

## **MORFOLOGIA DE MICRORRELEVOS GILGAI NA REGIÃO DE CAICÓ – RN**

### **Damião Isaac de Lira**

Graduando no Bacharelado em Geografia do Departamento de Geografia – CERES,  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Laboratório Didático de Geociências  
isaaclira1999@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4051-6496>

### **João Santiago Reis**

Professor do Departamento de Geografia do Departamento de Geografia – CERES,  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Laboratório Didático de Geociências

[joao.reis@ufrn.br](mailto:joao.reis@ufrn.br)

<https://orcid.org/0000-0002-3516-4334>

### **Davi do Vale Lopes**

Professor do Departamento de Geografia do Departamento de Geografia – CERES/  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Laboratório Didático de Geociências –

[davi.lopes@ufrn.br](mailto:davi.lopes@ufrn.br)

<https://orcid.org/0000-0003-3336-7397>

### **Isabella Medeiros Silva**

Graduanda no Bacharelado em Geografia do Departamento de Geografia – CERES/  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Laboratório Didático de Geociências –

[isabella.silva.433@ufrn.edu.br](mailto:isabella.silva.433@ufrn.edu.br)

<https://orcid.org/0000-0002-2047-5033>

## **RESUMO**

O microrrelevo Gilgai é caracterizado como uma sucessão de micromontes e depressões alternados em solos ricos em argilas expansivas (2:1). Sua gênese está relacionada a sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, especialmente pronunciados sob condições de solos imperfeitamente ou mal drenados. Ainda existem muitas lacunas na literatura sobre a gênese, evolução e dinâmica dos processos envolvidos em áreas com Gilgais no Brasil, dessa forma estudos visando a compreensão de seus padrões de ocorrência são necessários. Desse modo, a proposta deste estudo é uma caracterização morfológica de Gilgais, na região semiárida potiguar, para verificação da hipótese de homogeneidade de seus padrões de ocorrência regional. Os dados analisados são referentes a dois sítios amostrais, onde foram medidos um total de 120 microrrelevos, em relação à sua altura, largura e distância entre topos. Análises de estatística descritiva e a análise de variância ANOVA foram aplicadas aos dados, buscando entender os padrões de ocorrência dos microrrelevos. Os microrrelevos Gilgai observados nos dois sítios amostrais apresentam padrões morfológicos próprios de cada local, e se diferem em alguns aspectos. Em ambos os locais estudados os microrrelevos foram classificados como formas isométricas sem orientação definida. Porém, quanto às suas medidas de altura, largura e distância entre topos, os dois sítios amostrais apresentam diferenças estatisticamente significativas demonstradas através da análise de variância do teste estatístico ANOVA. Isso indica que apesar de apresentarem formas semelhantes, as proporções de tamanho e padrões de espaçamento dos

microrrelevos encontrados em cada local são diferentes, descartando a hipótese de padrões homogêneos de ocorrência regional.

**Palavras-chave:** morfologia, Caicó; Gilgai

## GILGAI MICRORELIEF MORPHOLOGY IN THE CAICÓ – RN REGION

### ABSTRACT

The Gilgai microrelief is characterized as a succession of alternating micromounds and depressions, in soils rich in expansive clays (2:1). Its genesis is related to successive cycles of wetting and drying, especially pronounced under conditions of imperfectly or poorly drained soils. There are still many gaps in the literature on the genesis, evolution and dynamics of the processes involved in areas with Gilgais in Brazil, so studies aimed at understanding their patterns of occurrence are necessary. Thus, the aim of this study is a morphological characterization of Gilgais, in the Potiguar semi-arid region, to verify the hypothesis of homogeneity of its patterns of regional occurrence. The analyzed data refer to two sampling sites, where a total of 120 micro-reliefs were measured, in relation to their height, width and distance between micromounds. Descriptive statistical analysis and ANOVA analysis of variance were applied to the data, seeking to understand the patterns of occurrence of microreliefs. The Gilgai microreliefs observed in the two sampling sites present morphological patterns specific to each site, and differ in some aspects. In both places studied, the micro-reliefs were classified as isometric shapes with no defined orientation. However, in terms of height, width and distance between micromounds, the two sampling sites present statistically significant differences, demonstrated through the analysis of variance of the ANOVA statistical test. This indicates that despite having similar shapes, the size proportions and spacing patterns of the micro-reliefs found in each location are different, ruling out the hypothesis of homogeneous patterns of regional occurrence.

**Keywords:** morphology, Caicó; Gilgai

### INTRODUÇÃO

Na literatura brasileira, o microrrelevo Gilgai é definido por EMBRAPA (2018) e IBGE (2015) como saliências convexas em locais planos ou microtopografias com sucessão de pequenas depressões e elevações que estão comumente associados a solos argilosos que expandem com a elevação do teor de umidade, e posteriormente contraem-se quando secos.

O termo Gilgai é designado por Paton (1974) como montes e depressões que se repetem e se alternam em solos argilosos que expandem seu volume quando úmidos e racham ao secar durante a estiagem. As palavras *crabhole*, *melonhole* e Gilgai são atribuídas aos Kamilaroi, Wiradhuri e línguas aborígenes relacionadas, nas quais significam um pequeno poço de água no inferior dos terrenos (PATON, 1974). *Crabhole* e *melonhole* são conceitos pouco utilizados, visto que a terminologia Gilgai é amplamente utilizado para representar todas as feições supracitadas (KHITROV, 2016a).

