

CARACTERIZAÇÃO DAS KAMENITZAS EM QUARTZITOS NA REGIÃO SUDESTE DE DIAMANTINA (MG)

CHARACTERIZATION OF KAMENITZAS IN QUARTZITES IN THE SOUTHEAST REGION OF DIAMANTINA (MG)

Fernanda Cristina Rodrigues de Souza & André Augusto Rodrigues Salgado

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Contatos: souzageografia@yahoo.com.br; geosalgado@yahoo.com.br.

Resumo

O presente trabalho apresenta as características das kamenitzas, uma tipologia de karren, desenvolvidas em quartzitos na região sudeste de Diamantina (MG). O procedimento metodológico utilizado consistiu em aferição morfométrica de kamenitzas e tratamento estatístico dos parâmetros morfométricos dessas feições. Os resultados obtidos demonstram que, em geral, há duas tipologias morfológicas de kamenitzas na área de estudo: a) profundas, arredondadas e de dimensões menores e b) rasas, alongadas e de dimensões maiores. Constata-se que as kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se em áreas entre 900 e 999m e estão inseridas principalmente na parte sul da área pesquisada. Já as kamenitzas rasas, alongadas ou ovais e de dimensões maiores localizam-se em áreas entre 1100 e 1199m de altitude e, predominantemente, na porção norte da região SE de Diamantina.

Palavras-Chave: Kamenitzas; Análise Morfométrica; Estatística; Quartzitos; Diamantina (MG).

Abstract

This paper presents the kamenitzas features, a typology of karren, developed in quartzite in the southeastern region of Diamantina (MG). The methodological procedure consisted measurement of morphometric kamenitzas and statistical morphometric parameters of these features. The results showed that, in general, there are two morphological types of kamenitzas in the studied area: a) deep, rounded and smaller sizes, and b) shallow, narrow and larger sizes. It is verified that the deep, rounded and smaller sizes kamenitzas, located in areas between 900 and 999m, are placed mainly in the southern part of the studied area. The shallow, narrowed or oval and larger sizes kamenitzas, on the other hand, are located in areas between 1100 and 1199m of altitude and, predominantly, are in the northern portion of the southeast region of Diamantina.

Key-Words: Kamenitzas; Morphometric Analysis, Statistics, Quartzite; Diamantina (MG).

1. INTRODUÇÃO

Karren se refere a uma feição exocárstica caracterizadas pela presença de sulcos ou ranhuras direcionadas, que podem ser formadas diretamente na superfície da rocha ou abaixo de solo, musgo ou cobertura vegetal e apresentam tipologia diversificada, muitas vezes poligenética (CVIJIC, 1960; SWEETING, 1972; BÖGLI, 1978). As kamenitzas correspondem a uma tipologia de karren, que também é conhecida como bacias de dissolução, *solution pans* e tinajitas (FORD; WILLIAMS, 2007) e são frequentemente alinhadas em grupos ao longo de juntas e fissuras (SWEETING, 1972).

Os principais fatores que interferem na formação das kamenitzas são: a) a composição da rocha; b) a quantidade, distribuição e natureza da precipitação; c) a declividade ou mergulho da rocha

e suas estruturas primárias e secundárias; d) a presença ou ausência de cobertura vegetal, solos ou turfas; e) as condições paleoclimáticas (CVIJIC, 1960; SWEETING, 1972; BÖGLI, 1978). A Tabela 01 apresenta as características gerais das kamenitzas e suas principais superfícies de ocorrência. Destaca-se que o autor não mencionou nem atrelou especificamente, as características e áreas de ocorrências dessas feições ao tipo de rocha.

As kamenitzas são tipos de karren recorrentes em calcários, dolomitos, gipso, quartzito, arenito e gnaiss (FORD; WILLIAMS, 2007) e em áreas de clima tropical, temperado ou glacial (SWEETING, 1972). Entretanto, embora alguns estudos (ROBAINA; BAZZAN, 2008; RODET *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2011) apresentem e caracterizem essas feições desenvolvidas em quartzitos, esses trabalhos restringem-se basicamente ao resgate conceitual

apresentado por CVIJIC (1960) e BÖGLI (1978) e no registro de ocorrência dessas feições. Por isso, busca-se o levantamento e interpretação destas feições com base em dados estatísticos descritivos e espaciais. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as kamenitzas desenvolvidas em quartzitos na região sudeste de Diamantina (MG).

A área de estudo localiza-se a sudeste da sede municipal de Diamantina (MG), abrange o distrito de Extração e suas proximidades, e está fora dos limites de unidades de conservação. A Figura 1 mostra a localização da área de estudo e a distribuição dos pontos de amostragem das kamenitzas.

Tabela 1: Características gerais das kamenitzas e suas áreas de ocorrência

Tamanho médio	Áreas de ocorrência	Superfície de ocorrência	Características das Cristas
<u>Diâmetro:</u> Poucos cm a 3m <u>Profundidade:</u> 50cm	Afloramentos ou superfícies livres e áreas com cobertura pedológica	Horizontal	- Semi afiadas onde os karren são livres - Suavizadas onde os karren são cobertos

Fonte: Modificado de Sweeting (1972)

