



O PSEUDOCARSTE EM FORMA DE DEPRESSÕES INTERFLUVIAIS E VOÇOROCAMENTOS EM CABECEIRAS DE DRENAGEM COMO FEIÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DO RELEVO DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA - RS

Ivaniza de Lourdes Lazzarotto Cabral¹, Jurandyr Luciano Sanches Ross²

Resumo

O divisor de águas das cabeceiras dos rios Jacuí e Ibicuí na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul apresenta uma série de eventos expressivos da plena evolução da paisagem contemporânea desta parte do estado. A grande quantidade de depressões interfluviais – formas pseudocársticas associadas a significativa presença de voçorocamentos nas cabeceiras de drenagem é algo que não pode ser negligenciado não só nos trabalhos voltados à análise da evolução geomorfológica, mas também do próprio entendimento pedológico, hidrológico e geológico local e/ou regional da Depressão Periférica. Neste contexto, este artigo apresenta alguns resultados que discutem a origem das depressões interfluviais – formas pseudocársticas e das voçorocas em cabeceiras de drenagem, na esfera de ação dos elementos pluviométrico, biogeomorfológico e antrópico, além de apresentar os argumentos que permitem relacionar os referidos fatos com o fenômeno pseudocárstico.

Palavras Chave: Pseudocarste; depressões interfluviais; voçorocamentos;

1 – Introdução

As depressões interfluviais e o sistema de voçorocamentos nas cabeceiras de drenagem dos rios Ibicuí e Jacuí na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul fazem parte de um conjunto de formas semelhantes às que ocorrem em rochas calcárias. Entretanto, por estarem ocorrendo em estruturas rochosas não calcárias utilizam-se denominações diferenciadas da nomenclatura do sistema cárstico, pois a origem destas formas estão relacionadas a uma série de eventos que vão desde da capacidade hídrica dos sedimentos componentes do relevo regional à presença de alinhamentos de falhas geológicas responsáveis pela atual organização dos dois principais sistemas de drenagem já citados.

¹ Doutora pela Universidade de São Paulo – SP.

² Professor Livre Docente do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo – SP.



Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal expor algumas questões referentes ao desenvolvimento de formas rebaixadas em interflúvios, voçorocamentos em cabeceiras de drenagem e a relação destas formas com o que a literatura denomina de Pseudocarste. Jennings (1987), Filizola & Boulet (1993), Maciel F^o *et al* (1993), Albrecht & Zuquette (1997), Coltrinari (1997), Gontan & Maciel F^o (1998), Cabral (1998).

2 – Procedimento Metodológico

Os levantamentos preliminares das informações, em um contexto mais amplo, levou em consideração a concepção metodológica proposta por Ross (1992), a partir de pressupostos desenvolvidos por Penck (1953).

Deste modo, o princípio teórico dos processos endógenos e exógenos responsáveis pelos arranjos que constituem o relevo, sob forma micro e/ou macroescalar e vice-versa, possibilitou estabelecer determinadas questões que sustentam a idéia do tipo escultural e o processo ou processos morfológicos desencadeados sob as condições “ambientais”³ atuais.

Assim, a individualização visual do relevo sobre as cartas topográficas DSG, Escala 1: 50000 e imagem de satélite Landsat 7 (28/05/2000), TM 3, 4 e 5, permitiu visualizar e localizar uma série de informações sobre os eventos de análise em questão. Essa análise e a própria escala de informação, tanto direta como indireta, conforme a proposta metodológica de Ross (op cit) recaiu no quarto, quinto e sexto táxon, como sintetizado na figura 1.