A formação de Gilgai está relacionado a solos com elevado teor de argilas do tipo 2:1, que quando expostas a ciclos de umedecimento e secagem tendem a apresentar comportamento de expansão e contração. A desidratação das argilas 2:1 resulta na formação de fendas superficiais e subsuperficiais que podem receber material dos horizontes superiores por ação biológica, eólica e/ou hídrica. De tal forma, o preenchimento das fendas ocorre, recebendo partículas sólidas onde antes se encontravam ar e/ou água. O re-umedecimento do solo gera a incorporação destas partículas sólidas dentro das fendas, que para reequilibrar a expansão lateralmente, força os blocos de materiais subsuperficiais para cima formando as feições elevadas do microrrelevo na

superfície (LIMA, 2014; PATON, 1974; WONDZELL et al., 1990). O termo Gilgai, por definição, não é empregado para microtopografias criadas por organismos vivos, originadas por erosão ou por ciclos de congelamento e descongelamento (FLORINSKY e ARLASHINA, 1998; KHITROV, 2016b; KHITROV, 2016c).

A influência do Gilgai na superfície dos solos ocorre na percolação da água, via contração e expansão de fendas, nas propriedades mineralógicas, físicas e químicas, implicando em alterações na distribuição da água no solo e de forma indireta nos nutrientes, oxigênio, pH e ferro (LIMA, 2014; KOVDA et al., 1992).

O microrrelevo Gilgai está comumente associado aos Vertissolos, que possuem boa fertilidade, porém as limitações físicas dificultam seu uso, seja por sua textura argilosa com presença comum dos argilominerais expansíveis, a dureza na ausência de umidade ou a permeabilidade e infiltração bastante limitadas (AYDINALP, 2010; FAO, 2014; LIMA, 2014). Khitrov (2016a) aborda que os Gilgais podem ser encontrados em diversos tipos de solos, sendo frequentes nos Vertic Planosols (Albic, Episiltic, Endoclayic) nos terraços fluviais da bacia Gilgel Giba na parte sudoeste do Planalto Etíope, a 1100 m acima do nível do mar e nos Haplic Thaptovertic Calcisol (Abruptic, Ruptic, Endoskeletal, Endoclayic) ao sul da província de Málaga, Espanha. No entanto, a microtopografia Gilgai está enterrada na profundidade de 40 cm com um limite ondulado para o horizonte superior, diferente das condições descritas em território brasileiro (LIMA, 2014). O desenvolvimento do Gilgai apresenta tendência a ser moderado quando derivado de rochas básicas e fraco quando são derivados de sedimentos (MERMUT et al., 1996).

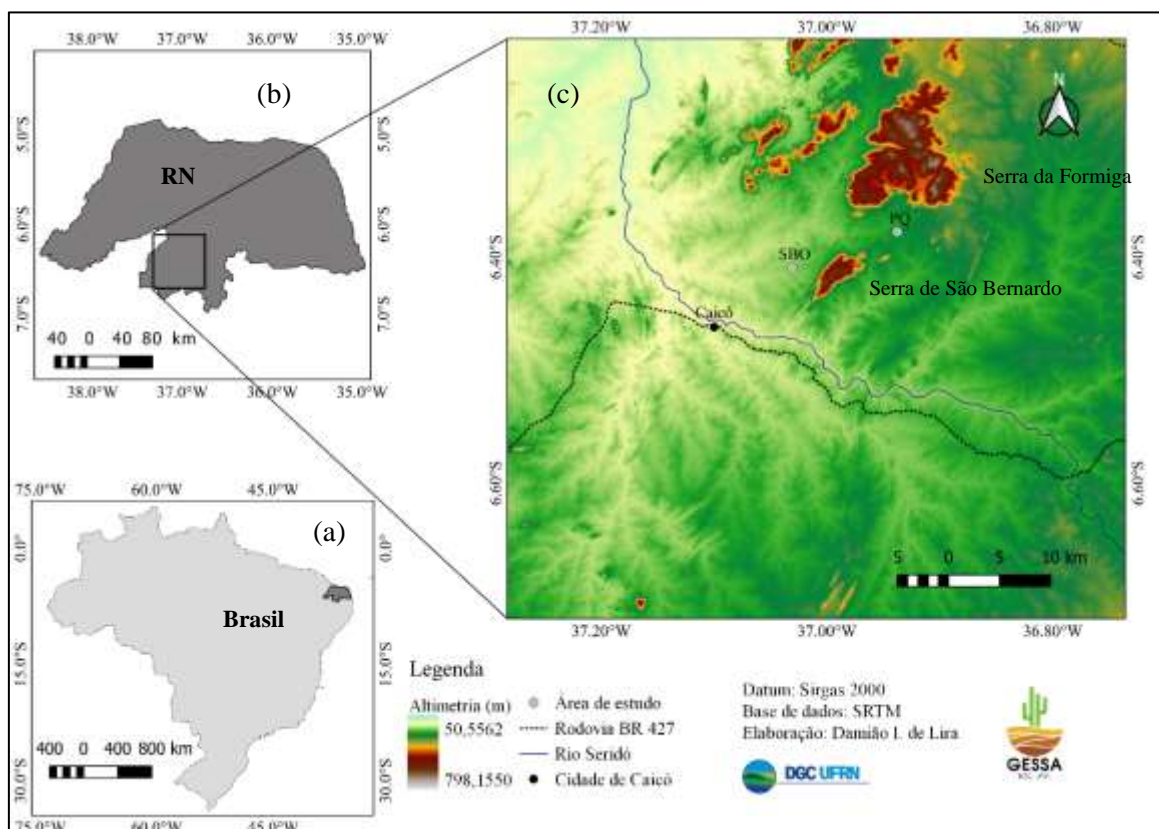
Ainda existem muitas lacunas sobre o entendimento dos Gilgais na literatura brasileira, embora sua ocorrência seja documentada. Baseado no exposto, o objetivo do presente trabalho é entender a diversidade e os padrões de ocorrência de microrrelevos Gilgai na região de Caicó (RN), através da quantificação de aspectos relacionados com sua morfologia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os sítios amostrais estão localizados no município de Caicó - RN (Figura 1). O primeiro ponto amostral está próximo a propriedade rural Pedra do Queijo (PQ), a 18 km da cidade de Caicó e a nordeste da Serra de São Bernardo. Enquanto o segundo ponto amostral se localiza a oeste da Serra de São Bernardo (SBO) próximo a propriedade rural Alegre, a 7,5 km de Caicó (Figura 1). A identificação de locais com potencial para formação de microrrelevo Gilgai, e possibilidade de coleta de dados, foi realizada com o auxílio de reconhecimento de padrão de imagens de satélite e correlações através de atividades de campo.