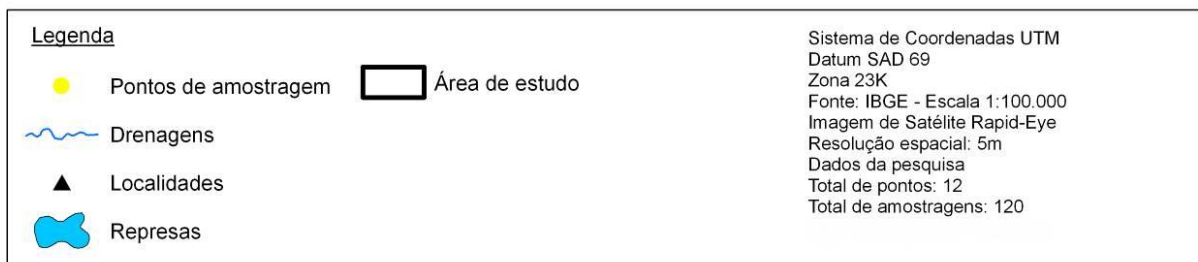
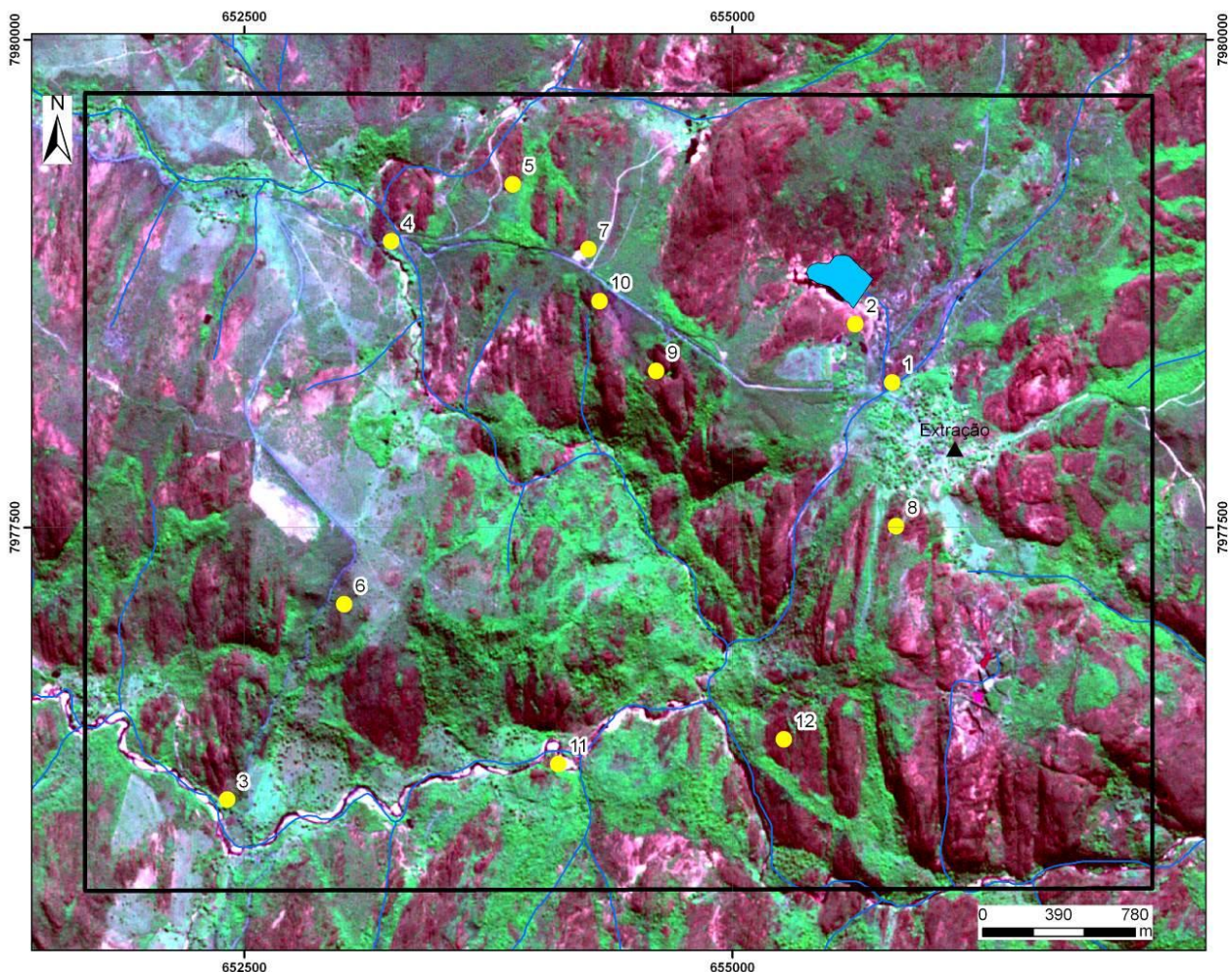


Figura 1: Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem das kamenitzas

A área pesquisada é composta por rochas do Supergrupo Espinhaço, Formação Sopa-Brumadinho, rochas metabásicas e depósitos do Terciário e Quaternário. A Formação Sopa-Brumadinho apresenta estratificações cruzadas de pequeno porte, é composta por quartzitos de granulação grosseira, filitos e metaconglomerados depositados no período de instabilidade tectônica (ALMEIDA ABREU, 1995). Na área de estudo essa Formação é representada pelas Unidades Inferior e Média do Membro Caldeirões, composta especificamente por quartzitos monomíticos, ortoconglomerados de matriz sericítica e paraconglomerados de matriz quartzítica (NOGUEIRA; FELINTO, 1982; VIEGAS, 2010; SILVA, 2010), conforme observado em campo e registrado na Figura 2.

O clima na área de estudo é influenciado pelo fator orográfico e é caracterizado por apresentar duas estações bem definidas: chuvosa (novembro a março) e seca (abril a outubro). As temperaturas são amenas durante todo o ano, com média anual de 18°C a 19°C e a precipitação média anual equivale a 1400 mm (INMET, 2012). Geomorfologicamente a

área está inserida na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), na porção central do Planalto Diamantina e caracteriza-se pela ocorrência de relevo ondulado e suave ondulado. Leão *et al.* (2012) apresentam comportamentos morfológicos e denudacionais diferentes nas vertentes litorânea e interiorana da SdEM. Morfologicamente a vertente litorânea da SdEM apresenta maior declividade e, teoricamente, cursos fluviais mais agressivos que a vertente interiorana. Entretanto, devido aos fatores litológicos, a vertente oeste apresenta ocorrência e intensidade de geoformas erosivas e os dados de denudação geoquímica registram que atualmente as taxas de perdas geoquímicas são maiores na vertente oeste. Desta forma, os autores constataam que os processos denudacionais tiveram dois momentos diferenciados, que são demarcados pela exumação de granito, gnaiss e rochas carbonáticas na vertente oeste e esse fator condicionou que esta porção da SdEM passasse a apresentar taxas de perdas denudacionais superiores à margem litorânea. A Figura 3 demonstra as características geomorfológicas gerais da área de estudo.