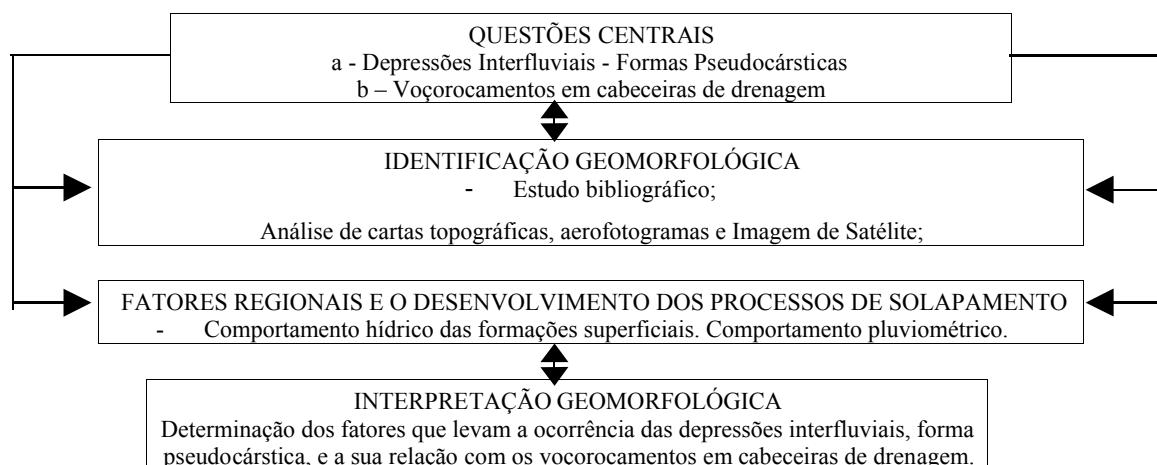


FIGURA 1 – Roteiro Metodológico a partir da proposta de Ross (op cit).

³ No contexto, «ambiental» envolve tanto elementos do meio físico quanto biológico e antrópico.



O trabalho envolveu atividades de gabinete, campo e laboratório. A primeira envolveu atividades de leitura bibliográfica, análise do material cartográfico e imagem de satélite. Os trabalhos de campo permitiram a visualização “espontânea” dos fatos e dos fatores associados a este, além da coleta de amostras de água dura em pontos relevantes. A terceira deteve-se à análise da dureza da água utilizando-se da técnica de FAAS. Neste método, as concentrações de cálcio e magnésio são determinadas individualmente na amostra d’ água e, para definir a dureza da mesma em função do carbonato de cálcio, utiliza-se a seguinte relação: $[CaCO_3, mg/L] = 2,49[Ca, mg/L] + 4,118[Mg, mg/L]$

Todo esse procedimento possibilitou acesso às informações que permitiram interpretar e até mesmo explicar alguns dos fatores decisivos na elaboração detalhada das formas do relevo na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul.

3 – As Depressões Interfluviais e os Voçorocamentos em Cabeceiras de Drenagem Vinculados a Eventos do Pseudo-Carste.

Para as depressões interfluviais articuladas ao sistema de drenagem via voçorocamentos em cabeceiras de drenagem, o termo pseudocarste, conforme Jennings (1987) não está fora do contexto estabelecido pelo autor, uma vez que o processo geoquímico de dissolução e/ou oxirredução é um dos responsáveis pelo surgimento das referidas formas. A elevada permeabilidade dos sedimentos arenosos do Grupo Rosário do Sul – Triássico, Jurássico e Cretáceo, permite a ação geoquímica verticalizada da água proveniente da variação pluviométrica temporal na referida região.

Considerando a nomenclatura cárstica, as depressões interfluviais correspondem às pseudo-dolinas que, dependendo de caso, evoluem para voçorocas em cabeceiras de drenagem.

A relação das depressões interfluviais e as voçorocas em cabeceiras de drenagem com eventos do carste para se pensar em pseudocarste, se estabelece nas questões relacionadas à presença de drenagem subterrânea e à considerável ação geoquímica da água em infiltração nas diferentes estruturas sedimentares do Grupo Rosário do Sul.

Enfim, na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul, estas formas constituem manifestações contemporâneas da evolução do relevo regional, sob inteira custódia dos elementos morfológicos/morfoclimáticos, resultando em manifestações de plena atividade



dos processos formadores do relevo, onde as cabeceiras dos rios Ibicuí e Jacuí evidenciam o elevado grau dos processos sob forma de intensa “pirataria de drenagem”.

O alinhamento de falhas do eixo São Gabriel/Santa Maria que estabelece a divisão entre as duas bacias hidrográficas já referidas é o elemento que particulariza a condição de fragilidade de pelo menos esta parte da Depressão Periférica no Estado, onde a água em infiltração, favorecida pela diversidade de estruturas sedimentares e pelas linhas de falhas, estabelecem as formas pseudocársticas.

4 – Transformação das Formas do Relevo: Formação de Voçorocas e de Depressões Interfluviais

As formas do relevo são as manifestações dos diferentes processos erosivos atuantes na superfície da Terra. Os processos erosivos resultam da ação morfogenética decorrente dos fatores azonais e zonais. O primeiro fator está vinculado aos diferentes processos morfogenéticos por meio dos elementos físicos fundamentais, enquanto o segundo refere-se às diferentes características de morfogênese presentes nas diversas regiões da Terra em razão das mudanças de temperatura, do regime das chuvas, da atividade biológica e outros. A interação destes dois fatores intensifica os processos geomórficos. (Ponçano & Prandini. 1987).

A sucessão dos processos erosivos em vigor tem início com os eventos pluviométricos que, de uma forma ou de outra, alteram química e mecanicamente as superfícies. A intensidade de um processo químico e/ou mecânico em relação ao outro depende de uma série de fatores, como a cobertura vegetal, tempo e intensidade das precipitações, tipo de material componente das superfícies, aspecto morfológico do relevo, ação antrópica e outros.

