

## **QUANTIFICAÇÃO DOS VALORES DA GEODIVERSIDADE DO GEOSSÍTIO PEDRA DO CRUZEIRO, MUNICÍPIO DE QUIXADÁ-CE, BRASIL.**

Lucas Vitoriano Azevedo<sup>1</sup>  
Caroline Vitor Loureiro<sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A projeção dos geoparques no Brasil tem se tornado próspera, reflexo de sua vasta extensão territorial, logo uma alta geodiversidade privilegiada. Criada no início do século XXI, a iniciativa considera áreas com características geológicas, geomorfológicas e pedológicas ímpares como sítios de conservação relevantes. Esses locais devem gerar atividades que intensifiquem o geoturismo, a geoconservação e a geoeducação local. Farsani *et al.* (2010) entendem esses lugares como elemento principal para a dissipação do geoturismo no local onde ocorrem. Aliado à geodiversidade e ao geoturismo, surge a geoconservação, último item que forma um trinômio que torna a dinâmica de geoparques autossustentável.

O geoturismo, de acordo com a *National Geographic Society*, pode ser definido como a combinação entre o ambiente composto de fenômenos abióticos, bióticos e componentes culturais, que distinguem um local de outro. É apontado como uma vertente do ecoturismo, podendo ocorrer em ambientes naturais e urbanos. Hose (1995) aponta ainda que o geoturismo possibilita estruturas interpretativas e serviços que perpassam a observação e apreciação, permitindo que os turistas adquiram conhecimentos e compreensão da geologia e da geomorfologia de um sítio.

Podemos citar como geoconservação qualquer prática ou medida que tem como objetivo conservar e proteger feições e processos geológicos para futuras gerações, levando em consideração seus valores intrínsecos, vulnerabilidades e risco de degradação (Worton, 2008; Carcavilla *et al.* 2008). Uma boa estratégia de geoconservação envolve sete etapas: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização/divulgação e monitorização.

A fim de promover a geoconservação, essa pesquisa teve como objetivo quantificar os valores presentes no geossítio Pedra do Cruzeiro inserido no território da Proposta Geoparque Sertão Monumental. Para isso, utilizou-se a metodologia de quantificação do patrimônio geológico desenvolvida por Pereira (2010), onde são contemplados valores intrínsecos,

---

<sup>1</sup> Graduando em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, lucas.vitoriano.azevedo07@aluno.ifce.edu.br

<sup>2</sup> Professora Orientadora: Doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, caroline.loureiro@ifce.edu.br

científico, turístico e uso/gestão. Os resultados obtidos de tais itens são capazes de estabelecer a relevância, seja ela local, regional, nacional ou internacional.

Trabalhos de quantificação como esse são importantes pois subsidiam planejamentos estratégicos específicos para cada um dos diferentes geossítios, estimulando práticas holísticas de geoturismo e geoeducação local.

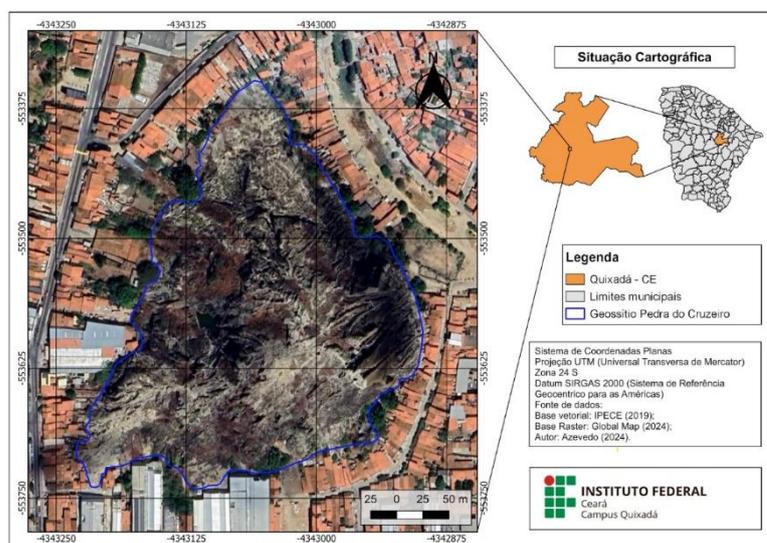
Ressaltamos que o Geoparque Sertão Monumental está em fase de estruturação, o que compõe a primeira etapa de três fases para se tornar um geoparque oficializado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO. Já existem iniciativas e articulações, porém ainda não houveram contatos com representantes da UNESCO.

