

## **ANÁLISE DE KNICKPOINTS E KNICKZONAS NA ESTRUTURA DE IMPACTO DE ARAGUAINHA (MT/GO)**

Dyenne Queiroz Silva<sup>1</sup>  
André Henrique Bezerra dos Santos<sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Crateras de impacto são formadas no instante em que o bólido extraterrestre atinge a superfície de choque (SANTOS, 2013), a cratera é produzida por intensas ondas de choque que são geradas no ponto de impacto e irradiam para fora através das rochas. A velocidade mínima do impacto do projétil com a Terra é de 11,2 km/s (FRENCH, 1998), nesse instante a energia cinética do bólido é convertida em intensas ondas de choque de alta pressão, essas ondas de choque irradiam do ponto do impacto em velocidades que podem ultrapassar 10 km/s (FRENCH, 1998).

A craterização começa no momento da colisão do projétil em hipervelocidade com a superfície da Terra (SANTOS, 2013), de acordo com French (1998) podemos dividir a formação de uma cratera em três estágios: contato/compressão, escavação e modificação. A compressão ocorre quando a onda de choque comprime e aquece o material alvo da região do impacto, esse material é comprimido e expulso da cratera. A profundidade da cratera pode chegar até um terço do tamanho do meteorito e seu diâmetro pode ser até 2 vezes maior que o meteorito (FRENCH, 1998). O segundo estágio, escavação, termina quando a cratera transitória atinge seu tamanho máximo. Nas crateras simples, o material que foi ejetado e está nas bordas da cratera cede e preenche o centro, de maneira geral o terceiro estágio é finalizado quando as coisas param de cair. Estruturas de impacto maiores que 4 KM, como o Domo de Araguainha são complexas, nessas crateras o estágio de modificação é marcado pelo soerguimento de um pico central à medida que rochas mais profundas abaixo do centro da cratera transitória sobem e formam uma elevação central, como uma gota líquida atingindo uma superfície líquida (FRENCH, 1998).

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de São Paulo – IFSP, dyenne.q@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Professor Orientador: doutor, Instituto Federal de São Paulo – IFSP, andrehsantos@ifsp.edu.br

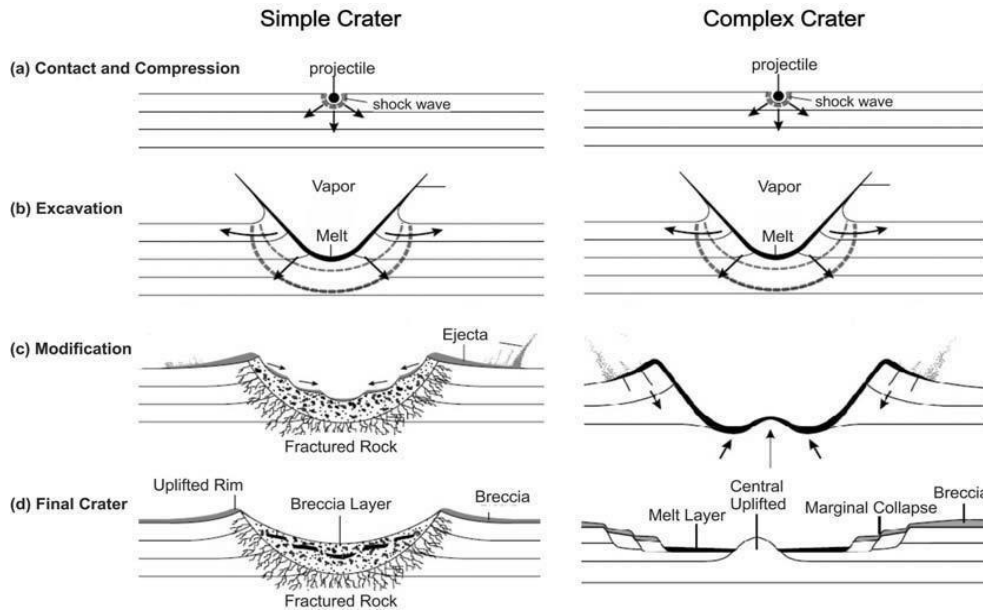


Figura 1: Formação de cratera simples e complexa. Extraído de FRENCH (1998).

A Cratera de Araguainha ou Domo de Araguainha está localizada na divisa dos estados de Mato Grosso e Goiás, nas cidades de Araguainha, Ponte Branca, Alto do Araguaia (MT) e Doverlândia, Mineiros e Santa Rita do Araguaia (GO). Formada há 250 Ma de anos após a colisão de um meteorito com a superfície terrestre, tem um diâmetro de 40km sendo a maior cratera de impacto da América do Sul. Estudada desde 1970, quando foi descoberta por levantamento aerogeofísico em que se buscavam locais para a mineração de urânio (CRÓSTA, 2018).

