



## ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp](http://www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp)

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ROCHA, P. R. R.; NASCIMENTO, C. T. C.; BERNARDI, J. V. E.. Correlação entre dados topográficos e pedológicos na região do Parque Estadual Terra Ronca Goiás. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.313-318. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe\\_313-318.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_313-318.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em [www.cavernas.org.br/sbe-ibram](http://www.cavernas.org.br/sbe-ibram)

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)



**IBRAM** 40 anos  
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO  
Brazilian Mining Association  
Câmara Mineira de Brasil

## CORRELAÇÃO ENTRE DADOS TOPOGRÁFICOS E PEDOLÓGICOS NA REGIÃO DO PARQUE ESTADUAL TERRA RONCA GOIÁS

CORRELATION BETWEEN TOPOGRAPHIC AND PEDOLOGICAL DATA IN THE REGION OF THE  
TERRA RONCA STATE PARK GOIÁS

Paula Regina Rezende ROCHA; Carlos Tadeu Carvalho do NASCIMENTO; José Vicente Elias  
BERNARDI

Universidade de Brasília, Brasília DF.

Contatos: [paula\\_reginna@hotmail.com](mailto:paula_reginna@hotmail.com); [carlostadeu@unb.br](mailto:carlostadeu@unb.br); [bernardi@unb.br](mailto:bernardi@unb.br).

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi efetuar a correlação entre os tipos de solos e o relevo na região do Parque Estadual Terra Ronca (PETeR). O Parque se encontra numa região que compreende o divisor de água das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins. As cavernas ali presentes formaram-se pela ação da água que desce a vertente goiana da Serra Geral de Goiás, dissolvendo as rochas calcárias do Grupo Bambuí ali presentes. A correlação entre topografia e tipo de solo foi realizada por meio de análise estatística. O produto final consistiu num mapa de agrupamentos o qual expressa a relação entre as variáveis topográficas e pedológicas. O mapa de agrupamentos mostra que a região do PETeR pode ser dividida em domínios topográfico-pedológicos alongados na direção norte-sul. Estes domínios expressam o efeito combinado da topografia e do tipo de solo encontrado no terreno. É possível afirmar que ali existem dois domínios nitidamente delimitados, respectivamente denominados Grupos 3 e 5. O Grupo 3, corresponde aos terrenos com altitude entre 500 e 700 metros, cujas formas de relevo indicam grande influência de processos erosivos associados ao escoamento superficial. Estas formas de relevo foram modeladas predominantemente sobre os Cambissolos. No Grupo 5 são encontrados os terrenos com altitude entre 700 e 900 metros, nos quais predomina a Areia Quartzosa. Entre estes domínios, existe o Grupo 1, que coincide com o limite entre o relevo de formas suaves do Grupo 5 e o relevo acidentado do Grupos 3 e que sugere a existência de solos litólicos entre os Grupos 3 e 5.

**Palavras-Chave:** geomorfologia, solo, Parque Estadual Terra Ronca.

### Abstract

*The aim of this study was to perform a correlation between the types of soils and relief in the Terra Ronca State Park region (PETeR). The park is in a region that includes the watershed of the river basins from rivers São Francisco and Tocantins. Present there are caves formed by water that goes down the goiana slope of the Serra Geral de Goiás, dissolving the limestone rocks of the Bambuí Group present there. The correlation between topography and soil was carried out by statistical analysis K-means clustering. The final product consisted of a cluster map which expresses the relationship between environmental variables and soil. The cluster map shows that PETeR the region can be divided into topographical, soil areas elongated in a north-south direction. These areas express the combined effects of the topography and type of soil found on the ground. It is possible to say that there are two clearly defined areas, respectively called Groups 3 and 5. Group 3 corresponds to land with altimetry between 500 and 700 meters, whose landforms indicate great influence of erosive processes associated with runoff. These landforms were modeled predominantly on Cambisols. Land is found with Group 5, altimetry between 700 and 900 meters, in which predominates Quartzipsamment. Among these areas, there is Group 1, which coincides with the boundary between the land of mild forms of the Group 5 and the rugged terrain of the Groups 3 and suggests the existence of lithic soils between groups 3 and 5.*

**Key-words:** PETeR, geomorphology, soil, speleology.

## 1. INTRODUÇÃO

O Parque Estadual Terra Ronca (PETeR) é uma unidade de conservação, criada pela Lei Estadual N° 10.879 de 07 de julho de 1989. Sua

criação visa proteger o complexo de cavernas existente na região nordeste de Goiás, bem como resguardar a fauna, a flora e os mananciais, preservando um ambiente natural de grande importância turística e relevância ecológica.

