



## **PROCESSOS EROSIVOS ASSOCIADOS A FORMAS PSEUDO-CÁRSTICAS NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA DO RIO GRANDE DO SUL\***

Ivaniza de Lourdes Lazzarotto Cabral\*\*  
Jurandyr Luciano Sanches Ross\*\*\*  
Luis Eduardo Robaina\*\*\*\*  
Edgardo Medeiros\*\*\*\*  
Silvana Fernandes Neto\*\*\*\*

### **RESUMO:**

As manifestações que marcam os eventos responsáveis pela dinâmica superficial da Depressão Periférica Gaúcha respondem por uma "paisagem" regional composta por amplas colinas. Estudos desenvolvidos sobre determinados fatos, como, por exemplo, processos de arenização, voçorocamentos, formas pseudo-cársticas em topo de colinas, evolução pedológica associada à morfologia, caracterização e levantamento geológico e outros, demonstraram a complexidade na instalação e evolução do relevo associada a formas topográficas aparentemente simples (colinas com amplas áreas de captação e rampas longas). Considerando as informações prévias sobre o comportamento e as características de alguns fatores importantes na dinâmica das superfícies em determinadas áreas do setor Sudoeste da Depressão Periférica, a proposta é a discussão e a enumeração dos agentes que predisõem e dos que efetivam os processos responsáveis pelo desenvolvimento de voçorocas e depressões interfluviais – formas pseudo-cársticas em cabeceiras de drenagem e topos de colinas. Ambas situadas nas superfícies divisoras d' água entre a bacia do rio Ibicuí e Jacuí, na Depressão Periférica Gaúcha.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Formas pseudo-cársticas, voçorocamentos, erosão superficial, erosão superficial e subsuperficial

### **ABSTRACT:**

The manifestations which mark the events responsible for the superficial dynamics of the Peripheral Depression in Rio Grande do Sul - Brazil are responsible for a regional "landscape" composed by ample hills. Studies developed about certain facts, such as, sand processes, ditches processes, pseudo-karstic forms on top of hills, pedologic evolution associated with morphology, characterization and geologic assessment and so on, demonstrated the complexity on the installation and evolution of the relief associated with topographic forms apparently simple (hills with ample areas of captivation and long ramps). Considering previous information about the behavior and traits of some important factor in the dynamics of the surfaces in some areas of the Southeast section of the Peripheral Depression, the proposal is the discussion and the numbering of agents which predispose and those which affect the processes responsible for the development of ditch band interfluent depressions – pseudo-karstic forms at drain head and top of hills. Both are situated on the surface which divides the water between the basin of the Ibicui River and Jacui River, at Peripheral Depression in Rio Grande do Sul.

### **KEY WORDS:**

pseudo-karstic forms, drifts, superficial and subsuperficial erosion

---

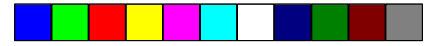
\* Artigo elaborado a partir de pesquisa realizada no Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo e Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria, financiado Pelo Programa de Pós-Graduação da CAPES/USP por intermédio da bolsa de doutoramento do Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo

\*\* Doutoranda em Geografia Física da Universidade de São Paulo – SP, FFLCH/Departamento de Geografia.

\*\*\* Professor Orientador - Universidade de São Paulo – SP, FFLCH/Departamento de Geografia. E-mail: juraross@usp.br

\*\*\*\* Professores do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria





## I – Introdução

No Rio Grande do Sul, a Depressão Periférica é palco de uma série de eventos que atuando em conjunto respondem por uma "paisagem" regional composta por amplas colinas, (coxilhas) seccionada pela drenagem, onde as condições topográficas e os demais fatores relevantes à formação do relevo, permitem as mais variadas formas de ação da água nos processos de modelação e remodelação do relevo.

As principais manifestações que atualmente expressam a evolução do relevo constituído pelos materiais terrígenos da Bacia Sedimentar do Paraná são os processos de arenização e voçorocamento, que refletem os processos de erosão acelerada atuantes. Esses processos erosivos se diferenciam espacialmente, sendo que, do centro para o oeste do Estado, até o município de Cacequi, junto ao rio Santa Maria, os processos erosivos mais significativos estão representados por

sulcos e voçorocas, enquanto que a arenização é caracterizada mais para oeste-sudoeste.