No entanto, há um déficit em pesquisas voltadas para a evolução geomorfológica da estrutura de impacto, de modo que a evolução do relevo e da rede de drenagem no centro e entorno da cratera foi pouco explicada.

De acordo com Christofolletti (1980), a construção do perfil longitudinal estabelece uma análise gráfica entre comprimento (eixo x) e altitude (eixo y) do curso d'água, é a partir desse perfil que há a compreensão de possíveis anomalias na rede de drenagem, anomalias que podem ser definidas por knickpoints ou knickzonas. Um perfil ilustra a geometria do canal fluvial e fornece pistas da história geomorfológica da área estudada, distúrbios nos perfis são tratados como anomalias que fogem a regra. Um perfil em equilibrado apresenta uma concavidade amenizada em direção a jusante com uma curvatura logarítmica linear negativa.

Há uma abundância de estudos que utilizam índices morfométricos na geomorfologia, com uma vasta literatura sobre o uso do índice RDE (relação Extensão-Declividade) que descreve quantitativamente a geometria do lugar e a relação entre a declividade e a extensão do canal fluvial (Antón, 2014; Etchebehere *et. al*, 2004;

Etchebehere *et. al*, 2006; Brito e Souza, 2023, Silva *et. al*, 2016; Santos e Oliveira, 2015). O índice auxilia na compreensão da dinâmica dos processos erosivos e tectônicos.

Isto posto, essa pesquisa tem por objetivo o levantamento e caracterização de anomalias na rede de drenagem da Cratera de Araguainha, como cotovelos, variações abruptas nas larguras e nas profundidades dos vales, colos e gargantas, knickpoints e knickzonas que possam ser atribuídas à estrutura de impacto.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

A pesquisa utilizou ferramentas de geoprocessamento, dados de levantamento da missão SRTM, imagens de satélite, cartas topográficas e geológicas. A bacia da cratera foi delimitada usando o plugin TauDEM no software QGIS, para isso foram baixadas 12 cartas topográficas de declividade no site do TOPODATA com resolução de 90m, sendo elas: 15\_555; 15\_54; 15\_525; 16\_555; 16\_54; 16\_525; 17\_555; 17\_54; 17\_525; 18\_555; 18\_54 e 18\_525.

A partir dos dados de topografia disponíveis, elaborou-se um Modelo Digital de Elevação do qual foram extraídos atributos primários, que consistem em produtos retirados diretamente dos dados de elevação. A rede hidrográfica com hierarquia fluvial de acordo com a proposta de Strahler (1952) foi extraída automaticamente a partir dos dados SRTM, com uso da extensão TAUDem no QGIS. O padrão de drenagem é reconhecido como indicador de ajuste da atividade fluvial à estrutura e às inclinações herdadas de superfícies geomorfológicas antigas. Após a reconstrução das linhas de drenagem foi realizada a análise de sete cursos d'água que passam por dentro da Cratera. Com base na análise realizada utilizando o software Qgis, mediu-se o comprimento dos cursos d'água marcando as diferenças altimétricas (distância de 20m) e a extensão horizontal de cada segmento do curso compreendido entre duas curvas de nível.

Os valores foram transferidos para uma planilha no Excel, na qual foram calculados os índices RDE (Relação Declividade-Extensão). A planilha também calculou a relação entre  $RDE_s$  e  $RDE_t$ . O índice RDE, índice SI (slope-length) ou “Índice de Hack” (Hack, 1973; Etchebehere *et. al*, 2006.) pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$RDE = (\Delta H / \Delta L) \cdot L$$

Onde  $\Delta H$  é a diferença altimétrica entre duas curvas de nível subsequentes;  $\Delta L$  é o comprimento do canal fluvial entre duas curvas de nível; L é o comprimento do canal fluvial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a construção das linhas de drenagem foram elaborados sete perfis longitudinais de cursos de 7ª ordem (2), 6ª ordem (1) e de 5ª ordem (4). Os rios da crateras seguem até a 8ª ordem, esse curso em específico foi deixado para ser analisado posteriormente. Dos sete perfis, 6 apresentaram anomalias de primeira ordem e todos apresentaram anomalias de segunda ordem. Anomalias de primeira ordem são classificadas por valores de  $RDEs/RDE_t$  maiores que 10 e anomalias de segunda ordem os valores variam entre 2 a 10, valores inferiores a 2 não indicam anomalias (Etchebehere *et. al*, 2004; Silva *et. al*, 2016).

