

XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO (*CLUSTER*) PARA A DETERMINAÇÃO HIERÁRQUICA DE UNIDADES TIPOLÓGICAS DE PAISAGENS

ADALTO MOREIRA BRAZ¹

IVANILTON JOSÉ DE OLIVEIRA²

EDUARDO SALINAS CHÁVEZ³

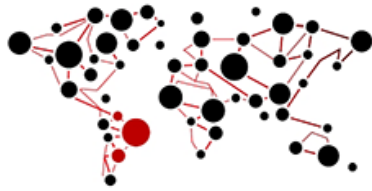
Resumo

A classificação de paisagens é um processo complexo, por vezes, envolvendo quantidade elevada de elementos que constituem as paisagens. Uma das possibilidades que emergem neste contexto é a do agrupamento estatístico (*cluster*) para criar modelos de agrupamentos das variáveis com números elevados de unidades de paisagens. O objetivo deste trabalho é apresentar um agrupamento (*clustering*) para estabelecer a tipologia de paisagens por meio do agrupamento (*upscaling/bottom-up*) de 272 unidades de paisagens do município de Mineiros (GO), delimitadas por meio dos elementos de morfoestrutura, geologia, geomorfologia, altitude, declividade, densidade de drenagem, solos e uso e cobertura da terra. A tipologia foi realizada por meio da análise de agrupamentos apropriando-se de estatística multivariada para delimitar conjuntos de indivíduos (grupos de paisagens) com características semelhantes, levando em consideração os elementos e sua inter-relação sobre a estrutura das paisagens. Para isso, utilizou-se o *software* Past e um algoritmo de grupo emparelhado adotando métodos de grupo de pares não ponderados com média aritmética através do índice de similaridade de distância euclidiana, levando-se em consideração uma matriz de presença e ausência indicando as características (classes) de cada um dos atributos aplicados na delimitação das unidades de paisagens. O resultado é dado por um dendrograma indicando níveis de agrupamentos conforme a distância entre os *clusters*, sendo escolhido o nível de similaridade 3 da distância euclidiana que permitiu agrupar 272 unidades de paisagens em 25 grupos de paisagens conforme níveis de homogeneidade. O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,7425 valor admissível para bons agrupamentos. A princípio, não se verificou tendências sobre um atributo preponderante na delimitação ou agrupamento das paisagens. Isso reforça a premissa sobre a

¹ Acadêmico do programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás. E-mail de contato: adaltobraz.geografia@gmail.com

² Docente do programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás. E-mail de contato: ivanilton.oliveira@gmail.com

³ Professor visitante estrangeiro da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail de contato: esalinasc@yahoo.com



XIII ENANPEGE

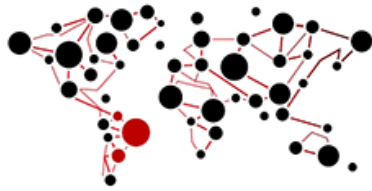
A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

organização e formação das paisagens em que todos os elementos dessa estrutura se encontram em inter-relação, não havendo uma regra para, no sentido genético, indicar uma regulação na formação e hierarquia dos geossistemas. O agrupamento obedeceu à premissa de um modelo teórico e conceitual dos geossistemas, onde todos os atributos utilizados exerceram influência sobre o agrupamento das 272 unidades em 25 grupos de paisagens, apresentando um resultado satisfatório. A utilização de *cluster* é uma técnica pouco explorada em trabalhos no âmbito da Geografia Física brasileira, mas que demonstrou um considerável potencial em agrupamentos de unidades de paisagens para fins de representação cartográfica. Essa é uma técnica diferencial para procedimentos convencionais de hierarquia e agrupamento no estudo das paisagens, tanto no sentido de superar quantidades elevadas de elementos que compõem as paisagens, quanto para buscar solução aos problemas a respeito de condicionantes na organização e formação de geossistemas.

Palavras-chave: Geossistemas; Taxonomia de Paisagens; Cartografia de Paisagens; Geoinformação.