O relevo local é formado por terrenos baixos da Depressão Sertaneja Setentrional, variando entre plano à suave ondulado (COSTA, 2006). A monotonia do relevo é cortada pela ocorrência de poucos maciços cristalinos residuais a norte e nordeste, que no local de estudo estão próximos aos pontos amostrais, com PQ entre a Serra da Formiga e a Serra de São Bernardo, e SBO a oeste da última (Figura 1). O relevo do município de Caicó é dominado por superfícies de aplainamento, com o relevo regional alinhado na direção SW-NE (SANTOS e VITAL, 2020).

**Figura 1.** Mapa de localização e hipsométrico da região dos sítios amostrais estudados.



O clima do Rio Grande do Norte tem apenas um sistema de grande escala responsável por precipitações, a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). A ZCIT migra sazonalmente do norte (14° N, agosto-setembro) para o sul (2°, março-abril). Em anos com precipitação acima da média, a ZCIT pode atingir até 5° ao sul (MELO et al., 2009). O deslocamento da ZCIT é o principal fator de alternância da umidade no ambiente em análise. O clima da área de estudo na classificação de Köppen é do tipo BSw<sub>h</sub>, semiárido quente, com precipitação pluviométrica média anual baixa, com temperatura média de 27,4°C, que se mantém elevada durante todo o ano (ARAÚJO et al., 2003; IDEC, 1991). A precipitação média anual é de 659,94 mm e a insolação e a evapotranspiração são elevadas, desfavorecendo a acumulação de água no ambiente (LUCENA et al., 2013), e proporcionando rápidos ciclos de umedecimento e secagem em porções abaciadas da paisagem.

A litologia principal do PQ é formada, principalmente, por granitos, com fragmentos de quartzo em tamanho cascalho ou superior, sendo facilmente encontrados nos solos analisados. A geologia regional do setor está inserida na Formação Jucurutu do Ediacarano (635-541 ma), constituída por paragneisses, mármore, calcissilicáticas, micaxistos, metavulcânicas e formações ferríferas (NASCIMENTO e MEDEIROS, 2008). A litologia regional do setor SBO está inserido no Complexo Caicó do Rhyaciano (2300-2050 ma), que compreende os ortogneisses bandados migmatizados que podem apresentar intercalações de anfibólitos, englobando rochas graníticas e dioríticas calcioalcalinas (SOUZA et al., 1993, 2007; HOLLANDA et al., 2011; SILVA, 2018).

A vegetação predominante é formada por Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta antropizada, encontrando-se Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada nas áreas de acesso

mais restrito, como as serras de São Bernardo e a Serra da Formiga (ANA, 2005; SANTOS, 2016). A vegetação local é de Caatinga hiperxerófila com presença de pastagem nativa e predominância de pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), cactáceas, velame (*Croton heliotropiifolius*) e umburana (*Commiphora leptophloeos*).

Os solos predominantes são os Luvisolos Crômicos Órticos em relevo suave ondulado associados a Neossolos Regolíticos com textura média, fase pedregosa ou não, relevo suave ondulado e plano. Planossolos e Vertissolos também são encontrados com menor frequência, associados a baixadas ou áreas de acumulação de água sazonal (JACOMINE et al, 1971), como no caso dos pontos amostrados.

O preparo agrícola dos solos com presença de Gilgai pode mascarar as feições do microrrelevo por meio as alterações antrópicas como a aração e gradagem (AHMAD, 1996). A pecuária extensiva nas áreas analisadas é a principal fonte de degradação dos Gilgais, seja pelo consumo da vegetação utilizada como pastagem ou o pisoteio ocasionado pelos animais.