Vários são os autores que têm trabalhado na região oeste do Estado, entre eles citam-se os trabalhos de Cordeiro & Soares (1977), Souto (1985), IBGE/SEPLAN (1986), Veiga et al. (1987), Maciel Filho, Cabral & Spinelli (1993), Cabral (1993), Klamt & Schneider (1995), Ab' Saber (1995), Marchiori (1995) Suertegaray (1998), Cabral (1998), Paula et al. (2002), Robaina et al. (2002) e outros, dando significativa importância à formação dos areais na base das vertentes e aos processos de voçorocamento em superfícies de interflúvios, correspondendo às cabeceiras de drenagem.

Outra importante feição presente no desenvolvimento do relevo na Depressão Periférica Gaúcha são as formas rebaixadas em topo de colina, em geral, associadas a sulcos e voçorocas. Maciel Filho, Cabral & Spinelli (1993), Cabral (1993) e Robaina et al. (2002). O pouco esclarecimento em relação à gênese destas



**FOTO 1** – Forma pseudo-cárstica com água em topo de coxilha de 160 metros de altitude.

LOCAL: Localidade do Paredão      DATA: 11/04/01.





feições é a consequência dos escassos estudos tendo esse assunto como objetivo central.

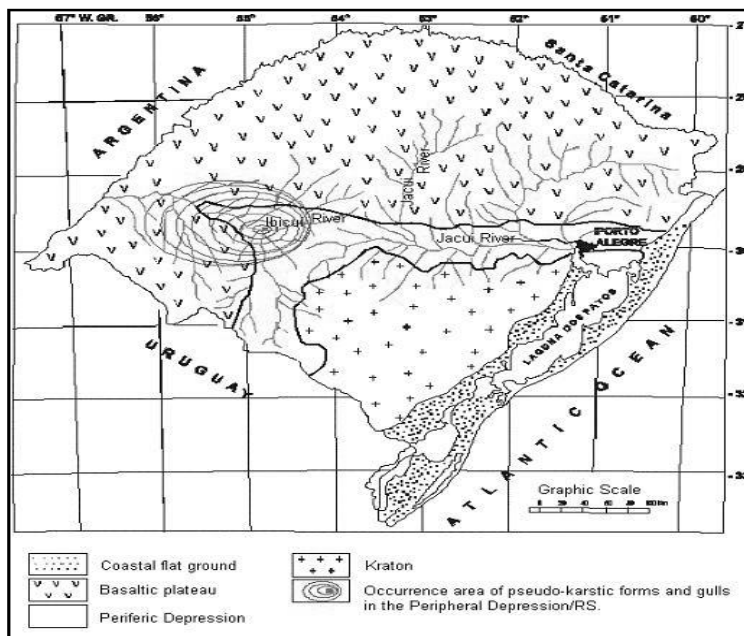
Este artigo, com base nos conhecimentos até então disponíveis, apresenta algumas discussões referentes à natureza e aos processos envolvidos na geração das formas rebaixadas, aproximadamente circulares, nos topos das colinas. Estas formas, conforme a literatura, assemelham-se às elaboradas no relevo carste. Porém, por terem sua origem e desenvolvimento associados a processos diferentes dos que envolvem o carste propriamente dito, adotou-se o termo pseudo carste. Jennings (1987), Coltrinari (1997), Filizola & Boulet (1993).

A ocorrência destas formas é significativa nas cabeceiras de drenagem, sobremaneira ao longo da divisão das águas da bacia do rio Ibicuí e rio Jacuí na Depressão Periférica, eixo São Gabriel / Santa Maria, que localmente recebe a denominação de Coxilhas de Santo Antônio e

Pau Fincado. A princípio, os dois fatos abrangem superfícies dos municípios de São Vicente do Sul, São Gabriel, Rosário do Sul, Dilermando de Aguiar e principalmente grande parte do setor leste do município de Cacequi, correspondendo às superfícies de nascentes da margem esquerda do rio Ibicuí na unidade geomorfológica da Depressão Periférica Gaúcha. Figura 1.

A importância destas formas nos topos do relevo colinoso da Depressão Periférica Gaúcha é a sua relação com os processos de voçorocamentos nas cabeceiras de drenagem na área já mencionada.

Neste contexto, o presente artigo vem expor algumas questões referentes à dinâmica geomorfológica em relação ao desenvolvimento das voçorocas e das formas pseudo-cársticas e as consequências destes fatos no que se refere às formas de uso e ocupação antrópica na área já referida.