Abstract

The classification of landscapes is a complex process, sometimes involving a high number of elements that constitute the landscapes. One of the possibilities that emerge in this context is that of the statistical grouping (cluster) to create groups models of the variables with high numbers of landscapes units. The objective of this work is to present a grouping (clustering) to establish the typology of landscapes by groups (upscaling/bottom-up) of 272 units of landscapes of the municipality of Mineiros (GO), delimited by the elements of morphostructure, geology, geomorphology, altitude, declivity, drainage density, soils and land use and cover. The typology was carried out by analyzing groups using a multivariate statistic to delimit sets of individuals (groups of landscapes) with similar characteristics, considering the elements and their interrelationship on the structure of the landscapes. We used the Past software and a paired group algorithm adopting unbalanced pair group methods with arithmetic mean through the Euclidean distance similarity index, considering a presence and absence matrix indicating the characteristics (classes) of each of the attributes applied in the delimitation of the landscape units. The result is given by a dendrogram indicating levels of clusters according to the distance between clusters, being chosen the level of similarity 3 of the Euclidean distance that allowed to group 272 units of landscapes in 25 groups of landscapes according to levels of homogeneity. The coefficient of cogenética correlation was of 0.7425 admissible value for good groupings. At first, there was no trend towards a predominant attribute in the delimitation or grouping of landscapes. This reinforces the premise about the organization and formation of landscapes in which all elements of this structure are interrelated, and there is no rule to indicate, in the genetic sense, a regulation in the formation and hierarchy of geosystems. The grouping obeyed the premise of



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

a theoretical and conceptual model of the geosystems, where all the attributes used exerted influence on the grouping of the 272 units in 25 groups of landscapes, presenting a satisfactory result. The use of clustering is a technique little explored in works within the scope of Brazilian Physical Geography, but that has demonstrated a considerable potential in groupings of landscapes units for the purpose of cartographic representation. This is a differential technique for conventional hierarchical and clustering procedures in the study of landscapes, both in order to overcome high amounts of elements that compose the landscapes, as well as to find solutions to the problems regarding conditioning factors in the organization and formation of geosystems.

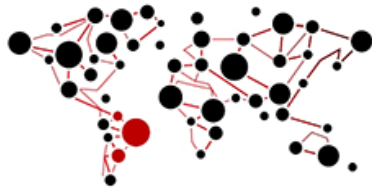
Keywords: Geosystems; Taxonomy of Landscapes; Cartography of Landscapes; Geoinformation.

1 – Introdução

A representação de unidades de paisagens leva em consideração a escala e o objetivo de aplicação, provenientes da cartografia de paisagens. A tarefa de representar geossistemas é algo laborioso e adotar uma escala e um nível de representação exige considerável esforço. Uma das possibilidades lançadas é a do agrupamento paisagens em hierarquias superiores. Tal situação emerge do pressuposto da homogeneidade dos geossistemas, levando este procedimento o nome de tipologia de paisagens (no âmbito da taxonomia de paisagens).

A tipologia constitui um sistema de classificação (taxonomia) por meio da estrutura das paisagens, baseando-se em elementos similares que possuem dimensão espacial característica, agrupados por meio de critérios de identificação definidos, podendo estar ou não subordinados. Através da tipologia, distinguem-se geossistemas por meio de sua semelhança (homogeneidade) e repetição (espacial), tornando-se fundamental no estudo das paisagens.

A identificação pode ser realizada de acordo com princípios de analogia, homogeneidade, repetibilidade e pertinência de unidades, avaliados por meio de agrupamento (*upscaling/bottom-up*) ou por divisão (*downscaling/top-down*), sendo a primeira opção a de maior interesse para os procedimentos deste trabalho (Figura 1).



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

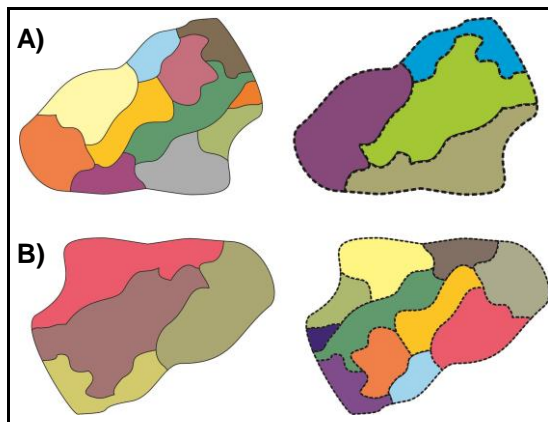


Figura 01 – Exemplo de (A) *upscaling/bottom-up* (agrupamento) e (B) *downscaling/top-down* (divisão).
Organizada pelos autores