Estes fatores associados consistem no suporte responsável pela maior ou menor atividade dos agentes formadores e deformadores dos terrenos nos diferentes tipos ambientais, no decorrer de um determinado período de tempo, inclusive o geológico. Conforme Méis *et al.* (1985), a integração dos estudos sobre a distribuição dos materiais subsuperficiais em função da hidrologia das encostas (objetivando a previsão e contenção dos “desequilíbrios” dos solos) com análise das discontinuidades das propriedades hidráulicas e mecânicas dos rigolitos nos complexos de rampas (gerados após sucessivas fases de colúviação e pedogênese no passado geológico e que condicionam a distribuição



da água em subsuperfície) permitem definir as áreas com potencial ao desencadeamento dos processos de erosão.

Neste sentido, os processos erosivos não significam essencialmente uma má utilização da terra, pois há uma dinâmica “natural” dos elementos componentes das superfícies, cabendo ao pesquisador esclarecer melhor os pontos e os níveis de interferência nesta dinâmica, a fim de se obter resultados mais plausíveis quanto ao uso das superfícies da Terra, pois a erosão pode ser um reflexo de uso inadequado da terra ou não, surgido imediatamente e/ou após um determinado período de tempo, dependendo das condições “naturais” de cada área.

Conforme Iwasa & Prandini (1980), os fenômenos erosivos destacam-se em regiões sedimentares arenosas da bacia sedimentar do Paraná, com os arenitos do Grupo Bauru, Formação Caiuá, sedimentos do Grupo Tubarão, Botucatu e o recobrimento terciário/quaternário de natureza coluvial ou aluvial. Estes autores destacam ainda que o material sedimentar do capeamento Cenozóico é extremamente susceptível à erosão, com ocorrência de voçorocas de grandes dimensões quando a sua espessura for relativamente significativa. As manifestações erosivas ocorrem sob forma laminar, ravinamentos, voçorocamentos, escorregamentos, processos de dissolução interna e outras.

Em muitos casos, as voçorocas são fenômenos associados à interferência humana nos sistemas hidrológicos, pedológicos e de cobertura vegetal, porém, estes fatos também estão relacionados aos processos de entalhamento da rede de drenagem devido o soerguimento epirogenético moderno. (Ponçano & Prandini. op cit).

Tanto no desencadeamento quanto no desenvolvimento das voçorocas, o fator água é um dos elementos fundamentais. Somente pela compreensão da dinâmica hidrológica no sistema é que se pode entender todo o mecanismo de evolução destas formas superficiais.

No caso das cabeceiras do rios Ibicuí e Jacuí na Depressão Periférica, muitas vezes o desencadeamento de formação de voçorocas se apresenta em forma de depressões interfluviais, as quais representam a intensidade dos processos de dissolução e transformações pedogenéticas, fato indispensável para a questão pseudocárstica.

5 – Ação Morfológica Pluviométrica, Biológica e Antrópica

O desenvolvimento das formas pseudocársticas ocorrem em superfícies sujeitas a precipitações médias de 1300 a 1800 mm anuais, distribuídas durante todo o ano, porém com uma certa variação em termos de comportamento. (Barros Sartori. 1993).



O período de durabilidade das chuvas, juntamente com outros fatores, confere uma sensível mudança em termos de umidade entre as estações do ano extremas, ou seja, inverno e verão.

O trabalho desenvolvido por Barros Sartori (*op.cit*), que ao pesquisar as variações pluviométricas e os regimes das chuvas na região central do Rio Grande do Sul, de 1913 a 1991, verificou que nesta parte do Estado não ocorre estação seca e nem chuvosa em termos de índices pluviométricos mínimos, fato já referido nas classificações climáticas mais conhecidas, como por exemplo a de Nimer (1979). Porém, a análise feita demonstra variações nos totais de chuvas mensais e anuais, demonstrando uma tendência a anos padrão normais (1300 a 1800 mm anuais) ou chuvosos.

Quanto à variabilidade mensal das chuvas e à definição dos meses mais e menos chuvosos, a análise realizada constata a ausência de meses secos, sendo que a maioria deles pertence à categoria de chuvosos e mais chuvosos. O estabelecimento deste critério corresponde aos meses com índices pluviométricos em torno de 100 a 150 mm e mais de 150 mm em qualquer estação do ano, ou seja, a distribuição mensal das chuvas variou ao longo do período analisado, mas não definiu sazonalidade em termos pluviométricos na região central do Rio Grande do Sul.