**FIGURA 1** – Localização da área de ocorrência de formas pseudo-cársticas e voçorocamentos na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul





## II- 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" atuais.<sup>1</sup>

Assim, a individualização visual do relevo sobre as cartas topográficas DSG, Escala 1: 50000 e imagem de satélite Landsat 7, TM 3, 4 e 5: 28/05/2000, 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 está sintetizado na figura 2.

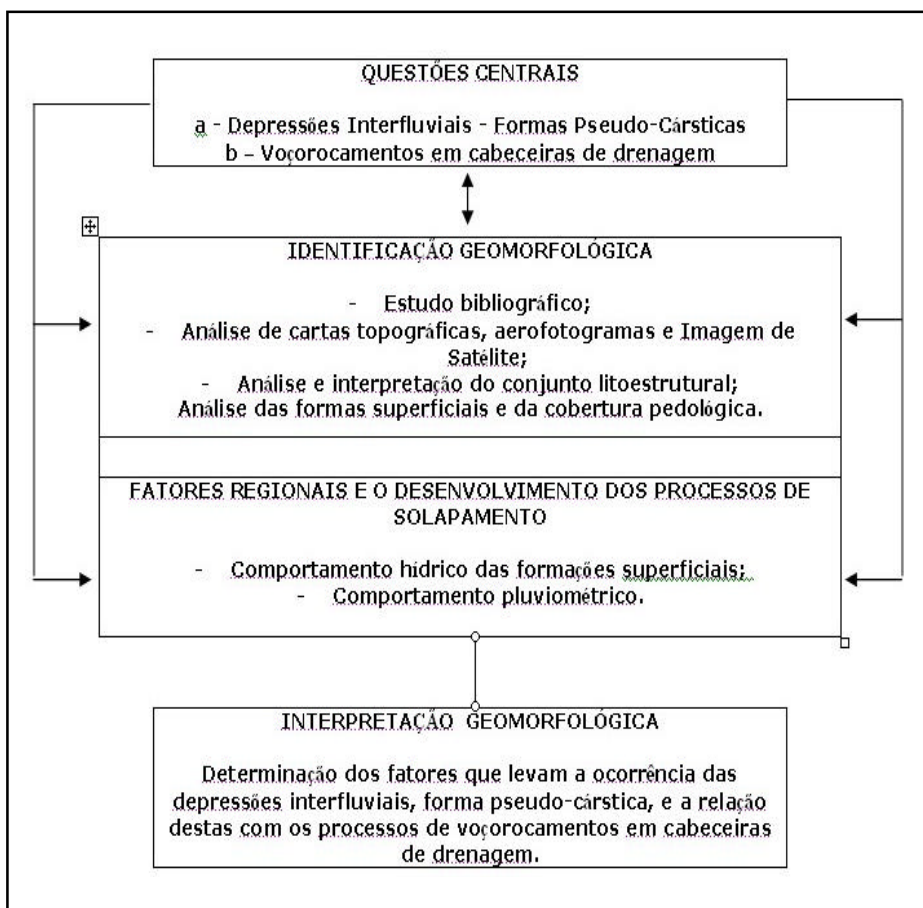


FIGURA 2 – Roteiro Metodológico a partir da proposta de Ross (op cit).





Em síntese, o trabalho envolveu atividades de gabinete, campo e laboratório. A primeira envolveu atividades de leitura bibliográfica e análise do material cartográfico e imagem de satélite. Os trabalhos de campo permitiram a visualização "expontânea" dos fatos e dos fatores associados a este, além da coleta de amostras de solos e rochas em pontos relevantes. A terceira deteve-se à análise de textura do material coletado, onde utilizou-se o sistema de peneiramento e pipetagem. Nesta etapa, também foram feitas análises mineralógicas utilizando, para a fração areia, a lupa binocular e para os compostos tamanho silte e argila, o difratômetro de raios X.

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.

### III- Considerações Gerais

Conforme Rodrigues (1984) apud Santoro & Fulfaro (1996), as voçorocas não são feições típicas exclusivamente dos depósitos sedimentares modernos, mas também, ocorrem em sedimentos recentes ou neocenozóicos.

Estes autores, com base em Bjornberg & Landim (1996), consideram sedimentos recentes no estado de São Paulo, toda uma cobertura sedimentar cenozóica. Esta, com espessura variável, situa-se sobre as superfícies de relevo aplainado.