A maior parte do PETeR situa-se no Nordeste Goiano no município de São Domingos exceto a extremidade sul que pertence ao município de Guarani de Goiás. O limite leste do Parque é a rodovia GO-108, que atravessa o povoado de São João Evangelista, na altura da porção central desta unidade de conservação.

O Parque se encontra numa região que compreende o divisor de água das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins. As cavernas ali presentes formaram-se pela ação da água que desce a vertente goiana da Serra Geral de Goiás, dissolvendo as rochas calcárias do Grupo Bambuí ali presentes.

O objetivo deste trabalho foi efetuar a correlação entre os tipos de solos e o relevo na região do Parque Estadual Terra Ronca por meio de análise estatística. O produto final resultou em um mapa de agrupamentos o qual expressa a relação entre as variáveis topográficas e pedológicas.

Neste trabalho efetuou-se a correlação estatística entre a distribuição espacial dos solos e a altitude do terreno na região do Parque Estadual Terra Ronca. As informações pedológicas foram oriundas do Mapa Exploratório de Solos, publicado no Volume 29 do Projeto RADAMBRASIL. As classes de solo presentes na área de estudo compreendem Latossolos, Cambissolos, Solos Hidromórficos, Areias Quartzosas e Solos Litólicos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Área de trabalho

Os Planaltos do Divisor São Francisco-Tocantins distinguem-se por se tratarem de um conjunto de relevos altos com escarpas voltadas para oeste que marcam os limites do Estado de Goiás com o Estado da Bahia. Estes planaltos compreendem duas subunidades: o Chapadão Central e os Patamares do Chapadão. A primeira, de grande extensão, localiza-se totalmente no Estado da Bahia e a segunda situa-se em território goiano (IBGE, 1995; Nascimento, 1991).

Os Patamares do Chapadão do São Francisco situam-se no extremo nordeste do Estado de Goiás, na divisa com o Estado da Bahia. Situam-se no sopé da denominada “Serra Geral de Goiás”, que constitui a escarpa do Chapadão Central no Estado da Bahia, com altitudes entre 500 e 800m (Nascimento, 1991). Predominam nesta região relevos cársticos, nos quais a rede de drenagem, aproveitando falhas e fraturas, construiu vales

estruturais, grutas e pontes cársticas dentre outras formas comuns a este tipo de relevo (IBGE, 1995).

Relevos aplainados por processos de pediplanação constituem a feição mais comum da unidade, pois durante o Terciário inferior a área esteve submetida uma fase de pediplanação que truncou os sedimentos Urucuia (Cretáceo). Em seguida, a ação fluvial iniciou a dissecação do pediplano, acarretando a exumação dos relevos cársticos. Nas escarpas das bordas ocidentais do Chapadão Central, onde o Grupo Urucuia é delgado, encontram-se sob ele notáveis formas cársticas, embora grutas, poços, lápias e caneluras possam ter evoluído após o recobrimento do calcário pelo Grupo Urucuia (Nascimento, 1991).

A distribuição das chuvas ao longo do ano na região nordeste de Goiás caracteriza-se por apresentar concentração num período de cinco meses, nas estações da primavera e verão, ficando o restante do ano sob regime de estiagem. Enquanto a circulação atmosférica assegura uma certa homogeneidade climática, o relevo com suas variações de altitude, entre os planaltos acima de 1.200 m e as depressões abaixo de 500 m, levam a uma diversificação térmica da qual resulta uma heterogeneidade climática. As regiões baixas do Vão do Paranã são caracterizadas pelo Clima Tropical (Aw), com temperatura do mês mais frio superior a 18°C (IBGE, 1995). O termo regional “vão” foi escolhido para designar a depressão posicionada entre relevos mais altos, representados aqui pela escarpa do Chapadão Central, que constitui a Serra Geral de Goiás (Nascimento, 1991).