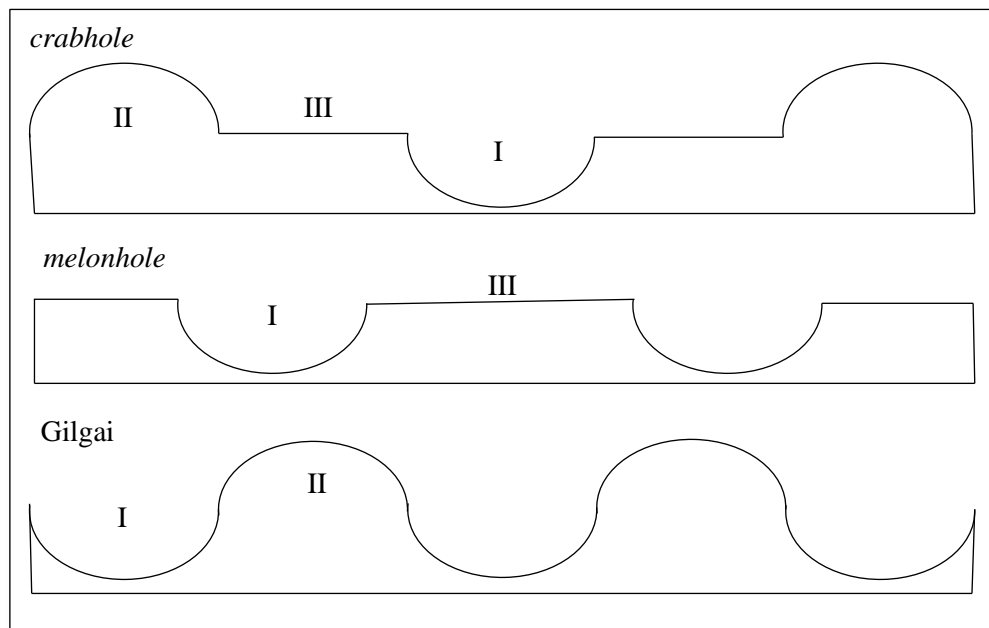
As configurações de microrrelevo Gilgai são diversas, com alternância entre três elementos (Figura 2) segundo Howard (1932): I) depressão ou posição inferior do microrrelevo; II) micromonte ou posição superior das feições; III) prateleira. A padronização dos elementos na superfície define a tipologia do microrrelevo. A literatura descreve 3 tipos principais de microrrelevo Gilgai (Figura 2), segundo Paton (1974), são eles: o *crabhole* composto por depressões, micromontes e prateleiras; o *melonhole* corresponde a configuração de depressões entre prateleiras; e o Gilgai típico é a alternância entre depressões e micromontes.

A formação da prateleira é atribuída a superfície original do solo que sofre o desenvolvimento de depressões em ambos os lados, similares a aparência de buracos de caranguejos segundo Paton (1974). A maior amplitude no desenvolvimento da prateleira ocasiona a formação de micromontes e depressões.

O microrrelevo Gilgai inclui 3 grupos distintos baseados em sua morfologia de acordo com Verger (1964) e Khitrov (2016b). As formas podem ser denominadas isométricas, alongadas ou fortemente alongadas. O cálculo considera a relação comprimento (C) / largura (L) conforme a Tabela 1.

A classificação de Verger (1964) consiste na forma dos principais elementos do microrrelevo Gilgai, os micromontes e as depressões. Ambas as feições são agrupadas em oito classes distintas conforme ocorre a variação da orientação e da forma (Tabela 1). Os agrupamentos com letras latinas (a, b, c) são destinadas a representação dos micromontes e as letras gregas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) às depressões, as feições  $\alpha^0$  e  $\gamma^0$  são representadas pela forma com numeração seguinte,  $\alpha^1$  e  $\gamma^1$  respectivamente (Figura 4). A orientação é designado por valores de 0, 1 e 2 como sinais de graus após a letra correspondente a forma (KHITROV, 2016b). A junção entre os símbolos supracitados define a geometria do Gilgai e sua orientação dentro da classificação.

**Figura 2.** Feições presentes nas formas do microrrelevo Gilgai: I - depressão, II - micromonte e III - prateleira.



Fonte: Adaptado de PATON (1974)

Os dados morfométricos analisados neste estudo são referentes aos dois sítios amostrais, ambos separados em 4 setores para coleta dos dados. Em cada setor foram amostradas 15 feições, totalizando 60 medições por sítio. A coleta dos dados dos Gilgais consistiu na medição da altura, sendo a distância entre a base na depressão e o topo do microrrelevo; a distância entre os centros dos topos dos Gilgais; e o diâmetro foi calculado a partir da medição da largura e do comprimento.

De posse dos dados coletados, foi analisada a estatística descritiva das medidas de cada sítio amostral, e os microrrelevos dos dois locais foram comparados. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, e da observação de histogramas e gráficos de densidade. O teste estatístico de Análise de Variância (ANOVA) foi aplicado para verificação de diferenças estatisticamente significativas entre os Gilgais de cada local, objetivando testar a hipótese de homogeneidade de padrão de ocorrência do microrrelevo na região.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os microrrelevos analisados são todos classificados como microformas isométricas, onde a relação comprimento (C) para largura (L)  $C/L < 2$ . As médias da relação C/L para os sítios PQ e SBO são, respectivamente, 0,88 e 0,96. O Gilgai sem orientação preferencial dos micromontes ( $a^0$ ) foi o único padrão encontrado em ambos os sítios amostrais. O padrão de Gilgai relatado pode ser observado na Figura 5.