Em termos de frequência dos meses menos ou mais chuvosos, a análise feita por Barros Sartori (*op.cit*) constata que, no período analisado, os menores índices pluviométricos (60 – 100 mm) ocorreram principalmente durante os meses de novembro, abril, fevereiro, maio e dezembro⁴. Os meses com maiores índices pluviométricos (150 mm ou mais), primeiramente foi o mês de junho, seguido de março e maio, de julho e de setembro e janeiro⁵.

Em termos gerais, isso significa que as menores quantidades de chuva estão ocorrendo no mês que antecede o verão (novembro) e durante o mesmo (nos meses de dezembro e fevereiro), enquanto as maiores quantidades de chuvas se estabelecem, aproximadamente, no início e durante o inverno, ou seja, nos meses de maio, junho e julho.

Esse dado se torna ainda mais evidente ao se analisar a frequência dos trimestres menos e mais chuvosos. Na análise, os dois trimestres menos chuvosos correspondem, respectivamente, ao quarto e ao primeiro trimestre de cada ano, enquanto que os dois trimestres mais chuvosos são o primeiro e o segundo. Assim, com base nas conclusões de

⁴ Frequência 14, 10, 8 e 7 vezes respectivamente (Barros Sartori, *op.cit*).

⁵ Frequência 11, 9, 8 e 7 vezes respectivamente (Barros Sartori, *op.cit*).



Barros Sartori (*op.cit*), observa-se que o primeiro trimestre é de maior variabilidade, pois faz parte tanto dos índices de elevada quanto dos de baixa pluviometria.

Essa variabilidade pluviométrica, detectada no primeiro trimestre, está possivelmente relacionada ao fenômeno do El Niño⁶, que ocorre em intervalos de 2 a 7 anos⁷, e ocasiona fortes enchentes ou estiagens no Rio Grande do Sul.

A análise da distribuição sazonal e o regime das chuvas realizada por Barros Sartori (*op cit*), também verificou uma pequena tendência do outono ser mais chuvoso. Porém, não houve evidências significativas para comprovar a sazonalidade em termos de índice pluviométrico nesta parte do Estado, não comprovando a impressão popular de maior volume pluviométrico durante o outono e o inverno na região, que está, possivelmente, relacionada ao comportamento das chuvas e dos elementos que condicionam uma maior ou menor permanência de umidade tanto na atmosfera, quanto nos solos.

As médias mensais de chuvas indicaram a não ocorrência de mês com índices inferiores a 100 mm e, conforme os resultados, os meses com maiores índices pluviométricos (150 mm ou mais) foram abril, junho e setembro, enquanto os menores índices (100-150 mm) corresponderam aos meses de fevereiro, agosto e novembro, sendo novembro o mês de mais baixo índice e junho o de mais alto (Barros Sartori, *op cit*).

Enfim, as características do comportamento pluviométrico, junto com outros fatores como a variação da temperatura média, a média do número de dias de chuva (80 a 120) e outros, condicionam a maior ou menor presença de água nos interstícios dos principais componentes das superfícies da região entre as estações do ano, principalmente as extremas.

O comportamento das chuvas e a própria tendência dos maiores e menores índices pluviométricos estão associados aos meses que antecedem e até mesmo fazem parte das estações do ano inverno e verão. Esse comportamento das chuvas, especialmente em relação às estações do ano extremas, permite uma interação mútua no que se refere à ação dos processos responsáveis pelo desenvolvimento dos solos e do próprio relevo regional.

Isso significa que a interação do comportamento pluviométrico, e dos demais elementos climáticos, com o tipo de material componente das superfícies do interflúvio rio Ibicuí, Cacequi e jusante do rio Santa Maria e região, está sujeita e responde particularmente à sensível ação pluviométrica decorrente do comportamento das chuvas

⁶ O fenômeno do El Niño corresponde à manifestação de instabilidade do sistema oceano e atmosfera, tendo como região de origem o Oceano Pacífico Tropical (Cunha, 1997).

⁷ Alcocer & Lugo (2003), NASA (1999); Berlato & Fontana (2003) e Tereshchenko *et al.* (2003).



durante o ano. Como os materiais componentes das superfícies são essencialmente sedimentares⁸, junto com possíveis linhas estruturais, o referido comportamento pluviométrico vai se refletir na maior ou menor quantidade de água e na durabilidade de permanência da mesma na superfície e subsuperfície das cabeceiras de abastecimento local e regional.

As depressões interfluviais, as voçorocas em cabeceiras de drenagem, o rebaixamento do nível freático entre o inverno e verão, “a baixa fertilidade dos solos”, áreas relativamente elevadas bem e/ou mal drenadas no decorrer de períodos pluviométricos mais longos, e outras, são resultados de uma série de manifestações na paisagem local e regional, demonstradoras das particularidades que fazem parte da própria transformação do relevo pertencente às cabeceiras de drenagem dos rios Ibicuí e Jacuí na Depressão Periférica Gaúcha.