Estas áreas correspondem a estreita faixa alongada no sentido N-S, no contato do Grupo Urucuia com o Grupo Bambuí. Uma grande variedade de formas de relevo é observada na área em questão. Relevos dissecados são cobertos por cascalheira de seixos e matacões formando um paleopavimento detrítico que contém rochas do Grupo Urucuia e calcários silicificados do Grupo Bambuí. Estes seixos e matacões foram transportados pela ação torrencial e estão capeando o modelado dissecado do patamar (Nascimento, 1991).

O Parque se encontra numa região que compreende o divisor de água das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins, conforme o Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Nordeste de Goiás (IBGE, 1995). As cavernas ali presentes formaram-se pela ação da água que desce a vertente goiana da Serra Geral de

Goiás, dissolvendo as rochas calcárias do Grupo Bambuí ali presentes.

As drenagens que o atravessam, responsáveis pelo surgimento das cavernas incluem o Rio São Mateus, o Ribeirão Angélica, o Rio da Lapa, o Ribeirão São Vicente, o Ribeirão Palmeiras e o Rio São Bernardo, entre diversos outros.

A caracterização morfológica, física, química bem como a distribuição geográfica das classes de solo presentes na área de estudo pode ser encontrada no levantamento de recursos naturais executado durante o Projeto RADAM. Este Projeto foi instituído pelo governo brasileiro em 1970, e organizado pelo Ministério de Minas e Energia através do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) para a pesquisa de recursos naturais especialmente na Amazônia. Posteriormente ele foi estendido para outras regiões brasileiras (Projeto RADAMBRASIL). O cerne deste projeto foi o aerolevanteamento visando a aquisição e posterior interpretação de imagens de radar. A partir da interpretação destas imagens foi realizado um estudo do meio físico e biótico, apresentado na forma de textos analíticos e mapas temáticos (Brasil, 1982).

## 2.2 METODO EMPREGADO

Os Latossolos apresentam baixo gradiente textural, mostrando distribuição homogênea da argila ao longo dos perfis, bem como sua pouca mobilidade por eluviação. São solos profundos, porosos, com alto grau de flocculação, acentuadamente drenados, textura argilosa e muito argilosa, ocupando relevos com declives que variam de 0 a 8%.

Os Cambissolos são caracterizados por apresentarem um horizonte B incipiente, no qual minerais primários facilmente intemperizáveis ainda estão presentes. Não há acumulação de argila em qualquer parte do perfil, e o teor de silte é, em alguns perfis, superior ao teor de argila no horizonte B.

Os Solos Hidromórficos são pouco desenvolvidos, mal drenados e pouco permeáveis. O horizonte superficial é proeminente ou moderado, seguido de camadas minerais estratificadas de coloração acinzentada ocasionada pela forte redução de ferro, devido à presença do lençol freático próximo ou na superfície durante alguns meses do ano.

As Areias Quartzosas são formadas por material arenoso, de baixa fertilidade natural, virtualmente destituído de minerais facilmente intemperizáveis.

Os Solos Litólicos são solos minerais rasos e pouco desenvolvidos. Normalmente apresentam pedregosidade, cascalhos e concreções.