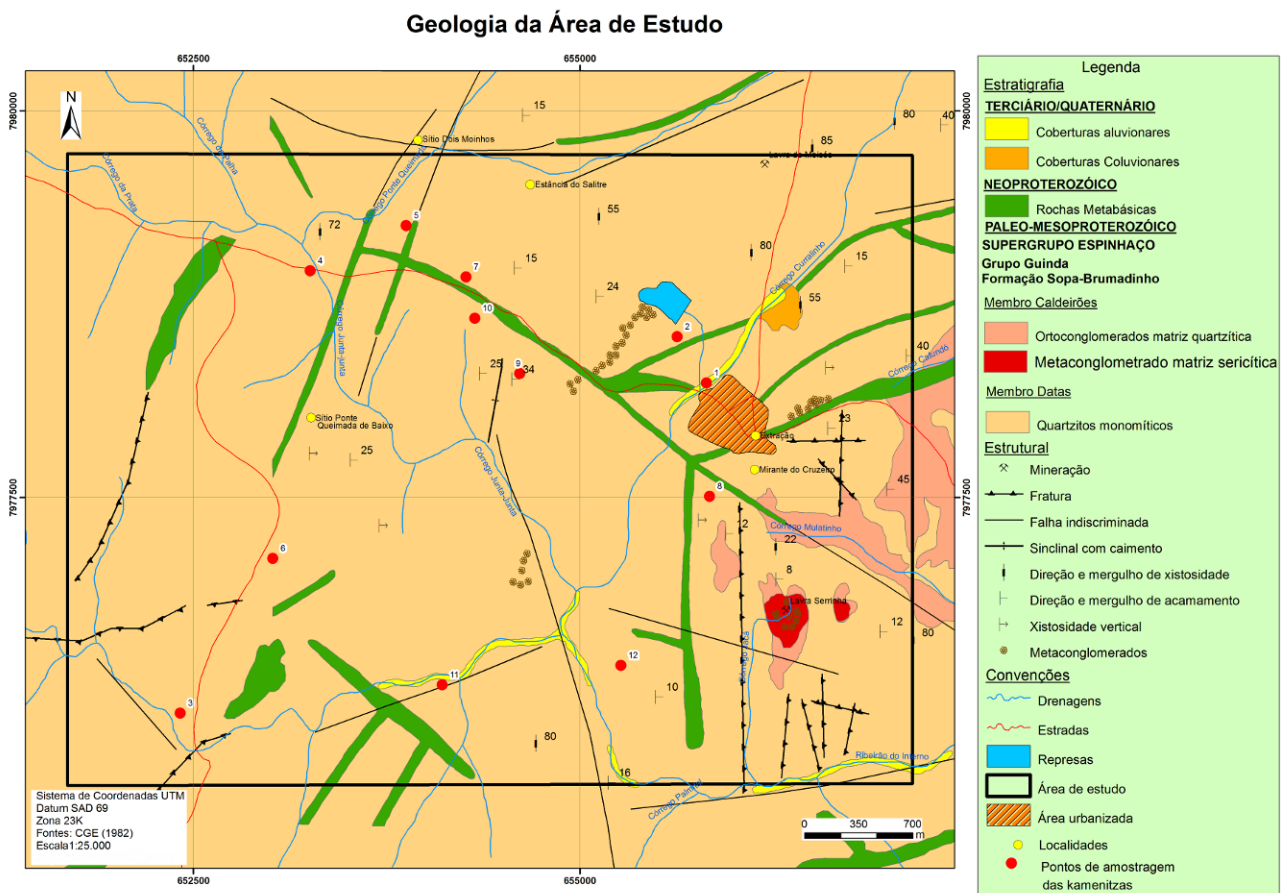


Figura 2: Estratigrafia da área de estudo. Fonte: Viegas (2010). Adaptado.



Figura 3: Características geomorfológicas da área de estudo. Relevo suave ondulado no primeiro plano e dissecado no segundo plano.

A formação dos solos está associada ao tipo de rocha existente e aos demais fatores, como relevo, clima e organismos vivos, ao longo do tempo. Conforme Diniz *et al.* (2005) os solos na SdEM estão associados ao relevo e à litologia. Na área de estudo predomina a ocorrência de NEOSSOLOS, que se caracterizam por serem arenosos, rasos, muito permeáveis, com coloração esbranquiçada e granulometria fina e são derivados de quartzitos. E também há solos argilosos e com coloração avermelhada, provenientes da alteração de rochas metabásicas (NOGUEIRA; FELINTO, 1982; VIEGAS, 2010).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico consistiu em etapas compostas por revisão bibliográfica, trabalhos de campo, análise estatística e espacial e tratamento dos resultados obtidos. Os trabalhos de campo incluíram prospecção, identificação e georreferenciamento das kamenitzas. A prospecção geral compreendeu uma campanha de campo executada em 23 dias que visou percorrer toda a área com a finalidade de conhecê-la e identificar as feições cársticas e geomorfológicas inerentes ao seu domínio territorial. As áreas de caminhamento foram planejadas de forma que possibilitasse: a) observar diferentes contextos geomorfológicos de inserção das feições cársticas (alta, média e baixa vertente); b) contemplar pontos favoráveis ao desenvolvimento de feições cársticas (maciços, topos, vales fluviais - para verificar a ocorrência de sumidouros e ressurgências - e áreas de ruptura de declive, por

exemplo); c) permitir a integridade física dos profissionais em campo, principalmente em trechos onde as estradas vicinais de acesso são distantes, a vegetação é mais densa e o relevo é mais acidentado. Por isso, nos pontos de vertentes íngremes, as linhas de caminhamento foram executadas segundo as curvas de nível.

Durante o desenvolvimento da campanha de prospecção cárstica foram espacializados pontos de localização de várias feições cársticas e anotado as principais observações e características das mesmas. Todas as feições foram espacializadas através do GPS Garmim e posteriormente lançadas no *software* ArcGis 9.3. Os dados obtidos foram processados e, destacou-se que as kamenitzas requeriam a caracterização em detalhe. Para isso, foram selecionados 12 pontos de amostragem e em cada ponto foram realizadas análises morfométricas de dez kamenitzas que estavam localizadas a um raio máximo de 5m daquele ponto. Portanto, foram investigadas 120 kamenitzas por considerá-las como o número representativo para interpretação. Em termos estatísticos este número amostral representa a análise de 5,28 kamenitzas por km². Os pontos selecionados foram planejados de forma que contemplasse diferentes contextos geomorfológicos e correspondesse a um número amostral e espacial que representasse a área de estudo. Os parâmetros utilizados na análise morfométrica foram: extensão do eixo maior e menor de desenvolvimento das kamenitzas e profundidade média central de cada feição. Os dados obtidos foram tabulados e correlacionados com as cotas altimétricas em que estão inseridos.

Posteriormente os dados morfométricos obtidos foram processados estatisticamente e foram calculados a média aritmética, a mediana, os quartis e o desvio padrão das 120 feições. Foram elaboradas tabelas com os dados obtidos e a interpretação dos resultados foi organizada estatisticamente em cinco classes: i) de zero ao primeiro quartil, ii) do primeiro quartil à média, iii) da média ao segundo quartil, iv) do segundo quartil ao terceiro quartil e v) do terceiro quartil ao valor máximo. Neste caso, para a interpretação dos valores centrais do número amostral levantado, utilizam-se os dados de média aritmética e mediana. O grau de dispersão ou variabilidade das amostras em relação ao valor central é interpretado com base no desvio padrão. Os resultados de média aritmética de cada ponto foram tabulados e processados no *software* ArcGis 9.3, através do qual foram gerados os mapas com a distribuição espacial dos pontos e seus respectivos indicadores morfométricos. Esses parâmetros foram

agrupados em cinco classes, cujos intervalos utilizados para elaboração dos mapas foram os indicados pelo *software*. Esses dados agrupados em cinco classes também foram interpolados com a ferramenta *Interpolate to Raster* do ArcGis 9.3 que gerou as curvas de dispersão dos parâmetros morfométricos investigados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na área de estudo as kamenitzas são feições recorrentes, ocorrem geralmente diretamente sobre a superfície da rocha e estão distribuídas espacialmente em toda a área. Para a interpretação destas geoformas foi selecionado o número amostral de 120 kamenitzas. A Tabela 2 demonstra os dados obtidos em cada ponto, com suas respectivas coordenadas de localização e as informações sobre a profundidade central, eixo maior e menor de desenvolvimento dessas feições.