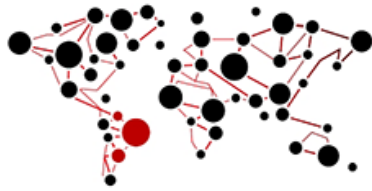
O objetivo deste trabalho é apresentar um agrupamento (*clustering*) para estabelecer a tipologia de paisagens por meio do agrupamento (*upscaling/bottom-up*) de 272 unidades de paisagens do município de Mineiros (GO).

Embora, o mapeamento final tenha resultado em 16 tipos de paisagens, partindo do mapeamento de 272 unidades de paisagens, preocupou-se em direcionar a discussão para o procedimento intermediário, quando da utilização do *clustering* para agrupar, de maneira otimizada, as 272 unidades de paisagens em 25 grupos de paisagens.

2 – Tipologia e hierarquia na cartografia de paisagens

A tipologia de paisagens – ou dos geossistemas – caracteriza-se por possuir níveis comuns, não apenas de unidades adjacentes (contíguas) mas também por unidades que não são contínuas (desmembradas), ou seja, podem ser repetíveis no espaço e no tempo, diferenciando-se de acordo com princípios de analogia, homogeneidade, repetibilidade e pertinência a um mesmo indivíduo (RODRÍGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2010).

Em vista disso, Klijn (1995) discutiu amplamente as formulações e a relevância da abordagem hierárquica no mapeamento de paisagens. O autor considera que o primeiro e mais importante princípio da hierarquia é que os elementos devem ser baseados em desigualdades em seus relacionamentos.



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

Relacionamentos desiguais não ocorrem dentro de um nível, ou seja, mesmo com a relação entre determinadas unidades sendo iguais, há níveis assimétricos entre tais relações, caracterizando hierarquias distintas. Isso quer dizer que níveis mais “altos” (superiores) são mais integrados ou organizados do que níveis mais “baixos” (inferiores).

Klijn (1995) ainda afirma que “isso coloca a questão de quais critérios devem ser usados para organizar e ordenar fenômenos: quais são exatamente as assimetrias [ou heterogeneidades] sobre as quais os níveis hierárquicos devem se basear?” (KLIJN, 1995, p. 33). Por isso, Sochava (1978b) já admitia que “nenhuma classificação é absoluta, sendo necessário modificá-la e aperfeiçoá-la.

No âmbito da utilização de agrupamentos estatísticos em cartografia de paisagens, é possível mencionar o trabalho de Castro, Cunha e Santos (2008) que utilizaram estatística multivariada (*clustering* por principais componentes e distância euclidiana) para identificar conjuntos de paisagens na região identificada como Raia Central Portuguesa.

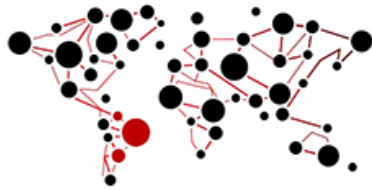
Sysuev (2004) propôs a classificação automática de paisagens baseando-se na aplicação do algoritmo estatístico *k-means*. Este procedimento agrupa classes em uma quantidade pré-determinada, por meio de distância euclidiana mínima.

Medeiros (2016) propôs análise estatística para avaliar inter-relações entre o grande número de unidades de paisagens, visando a condensá-las em grupos com características homogêneas, por meio de *Principal Component Analysis* (PCA).

Por fim, Sochava (1970; 1978a) já mencionava que esta era uma perspectiva imediata (na época) para um conhecimento mais completo dos geossistemas, para o autor, a capacidade dos mapas de paisagens poderia ser ampliada a partir do processamento de dados, utilizando coeficientes de correlação, linhas de regressão, dentre outras técnicas.

3 – Procedimentos

O mapeamento das 272 unidades de paisagens foi realizado por meio do cruzamento de 8 elementos, sendo: morfoestrutura, geologia, geomorfologia,



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

hipsometria (altitude), declividade, densidade de drenagens, solos e uso e cobertura da terra⁴. Para isso, apropriou-se da geoinformação, materializada na forma do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.4.1.