Em termos de ação por dissolução e/ou oxidação, a água presente no interior dos compostos sedimentares arenosos transforma e carrega o material agregador das partículas de calibre maior, principalmente dos grãos de quartzo, reorganizando-os num processo de solapamento microescalar.

Em termos de ação mecânica da água da chuva, esta se expressa sob forma de voçorocamentos diretamente ligados ao sistema de drenagem, além da erosão superficial.

Assim, na busca de informações que fornecessem algum indicador da interação do elemento pluviométrico e a dissolução de pelo menos um dos materiais agregadores dos sedimentos arenosos nas camadas superficiais⁹, foram analisadas amostras de água retiradas de poços convencionais e artesianos que apresentavam características de água salobra na área do interflúvio pesquisado. Os resultados desta análise estão nas tabelas 1 e 2.

Os dados presentes nas duas tabelas evidenciam uma variação considerável de dureza da água entre inverno e verão. Esta variação de dureza está vinculada ao aumento do cálcio na água, uma vez que este se apresenta em maior quantidade em praticamente 75% da amostragem.

Assim o inverno, com precipitações mais demoradas e temperaturas mais baixas, e portanto com maior infiltração e menor evaporação, permite que uma maior quantidade de água se estabeleça no interior das superfícies, causando, além da dissolução do cálcio, uma maior dispersão do mesmo.

⁸ Arenitos e siltitos do Grupo Rosário do Sul, cobertura Cenozóica e/ou de alteração.

⁹ «Camadas superficiais», pois as amostras de água foram retiradas de poços convencionais que apresentavam cerca de 12 a 15 metros de profundidade.



TABELA 1 - Parâmetros analisados para a água de poços com característica de água salobra no inverno de 2002.

Amostras	Parâmetros Analisados						
	pH	Cond. Elétrica (μ S)	Sal (‰)	TDS ¹⁰ (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Dureza ¹¹ (mg CaCO ₃ /l)
F. Medianeira ^{a12}	5,09	36,2	-	17	1,80	1,00	8,60
D. Cledy	4,52	236	0,1	113	11,7	5,10	50,2
Artesiano Povo Novo	7,84	276	0,1	131	5,60	3,00	26,3
F. Cedro	5,57	404	0,2	193	35,9	13,6	145,5
Cid. Cacequi	4,34	407	0,2	194	16,2	7,30	70,4
Taquara	7,43	202	0,1	94	15,0	1,70	44,5
Chácara do Triângulo	6,48	157,3	0,1	75	8,90	3,90	38,2
Tia Leonor	5,29	245	0,1	117	61,3	1,60	159,8

TABELA 2 - Parâmetros analisados para a água de poços com característica de água salobra no verão de 2003.

Amostras	Parâmetros Analisados						
	pH	Cond. Elétrica (μ S)	Sal (‰)	TDS ¹⁰ (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Dureza (mg CaCO ₃ /l)
F. Medianeira	5,16	31,5	-	15	2,5	0,82	9,6
D. Cledy	4,67	228	0,1	108	13,2	5,4	55,2
Artesiano Povo Novo	8,17	290	0,1	137	44,5	3,1	123,8
F. Cedro	7,40	357,0	0,2	171	27,3	10,2	110,7
Cid. Cacequi	4,73	275,0	0,1	131	10,3	4,53	44,3
Taquara	7,58	252	0,1	120	70,4	1,6	182,5
Chácara do Triângulo	5,80	266	0,1	126	14,8	6,3	62,8
Tia Leonor	5,14	200	0,1	95	6,2	3,1	28,4

No verão, devido ao comportamento mais torrencial das chuvas, juntamente com temperaturas mais elevadas, as águas de subsuperfície, além de diminuírem se direcionam

¹⁰ TDS: Total de sólidos dissolvidos.

¹¹ Conforme as colocações verbais do Prof. Valderi Luiz Dressdressler, todas as amostras, exceto a primeira, terão precipitação de sabão. Isso vem confirmar as questões levantadas pela população local sobre a presença de água salobra em determinados poços, inclusive artesianos. OBS: A população local denomina água salobra aquela que precipita sabão, portanto são as águas que apresentam relativa concentração de carbonato de cálcio.

¹² Esta é uma amostra de água doce da região, que serve de comparativo.



para as camadas mais profundas do terreno¹³, possivelmente concentrando os produtos dissolvidos durante o período citado anteriormente.

O estudo da interferência biológica, restringida à ação das formigas cortadeiras - *Atta* e *Acromyrmex* - e do tatu - *Dasypodidae*, se deteve nas observações de campo e análises de trabalhos sobre o comportamento destes seres, revelando o quanto suas ações são significativas para o desenvolvimento das formas aqui tratadas.