Tabela 2: Caracterização morfológica das kamenitzas na região sudeste de Diamantina (MG)

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UTM_N	7978241	7978540	7976105	7978965	7979258	7977105	7978925	7977506	7978301	7978659	7976288	7976414
UTM_E	655819	655630	652414	653254	653876	653012	654264	655839	654611	654321	654109	655265
Elevação	1100	1141	937	1082	1121	1111	1164	1172	1131	1144	941	997
Profundidade Central (cm)	11	3	25	22	10	20	21	22	17	18	19	42
	12	6	8	18	18	18	18	12	32	30	7	18
	13	3	19	22	15	7	12	21	17	22	17	6
	15	20	28	18	15	8	15	18	25	10	29	10
	12	2	22	12	5	17	10	20	35	8	22	19
	3	3	21	16	3	38	15	21	12	28	21	32
	10	4	39	10	28	21	12	11	18	38	37	19
	11	12	31	8	16	19	19	15	28	23	12	18
	9	4	28	15	30	19	18	16	31	15	26	15
9	18	20	8	10	8	15	11	24	42	21	6	
Eixo maior (cm)	132	72	150	56	52	40	42	100	110	82	126	60
	168	137	53	78	102	30	293	161	165	82	76	30
	90	99	92	126	121	40	80	61	234	120	98	40
	59	168	108	120	74	39	115	164	184	40	102	38
	75	114	60	68	105	57	106	159	169	110	83	57
	195	140	79	77	125	115	240	161	120	120	79	108
	75	116	108	54	105	104	97	114	132	120	109	92
	58	169	72	106	86	46	70	30	278	60	72	45
	109	115	71	118	122	45	95	49	285	54	56	38
125	128	68	64	49	56	72	114	108	172	70	54	
Eixo menor (cm)	72	70	80	31	49	29	29	62	70	60	102	29
	74	74	48	39	52	15	62	66	156	55	48	18
	33	63	70	47	87	30	35	26	120	98	71	29
	29	95	53	80	69	22	80	64	73	30	55	22
	47	60	55	49	44	23	49	138	129	40	52	23
	100	118	49	56	102	65	129	30	65	108	48	68
	40	71	80	36	74	56	69	30	90	64	76	57
	54	99	53	60	60	27	52	20	140	29	53	26
	69	66	28	42	100	21	40	39	118	27	28	23
66	80	52	26	32	25	49	49	72	64	55	28	

A tabulação dos dados sobre as kamenitzas permite constatar que a profundidade média das kamenitzas equivale a 17,38cm (Tabela 3). A distribuição percentual destas feições com até 21cm de profundidade média é relativamente homogênea, sendo que apenas 8% possui entre 31,6 e 42cm, que são as feições mais profundas (Tabela 4). O desvio padrão (8,94) evidencia que a maioria das amostras possui profundidades próximas ao valor central e, portanto, a dispersão é baixa (Tabela 4).

Em relação à extensão do eixo maior das kamenitzas, destaca-se que a média equivale a 100,72cm (Tabela 3). A distribuição percentual destas feições com valores até o segundo quartil (146,5cm) é relativamente homogênea, sendo que apenas 4% possui entre 219,8 e 293,0cm, que são as feições mais extensas. O desvio padrão (51,84) registra que, embora a margem de diferença seja baixa, a maioria das amostras possui valores dispersos (Tabela 4). A respeito da extensão do eixo menor destas feições, nota-se que o valor médio equivale a 58,61cm e a maioria das feições possuem dimensões até 78,0cm (Tabela 4). O desvio padrão (29,28) indica que a maioria das amostras possui valores próximos à média e mediana (Tabela 3).

Esses dados permitem constatar que, em geral, a maioria das kamenitzas possui valores que variam do valor mínimo ao segundo quartil no que diz

respeito à profundidade central (2 a 21cm), extensão do eixo maior (30 a 146,5cm) e extensão do eixo menor (15 a 78,0cm), ou seja, predominantemente, as kamenitzas são pequenas e médias.

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam a relação da altimetria, respectivamente, com a extensão do eixo maior, extensão do eixo menor e profundidade das kamenitzas. A extensão do eixo maior das kamenitzas, apesar de algumas exceções, é maior quando estão localizadas em áreas com altitudes de variam de 1100 a 1199m de altitude (Figura 4). Destaca-se também que locais com este intervalo altimétrico são predominantes na área pesquisada, o que justifica o maior número de amostras neste local. A extensão do eixo menor, por sua vez, apresenta valores predominantemente homogêneos, independentemente da altimetria de inserção das kamenitzas (Figura 5).

Tabela 3: Estatística Descritiva Geral das Kamenitzas

	Prof. Central	Eixo maior	Eixo menor
Valor máximo	42	293	156
Valor mínimo	2	30	15
Média aritmética	17,38	100,72	58,61
Mediana	17,5	97,5	55
Desvio Padrão	8,94	51,84	29,28

Tabela 4: Classificação estatística geral das kamenitzas

Classificação	Profundidade Central		Eixo maior		Eixo menor	
	Prof. (cm)	Percentual	Extensão (cm)	Percentual	Extensão (cm)	Percentual
Zero ao Primeiro Quartil	0 a 10,5	29	0 a 73,2	42	0 a 39,0	35
Primeiro Quartil a Média	10,6 a 17,38	31	73,3 a 100,72	21	39,1 a 58,61	31
Média a Segundo Quartil	17,39 a 21,0	30	100,73 a 146,5	39	58,62 a 78,0	31
Segundo Quartil ao Terceiro Quartil	21,1 a 31,5	21	146,6 a 219,7	13	78,1 a 117,0	15
Terceiro Quartil ao Valor máximo	31,6 a 42,0	9	219,8 a 293,0	5	117,1 a 156,0	8

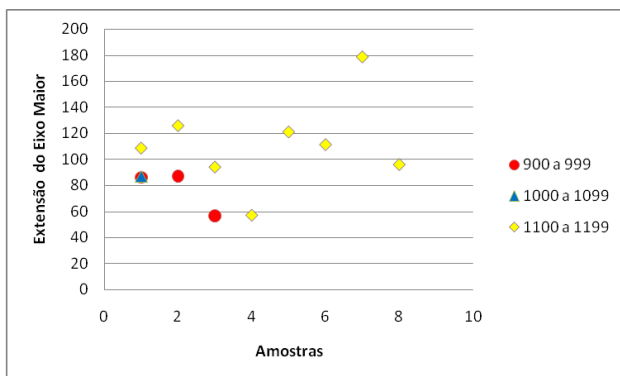


Figura 4: Relação entre altimetria e extensão do eixo maior das kamenitzas.