O alto número de unidades de paisagens (272) provocou interesse em criar grupos (*clusters*) que fossem semelhantes.

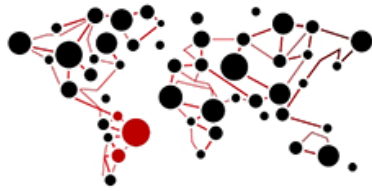
Desta maneira, os esforços estiveram concentrados no agrupamento dessas unidades em hierarquias superiores, com certo grau de similaridade, visando a representação de grupos de paisagens através do *cluster* e, posteriormente o mapeamento final dos tipos de paisagens. Os procedimentos foram realizados apropriando-se de estatística multivariada, tendo como necessidade principal de se adotar tal procedimento em função da quantidade de unidades de paisagens.

A análise de agrupamentos (*clustering*) foi realizada por meio do *software* estatístico Past, através das opções *multivariate*, *clustering* e *classical*. Este procedimento resulta num agrupamento (*clustering*) por meio de um algoritmo de grupo emparelhado, o método de grupo de pares não ponderados com média aritmética (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – UPGMA*) que adotou um índice de similaridade através da distância Euclidiana.

De acordo com Metz (2006), o UPGMA é um algoritmo de agrupamento hierárquico que adota uma estratégia aglomerativa (*bottom-up*). Isso quer dizer que cada unidade de paisagem foi considerada separadamente no início e sendo agrupada, conforme as distâncias do algoritmo, em vários *clusters* possíveis, segundo algum critério de similaridade, onde cada cluster pode ser agrupado com outro em determinados níveis (linha de corte), até que se tenha um cluster com todos os elementos.

Já a distância euclidiana, que é a mais utilizada em análises de agrupamentos (*clustering*) conforme explica Metz (2006), “expressa a distância geométrica euclidiana entre os exemplos em um espaço multi-dimensional” e é definida pela Equação 1.

⁴ O cruzamento dos elementos se deu através da ferramenta *Union* e, posteriormente submetida à aplicação da lógica *fuzzy* e filtragem dos resíduos por área mínima cartografável (*Eliminate*), disponíveis no ArcMap 10.4.1.



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

$$\text{dist}(E_i, E_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^M (x_{il} - x_{jl})^2} \quad (1)$$

Operacionalmente, a tipologia apropriou-se das 272 unidades e cada uma das 71 classes dos 8 elementos usados para o mapeamento das unidades, organizando-os em uma matriz binária de “presença-ausência” – 0 para elementos ausentes na unidade e 1 para elementos presentes na unidade. Este procedimento é o que define as semelhanças ou diferenças entre os elementos de entrada (*input*), a partir de uma distância, neste caso, a distância euclidiana.

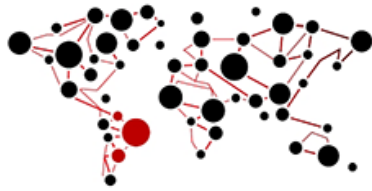
O resultado é um dendrograma formado pelo agrupamento das unidades de paisagens em níveis de distância dos *clusters* formados. Essa é uma das principais vantagens dos algoritmos hierárquicos, que “não oferecem apenas os *clusters* obtidos, mas também toda a estruturas dos dados e permitem obter facilmente subconjuntos dentro desses dados” (LINDEN, 2009, p. 29).

Por fim, realizou-se o agrupamento das 272 unidades de paisagens em 25 grupos de paisagens, conforme sua similaridade a partir de grupos (*clusterings*) obtidos pelo dendrograma resultante da operação estatística⁵.

4 – Resultados

Primeiramente é importante ressaltar que não há um consenso sobre a delimitação ou mesmo da escolha de elementos que definam as unidades de paisagens. Também por isso, não há uma regra sobre o nível hierárquico de geossistemas a serem empregados para iniciar a elaboração de mapas de paisagens. Embora, quando das orientações à luz da Escola Russo-Soviética de Geografia, sobretudo no que tange ao estudo das paisagens, há algumas convergências nos procedimentos.