**Tabela 1.** Cálculo para definição do tipo de feição Gilgai de acordo com a relação entre comprimento (C) e largura (L) dos micromontes e das depressões

Elemento	Tipos de formas do microrrelevo	Índice de forma por diferença de orientação e similaridade de elementos do microrrelevo		
		Sem orientação preferencial	Orientação preferencial única	Várias orientações
Micromontes	Isométrica $C/L < 2$	$a^0$	$a^1$	$a^2$
	Alongada $2 < C/L < 10$	$b^0$	$b^1$	$b^2$
	Fortemente alongado $C/L > 10$	-	$c^1$	$c^2$
Depressões	Isométrica $C/L < 2$	$\alpha^0$	$\alpha^1$	$\alpha^2$
	Alongada $2 < C/L < 10$	$\beta^0$	$\beta^1$	$\beta^2$
	Fortemente alongado $C/L > 10$	-	$\gamma^1$	$\gamma^2$

Fonte: Adaptado de VERGER (1964)

O processo de fendilhamento nos Gilgais analisados no sítio amostral SBO é bastante intenso em relação ao PQ, atingindo até 3 metros de comprimento e variando aproximadamente de 4 a 7 cm de largura (Figura 3). Parte das fendas encontravam-se preenchidas por material deslocado dos horizontes superiores.

**Figura 3.** Presença de fendilhamento intenso e preenchimento do interior das fendas por materiais orgânicos e minerais, nos microrrelevos Gilgais do sítio amostral SBO.



A altura dos Gilgais varia entre 15 e 45 cm (Tabela 2), porém a maior parte dos indivíduos mensurados esteve entre 27 e 28 cm nos sítios amostrais SBO e PQ, respectivamente. Os valores estão dentro da faixa de altura de áreas analisadas por Florinsky e Arlashina (1998) e Maxwell (1998) com intervalos de 20 a 100 cm e 7,6 a 45,7 cm, em Vertissolos da região de Stavropol na Rússia e do Texas nos Estados Unidos, respectivamente.

As distâncias entre os topos dos Gilgais variaram entre 75 e 200 cm. Observando as medianas dos sítios amostrais, verifica-se que em SBO metade dos valores estão abaixo de 114,5 cm, enquanto em PQ abaixo de 140 cm. O padrão de distância entre Gilgais, assim como dos slickensides são sugeridos por Wilding e Tessier (1988) como resultado da alternância dos ciclos de expansão e contração dos solos como resposta a variação do regime climático, porém, muito ainda há a ser estudado sobre os microrrelevos Gilgai no Brasil.

A partir das observações de campo, a sensação ao tato da textura dos solos e Gilgais do sítio amostral PQ denota teores de silte muito elevados, enquanto em SBO indica maiores teores de argila. Há um trabalho em andamento pelos mesmos autores desta pesquisa, que busca analisar se há correlação entre características morfológicas dos microrrelevos Gilgai com seus respectivos teores de areia, silte e argila.



**Figura 4.** Classificação da morfologia e orientação dos micromontes e depressões presentes nos Gilgais.

Formas básicas		Agrupamentos		
		Sem orientação preferencial	Orientação preferencial única	Várias orientações
Micromontes	a	a <sup>0</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>
	b	b <sup>0</sup>	b <sup>1</sup>	b <sup>2</sup>
	c	c <sup>0</sup>	c <sup>1</sup>	c <sup>2</sup>
Canais ou depressões	α	α <sup>0</sup>	α <sup>1</sup>	α <sup>2</sup>
	β	β <sup>0</sup>	β <sup>1</sup>	β <sup>2</sup>
	γ	γ <sup>0</sup>	γ <sup>1</sup>	γ <sup>2</sup>

Fonte: Adaptado de Verger (1964)

**Figura 5.** Microrrelevo Gilgai do sítio amostral PQ, evidenciando morfologia representativa do tipo de forma de micromonte isométrico sem orientação preferencial (a<sup>0</sup>).