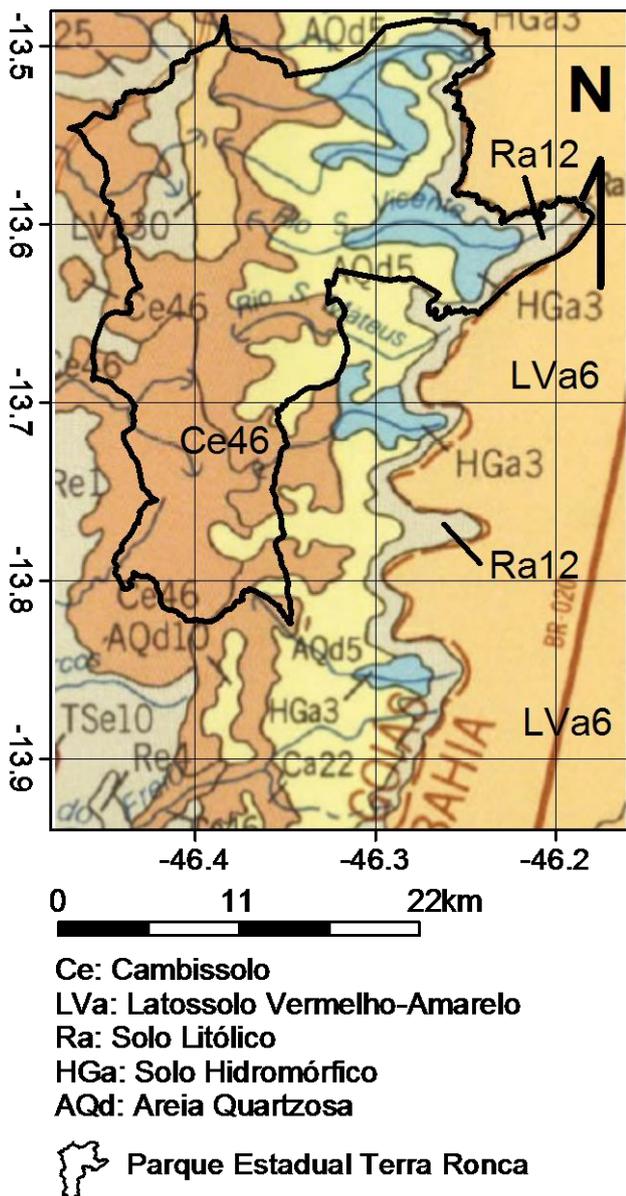
O mapa pedológico utilizado neste trabalho foi publicado em 1982, exclusivamente no formato impresso (Figura 1). Posteriormente este mapa foi disponibilizado em meio digital, no formato de uma figura, mas sem a possibilidade de edição. Por este motivo, efetuou-se uma digitalização manual deste documento, que consistiu em posicionar uma malha de 42 linhas e 28 colunas sobre o recorte do mapa de solos da região do PETeR, e preencher cada célula da malha com um número indicativo do solo ali encontrado. Além desta malha foi sobreposta a envoltória do PETeR, disponibilizada por Souza *et al.* (2004). Ao final da digitalização obteve-se uma tabela com 1176 pontos, onde para cada ponto se tinha além do tipo de solo, os valores de latitude e longitude expressos em graus decimais (Figura 2).

O relevo da região foi modelado a partir dos dados obtidos durante a missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) dentro do projeto Brasil em Relevo (Miranda, 2005). A missão SRTM resultou da cooperação entre as agências espaciais dos Estados Unidos, Alemanha e Itália. O sobrevoo da SRTM ocorreu em fevereiro de 2000. Os dados disponibilizados pela EMBRAPA estão organizados segundo o padrão da Carta do Brasil ao Milionésimo, com resolução espacial de 90 metros (Miranda, 2005).

A partir dos dados topográficos do terreno, realizou-se um recorte da área de interesse para em seguida gerar o modelo de elevação deste local (Figura 3).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados topográficos e pedológicos são expressos em diferentes unidades, motivo pelo qual se efetuou uma padronização, subtraindo cada valor da média aritmética e dividindo a diferença pelo desvio padrão do parâmetro. Logo após foi feita uma análise de grupos "K means" (agrupamento não hierárquico), com cinco grupos e duas variáveis, considerando os dados padronizados de topografia e pedologia (Figura 4).