⁵ O mapeamento final resultou em 16 tipos de paisagens. Todavia, a identificação dos tipos foi realizada manualmente e, portanto, não é objeto de análise no presente artigo que tem por objetivo avaliar o agrupamento estatístico (*clustering*) das unidades em grupos de paisagens.



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

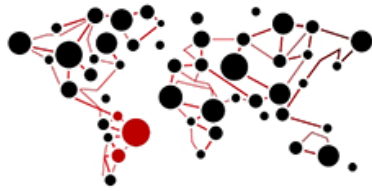
Em vista disso, a partir do cruzamento dos elementos, foram delimitadas 272 unidades de paisagens em Mineiros (GO). Embora, num primeiro momento, tal situação seja um indicativo da diversidade de paisagens no município, do ponto de vista da representação cartográfica e da intenção de utilizar da informação das paisagens para um planejamento (ambiental e territorial), se fez necessário a adoção de outras escalas de análise (geográfica e cartográfica)⁶.

Os resultados foram obtidos a partir da escolha da linha de corte no intervalo 3.0. Isso ocorreu pois, nessa distância, para a o município de Mineiros, os *clusters* mudaram consideravelmente e fizeram mais sentido para o problema da tipologia e dos objetivos propostos (Figura 4).

É preciso ressaltar que cada realidade de mapeamento apresentará particularidades quanto à distinção das unidades de paisagens, não sendo uma regra (inflexível) a escolha de linhas de cortes sempre iguais. Tal situação, também irá afetar a quantidade e configuração dos limites das unidades de paisagens.

⁶ A escala cartográfica pode ser entendida como a relação de proporção entre objetos (ou superfícies) e sua representação nos mapas, cartas, desenhos etc. Enquanto a escala geográfica trata das representações contidas espaço geográfico, ou seja, do tamanho ou abrangência dos fenômenos que estão dispostos no espaço geográfico e, portanto, são também problemas da análise geográfica (CASTRO, 2010).

CASTRO, I. E. O problema da escala. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. **Geografia: conceitos e temas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 117-140).



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

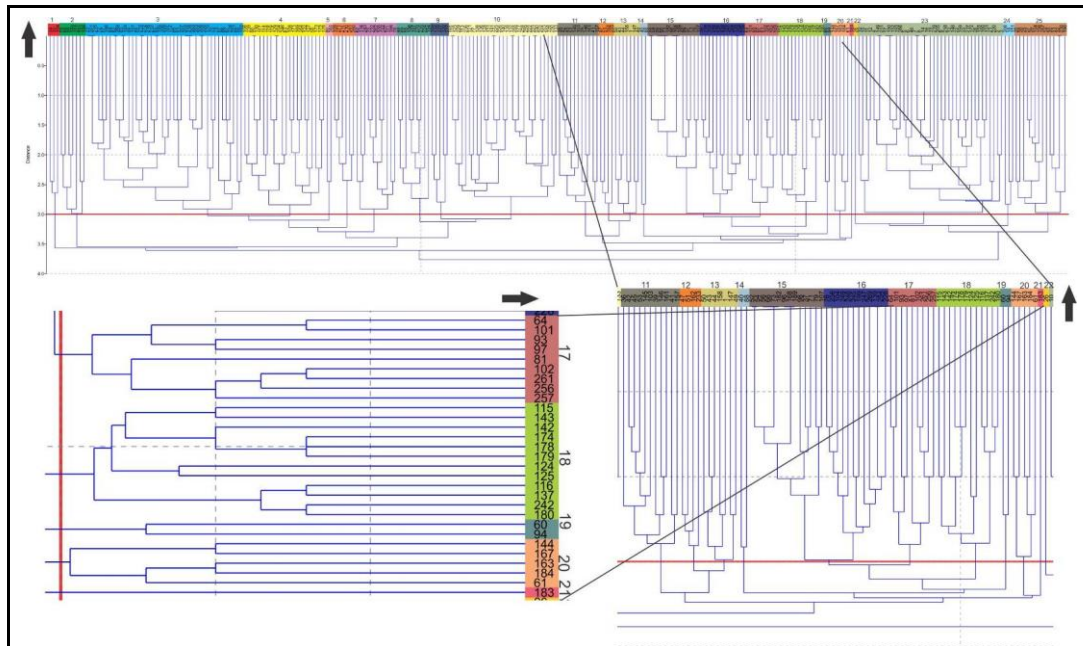
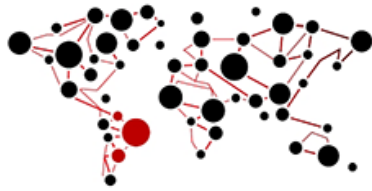