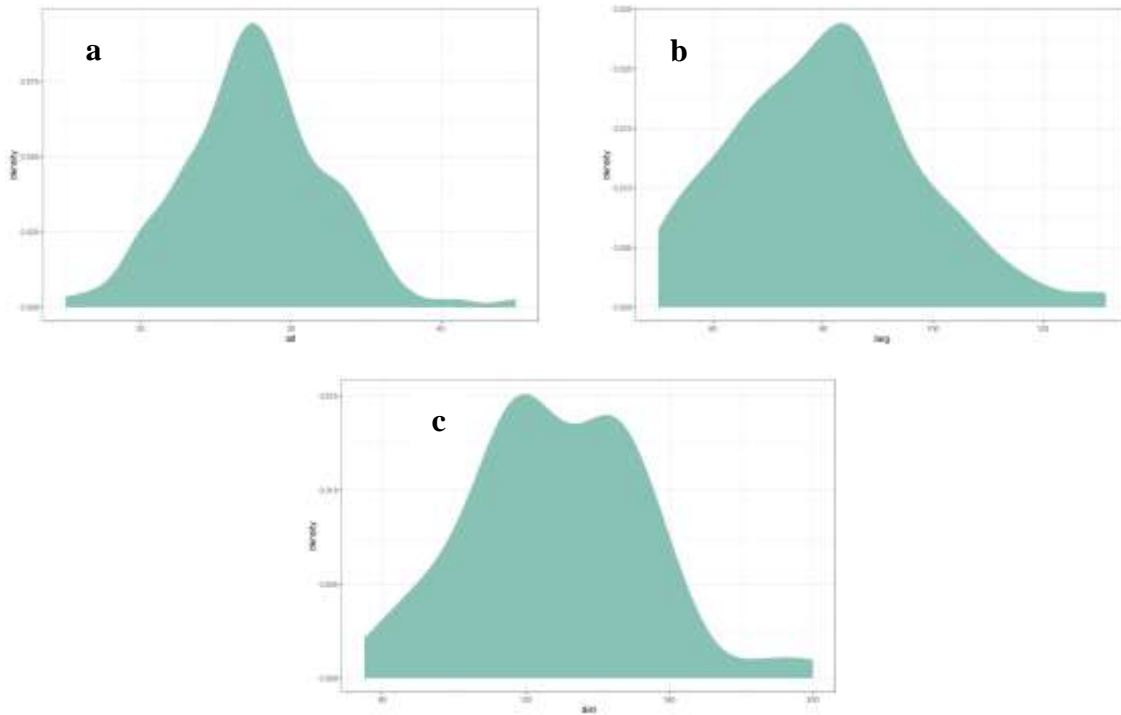


**Tabela 2.** Estatística descritiva para as variáveis largura, altura e distância de topo de Gilgai dos sítios amostrais PQ e SBO

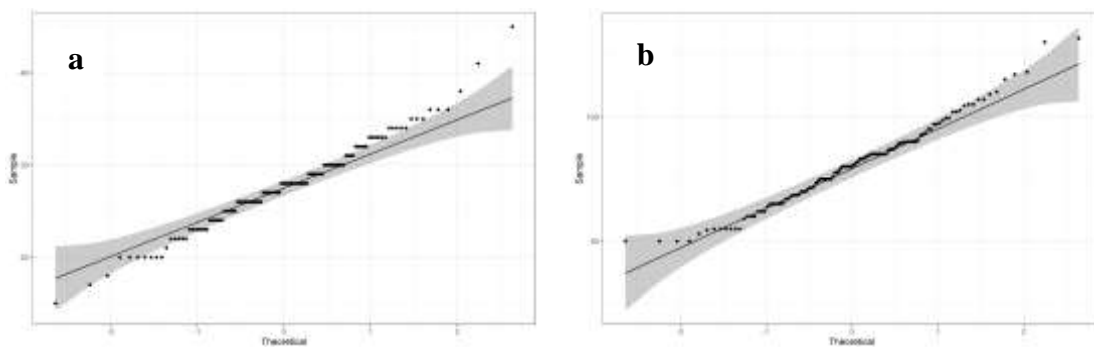
Sítio amostral	Largura (cm)		Altura (cm)		Distância entre topos (cm)	
	PQ	SBO	PQ	SBO	PQ	SBO
Mínimo	50	50	15	18	104	75
1° Quartil	76,25	62	24	25	123	100
Mediana	85	71,2	28	27	140	114,5
3° Quartil	95	83,5	33	29	152	137
Máximo	131,5	118	45	35	200	155
Média	86,8	74,5	28,3	27,1	141,3	115,9
Desvio Padrão	15,7	16,4	5,8	3,7	21,0	21,4
Coefficiente de Variação (%)	18,0	20,9	20,6	13,5	14,8	18,4

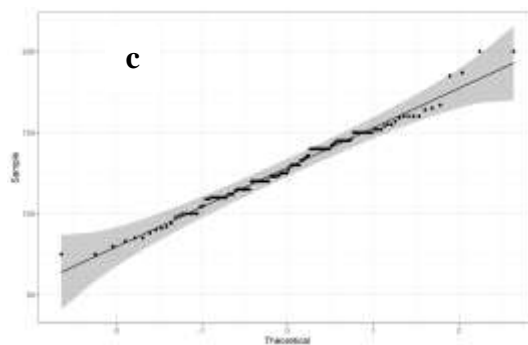
Os resultados do teste Shapiro-Wilk (Tabela 3), assim como a observação dos gráficos de densidade (Figura 6) e gráficos qq-plot (Figura 7), indicam distribuição normal dos dados. Partindo desse pressuposto foi aplicado o teste paramétrico ANOVA para verificação de diferença estatisticamente significativa entre as medidas dos Gilgais dos sítios amostrais.

**Figura 6.** Gráficos de densidade da distribuição de valores das medições de altura (a), largura (b), e distância entre topos (c) dos microrrelevos Gilgai estudados.



**Figura 7.** Gráficos qq-plot da distribuição de valores das medições de altura (a), largura (b), e distância entre topos (c) dos microrrelevos Gilgai estudados.