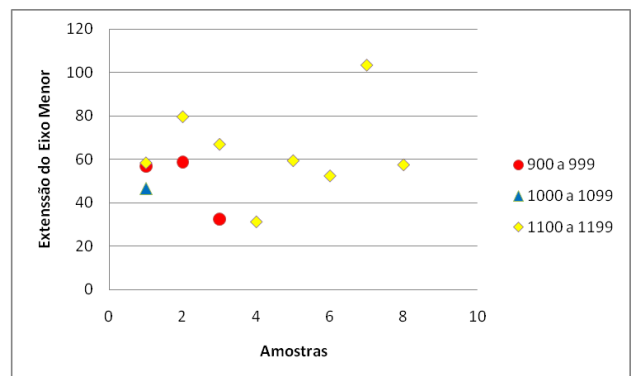


Figura 5: Relação entre altimetria e extensão do eixo menor das kamenitzas.

As feições analisadas tendem ser mais profundas quando desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude. Já nas áreas entre 1100 e 1199m de altitude há variações nos índices de profundidade média central, mas salvo algumas extensões, são predominantemente rasas (Figura 6).

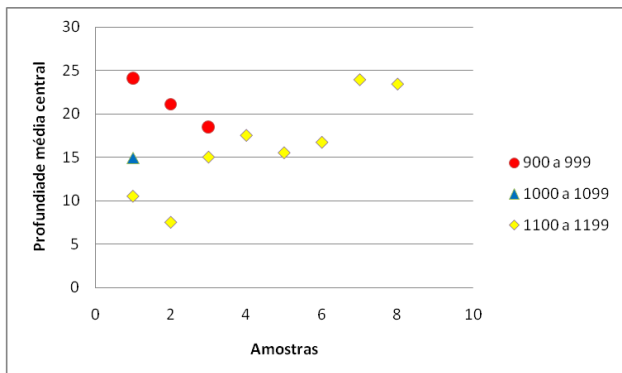


Figura 6: Relação entre altimetria e profundidade média central kamenitzas.

Esses dados morfométricos indicam que, em geral, as kamenitzas desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude apresentam morfologia predominantemente arredondada, devido à relativa pequena diferença entre as dimensões do eixo maior e menor de desenvolvimento destas formas; e também são as amostras mais profundas na área. Já as feições desenvolvidas em áreas entre 1100 e 1199m apresentam, em geral, morfologia alongada, são feições rasas e são as amostras mais extensas na área investigada. Ou seja, em síntese há duas tipologias morfológicas de kamenitzas: i) profundas, arredondadas e de dimensões menores e ii) rasas, alongadas e de dimensões maiores. A Figura 7 registra esses tipos de kamenitzas que ocorrem na área investigada.

Neste sentido, pode-se considerar que as condições ambientais locais caracterizadas por precipitações pluviométricas médias anuais de 1400 mm, litologia quartzítica e relevo ondulado a suave ondulado podem ser fatores que contribuem para o desenvolvimento das kamenitzas na área de estudo. Essas condições ambientais locais favorecerem predominantemente a presença de afloramentos ou solos rasos (NEOSSOLOS Litólicos ou Quartzarênicos). O tipo de vegetação, predominante, é campos rupestres ou campos de altitude, embora ocorram áreas com campo sujo onde há solos originados de rochas metabásicas. Devido a essas condições pedológicas e ao tipo de vegetação, observa-se que esses são os motivos pelos quais a maioria das kamenitzas ocorre em áreas de afloramento, diretamente sob a superfície da rocha.



Figura 7: Tipos de kamenitzas da área de estudo:

- A) profundas, arredondadas e de dimensões menores e
- B) rasas, alongadas e de dimensões maiores

A Figura 8 exemplifica um dos locais de inserção das kamenitzas e este ponto é caracterizado pela presença de relevo suave ondulado e localmente relativamente plano. A Figura 9, por sua vez, registra o exemplo de outro contexto geomorfológico de localização de kamenitzas e é caracterizado localmente por corresponder a uma área suavemente inclinada.



Figura 8: Área de relevo suave ondulado, localmente pouco íngreme, onde é possível identificar kamenitzas

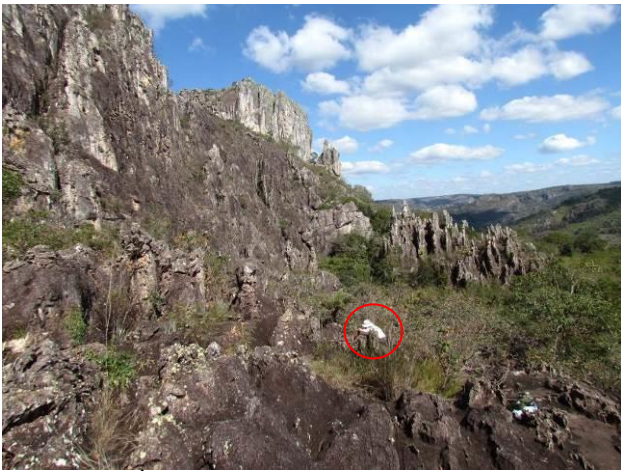


Figura 9: Área de relevo suavemente inclinado, onde é possível identificar kamenitzas. O círculo evidencia uma pessoa como escala.

valores da média aritmética da profundidade média central, extensão do eixo maior e do eixo menor, respectivamente. A Figura 10 mostra a localização das kamenitzas de acordo com a profundidade, essa Figura confirma a interpretação de que a proporção de kamenitzas mais profundas é restrita e praticamente não há localização espacial preferencial para ocorrência das kamenitzas mais profundas. Quanto às dimensões da extensão do eixo maior de desenvolvimento das kamenitzas, destaca-se que as feições menores quanto a este parâmetro estão localizadas predominantemente na parte sul da área de estudo (Figura 11). As kamenitzas cujas extensões do eixo menor de desenvolvimento possuem predominantemente valores médios, mas também apresentam o seguinte comportamento: i) há dois pontos amostrais com índices menores na parte sul da área pesquisada e ii) um ponto na parte norte em que os índices são os mais expressivos (Figura 12).