No Rio Grande do Sul, particularmente na área mencionada, a série sedimentar e/ou de alteração que recobre unidades sedimentares da Bacia do Paraná, se caracteriza pela composição de arenitos pouco consolidados, permeáveis e ricos em óxido de ferro. Medeiros, Robaina & Maciel Filho (1993).

A referida série sedimentar apresenta-se recobrendo relevo colinoso com altitudes em torno de 100 metros, próxima aos terraços e várzeas do rio Ibicuí, e 200 metros nos

interflúvios das sub-drenagens que deságuam direta e indiretamente no referido rio.

A área em questão está inserida, conforme a classificação climática de Köppen, no contexto de clima temperado chuvoso e quente do tipo Cfa, onde as temperaturas do mês mais frio oscilam de 3° a 18°C e a média está em torno de 15°C. A média anual das precipitações varia entre 1300 e 1500 mm anuais.

Estes atributos, embora percebidos empiricamente no campo, constituem elementos de informação no que diz respeito ao comportamento do referido material frente ao principal agente modificador das superfícies, ou seja, as águas provenientes dos índices pluviométricos local e regional.

### IV - Dinâmica das Superfícies

A presença de voçorocamentos e de depressões interfluviais - formas pseudo-cársticas - no setor de cabeceiras de drenagem na linha divisora das duas maiores bacias hidrográficas da Depressão Periférica Gaúcha, as bacias dos rios Ibicuí e Jacuí, são dois dos vários eventos atuais da evolução do relevo que constitui o eixo divisor destas duas drenagens, localmente denominado de Coxilha de Santo Antônio e Coxilha Pau Fincado.

A ocorrência destes fatos, em especial as depressões interfluviais, foram levantados por Maciel Filho & Cabral (1993), os quais se referiram a estas como formas pseudo-cársticas por se assemelharem a formas do relevo cárstico, além de estarem relacionadas à ocorrência de dissolução de carbonato de cálcio, óxido de ferro e da própria sílica, componentes significativos das estruturas sedimentares na área em questão.

As depressões interfluviais se interligam à drenagem de primeira ordem por meio de, pelo menos, três situações diferentes, ou seja: i) por deslocamento hídrico subterrâneo; ii) por deslocamento hídrico superficial - quando as depressões interfluviais se rompem em direção às maiores declividades do terreno - e iii) por





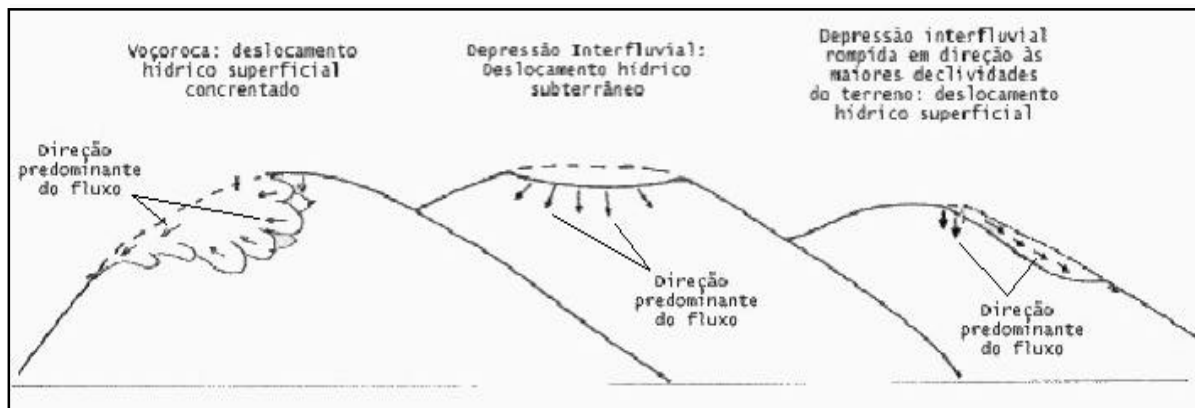
voçorocamentos, como representado no esquema da figura 3.

O esquema da figura 3 simplifica as três situações colocadas anteriormente. Estas três situações fundamentais do comportamento da água pluvial são responsáveis pela dinâmica que modela e remodela determinadas superfícies da Depressão Periférica no Rio Grande do Sul.