Com ampla distribuição geográfica no território nacional, as formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex* constituem um fator relevante quando se trata de seu poder de intervenção na cobertura vegetal, produção agropecuária, manifestações erosivas, remanejamento e características físico/química dos solos, pois todas as espécies destes dois grupos de formigas apresentam particularidades de habitat e alimentação que facilitam a chegada da água no interior das camadas subsuperficiais, além de intervirem nas características preexistentes do meio pedológico.

As formigas cortadeiras são insetos sociais que vivem em ninhos subterrâneos caracterizados por apresentarem numerosas câmaras e galerias. Cortam folhas e ramos de plantas e os transportam para o interior do formigueiro para manter os jardins de fungo (Jurueña, 1980).

Em termos de interferência no desenvolvimento de formas de relevo, a ação das formigas cortadeiras têm início quando a rainha escava um túnel e uma pequena câmara onde fica alojada por, aproximadamente, seis meses. Durante esse período nascem as primeiras operárias responsáveis pela escavação de túneis, panelas e novas saídas para a superfície, presentes em formigueiros mais desenvolvidos.

No Rio Grande do Sul os ninhos de *Atta* e de algumas espécies de *Acromyrmex* são subterrâneos com várias câmaras interligadas por galerias. Estas câmaras, conforme a sua função, constituem as chamadas zonas mortas e zonas vivas do formigueiro. As zonas mortas são formadas pelas câmaras com depósitos de resíduos de fungos e formigas mortas e as câmaras com fungo, ovos, larvas e a rainha, onde há intensa atividade das operárias, correspondem à zona viva do ninho (Jurueña *op cit*; Loeck & Grützmacher, 2001).

Esse fato é relevante para a questão em pauta no subitem, pois a ampliação do ninho e a possibilidade deste ser abandonado, devido a sua saturação por lixo,

¹³ Vários moradores em locais de interflúvio, localidade do Macaco Branco e Taquara, afirmaram que em todos os verões, exceto quando esta estação se apresenta mais chuvosa, a quantidade d'água nos poços diminui consideravelmente, chegando a secar, além de mudar a sua qualidade para o consumo doméstico. Esse fato ocasionou uma intensa construção de poços artesianos na região.



contaminação e outras ameaças, permitem uma maior abrangência de ação biogeomorfológica deste inseto.

Em síntese, a contribuição das formigas cortadeiras nos processos geomorfológicos e pedológicos pode ser diretamente vinculada às suas preferências de instalação em termos de superfície topográfica, tipo de solo e cobertura vegetal.

Em relação à superfície topográfica, regida pelas condições de saturação ou ressecamento do terreno, as formigas cortadeiras instalam seus ninhos em superfícies onde não terão excesso e nem falta d' água. Considerando detalhes importantes na estrutura dos ninhos do gênero *Atta*, Klaus (1993) destaca algo relevante em relação a posição das galerias nos formigueiros e o nível freático ao fazer a seguinte afirmação: "...outras galerias conduzem a partes mais profundas da terra, provavelmente ao nível freático, para abastecer a colônia da umidade requerida pela mesma..."

Isso significa que a instalação dos formigueiros pode seguir níveis topográficos relacionados à posição do nível freático que está diretamente condicionado pelos tipos pluviométricos presentes. Relacionado a isso, Klaus (*op cit.* p. 39) ao comentar que: "...os ninhos de formigas cortadeiras em zonas mais úmidas são mais rasos que os de zonas mais secas...", deixa evidente os níveis topográficos preferenciais de instalação de formigueiros no terreno e, desta forma, a sua influência nos processos erosivos atuais.

Quanto ao tipo de solo, as espécies do gênero *Atta* presentes no Rio Grande do Sul preferem locais com solos bem drenados, profundos e pobres tanto em nutrientes quanto em populações microbianas naturais, ou seja, solos do tipo argilosos ou argilo-arenosos (Mariconi, 1970; Della Lucia & Araújo, 1993; Loeck & Link, 2003).

Em relação à proteção das superfícies, a importância da ação de interferência da formiga cortadeira no fator cobertura vegetal se restringe à prática de corte em áreas de cultivo e/ou vegetação nativa.

O ato de desfolhar a vegetação provoca uma maior exposição das superfícies, fragilizando determinados lugares dentro das unidades de formas responsáveis pelo contexto geral do relevo. Essa interferência é de tal magnitude que chega a ser comparada à ação do pastoreio bovino.

Pelo exposto, nota-se que a ação das formigas cortadeiras apresenta mais de uma manifestação em virtude da própria organização de toda a colônia. Das câmaras às galerias, dos olheiros aos montículos de terra, das manchas desprotegidas de vegetação à



interferência em algumas características pedológicas, tem-se o conjunto das marcas deste ser, ao buscar no meio os elementos necessários à sua sobrevivência.

