica para delimitar os geocomplexos. E as geofácies foram identificadas por meio da união dos geocomplexos com os processos MUCT, extraídos do banco de dados do MapBiomas por meio da técnica de Análise de Componentes Principais.

A delimitação das unidades da paisagem a nível de geocomplexos é de suma importância para o planejamento ambiental e o gerenciamento territorial. Pois, resulta de uma síntese paisagística que reúne distintas informações físico-ecológicas, permitindo a identificação de ações adequadas para cada unidade, sendo assim mais eficazes e direcionadas. Ademais, as geofácies indicam os principais processos MUCT atuantes em cada geocomplexo e sua dinâmica temporal. A partir dessa informação se evidencia a ocorrência de distintos usos de acordo com as características de cada geocomplexo. Trabalhos futuros podem explorar a aplicação de

métricas da paisagem sob as geofácies, para compreender as suas características e a estrutura da paisagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de Doutorado.

REFERÊNCIAS

AGRESTI, A. **Analysis of ordinal categorical data**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Une géographie traversière: L'environnement à travers territoires et temporalités**. Paris: Éditions Arguments, 2002. 311p.

BOLDRINI, I. Por que e para que conservar o Pampa?.. In: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA. 2020. Pelotas, Brasil. **Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa: Reunindo saberes**, 2020, Pelotas, RS: Editora UFPel, 2020. v.1, p. 12-29.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. CPRM, 2013. Escala:1:750:000. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html?_gl=1*10icg0z*_ga*MTMwNDQ1NTg2OC4xNjg2NzcxODMy*_ga_HYCRRWGXHJ*MTY5MjAxNzk5OS4xLjEuMTY5MjAxODA2My4wLjAuMA..>. Acesso em: Junho 2023.

ESA - Agência Espacial Europeia. Copernicus Modelo Digital de Elevação Global. ESA, 2021. Distribuído por OpenTopography. Acesso: Junho 2022. DOI: https://doi.org/10.5069/G9028PQB.

FREITAS, M. W. D. **Estudo integrado da paisagem no Sertão Pernambucano (NE-BRASIL) com o uso de sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto**. 2006. 191f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos – SP.

Google Earth Engine. Eigen Analysis. GEE, 2022. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/guides/arrays_eigen_analysis>. Acesso em: Setembro 2022.

HASENACK, H.; WEBER, E.; BOLDRINI, I.I.; TREVISAN, R. (Porto Alegre, RS). Mapa de sistemas ecológicos das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior. Porto Alegre, 2010. Escala 1:500.000. Centro de Ecologia. Relatório técnico Projeto UFRGS/TNC. 18 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio De Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento de recursos naturais do Brasil-Escala 1: 250.000**. Documentação Técnica Geral. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. New York: Springer, 2002.

LIMA, D. da C. A.; SANTOS, L. C. A. dos; RIBEIRO, P. C.; SOARES, I. G.; MEDEIROS, R. B. **As Paisagens da Zona Costeira do Maranhão: O Caso dos Municípios de Rosário,**

Axixá e Icatu. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 24, n. 93, p. 246–260, 2023. DOI: 10.14393/RCG249365004.

MAIER, É. L. B. **Relações espaço-temporais entre dados paleoclimáticos do Nevado Illimani (Bolívia) e a precipitação na América do Sul**. 2014. 126f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS.

OLIVEIRA, G. D.; GUASSELLI, L. A.; BRUBACHER, J. P.; SIRANGELO, F. R. (2015). Interpretação e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, com suporte de técnicas de geoprocessamento e utilização de dados orbitais e cartográficos. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa, Brasil. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, Brasil, v. 17, p. 6467 – 6474.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

SARETTA, F. **Geossistemas do Morro São Pedro (Porto Alegre-RS): um estudo integrado da paisagem de 1964 a 2019**. 2020. 65f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS.

SILVA, F. E. B.; DINIZ, M. T. M.; SILVA, J. P.; DAS CHAGAS, M. D. **Compartimentação das unidades paisagem em escala de semidetalhe do municipio de Luís Gomes-Rio Grande do Norte: aplicando o sistema taxonômico de Bertrand utilizando o conceito de geofácies**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 279-292, 2019. DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.558.

SOBRINHO, T. R. G.; JARDIM, K. A.; SANTOS, V. F. **O Geossistema como Proposta Metodológica Aplicada a Planície Costeira do Amapá: Cabo Norte, Brasil**. Caderno de Geografia, v. 29, n. 57, p. 526-546, 2019. DOI: https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n57p526-546

SOUZA, A. C. D.; SILVA, F. E. B.; DINIZ, M. T. M. **Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste–Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p443-465.

SOUZA, R. J. **O Sistema GTP (geossistema-território-paisagem) como novo projeto Geográfico para a análise da interface sociedade-natureza**. Formação (Online), v. 2, n. 16, 2009. DOI: https://doi.org/10.33081/formacao.v2i16.866.

ZANOTTA, D.; FERREIRA, M.; ZORTEA, M. **Processamento de Imagens de Satélite**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.