As Figuras 10, 11 e 12 apontam a distribuição espacial dos pontos amostrados com os respectivos

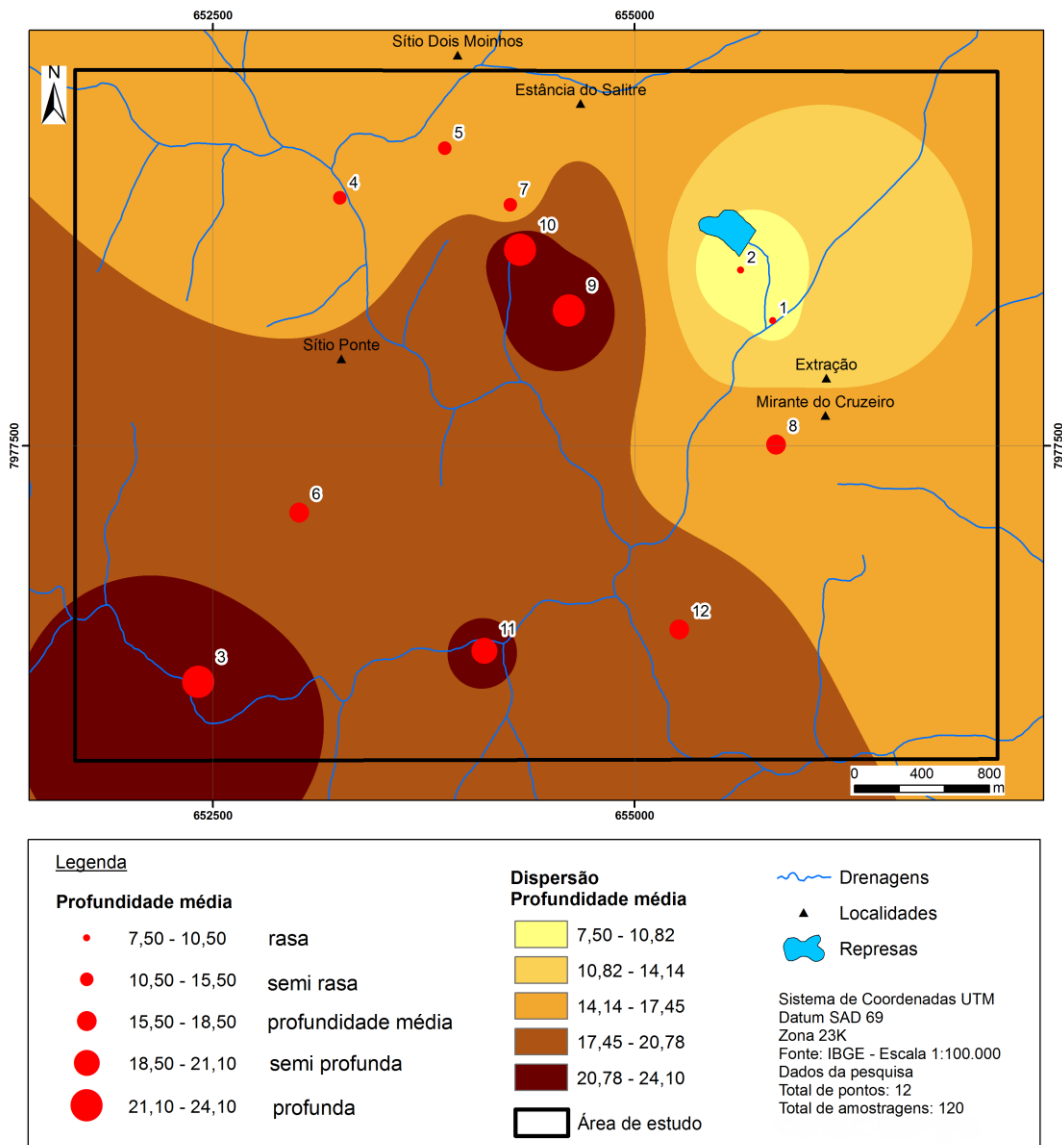


Figura 10: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a profundidade média central das kamenitzas