Hierarquia	Drenagem	Extensão (m)	Anomalias de primeira ordem	Anomalias de segunda ordem	LN	Amplitude (m)	RDEt (total)
7ª ordem	Rio Diamantino	96400	12	7	11,476261	501	43,66
7ª ordem	Ribeirão Correia	45500	0	5	10,725468	137	12,77
6ª ordem	Rio Araguainha	61000	11	5	11,018629	388	35,21
5ª ordem	Ribeirão São João	62800	6	9	11,04771	411	37,20
5ª ordem	Córrego Barreirão	21500	2	9	9,9758082	210	21,05
5ª ordem	Sem Nome	24800	1	7	10,118599	193	19,07
5ª ordem	Ribeirão do Salto	73200	8	6	11,200951	407	36,34

Figura 2: Dados das drenagens que foram aplicadas o índice RDE

O Córrego Barreirão é um canal fluvial que nasce dentro da cratera, na zona oeste e corre próximo ao pico soerguido na direção leste, indo para o sul da cratera, termina seu curso no encontro com o Rio Araguaia (rio de 8ª ordem). Seu curso é todo anômalo, com

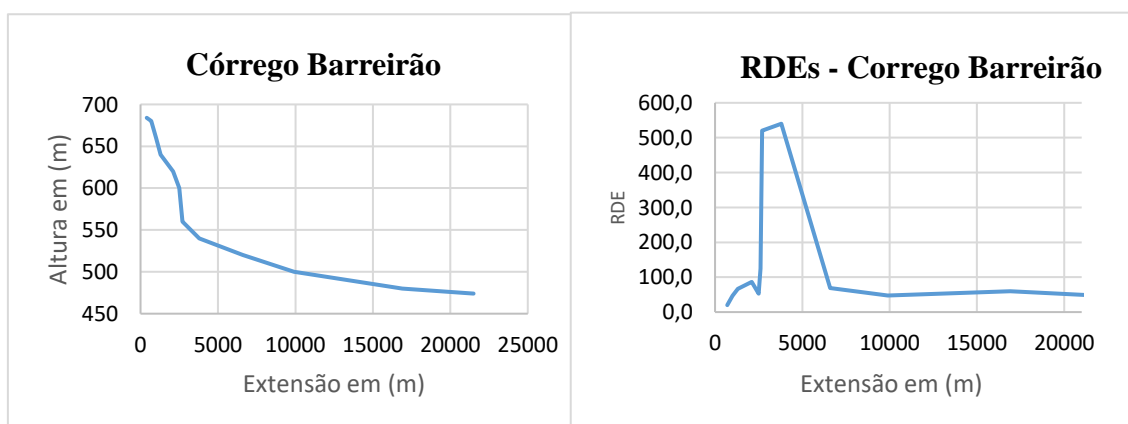


Figura 3: Perfil longitudinal e gráfico RDEs do Córrego Barreirão

apenas uma exceção no primeiro segmento de RDEs/RDEt que apresenta um valor de 0,95, os outros segmentos apresentam valores que variam entre 2,24 e 25,65. Importante ressaltar que os valores que representam anomalias de primeira ordem correspondem a uma cachoeira que existe no curso do rio.

A drenagem na cratera exibe muitos knickpoints que podemos descrever como cachoeiras e um cânion na saída do Rio Araguaia da estrutura da cratera, visto em trabalho de campo realizado para observação da estrutura do domo. Outro rio que apresenta anomalias na saída da cratera é o Ribeirão São João de 5ª ordem. Ele nasce à noroeste da cratera e segue seu curso até nordeste, onde encontra o Rio Araguaia quilômetros após sair da estrutura de impacto. Ao adentrar a cratera o ribeirão está localizado em uma knickzona que apresenta anomalias de primeira ordem com valores RDEs/RDEt de 12,90 a 15,05. Ao sair da cratera o ribeirão tem uma anomalia de segunda ordem de 2,73.