Figura 02 – Dendrograma resultante da análise de *cluster*.
Organizada pelos autores

A qualidade do agrupamento se dá a partir da avaliação do coeficiente de correlação cofenética, que nesse caso foi de 0,7425. Rohlf (1970) propõe que correlações cofenéticas $> 0,7$ são admissíveis para bons agrupamentos.

O procedimento de *clustering* indicou 25 grupos de paisagens (Figura 3). A maior vantagem verificada no procedimento foi a da otimização para obter um reagrupamento dos limites de – unidades para grupos de – paisagens. Com isso, o *clustering* apresenta uma otimização de 91% dos limites entre as 272 unidades de paisagens e seu agrupamento em 25 grupos de paisagens, num tempo bastante reduzido.

A vantagem mais relevante dessa técnica é que, através da matriz binária de “presença-ausência”, o procedimento de *cluster* agrupa e redefine uma grande quantidade informações que, por vias manuais de análise e reagrupamento espacial, apresentaria excessiva morosidade. Pelos procedimentos tradicionais (vias manuais) o agrupamento deveria ser realizado de forma analítica, em cada uma das 272 unidades de paisagens, relacionando-as a partir dos elementos de sua estrutura



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

(relevo, solo, vegetação etc.) e buscando correspondência com unidades análogas (homogêneas).

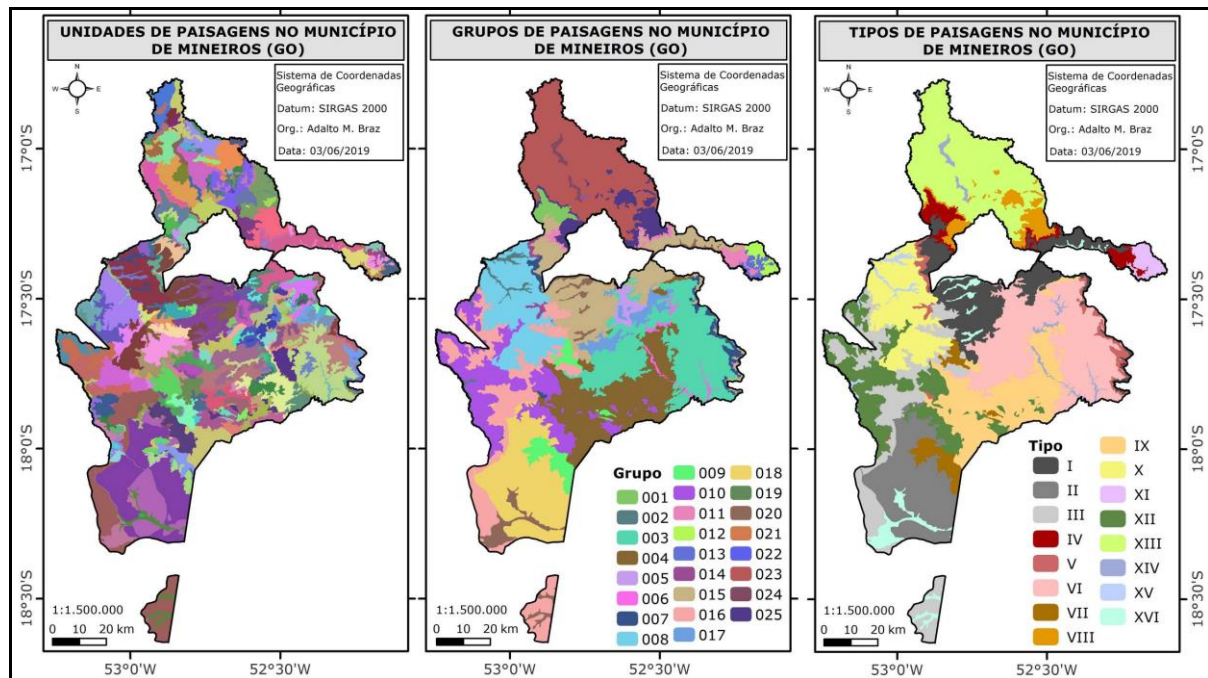
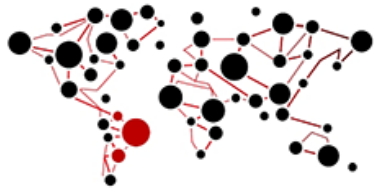