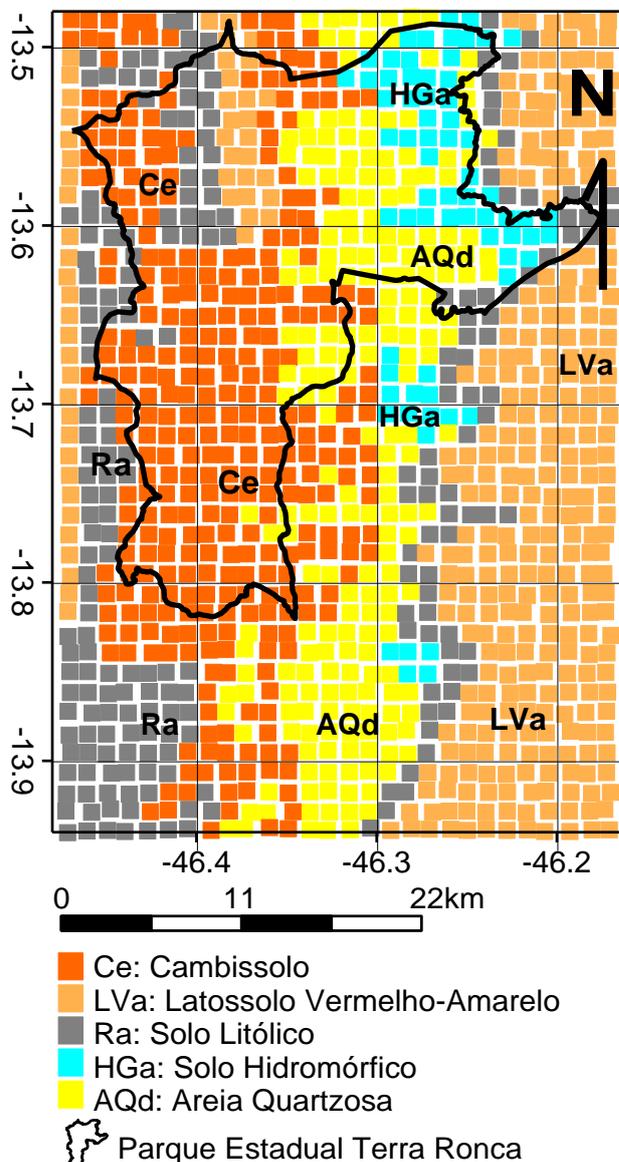


**Figura 1:** Mapa de solos da região do PETeR.

A figura 4 expressa a correlação estatística entre duas variáveis (tipo de solo e altitude) na região do Parque Estadual Terra Ronca. Esta correlação foi feita por meio da análise de agrupamentos que é uma técnica que procura estabelecer grupos dentro de um conjunto maior de objetos, medindo a semelhança entre eles (Davis, 1986). O procedimento habitualmente começa considerando cada objeto como sendo um conjunto unitário e a partir daí os conjuntos são reunidos com base na sua similaridade.

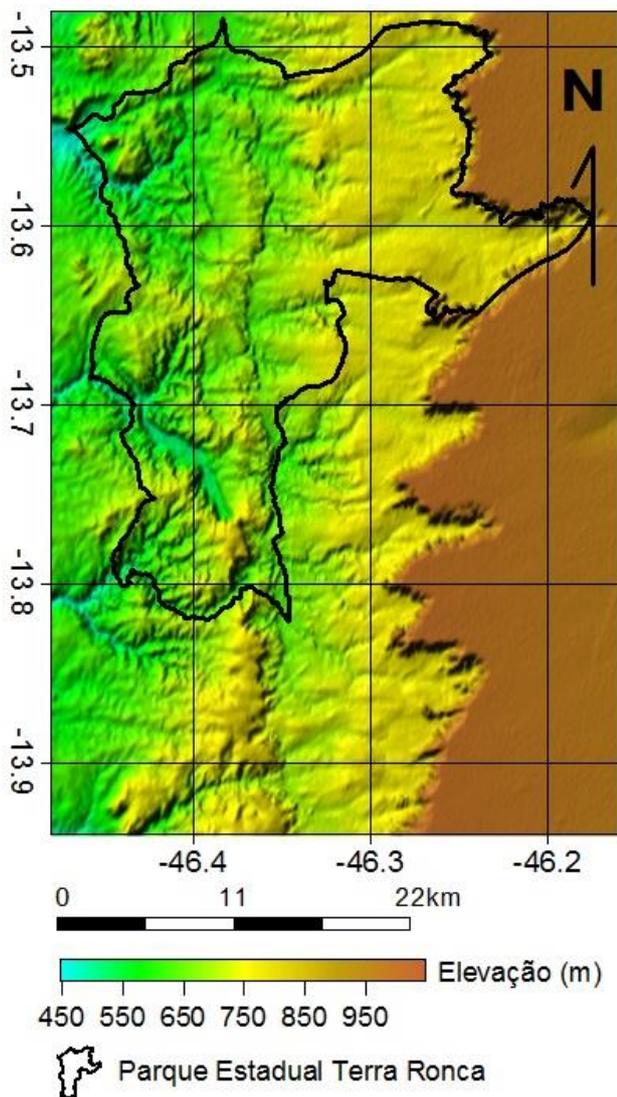
O mapa de agrupamentos apresentado na figura 4 mostra que a região do PETeR pode ser dividida em domínios topográfico-pedológicos alongados na direção norte-sul. A maior parte da área (28%) corresponde ao Grupo 4, terrenos com