A interferência destes insetos, consorciada ou não com outras espécies como o tatu –*Dasypodidae*, é um fato que deve ser considerado ao se tratar das formas pseudocársticas e voçorocamentos nas cabeceiras de drenagem não só na Depressão Periférica, mas em outras regiões com registros destes fatos.

A interferência pela ação antrópica, basicamente se restringe às atividades vinculadas as práticas da rizicultura irrigada e da pecuária extensiva de corte.

Em relação à pecuária, a interferência ocorre pela prática do pastoreio bovino, responsável pela maior exposição das superfícies à ação pluviométrica e também pelo pisoteio que desenvolve caminhos de concentração d' água para a subsuperfície em determinados pontos e até mesmo setores da parte colinosa do terreno. A interferência da bovinocultura nos dois fatos aqui tratados é mais direta do que a rizicultura, pois a primeira ocupa as superfícies colinosas da região, ou seja, topos, encostas e sopés das vertentes.

A rizicultura, com influência indireta nos dois fatos tratados, interfere nos mesmos devido a utilização de grandes volumes d' água na irrigação. A falta de controle na retirada da água para a irrigação das lavouras de arroz, principalmente durante os meses de janeiro e fevereiro, provoca um déficit hídrico nos rios principais. Por outro lado, quando esta não é mais necessária é novamente devolvida para os rios, provocando saída e entrada brusca d' água nos rios, principalmente no Ibicuí e seus tributários, intervindo em toda a dinâmica do sistema hídrico geral na região.

6 – Considerações Finais

O presente estudo se propôs a investigar, por meio da identificação dos fatores que modificam as superfícies do interflúvio junto à confluência do rio Santa Maria e Ibicuí, a origem da grande quantidade de voçorocas presente nas cabeceiras de drenagem e a relação destas com as depressões interfluviais nos topos das colinas, considerando as questões de ordem natural e antrópica.

Com objetivo de compreender a relação do uso do relevo e a presença dos referidos fatos, numa perspectiva dinâmica de seu desenvolvimento natural, de seus elementos e a interferência do homem nestes, a exposição buscou apresentar os fatores responsáveis pelo



desencadeamento e desenvolvimento das duas manifestações de evolução do relevo da Depressão Periférica Gaúcha, aqui tratadas.

Assim, conforme as análises apresentadas e discutidas, pode-se levantar as seguintes considerações a respeito das depressões interfluviais – formas pseudocársticas e os voçorocamentos em cabeceiras de drenagem:

(1) Estando as depressões interfluviais na direção das cabeceiras de drenagem, onde as voçorocas avançam com grande intensidade no sentido dos divisores d' água, conclui-se que as depressões e as voçorocas fazem parte de um mesmo processo, ou seja, estão de alguma forma interligadas em subsuperfície por caminhos d' água, entre os quais os de *piping*.

(2) A ocorrência de solo arenoso com baixa presença de argila e de cimento carbonático, verificada pela existência de águas com dureza elevada (águas carbonatadas), é uma variável importante a considerar, pois, ao mesmo tempo que favorece a percolação da água nas areias, também dissolve e transporta os carbonatos, possibilitando o rebaixamento da superfície do terreno a partir dos pontos onde a água encontra e/ou forma caminhos de circulação interna. É a ação integrada dos processos mecânicos da água, decorrentes dos efeitos da gravidade, e da atuação química, dissolvendo carbonatos e outros minerais solúveis.

(3) Não se pode descartar ainda a provável presença de linhas de fraqueza litoestruturais como fraturas ou pequenas falhas indutoras não só na incisão dos canais de drenagem de superfície, pois, além de possibilitarem a circulação d' água em subsuperfície, ocasionam o rebaixamento da superfície do terreno por meio da ação mecânica e química da água pluvial.

(4) A intensa ocorrência de voçorocas nas drenagens de primeira ordem e eventualmente nas de segunda, também pode sofrer influência do pisoteio do gado ao longo das trilhas e nos pontos de bebedouros. As voçorocas podem ser ativadas ou reativadas pela circulação interna da água infiltrada nos divisores d' água, principalmente onde se encontram as depressões interfluviais, em direção aos vales cujas as cabeceiras estejam próximas dessas depressões.

(5) Quanto à ação biológica das formigas, cupins, tatus e outros aniamis que escavam micro-túneis no solo é possível a sua contribuição na formação e desenvolvimento das depressões interfluviais e suas interligações com as voçorocas.