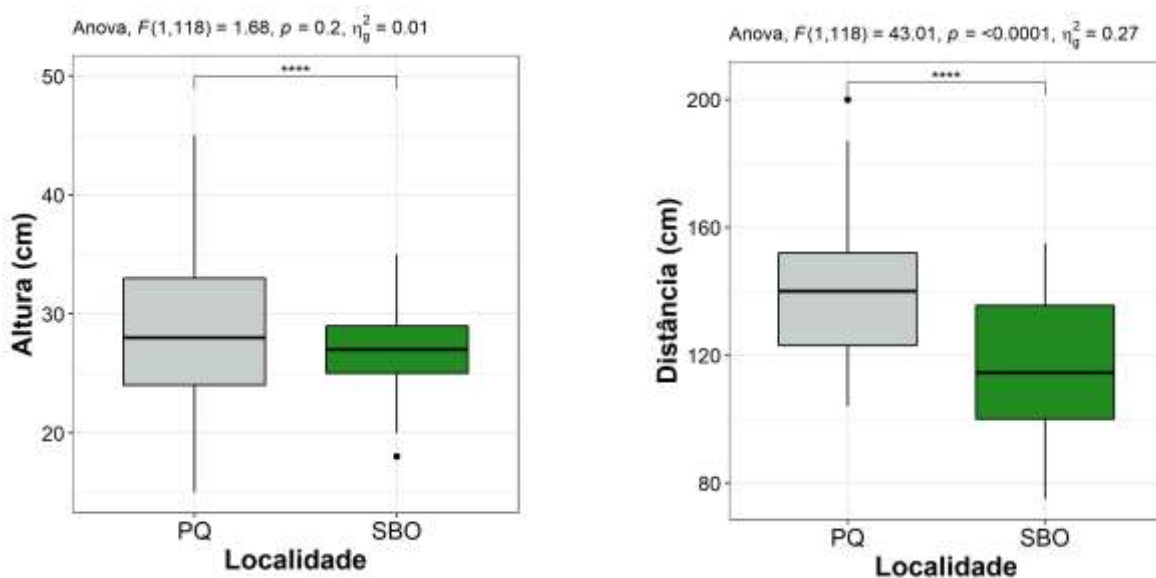


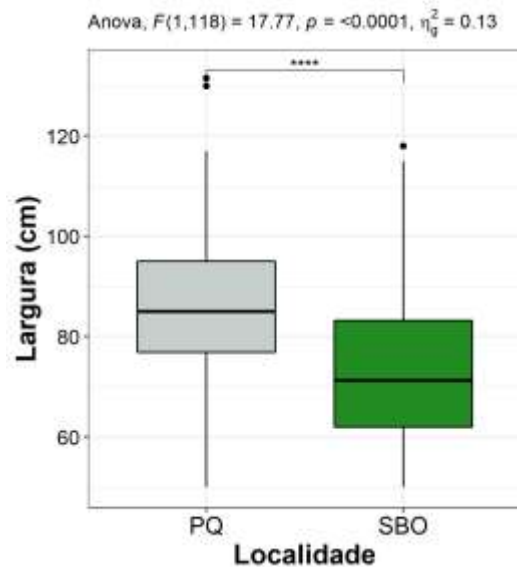
**Tabela 3.** Resultado de  $p$ -valor do teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis altura, distância entre topos e largura a 5% de significância ( $p > 0,05$ ).

Variável	p-valor
Altura	0.179
Distância	0.159
Largura	0.070

A análise de variância ANOVA aponta uma diferença significativa para todas as variáveis entre os sítios amostrais (Figura 8). O sítio SBO possui Gilgais com menor amplitude de altura, menor distância entre indivíduos e com largura inferior em relação ao PQ.

**Figura 8.** Gráficos *boxplot* das variáveis altura, largura, e distância entre topos dos microrrelevos Gilgais analisados, com seus respectivos resultados dos testes estatísticos ANOVA.





Os valores da altura dos Gilgais apresentaram maior amplitude no sítio PQ em relação ao SBO, explicando a diferença significativa entre os sítios. Os valores do SBO estão mais próximos da mediana, com um menor desvio padrão em relação ao PQ (Tabela 2). A mediana entre os dois sítios amostrais é praticamente igual, o que demonstra que há um padrão de altura parecido entre os dois locais para a maioria dos indivíduos mensurados.

A variação da distância entre topos de Gilgai nos dois sítios amostrais é praticamente igual, conforme valores de desvio padrão (Tabela 2). Porém, os menores valores de média e mediana em SBO indicam maior proximidade entre microrrelevos, e conseqüentemente maior densidade. Tais observações sugerem o entendimento de que existe um padrão bem definido de distância entre micromontes para cada sítio amostral, mas estes padrões se diferem nos dois locais estudados

A largura dos microrrelevos do sítio PQ é predominantemente superior ao SBO, indicando a predominância de Gilgais maiores, caracterizando dois tamanhos distintos entre os locais analisados (Figura 9). A amplitude da largura dos microrrelevos Gilgai está entre 50 e 131,5 cm. A mediana observada para PQ (85 cm) é maior que o valor para SBO (71,25 cm).

## CONCLUSÕES

Os microrrelevos Gilgai observados nos dois sítios amostrais apresentam padrões morfológicos próprios de cada local, e se diferem em alguns aspectos. Em ambos os locais estudados os microrrelevos são classificados na classificação de Verger (1964) como tipos de formas isométricas sem orientação definida ( $a^0$ ).

Porém, quanto às suas medidas de altura, largura e distância entre topos, os dois sítios amostrais apresentam diferenças estatisticamente significativas demonstradas através da análise de variância do teste estatístico ANOVA. Isso indica que apesar de apresentarem formas semelhantes, as proporções de tamanho e padrões de espaçamento dos microrrelevos encontrados em cada local são diferentes, descartando a hipótese de padrões homogêneos de ocorrência para toda a região em que os locais estão inseridos.

Há pouca ou nenhuma literatura brasileira específica a respeito dos microrrelevos Gilgai, o que torna este trabalho importante como uma fonte de dados e observações preliminares sobre o tema. Outros trabalhos complementares são necessários para compreender melhor os padrões de ocorrência dos Gilgais em território brasileiro, sendo necessárias mais informações sobre distribuição granulométrica de seus constituintes, análises mineralógicas quantitativas, ensaios de contração e expansão de seus materiais, dentre outras análises que possam elucidar questões ainda incompreendidas sobre a gênese deste microrrelevos em solos brasileiros.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, N. Occurrence and distribution of Vertisols. In: AHMAD, N.; MERMUT, A. (Eds.) Vertisols and technologies for their management. **Elsevier**. Amsterdam. p. 1–41, 1996.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – **Programa de desenvolvimento sustentável e convivência com o Semi-Árido Potiguar: Relatório de Avaliação Ambiental (RAA)**. Natal: Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, p. 132, 2005.

ARAÚJO, S. A.; GURGEL, H. C. B.; NASCIMENTO, R. S. S. Indicadores do desenvolvimento gonadal e nutricional de *Prochilodus cearensis* (Steindachner, 1911)(Characiformes, Prochilodontidae) no açude Itans/Caicó, Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2003.

AYDINALP, C. Some important properties and classification of vertisols under Mediterranean climate. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, n.6, p. 449- 452, 2010.

COSTA, J. C. S. **Caracterização geológica e geomorfológica da porção sul do município de Caicó/RN, com base em imagens de sensores remotos ativos e passivos**. Relatório de Pesquisa (Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p. 23, 2006.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa. 5. ed. p. 355 .2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Reference Base for Soil Resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. Rome: FAO, p.1-191. 2014.

FLORINSKY, I. V.; ARLASHINA, H. A. Quantitative topographic analysis of gilgai soil morphology. **Geoderma**, v. 82, n. 4, p. 359-380, 1998.

HOLLANDA, M. H. B. M.; ARCHANJO, C. J.; SOUZA, L. C.; DUNYI, L.; ARMSTRONG, R. Longlived Paleoproterozoic granitic magmatism in the Seridó-Jaguaribe domain, Borborema Province-NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. n.32, p. 287–300, 2011.

HOWARD, A. Crab-hole, gilgai and self mulching soils of the Murrumbidgee irrigation area. **Pedology**, n. 8, p. 14-16, 1932.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3ª edição, Rio de Janeiro, p. 425, 2015.

- IDEC - Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande Do Norte. **Açudes Públicos do Rio Grande do Norte**. Características Físicas e Técnicas – Fundação Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte. Natal/RN, p. 68, 1991.
- JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E), p.536, 1971.
- KHITROV, N. B. Properties and regimes of vertisols with gilgai microtopography (a review). **Eurasian Soil Science**, v. 49, n. 3, p. 257-271, 2016a.
- KHITROV, N. B. Vertisols with gilgai microtopography: classification and parameters of microtopography and morphological types of soils (a review). **Eurasian Soil Science**, v. 49, n. 2, p. 125-144, 2016b.
- KHITROV, N. B. The genesis of vertisols with gilgai microtopography: A review. **Eurasian Soil Science**, v. 49, n. 5, p. 489-497, 2016c.
- KOVDA, I.V.; MORGUN, Y.G.; ALEKSEYEVA, T.V. 1992. Development of gilgai soil cover in central Ciscaucasia. **Eurasian Soil Science**. v. 24, p. 28–45, 1992
- LIMA, G. K. **Caracterização dos Vertissolos do Nordeste brasileiro**. p. 1-101. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2014.
- LUCENA, R. L. et al. Variabilidade climática no município de Caicó/RN: secas e chuvas num arquétipo do clima semiárido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP- Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 8, n. 2, p.23, 2013.
- MAXWELL, B. Influence of horizontal stresses on gilgai landforms. **Journal of geotechnical engineering**, v. 120, n. 8, p. 1437-1444, 1994.
- MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. p. 26-42. 2009.
- MERMUT, A.R.; DASOG, G.S.; DOWUONA, G.N. Soil Morphology. In: AHMAD, N., MERMUT, A. (Eds.), **Vertisols and technologies for their management**. Amsterdam: Elsevier, p. 89-114, 1996.
- NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C. Litofácies da Formação Jucurutu (porção basal do Grupo Seridó) na folha Currais Novos (SB-24-ZB-II), domínio Rio Grande do Norte (Província Borborema, NE do Brasil). In: 44<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Geologia, 2008. **Anais...**, 2008. p. 91.
- PATON, T. R. Origin and terminology for gilgai in Australia. **Geoderma**, v. 11, n. 3, p. 221-242, 1974.
- SANTOS, A. D.; VITAL, S. R. Riscos Geomorfológicos No Município De Caicó-RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 434-448, 2020.
- SANTOS, R. C. et al. Estoques de volume, biomassa e carbono na madeira de espécies da Caatinga em Caicó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 1-7, 2016.

SILVA, M. A. **Magmatismo granítico neoproterozoico no domínio Rio Piranhas-Seridó: geologia e petrologia do Stock Serra da Acauã.** p. 78, Dissertação de Mestrado - UFRN, Natal, 2018.

SOUZA, Z. S.; MARTIN, H.; MACEDO, M. H. F.; PEUCAT, J. J. ; JARDIM, E. F. Un segment de croûte continentale juvénille d'âge protérozoïque inférieur: le Complexe de Caicó (Rio Grande do Norte, NE-Brésil). **Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris**, v. 316, p. 201-208. 1993.

SOUZA, Z. S. ; MARTIN, H.; PEUCAT, J. J. ; JARDIM, E. F. ; MACEDO, M. H. F. Calcalkaline magmatism at the Archean-Proterozoic transition: the Caicó complex basement (NE Brazil). **Journal of Petrology**, v. 48, p. 2149-2185, 2007

VERGER, F. "Mottureaux et gilgais", **Annales de géographie**. v. 73, p. 413–430, 1964.

WONDZELL, S.M.; CORNELIUS, J.M.; CUNNINGHAM, G.L. Vegetation patterns, microtopography, and soils on a Chihuahuan desert playa. **Journal of Vegetation Science**. p. 403-410, 1990