altitude superior a 950 metros, relevo plano e predominância de Latossolos Vermelho-Amarelos. Embora este seja o Grupo mais representativo em área na região do PETeR, cabe observar que ele está ausente no interior desta unidade de conservação, por situar-se exclusivamente no Estado da Bahia.



**Figura 2:** Mapa de solos digitalizado da região do PETeR.

O Grupo 3, segunda unidade em extensão de área (27%), corresponde aos terrenos com altitude entre 500 e 700 metros, cujas formas de relevo indicam grande influência de processos erosivos associados ao escoamento superficial. Estas formas de relevo foram modeladas predominantemente sobre os Cambissolos. Observa-se que nesta unidade ocorrem as principais formações cársticas do PETeR.



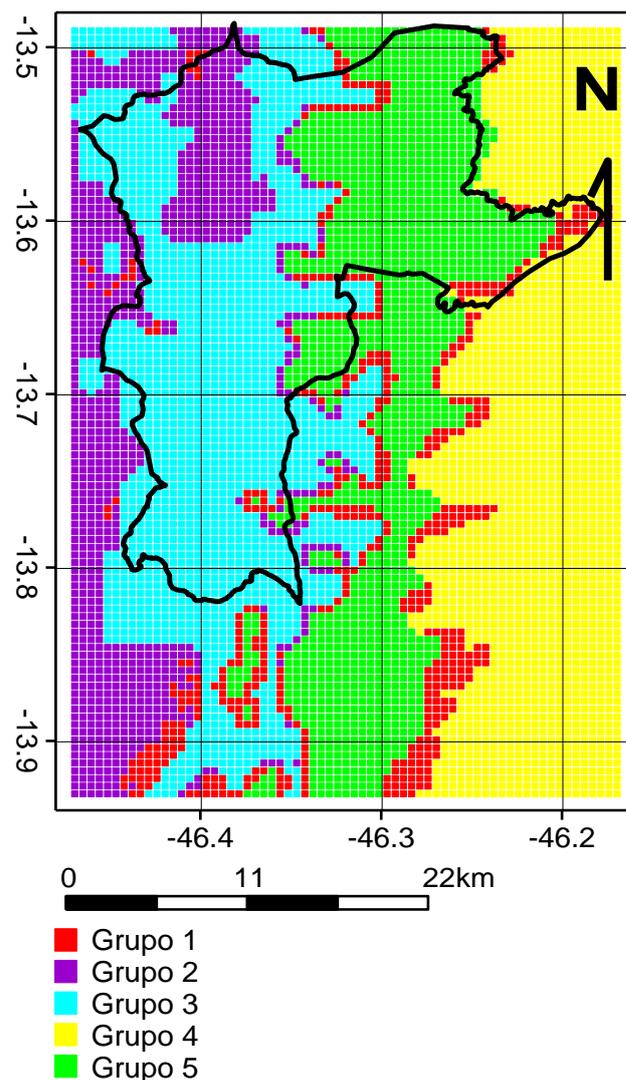
**Figura 3:** Modelo digital de elevação da região do PETeR.

O Grupo 5 corresponde a 22% da área de estudo. Neste grupo são encontrados os terrenos com altitude entre 700 e 900 metros, nos quais predomina a Areia Quartzosa. A ocorrência deste material na região entre os Grupos 4 e 3 indica tratar-se de material decorrente de processos erosivos na encosta da Serra Geral de Goiás. Neste Grupo também ocorrem os Solos Hidromórficos associados às drenagens formadoras das cavernas do PETeR.

O Grupo 2 ocorre em 15% da área objeto deste trabalho. Ele ocorre abaixo dos 500 metros de altitude, associado aos solos litólicos formados sobre as rochas do Grupo Bambuí, na porção oeste da área.

Ao contrário dos Grupos anteriormente descritos, o Grupo 1 não se restringe a um único intervalo de cotas. Ele ocorre formando uma

envoltória no Grupo 5, isolando-o do Grupo 4 a leste e do Grupo 3 a oeste. O segmento leste desta unidade coincide com a escarpa da Serra Geral de Goiás, áreas de ocorrência de Solos Litólicos, entre 900 e 950 metros de altitude. O segmento oeste coincide com o limite entre o relevo de formas suaves do Grupo 5 e o relevo acidentado do Grupo 3. Os dois segmentos somados correspondem a 8% da área de estudo.



**Figura 4:** Mapa de agrupamentos para a região do PETeR.

#### 4. CONCLUSÕES

A análise de agrupamentos possibilitou classificar a região do Parque Estadual Terra Ronca em cinco domínios topográfico-pedológicos alongados na direção norte-sul. Estes domínios expressam o efeito combinado da topografia e do tipo de solo encontrado no terreno. Considerando

exclusivamente a área do PETeR, pode-se afirmar que ali existem dois domínios nitidamente delimitados (Grupos 5 e 3). O Grupo 5 corresponde aos terrenos com inclinação para oeste constituídos predominantemente por Areia Quartzosa. O Grupo 3 corresponde principalmente às áreas de Cambissolo cujo relevo foi fortemente influenciado pelo escoamento superficial. Entre estes domínios, existe o Grupo 1, que coincide com o limite entre o relevo de formas suaves do Grupo 5 e o relevo acidentado

do Grupos 3 e que sugere a existência de solos litólicos entre os Grupos 3 e 5.

### AGRADECIMENTOS

A Universidade de Brasília pelo suporte financeiro durante trabalhos de campo executados pelos autores na região do PETeR e pela disponibilização dos *softwares* utilizados neste trabalho.

### REFERÊNCIAS

- BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto RADAMBRASIL Folha SD 23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra (Levantamento de Recursos Naturais, 29). Rio de Janeiro, 1982.
- DAVIS, J. C. Statistics and data analysis in geology. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1986.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Zoneamento geoambiental e agroecológico do estado de goiás região nordeste; Séries Estudos e Pesquisas em Geociências. Rio de Janeiro, 1995.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=520940&search=goias|guarani-de-goias>. Acesso em: 10 out. 2016.
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo Carta SD-23-V-C. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/monitoramento-por-satelite>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. Boletim Goiano de Geografia. Goiânia: UFG, V.12, n.1. Jan./Dez. 1991.
- SOUZA, J.D; KOSIN, M; HEINECK, C.A; LACERDA FILHO, J.V; TEIXEIRA, L.R; VALENTE, C.R; GUIMARÃES, J.T; BENTO, R.V; BORGES, V.P; SANTOS, R.A; LEITE, C.A; NEVES, J.P; OLIVEIRA, I.W.B; CARVALHO, L.M; PEREIRA, L.H.M; PAES, V.J.C. Folha SD.23-Brasília. In: SCHOBENHAUS, C; GONÇALVES, J.H; SANTOS, J.O.S; ABRAM, M.B; LEÃO NETO, R; MATOS, G.M.M; VIDOTTI, R.M; RAMOS, M.A.B; JESUS, J.D.A. de. (eds.). Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, Sistema de Informações Geográficas – SIG, Programa Geologia do Brasil, Brasília: Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais, 2004.