(6) A contribuição da grande quantidade de chuvas como variável fundamental para alimentar o lençol d' água subterrâneo em solos arenosos, onde as taxas de infiltração são



acentuadas, possibilitando a elevação e o rebaixamento do nível d' água subterrâneo, também é um outro fator responsável pela morfogênese acelerada das voçorocas e das depressões interfluviais.

(7) As depressões interfluviais podem ser tomadas como parte dos processos iniciais de formação dos “colos” ou “selas” que, ao longo dos divisores de águas, separam uma colina da outra, conforme o grau de dissecação presente.

7 – Bibliografia

- ALBRECHT, J. K & ZUQUETTE, V.L. Carste: terminologia, feições e formas de relevo base para o mapeamento geotécnico. Revista Geociências, UNESP, Rio Claro – SP. 1997.
- ALCOCER, J. & LUGO, A. Effects of El Niño on the dynamics of Lake Alchichica, central Mexico, Geofísica Internacional Vol. 42, (3), pp. 523-528, 2003.
- BARROS SARTORI, M da G. B. As variações pluviométricas e o regime das chuvas na Região Central do Rio Grande do Sul. Boletim de Geografia Teórica. 23 (45-46): 70 – 84, 1993.
- BERLATO, M. A & FONTANA, D. C. El Niño e LaNiña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.
- CABRAL, I. L. L. Capacidade de uso da terra da Bacia Hidrográfica Areal Grande (Cacequi-RS). Dep. de Geografia, FFLCH / USP. 1998. Dissertação de Mestrado.
- COLTRINARI, L. Karstic-type forms and landscape evolution in Taubaté Basin (São Paulo). Fourth International Conference on Geomorphology. Itália. 1997.
- CUNHA, G, R. O fenômeno El Niño – Oscilação do sul e suas aplicações na agricultura do sul do Brasil. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.50, n° 433, set/dez. 1997.
- DELLA LUCIA, T. M. C. & ARAÚJO. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: As formigas cortadeiras. Viçosa: UFV, 1993.
- FILIZOLA, H. F; BOULET, R. Une évolution de la vitesse de l' érosion géochimique à partir de l' étude de dépressions fermées sus Roches sédimentaires Quartzo – Kaoliniques au Brésil. C.R. Aca. Sci. Paris, T 316, Série III, (693-700). 1993.
- GONTAN, J. E. N & MACIEL F°, C. L. Levantamento das feições cársticas no Planalto Vulcânico do Rio Grande do Sul - área de São Martinho da Serra. In: Congresso



- Uruguayo de Geologia, 2, Punta del Este. Actas – Montevideo: Sociedad Uruguaya de Geologia – Faculdade de Ciencias, 1998.
- IWASA, O. Y & PRANDINI, F. L. Diagnóstico da origem e evolução de Boçorocas: Condição fundamental para a prevenção e correção. Simpósio sobre o controle de erosão. Curitiba. PR. 1980.
- JENNINGS, J. N. Karst Geomorphology. Ed. Basil Blackell – Oxford. 1987.
- JURUENA, L. F. As formigas cortadeiras. IPAGRO. Informe da Secretaria da Agricultura n° 23. 1980.
- KLAUS, J. C. El mundo de las hormigas. Equinócio. Edição da Universidade Simon Bolívar – Uruguai. 1993.
- LOECK, A. E & GRÜTZMACHER, D. D. Ocorrências de formigas cortadeiras nas principais Regiões Agropecuárias do estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Ed. da Universidade / UFPel. 2001.
- LOECK, A. E & LINK, D. Biodiversidade de formigas cortadeiras nos campos sulinos. Palestra apresentada no XVI Simpósio de Mirmecologia. Florianópolis – SC. 14 a 19 de setembro de 2003.
- MACIEL F°, C. L; CABRAL, I. L. L & SPINELLI, J. Estruturas morfológicas de colapso em sedimentos inconsolidados no Rio Grande do Sul. Anais do V Simpósio de Geografia Física. São Paulo – SP. 1993.
- MARICONI, F. A. M. As Saúvas. São Paulo: Editora Agronômica. 1970.
- NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, El Niño, Nasa Facts / NF-211, EUA, agosto, 1999.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2° edição. 1989.
- PENCK, W. Morphological Analysis of land form. Macmillan and CO, London. 1953.
- PONÇANO, W. L & PRANDINI, F. L. Boçoroca do estado de São Paulo: Uma revisão. Anais do IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília/SP. 1987.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos Geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Dep. de Geografia. n° 6. (17- 29) FFLCH/USP. São Paulo-SP. 1992.
- TERESHCHENKO, I. E.; FILINOV, A. E.; MONZÓN, C. O. & ARTURO FIGUEROA, M., Weather signature of “El Niño” in western México, Geofísica Internacional, Vol. 42, Num. 3, pp. 389-396, 2003.