

com as margens das principais drenagens está evidentemente marcada no mapa, sendo sua formação associada provavelmente a periódica remoção do solo carbonático durante a fase inicial de entalhamento de seus canais, favorecendo pelo menos o desenvolvimento das feições cársticas superficiais na área.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FORD, D. & WILLIAMS, P. 1989. *Karst Geomorphology and Hidrology*. 1 ed. London, London Unwin Hyman, 342 p.
- NUNES, B.A.; RIBEIRO, M.I.C.; ALMEIDA, V.J.; MAMEDE, L.; NATALI FILHO, J. 1995. Manual Técnico de Geomorfologia, IBGE. Rio de Janeiro. 145p. (Série Manuais Técnicos em Geociências 5).

## ÍNDICE DE RUGOSIDADE: PARÂMETRO MORFOMÉTRICO DA INTENSIDADE DE RELEVO. EXEMPLO DO CARSTE DA BACIA DO RIO UNA, BAHIA \*

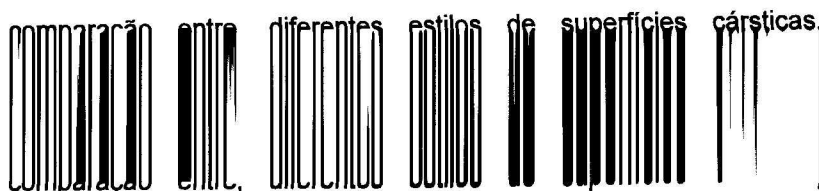
*I. Karmann  
DGG-IGc-USP  
R.F. Pereira  
IGc-USP Pós-Graduação  
J.A. Ferrari  
IG-SEMA/SP*

*\* Trabalho realizado com auxílio da FAPESP - Proc. 95/2996-6*

---

### INTRODUÇÃO

Nesta comunicação apresenta-se um método de cálculo da rugosidade, exemplo de parâmetro morfométrico quantitativo, aplicado aqui, para exprimir numericamente, um índice de irregularidades da superfície de áreas cársticas. Este método permitirá a classificação de, e a



seguindo a meta geral da análise geomorfológica quantitativa (WILLIAMS, 1972) e a proposta de DAY (1979).

## ÁREA ESTUDADA

Os terrenos cársticos investigados localizam-se no médio e baixo curso da bacia do rio Una, abrangendo os municípios de Itaetê, Iramaia, Mucugê e Andaraí, região central do Estado da Bahia. O rio Una nasce sobre os metarenitos que sustentam a Chapada Diamantina e seu curso principal meandra sobre um planalto carbonático tabular suavemente ondulado desenvolvido sobre os calcarenitos, calcilitos, doloarenitos e pelitos da Formação Salitre do Grupo Una (Supergrupo São Francisco, Pflug e Renger, 1973).

Qualitativamente, o relevo cárstico da área pode ser classificado como um carste parcialmente coberto. A superfície cárstica é caracterizada por amplas e rasas bacias de drenagem centrípeta. Nestas ocorrem restos de paleovales fluviais, sumidouros e dolinas de abatimento, que as vezes, dão acesso à amplos condutos subterrâneos.

## RUGOSIDADE: DEFINIÇÃO E MÉTODO DE CÁLCULO

Rugosidade do terreno define-se genericamente como o índice de irregularidades ou a variabilidade não sistemática da elevação do terreno (HOBSON 1972). A rugosidade pode ser relacionada, portanto, de um modo geral, ao grau de dissecamento da superfície terrestre.

Tres métodos são citados na literatura para exprimir a rugosidade do terreno (DAY 1979): 1- relação entre a área planimétrica e a área real, 2- estimativa da distribuição de freqüência de elevações ou vértices do relevo, e 3- comparação entre a distribuição e orientação espacial de superfícies planares nas áreas de amostragem.

Neste trabalho utilizou-se a primeira técnica, ou seja, a razão entre a **área em planta (AP)** e a **área real (AR)**, denominada aqui, de **índice de rugosidade (IR)**. Este índice é inversamente proporcional à área real, ou seja, o IR tende a zero com rugosidade máxima, atingindo o valor teórico máximo de 1, quando o relevo é totalmente plano.

As áreas foram medidas em quatro células de (6 x 6)km, posicionadas sobre os calcários do Grupo Una, com o objetivo de amostrar a variabilidade da superfície cárstica. As áreas foram extraídas de um modelo digital do terreno, interpolado a partir de aproximadamente 50.000 pontos, obtidos pela digitalização da base topográfica na escala 1:100.000 (folhas Itaetê, Iramaia, Lençóis e Mucugê, SUDENE 1975). A interpolação dos pontos inscritos numa região de (32 x 34)km, resultou num grid de 341 linhas por 321 colunas, com uma resolução de aproximadamente 100 metros. Além do cálculo da rugosidade também foram obtidos valores da declividade média por célula.

## RESULTADOS

Os Parâmetros Medidos e Calculados são Apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Parâmetros morfométricos do carste da bacia do rio Una**

PARÂMETRO	CÉLULA 1	CÉLULA 2	CÉLULA 3	CÉLULA 4
Área Planar (AP) km <sup>2</sup>	36	36	36	36
Área Real (AR) km <sup>2</sup>	1290.39	992.536	1009.8	1146.38
Índice de Rugosidade (IR)	0.02789854	0.03627072	0.03565062	0.0314032
Declividade média por célula (graus)	1.94	1.52	1.54	1.76
Desvio Padrão da Declividade	2.31	1.16	1.14	1.23
Varição da Declividade	119%	76%	74%	69%

A média do índice de rugosidade da área é de 0.0328, com um coeficiente de variação de 12%. O baixo coeficiente de variação indica que o padrão da topografia é relativamente homogêneo entre as células analisadas. Os valores de declividade média também não variam muito entre as células, no entanto, apresentam coeficientes de variação de até 119 %.

Para avaliar a correlação entre os parâmetros, foram obtidos os coeficientes de regressão linear da tabela 2.

Os coeficientes obtidos indicam que: o aumento da rugosidade (diminuição de IR) é acompanhado pelo aumento da declividade média das células (correlação de -99%); apesar de apresentar um coeficiente de correlação linear menor, a variação da declividade em cada célula também acompanha o aumento da rugosidade.

**Tabela 2. Coeficientes de correlação por regressão linear entre o índice de rugosidade e outros parâmetros morfométrico**

	Índice de Rugosidade
Declividade Média	- 99 %
Variação da Declividade	- 79 %

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O valor de IR obtido neste trabalho representa a primeira avaliação quantitativa da rugosidade de relevos cársticos disponível na literatura geomorfológica brasileira. A próxima etapa (em andamento) será produzir IR's para outras áreas cársticas, com características morfológicas distintas da região da bacia do Una, e assim, obter uma correlação entre valores de IR e estilos de superfícies cársticas, produzindo padrões numéricos destas superfícies.

Até o momento, conclui-se que, uma topografia descrita qualitativamente como pouco acidentada, suavemente ondulada, com escarpas locais e de aspecto geral tabular, modelada em ambiente tectônico recente de baixo soerguimento (cobertura cratônica), como é o caso do carste da bacia do rio Una, reflete um índice de rugosidade entre 0,028 e 0,036. Deve-se lembrar que IR é dependente da resolução da base topográfica, e portanto, sempre deve ser associado à escala utilizada, no presente caso, 1:100.000.

A alta correlação entre a declividade e o índice de rugosidade evidencia que estes parâmetros podem ser utilizados em conjunto para definir quantitativamente o caráter "suave" ou "rugoso" de superfícies cársticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAY, M.J.-1979- Surface roughness as a discriminator of tropical karst styles. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., 32: 1-8.
- HOBSON, R.D.-1972- Surface roughness in topography: quantitative approach. In: CHORLEY, R.J. (ed) *Spatial analysis in geomorphology*, Harper and Row, p.225-245.
- PFLUG, R. e RENGER, F.-1973- Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do craton Sanfranciscano. In: Cong. Bras. Geol., 27. Aracaju, 1973. Anais, Soc. Bras. Geol., 1973, p. 5-19.
- WILLIAMS, P.W.-1972- The analysis of spatial characteristics of karst terrains. In: CHORLEY, R.J. (ed.) *Spatial analysis in geomorphology*. New York, Harper and Row, p.136-166.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOCRONOLOGIA DO ENTALHAMENTO SUBTERRÂNEO ASSOCIADO ÀS CAVERNAS DO ALTO RIBEIRA (IPORANGA, SP), COM BASE NO MÉTODO Th/U \*

*Karmann, I.  
Instituto de Geociências USP  
Ford, D.*

*Dept. of Geography, McMaster University*

*\* Trabalho realizado com apoio da FAPESP - Proc. 90/2850-8 e  
CNPq - Proc. 203085/89-2GL*

---

## INTRODUÇÃO

Uma das questões críticas no estudo da espeleogênese refere-se às idades de condutos de dissolução e ao tempo envolvido na evolução de aquíferos cársticos.