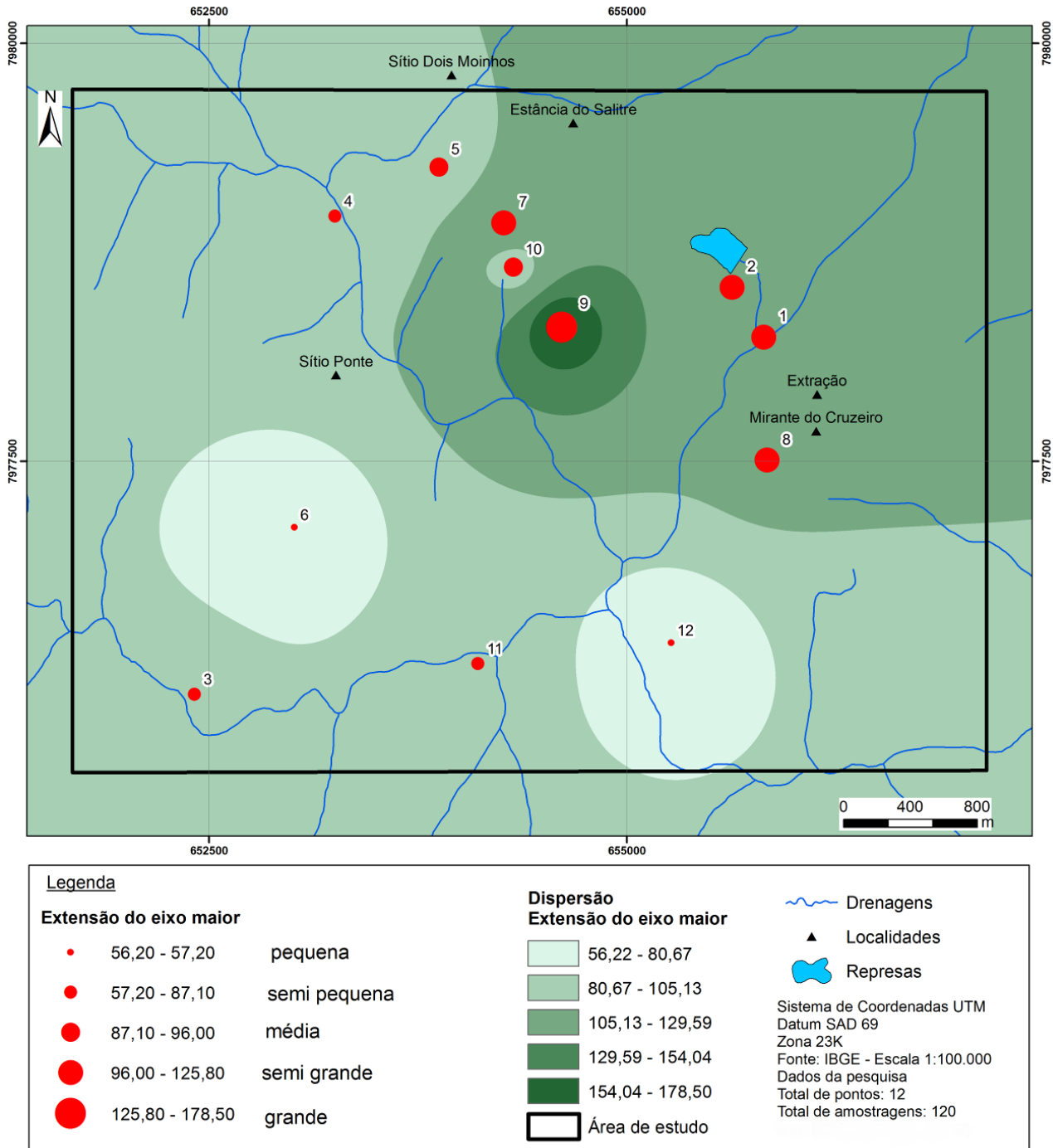


Figura 11: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a extensão média do eixo maior de desenvolvimento das kamenitizas

Levando em consideração as duas tipologias morfológicas de kamenitizas presentes na área de estudo e as informações presentes nas Figuras 10, 11 e 12 constata-se que, em termos gerais, a maior proporção de feições com extensões menores localiza-se na porção sul da área de estudo. Afinal, as feições com eixo maior com valores morfométricos menores geralmente corresponde ao com eixo menor de dimensões menores, como pode ser observados nos pontos 3, 6, 10, 11 e 12. Além disso, esses pontos também apresentam geralmente na classificação de indicadores profundos ou médios

(Figuras 10, 11 e 12). Portanto, este indicador corrobora que as kamenitizas morfológicamente menores e arredondadas são mais profundas, salvo algumas exceções. Assim como demonstra que, geralmente, as kamenitizas com as maiores dimensões do eixo maior e menor de desenvolvimento são as feições menos profundas, como registra os pontos 1, 2, 5 e 7. Ou seja, conforme a classificação espacial, em resumo, as feições profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se predominantemente na parte sul da área de estudo e as kamenitizas rasas,

alongadas e de dimensões maiores estão situadas principalmente na parte norte da região sudeste de Diamantina.

As razões que justificam esses dois tipos de kamenitzas na área de estudo requerem estudos mais aprofundados. Entretanto, a hipótese inicial e geral que explica as diferentes características das variedades de kamenitzas está associada ao contexto geomorfológico local e às dinâmicas do comportamento hídrico em diferentes formas de relevo. Afinal, observa-se que, em geral, a parte norte da área de estudo é caracterizada por ser

localmente mais suavizada e a parte sul, por sua vez, apresenta relevo mais acidentado e marcado por maior incidência das drenagens. Com isso, destaca-se que no processo de formação das kamenitzas, elas podem apresentar características diferentes, visto que, em áreas de relevo suavizado a água tende a atuar no processo de dissolução da rocha e o processo de expansão desta geoforma tende a ser lateral. Isso favoreceu o desenvolvimento de kamenitzas rasas, alongadas e de dimensões maiores, principalmente, na zona norte da área de estudo.

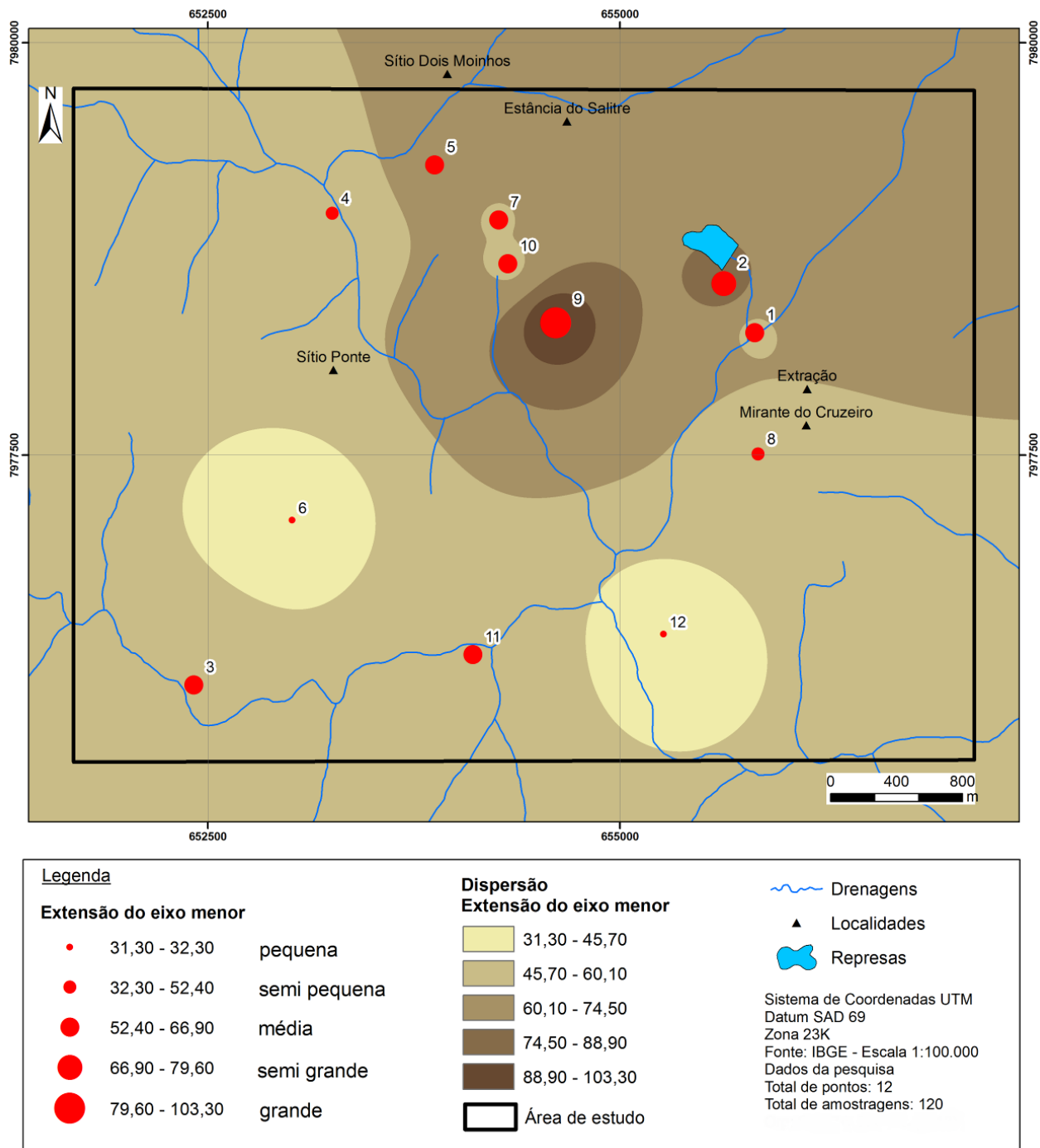


Figura 12: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a extensão média do eixo menor de desenvolvimento das kamenitzas