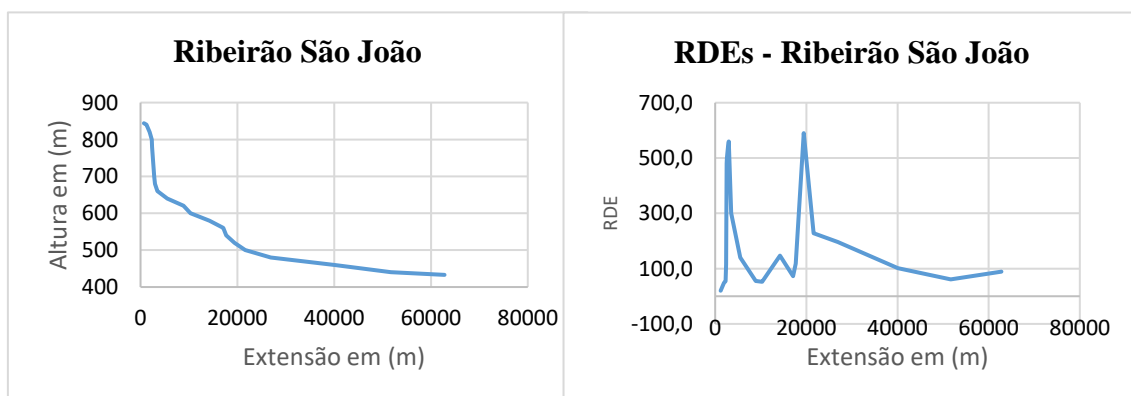


Figura 4: Perfil longitudinal e gráfico RDEs do Ribeirão São João

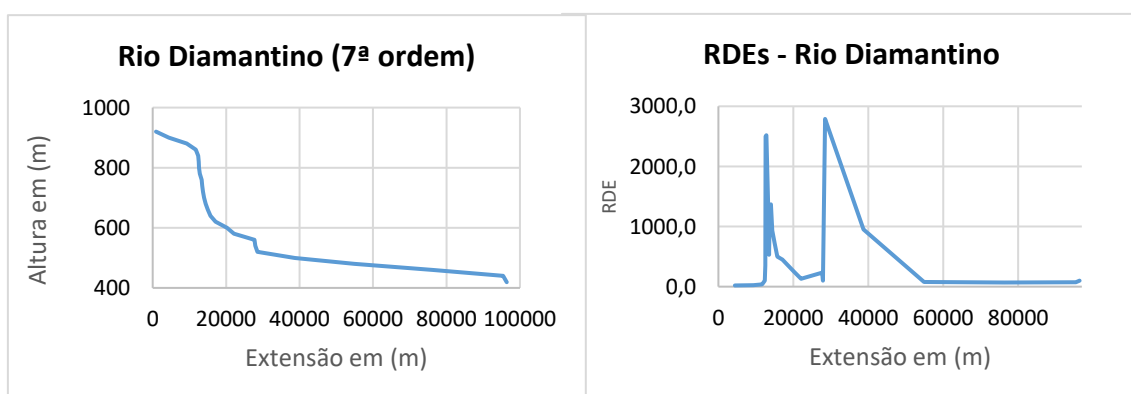


Figura 5: Perfil longitudinal e gráfico RDEs no Rio Diamantino

O Rio Diamantino conta com apenas uma anomalia de segunda ordem dentro da cratera no encontro com o Rio Araguaia, isso foi observado em campo, no encontro dos

dois rios há um desnível, e cerca de 1 km depois há o início de um cânion entre as cidades de Ponte Branca e Doverlândia. As outras anomalias estão distantes da estrutura de impacto. Foram encontradas knickzonas no Rio Diamantino e no rio Araguainha, também foram encontrados knickpoints nos perfis analisados. Eles estão associados a cânion e cachoeiras da região.