### Área de estudo

Localizado no centro da zona urbana no município de Quixadá (Figura 1), na Macrorregião do Sertão Central do Ceará, distante 168 km da capital, situa-se entre  $-05^{\circ} 58' 00,02''$  e  $-39^{\circ} 00' 51,50''$  o Geossítio Pedra do Cruzeiro (GPC), é um dos vinte sítios de geodiversidade da Proposta Geoparque Sertão Monumental.

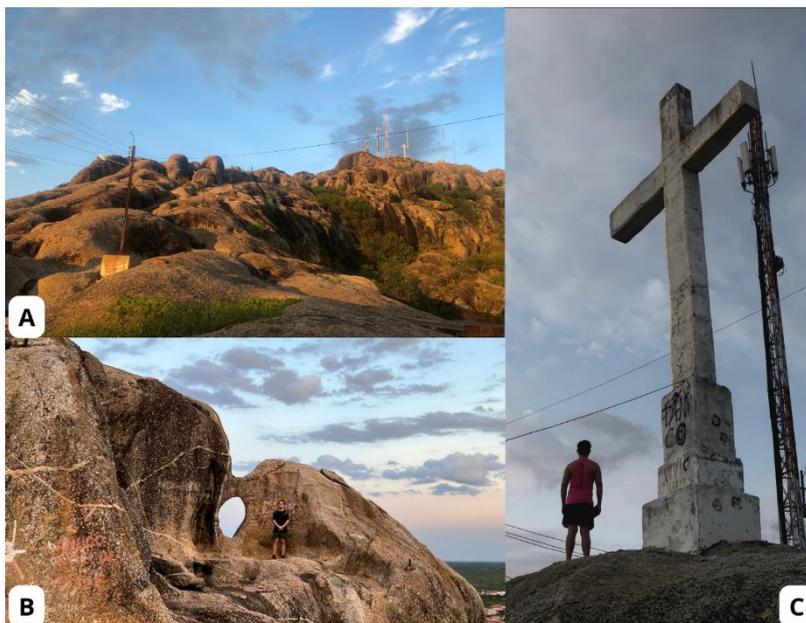
Trata-se de um *inselberg* com setenta metros de altura (Figura 2 - A), elevando-se acima das áreas aplainadas que o cercam. Apresenta características como vasques, caneluras e *gnammas*, que o classificam, segundo Maia et al. (2015), como um *inselberg* de dissolução (tipo 1). Composto por monzogranitos porfíricos, enclaves máficos, diques graníticos e granodioríticos do Pluton Quixadá (560 a 580 Ma), essas rochas estão associadas à orogênese brasileira, resultado do intenso plutonismo induzido por fraturamento. A formação dessas rochas graníticas ocorreu devido à ascensão e aprisionamento do magma facilitado por zonas de cisalhamento (Maia; Nascimento, 2018).

**Figura 1** - Mapa de localização do Geossítio Pedra do Cruzeiro



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

**Figura 2** - Geossítio Pedra do Cruzeiro, Quixadá -CE



A - Visão panorâmica do *inselberg* Pedra do Cruzeiro; B - Cruzeiro em alvenaria; C - Arco Granítico. Fonte: Azevedo (2024).

A denominação do local se relaciona com a instalação de uma cruz de concreto em junho de 1934<sup>3</sup> por pessoas que realizavam suas práticas religiosas no local (Figura 2 - C). Do alto, é possível observar o sítio urbano do município além do campo de *inselbergs* que rodeiam a cidade, bem como a superfície sertaneja. Podendo ser também encontradas espécies de cactáceas e rupícolas, assim como uma estrutura de arco granítico (Figura - B).