Já em área de relevo íngreme ou suavemente inclinado, a água pluvial tende a incidir e também ocorre o processo de dissolução da rocha, ocasionando a formação das kamenitzas. Entretanto, na escala temporal, o processo de dissolução tende a contribuir para o desenvolvimento mais vertical da geoforma em detrimento do lateral, o que é favorecido pelas características geomorfológicas de locais íngremes e suavemente inclinados. E essas condições, provavelmente, contribuíram para o desenvolvimento de kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores, predominantemente, na parte sul da área de estudo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que as kamenitzas são geoformas recorrentes na área investigada. Já os dados estatísticos registram que em geral, a menor proporção das kamenitzas apresenta-se como as mais profundas (8%), com eixo maior mais extenso (4%) e eixo menor mais extenso (7%). Assim, em geral, as kamenitzas possuem distribuição amostral homogênea em relação a estes parâmetros no intervalo de extensões que variam do valor menor ao segundo quartil, ou seja, elas são predominantemente pequenas ou médias. O desvio padrão registra que a maioria possui valores de profundidade e extensão do eixo menor concentrados próximo ao valor médio, enquanto que, embora a diferença seja pequena, a maioria das kamenitzas apresenta dispersão em relação à extensão do eixo maior de desenvolvimento destas feições. Neste caso, esta dispersão é predominantemente associada a valores menores que o médio.

A interpretação da estatística descritiva das kamenitzas também demonstra que há dois tipos morfológicos de kamenitzas na área de estudo: a) as profundas, arredondadas e de dimensões menores e

b) as rasas, alongadas ou ovais e de dimensões maiores. As feições desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude apresentam morfologia predominantemente arredondada e também são as amostras mais profundas na área. Já as feições desenvolvidas em áreas entre 1100 e 1199m apresentam, em geral, morfologia alongada e rasa e são as amostras mais extensas na área investigada.

Em termos espaciais percebe-se que as kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se predominantemente na parte sul da área de estudo. Essas características podem estar associadas ao contexto geomorfológico local, que é marcado por geoformas de dissecação e relevo íngreme ou suavemente inclinado. Afinal, em áreas com estas características geomorfológicas, a água pluvial tende a incidir e ocorre o processo de dissolução da rocha, ocasionando a formação das kamenitzas. Porém, na escala temporal, o processo de dissolução tende a contribuir para o desenvolvimento mais vertical da geoforma em detrimento do lateral.

Já as feições rasas, alongadas e de dimensões maiores estão situadas principalmente na parte norte da região sudeste de Diamantina, que apresenta características geomorfológicas suavizadas localmente. Em áreas de relevo suavizado a água tende a atuar no processo de dissolução da rocha e a expansão desta geoforma tende a ser lateral. Isso favoreceu o desenvolvimento de kamenitzas rasas, alongadas e de dimensões maiores. Por fim, registra-se que a semelhança entre essas kamenitzas é que ambas as tipologias apresentam cristas suaves e ocorrem diretamente sobre a rocha, não estão associadas à cobertura pedológica ou vegetal.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. *Geonomos*. 3; 1. 1995, p.1-18.
- BÖGLI, A. *Karsthydrographie und Physische Speläologie*. Berlin: Springer Verlag. 1978. 284p.
- CVIJIC, J. *La Géographie des Terrains Calcaires. Monographies*. Académie Serbe des Sciences et del Arts. Beograd. 1960.
- DINIZ, A. D.; OLIVEIRA, C. V.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Relações Solos – Superfícies Geomórficas na Porção Norte da Bacia do Ribeirão Chiqueiro – Gouveia, MG. *Geonomos*. v.13. n. 1,2. 2005. p. 19-27.

- FORD, D; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. Ed. Rev. England: John Wiley & Sons Ltd. 2007. 562p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação Climática de Diamantina – MG**. Brasília. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 25/08/2012.
- JENNINGS, J. N. **Karst: an introduction to systematic geomorphology**. v.7. The M. I. T. Press: Cambridge. 1971.
- LEÃO, M. R; REZENDE, E. A; SALGADO, A. A. R; NALINI JÚNIOR, H. A. Erosão, Denudação e Evolução do Relevo da Média Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 13. n. 2. 2012. p.113-124.
- MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L.; FIGURIM, I.; BAGATIM, H. Q.; GIANNINI, P. C. F. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da Formação Furnas, Campos Gerais do Paraná/ Brasil e as implicações para a região. **Espeleo-Tema**. v. 22. n. 1. 2011. Campinas: SBE. 2011. p. 81-97.
- NOGUEIRA, J. L. Q; FELINTO, J. I. P. **Mapeamento Geológico do Distrito Diamantífero de Extração**. Diamantina: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Centro de Geologia Eschwege. 1982.
- ROBAINA, L. E. S.; BAZZAN, T. Feições Cársticas em Rochas Siliciclásticas no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 9. n.2. 2008. p.53-64.
- RODET, M. J.; RODET, J.; WILLEMS, L.; POUCKET, A.; NASCIMENTO, S. **Geoarqueologia do Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. Géoarchéologie du Parc Naturel IEF du Rio Preto, Minas Gerais, Brésil**. France: Centre Normand d’Estude du Karst et des Cavités du Sous-sol. 2009, 59p.
- SILVA, M. C. R. **Litofaciologia e Sistemas Depositionais da Formação Sopa-Brumadinho na Campo Diamantífero de Extração, Diamantina – MG**. Dissertação [Mestrado em Geologia]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte. 2010. 227p.
- SWEETING, M. M. **Karst Landforms**. London: Macmilan. 1972.
- VIEGAS, R. F. **Mapeamento Geológico em Escala 1:10.000 do Distrito de Extração, Região SE de Diamantina, Minas Gerais**. TCC de Geologia [Manuscrita]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 2010.

Fluxo editorial:

Recebido em: 17.07.2013

Aprovado em: 11.11.2013



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp