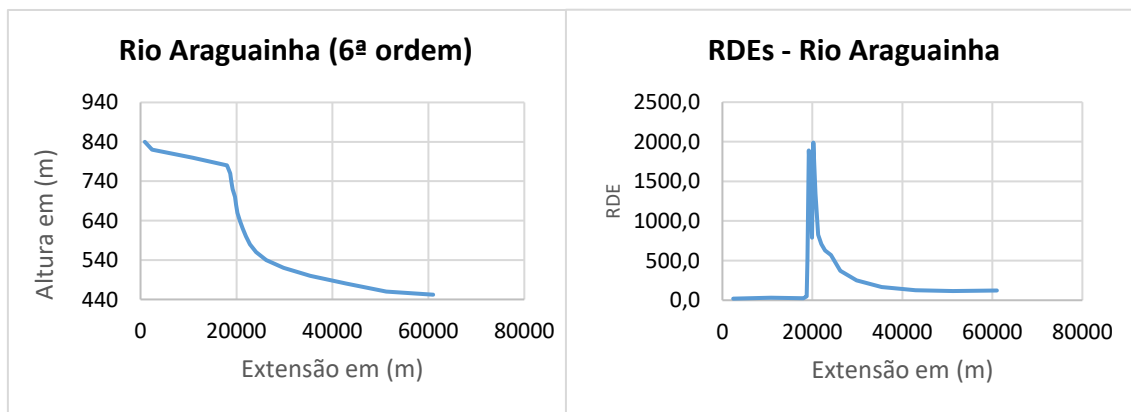


Figura 6: Perfil longitudinal e gráfico RDEs do Rio Araguainha

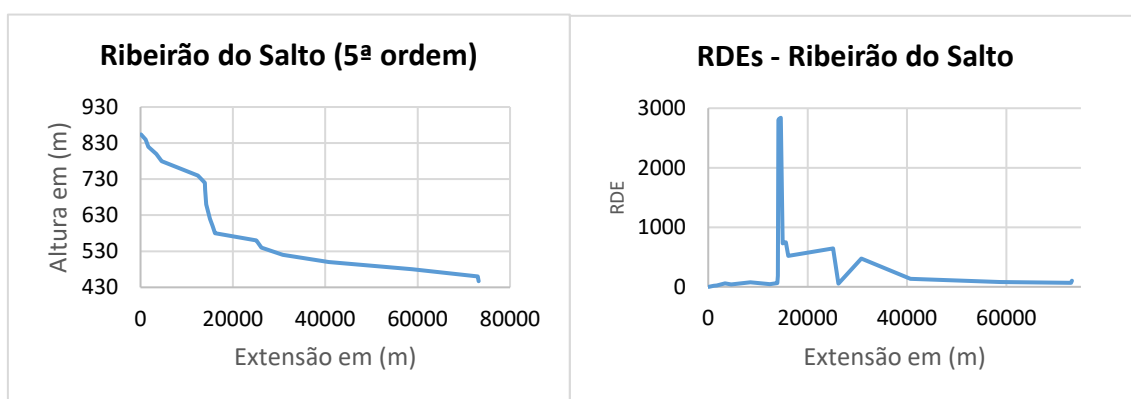


Figura 7: Perfil longitudinal e gráfico RDEs do Ribeirão do Salto

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento a pesquisa está em desenvolvimento, ainda vamos analisar outros cursos, como por exemplo o Rio Araguaia que passa pela cratera e divide os estados MT e GO. Apesar disso encontramos varias anomalias e knickzonas nos canais fluviais analisados. As anomalias encontradas no Córrego Barreirão estão relacionadas com fraturas litológicas.

**Palavras-chave:** Perfil longitudinal; geomorfometria; cratera de impacto; sistemas fluviais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal de São Paulo, campus São Paulo pela oportunidade e pela bolsa de fomento à pesquisa PIBIFSP.

## REFERÊNCIAS

ANTÓN, L. et al. Using river long profiles and geomorphic indices to evaluate the geomorphological signature of continental scale drainage capture, Duero basin (NW Iberia). *Geomorphology* (Amsterdam, Netherlands), v. 206, p. 250–261, 2014.

BEZERRA DOS SANTOS, A. H.; DE OLIVEIRA, D. A Influência De Uma Estrutura De Impacto Na Morfodinâmica Da Borda Meridional Do Planalto Paulistano: O Caso Da Cratera De Colônia, Em São Paulo-SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 4, 2015.

Brito, AM, & Oliveira Souza, A. (2024). Aplicação Do SI-Index E Ksn-Index No Estudo De Knickpoints Dos Afluentes Do Alto Curso Do Rio Preto, Região Oeste Do Estado Da Bahia. *Revista Contexto Geográfico*, 9 (18). <https://doi.org/10.28998/contegeo.9i.18.16817>

ETCHEBEHERE, M. L. C. Aplicação do índice “Relação Declividade-Extensão –RDE” na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. *Geologia USP-Séries Científicas*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

ETCHEBEHERE, M. L. C. et al. Detecção De Prováveis Deformações Neotectônicas No Vale Do Rio Do Peixe, Região Ocidental Paulista, Mediante Aplicação De Índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em Segmentos de Drenagem. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 25, n. 3, p. 271–287, 2006.

HACK, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. *U.S. Geol. Survey, Jour. Research*, v. 1, n.4, p. 421-429, 1973.

Silva, F. P., Moreira, J. A., & Barreto, J. C. B. (2016). O Uso De Dados Geomorfológicos E Estruturais Como Subsídio À Interpretação Do Papel Da Neotectônica Na Evolução Do Relevo Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraibuna – MG. *SINAGEO*. <https://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-12-1503.html>

STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. *Geological Society of American Bulletin*, v. 63, p. 923-938, 1952.