Figura 03 – Comparação entre unidades, grupos e tipos de paisagens no município de Mineiros (GO). Organizada pelos autores

Entretanto, a matriz de “presença-ausência” indica para o *software* quais objetos (unidades de paisagens) possuem elementos análogos em sua estrutura que, ao modelar os dados de forma quantitativa (estatística), indica diferentes níveis de agrupamento das unidades de paisagens. Os níveis de agrupamento, definidos através das linhas de cortes apontadas pelo dendrograma, também sugerem diferentes escalas geográficas para análise das paisagens (princípio da hierarquia de paisagens).

Assim, adotou-se três níveis de organização da estrutura das paisagens, partindo de hierarquias superiores para hierarquias inferiores: unidades de paisagens (272 unidades); grupos de paisagens (25 grupos), tipos de paisagens (16 tipos), conforme a figura 3

Percebida tal contribuição da análise de *cluster* para o agrupamento de paisagens, algumas indagações, para além do seu auxílio e fortalecimento na delimitação de paisagens, devem ser ainda contempladas.



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

É necessário refletir sobre a necessidade sobre a possibilidade de obter significância espacial entre as unidades de paisagens a partir dos agrupamentos sugeridos pela classificação do *cluster*. Visto que a significância estatística (*cluster*) não leva em consideração a significância espacial dos limites das unidades de paisagens.

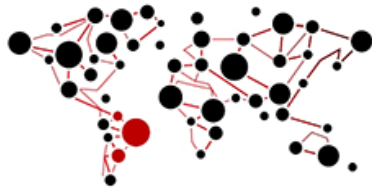
Outra reflexão se dá a respeito da capacidade da técnica estatística (*clustering*) determinar elementos preponderantes no agrupamento das paisagens. Por exemplo, a geomorfologia seria, de fato, o principal elemento a condicionar a formação dos grupos de paisagens? Essa situação provoca ainda outra observação. Há uma perspectiva na identificação, a partir da análise de *cluster*, de possíveis elementos que condicionam os grupos de paisagens que foram definidos?

Uma das problemáticas mais relevantes na cartografia de paisagens é a escala (geográfica e cartográfica). Em vista disso, a análise de *cluster* indica as linhas de corte, que diferenciarão os níveis dos agrupamentos resultantes.

Logo, a questão perpassa por encontrar uma relação entre os níveis de agrupamento (linhas de corte) com as escalas geográfica e/ou cartográfica que sejam representativas com a complexidade (e realidade) da representação das paisagens.

A princípio, não se verificou tendências sobre um atributo preponderante na delimitação ou agrupamento das paisagens. Diferente de Medeiros (2016) que assumiu, a partir dos *clusters*, que as variáveis de litologia, relevo e solos foram as mais representativas para o agrupamento e formação das paisagens. Todavia, a consideração feita pelos resultados aqui apresentados, reforça, por ora, a premissa de que todos os elementos da estrutura das paisagens se encontram em inter-relação, não sendo possível identificar um ou alguns elementos que sejam preponderantes na formação ou agrupamento das paisagens.

O agrupamento obedeceu à premissa de um dos modelos teórico e conceitual dos geossistemas, apresentando um resultado satisfatório, onde os atributos utilizados exercem influência descentralizada sobre a formação das unidades paisagens. Portanto, não foi encontrada uma regra, ou mesmo tendência, no sentido



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

genético do condicionamento das paisagens, que indicasse uma regulação na formação e hierarquia dos geossistemas a partir dos elementos utilizados para delimitar as unidades de paisagens e posteriormente agrupá-las.