## **METODOLOGIA**

Para realizar a quantificação de valores deste geossítio utilizamos a metodologia de Pereira (2010) que se baseia em Brilha (2005) e García-Cortés & Urquí (2009). A metodologia se divide em quatro categorias de valor: valor intrínseco, científico, turístico e uso/gestão. Para cada valor é obtido uma nota a partir de uma média aritmética dos valores atribuídos a cada um dos parâmetros, que podem pontuar de zero (ausência) até quatro (pontuação máxima) como observado a seguir:

- **Valor intrínseco (Vi):** avalia-se os aspectos inerentes do geossítio atribuindo valores a sua raridade, integridade, vulnerabilidade dos processos naturais e variedade de elementos de geodiversidade. A pontuação de Vi se dá através do seguinte cálculo:

$$(A1+A2+A3+A4)/4$$

<sup>3</sup> Matéria publicada em 26 de nov. de 2019 no Jornal Diário do Nordeste (Secretaria de Turismo de Quixadá anuncia processo de revitalização da Pedra do Cruzeiro). Disponível em: <http://blogs.diariodonordeste.com.br/sertaocentral/religiao/secretaria-de-turismo-de-quixada-anuncia-revitalizacao-da-pedra-do-cruzeiro-atracao-turistica/71331> Acesso em: 24 de jun. de 2024

- **Valor Científico (Vci):** avalia-se o potencial científico do geossítio através de número de pesquisas realizadas no local, sua potencialidade de ilustrar processos e aspectos geológicos, sua relevância didática e variedades de elementos de outras temáticas. Assim, tem-se o seguinte cálculo:

$$(B1+B2+B3+B4)/4$$

- **Valor Turístico (Vtur):** Esta categoria permite avaliar a utilização com fins turísticos do geossítio. Engloba características ligadas ao seu aspecto estético, acessibilidade, presença de infraestruturas, utilização do local no momento presente e existência de controle de número de visitantes possibilitando uma avaliação de carga no futuro. O cálculo de valor dessa categoria se dá por:

$$(C1+C2+C3+C4+C5)/5$$

- **Valor de Uso/Gestão (Vug):** Abrange os critérios de relevância cultural, relevância econômica vigente, nível oficial de proteção, possibilidade de uso econômico, vulnerabilidade a uso perene humano, população e condições socioeconômicas dos núcleos urbanos mais próximos. Essa categoria permite avaliar os impactos sociais e viabilidade de práticas conservacionistas no futuro. O valor de Vug tem a seguinte fórmula:

$$(D1+D2+D3+D4+D5+D6+D7)/7$$

Adquiridos as notas que cada categoria de valor, foram calculadas as pontuações para Valor de Uso Científico (VUC), Valor de Uso Turístico (VUT) e o *Ranking* de Relevância, referente a relevância do geossítio (local, regional, nacional e internacional). É possível também, através dessa metodologia, calcular o Valor de Conservação (VC), capaz de indicar a relevância relacionada à conservação.

Conforme a metodologia de Pereira (2010), podemos obter os valores de uso dos lugares a partir dos seguintes termos:

- **Valor de Uso Científico (VUC):** obtido a partir da média ponderada dos valores intrínseco ( $V_i$ ) e científico ( $V_{ci}$ ), é capaz de avaliar o potencial uso do geossítio para fins científicos. É atribuído um peso maior a  $V_{ci}$ , pois esse indicador é obtido a partir de parâmetros que o expressam. Logo, VCU indica a relevância científica do geossítio. Já  $V_i$  expressa a potencial existência de elementos de interesse científico no local. Assim obtemos a seguinte equação:

$$VCU = (2xV_i + 3xV_{ci})/5$$

- **Valor de Uso Turístico (VUT):** obtido a partir da média ponderada dos valores turístico ( $V_{tur}$ ) e de uso/gestão ( $V_{ug}$ ) e utilizado para avaliar o potencial uso turístico do

geossítio. Nesta equação, é atribuído um valor maior para  $V_{tur}$ , pois nessa categoria serão avaliados os parâmetros que expressam tal item. Entretanto o  $V_{ug}$  representa o potencial de utilização futura do geossítio mediante sua valorização e divulgação. Mediante isso, o cálculo de  $VUT$  é obtido da seguinte forma:

$$VUT = (3 \times V_{tur} + 2 \times V_{ug}) / 5$$

- **Valor de Conservação (VC):** obtido a partir da média ponderada entre os valores intrínseco ( $V_i$ ), científico ( $V_{ci}$ ) e de uso/gestão ( $V_{ug}$ ), onde foi atribuído um peso maior ao  $V_i$ . Aponta o potencial uso do geossítio para fins de conservação do patrimônio geológico. São utilizados os valores de  $V_{ci}$  e  $V_{ug}$  pois o autor entende que a conservação patrimonial é uma prática positiva, considerando também a importância científica do local. Foi estabelecida a seguinte equação:

$$VC = (3 \times V_i + V_{ci} + V_{ug}) / 5$$

- **Ranking de Relevância (R):** obtido a partir dos índices de valor de uso científico (VUC) e do Valor de Uso Turístico (VUT). Para a obtenção deste cálculo, os valores foram divididos por 20, número total dos parâmetros  $V_i$ ,  $V_{ci}$ ,  $V_{tur}$  e  $V_{ug}$ . Os valores são multiplicados por 100 de forma a normalizar os resultados. Atribui-se um valor maior a VUC, e obtém-se o seguinte cálculo:

$$R = \{2 \times [(VUC/20) \times 100] + [(VUT/20) \times 100]\} / 3$$

A seriação dos usos dos geossítios (científico, turístico e conservação) e definição de relevância (local, regional, nacional e internacional) são obtidas através dos resultados de  $R$  obtidos. Assim, são estabelecidos os seguintes critérios:

- **Geossítios de relevância local:**  $R \leq 10$ ;
- **Geossítios de relevância regional:**  $10 < R <$  valor médio de  $R$  para o conjunto de geossítios avaliados;
- **Geossítios de relevância nacional:**  $R >$  valor médio de  $R$  para o conjunto de geossítios avaliados;
- **Geossítios de relevância internacional:**  $R >$  valor médio de  $R$  e, simultaneamente, os parâmetros  $A_2$  e  $A_3$  são maiores ou iguais a três e os parâmetros  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $C_2$  e  $C_3$  são maiores ou iguais a dois.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantificação de valores apresentada por Pereira (2010) foi aplicada no geossítio Pedra do Cruzeiro com intuito de quantificar seus valores e determinar seus usos e relevância. A Tabela 1 sintetiza essas informações, seguida dos cálculos apresentados na metodologia.

**Tabela 1** - quantificação de valores do Geossítio Pedra do Cruzeiro, Quixadá, CE, Brasil.

Valor intrínseco	Quantificação	Total
A1- Raridade	4	$V_i = (4+4+3+3)/4$ $V_i = 14/4$ <b><math>V_i = 3,5</math></b>
A2- Integridade	4	
A3- Vulnerabilidade dos processos naturais	3	
A4- Variedade de geodiversidade	3	
Valor científico	Quantificação	Total
B1- Número de pesquisas realizadas no local	5	$V_{ci} = (5+5+5+4)/4$ $V_{ci} = 19/4$ <b><math>V_{ci} = 4,75</math></b>
B2- Potencialidade de ilustrar processos e aspectos geológicos	5	
B3- Relevância didática	5	
B4- Elementos de outras temáticas	4	
Valor turístico	Quantificação	Total
C1- Aspecto estético	3	$V_{tur} = (3+3+1+1+1)/5$ $V_{tur} = 9/5$ <b><math>V_{tur} = 1,8</math></b>
C2- Acessibilidade	3	
C3- Presença de infraestruturas	1	
C4- Utilização do local no momento presente	1	
C5- Existência de controle de visitantes	1	
Valor de Uso/Gestão	Quantificação	Total
D1- Relevância cultural	2	$V_{ug} = (2+1+3+2+5+4+3)/7$ $V_{ug} = 20/7$ <b><math>V_{ug} = 2,86</math></b>
D2- Relevância econômica vigente	1	
D3- Nível oficial de proteção	3	
D4- Possibilidade de uso econômico	2	
D5- Vulnerabilidade a uso perene humano	5	
D6- População	4	
D7- Condições socioeconômicas dos núcleos urbanos mais próximos	3	

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Pereira (2008).

Findada a quantificação, é possível observar o baixo valor turístico devido à falta de infraestruturas, a pouca utilidade do local e a falta de controle de visitantes que resultou em um

$V_{tur}=1,8$ . Em seguida, o valor de uso/gestão sofre baixas, principalmente devido à falta de investimentos que tornem o GPC mais relevante é usual em seu local, apresentando um  $V_{ug}=2,86$ . Com notas médias e altas, o valor intrínseco representa o segundo potencial do geossítio, possuindo  $V_i=3,5$ . Por fim, a metodologia foi capaz de definir o maior valor do local como científico, apresentando quase todas as notas máximas que acarretam um  $V_{ci}=4,75$ .

A fim de seriar os usos e ranquear a relevância do geossítio, foram realizados os seguintes cálculos:

**Valor de Uso Científico**

$$VCU=(2xV_i + 3xV_{ci})/5$$

$$VCU=(2x2,5 + 3x4,75)/5$$

$$VCU=19,25/5$$

$$VCU=3,85$$

**Valor de Conservação**

$$VC=(3xV_i + V_{ci} + V_{ug})/5$$

$$VC=(3x2,5 + 4,75 + 2,86)/5$$

$$VC=15,11/5$$

$$VC=3,022$$

**Valor de Uso Turístico**

$$VUT=(3xV_{tur} + 2xV_{ug})/5$$

$$VUT=(3x1,8 + 2x2,86)/5$$

$$VUT=11,12/5$$

$$VUT=2,224$$

**Ranking de Relevância**

$$R=\{2x[(VUC/20)x100] + [(VUT/20)x100]\}/3$$

$$R=\{2x[(3,85/20)x100] + [(2,224/20)x100]\}/3$$

$$R=49,62/3$$

$$R=16,54$$

A partir dos cálculos foi possível determinar que o Geossítio Pedra do Cruzeiro possui parâmetros que o caracterizam como um geossítio de uso científico ao obter  $VUC = 3,85$  em detrimento de  $VUT$  e  $VC$ , respectivamente 2,224 e 3,022. Quanto a sua relevância, obteve-se  $R = 16,54$ . Partindo de Pereira (2010), o GPC não possui relevância local, pois  $R$  é maior que 10. No entanto, também não pode ser classificado como de relevância internacional pois o item C3 não atinge o valor estimado para tal relevância. Portanto é classificado como regional ou nacional. Vale ressaltar que para uma melhor definição de relevância, é necessário obter o valor médio de  $R$  para o conjunto de geossítios da Proposta Geoparque Sertão Monumental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Geossítio Pedra do Cruzeiro integra a lista dos vinte geossítios de geodiversidade que compõem a Proposta Geoparque Sertão Monumental que já passaram pelos primeiros estágios de geoconservação, sendo inventariado e quantificado pelo GEOSIT. Este trabalho se propôs a realizar a quantificação através de outra proposta, a de Pereira (2010) que se baseia em Brilha (2005) e García-Cortés & Urquí (2009).

Após a quantificação de valores, observou-se que o GPC apresentou potenciais científicos e intrínsecos demonstrados respectivamente por  $V_{ci}=4,75$  e  $V_i=3,5$ . Foi capaz de demonstrar a falta de uso/gestão e turismo no local, expressados por  $V_{ug}=2,86$  e  $V_{tu}=1,8$  respectivamente.

A seriação de uso e relevância resultou em uma maior capacidade do local para uso científico representado por  $VUC=3,85$ , maior valor, seguido pelo valor de conservação,  $VC=$

3,022 e valor de uso turístico  $VUT=2,224$ . Quanto à relevância, o GPC se qualifica como caráter nacional ou internacional.

**Palavras-chave:** Quantificação; Geodiversidade; Quixadá

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, pelo financiamento da bolsa de Iniciação científica (IC), e ao Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação (NIGEO) do IFCE, *campus* de Quixadá, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

- CARCAVILLA, Luis; DURÁN, Juan J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, Jerónimo. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, v. 10, n. 2008, p. 1299-1303, 2008.
- FARSANI, N.T.; COELHO, C.; COSTA, C. (2010). Geoparks as Art Museums for Geotourists. **Revista Turismo e Desenvolvimento**, 13: 173-182.
- GARCÍA-CORTÉS A. & URQUÍ L.C. (2009) - Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG). Version 11, 12-03-2009. **Instituto Geológico y Minero de España**. Disponível em: <http://www.igme.es/internet/patrimonio/>, consultado em 16/jun/2024.
- HOSE, T. A. Selling the Story of Britain's Stone. *Environmental Interpretation*, v. 2, p. 10, p. 16-17, 1995.
- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de Inselbergues de Quixadá, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, nº. 2, p. 239 -253, abr/jun, 2015.
- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. N. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 18, nº 2, p.375-389, abr/jun, 2018
- NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo. 2008.
- PEREIRA, R. F.; BRILHA, J. Proposta de quantificação do património geológico da Chapada Diamantina (Bahia, Brasil) Proposal for the quantification of the geological heritage of Chapada Diamantina (Bahia, Brazil). **e-Terra**, v. 18, n. 8, 2010.
- WORTON, G. J. A. A historical perspective on local communities and geological conservation. in: BUREK, C. V.; PROSSER, C.D. (Ed.). **The history of geoconservation**. London: The Geological society of London, June 2008. p. 137-146. (Special Publications, n. 300).