5 – Considerações finais

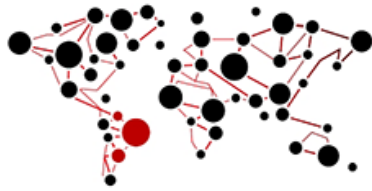
A utilização de *cluster* é uma técnica pouco explorada em trabalhos no âmbito da Geografia Física brasileira, mas que demonstrou um considerável potencial em agrupamentos de unidades de paisagens para fins de representação cartográfica.

Esta é uma técnica diferencial em relação aos procedimentos convencionais de hierarquia e agrupamento para o estudo das paisagens, tanto no sentido de superar quantidades elevadas de elementos que compõem as paisagens, quanto para buscar solução aos problemas a respeito de condicionantes na organização e formação de geossistemas.

Considera-se que a utilização de técnicas da estatística (*clustering*) foi relevante na otimização dos processos. Mesmo assim, é preciso ressaltar que essa é uma possibilidade para subsidiar o mapeamento de paisagens, mas não pode – pelos menos em vista do que foi exposto e discutido nesse trabalho – ser entendida como orientação principal e incontestável na definição de unidades de paisagens.

Dessa forma, a necessidade de reagrupamento dos 25 grupos de paisagens (posteriormente ao *clustering*) em 16 tipos de paisagens, justifica-se pela busca de uma maior significância espacial, sobretudo na representação cartográfica das paisagens. Acredita-se que os grupos de paisagens possuem alta significância estatística e seu reagrupamento em tipos de paisagens parte da necessidade de aprimoramento para a significância espacial e cartográfica das paisagens.

Consequentemente, os resultados ampliam o espectro de sobre as perspectivas que ainda podem ser exploradas sobre essa temática, através da continuação dos estudos visando superar algumas indagações e desafios que deverão ser superados, a exemplo de:



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

- Existe a necessidade de testar outros algoritmos de agrupamentos além da distância euclidiana, como Jaccard, Ward e K-Means. Ou algoritmos de ordenação, como o PCA.
- O clustering seria suficiente para indicar respostas sobre os elementos condicionantes dos tipos de paisagens?

Por fim, evidenciou que os procedimentos empregados e os resultados obtidos, estão qualificados para o fortalecimento na busca por novas técnicas na cartografia de paisagens, sobretudo na Geografia Física feita no Brasil.

Agradecimento

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível de Pessoal (CAPES) pelo financiamento de bolsa de Pesquisa (Demanda Social) em nível de doutorado.

Referências bibliográficas

CASTRO, E.; CUNHA, L.; SANTOS, N. P. Análise integrada da paisagem da raia central portuguesa. **Minerva**, São Carlos, vol. 5, n. 2, p. 139-147, jul./dez., 2008.

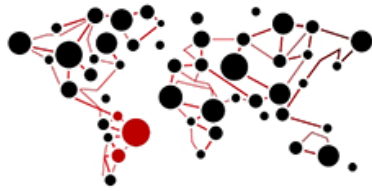
KLIJN, J. A. **Hierarchical concepts in landscape ecology and its underlying disciplines**. Report 100. Wageningen: DLO WinandStaring Centre, 1995.

LINDEN, R. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, Visconde de Araújo, n. 4, p. 18-36, jul./dez., 2009.

MEDEIROS, J. F. **Da análise sistêmica à Serra de Martins: contribuição teórico-metodológica aos brejos de altitude**. 2016. 220 f. (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2016.

METZ, J. **Interpretação de clusters gerados por algoritmos de clustering hierárquico**. 2006. 126 f. (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional). Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional. Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2006.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia de paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.



XIII ENANPEGE

A GEOGRAFIA BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO:
produção, circulação e apropriação do conhecimento
DE 2 A 7 DE SETEMBRO DE 2019 · SÃO PAULO

ROHLF, J. F. Adaptative Hierarchical Clustering Schemes. **Systematic Biology**, New Haven, vol. 19, n. 2, p. 58-82, mar., 1970.

SOCHAVA, V. B. **Topologia dos geossistemas de estepe**. Leningrado: Casa de Publicações de “Ciências” Divisão de Leningrado, 1970. (Em russo).

SOCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978a. (Em russo).

SOCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, n. 14, p. 1-24, 1978b.

SYSUEV, V. V. Modelagem por diferenciação de geossistemas. **Série Geographica**, Moscou, vol.31, p. 340-349, 2004. (Em russo).