Estas situações, atreladas ao comportamento pluvial local e regional, em conjunto com as diferentes estruturas sedimentares presentes na área, se expressam nitidamente no contexto morfológico, permitindo uma certa particularização do fenômeno em

relação a outras superfícies da Depressão Periférica Gaúcha.

As feições pseudo-cársticas se desenvolvem junto ao topo das colinas caracterizando-se como abatimentos no terreno. Apresentam forma arredondada, com diâmetro médio ao redor de 20 m e profundidade em torno de 0,60 m. Ocorrem em diferentes níveis topográficos, porém são mais frequentes junto à superfícies da classe hipsométrica de 100 a 160 metros. Nestas áreas ocorrem surgências que mantém o ambiente úmido. Esta umidade se acentua e permanece por determinado período de tempo, a medida que os eventos pluviométricos são mais intensos e/ou prolongados.



**FIGURA 3** – Morfologia das cabeceiras de drenagem e sua dinâmica

#### IV.1 – Agentes predisponentes

Considerando os fatores que favorecem ou não a ação do elemento hidrológico no estabelecimento das formas do relevo, os agentes predisponentes compõem o conjunto de características associadas às suas condições naturais. Os agentes predisponentes mais importantes são os geológicos/geomorfológicos e os climáticos/hidrológicos. Iwasa et al. (1980).

Na área considerada, as indicações referentes às características da natureza da cobertura de solos e do substrato rochoso que levam a maior susceptibilidade do material à erosão, de antemão fornecem indicadores da "fragilidade" local.

Em termos geológicos, o setor do relevo com voçorocas e formas pseudo-cársticas está situado sobre unidades sedimentares que dão origem a espessas camadas de solos recentes cenozóicos.







Em relação aos sedimentos mais recentes Veiga et al. (1987), ao desenvolverem estudos sobre a origem dos areais na Depressão Periférica Gaúcha, identificam um material sedimentar mais recente recoberto a Formação Botucatu. Por apresentar características diferentes, os autores subdividiram esse material em duas unidades, A e B.

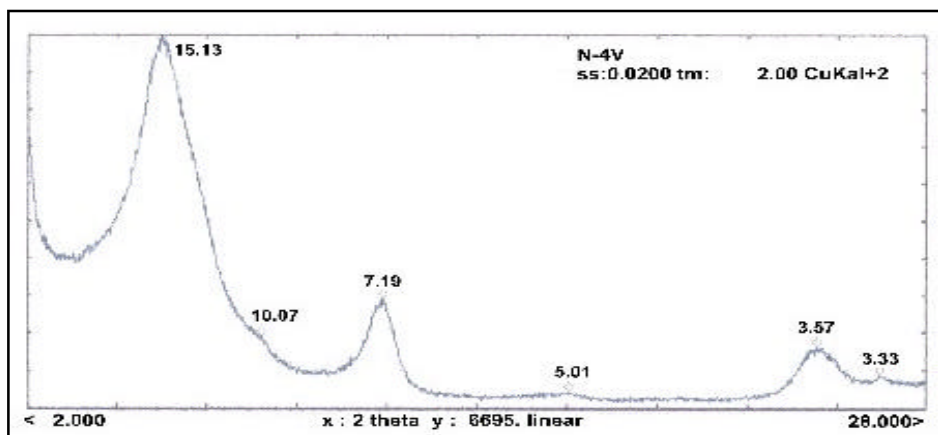
A primeira unidade (A), de origem fluvial pleistocênica, apresenta contato erosivo com o arenito Botucatu, enquanto a segunda (B), constitui depósitos de arenitos holocênicos pouco consolidados de ambiente eólico.

Conforme estudos mais atuais, desenvolvidos por Scherer et al. (2002), o substrato geológico dos sedimentos referidos anteriormente é constituído,

predominantemente, por arenitos finos de origem fluvial e, em segundo plano, por fácies eólicas associadas de idade Mesozóica.

Em relação a composição mineralógica, o quartzo é o elemento mais abundante, seguido de óxido de ferro, micas e argilo-minerais do grupo da caolinita e esmectita, conforme podemos observar no difratograma da figura 4.

O óxido de ferro ocorre na forma de concreções minerais carbonáticas ou se apresenta como material cimentante, recoberto os grãos de quartzo e estabelecendo tonalidades avermelhadas aos sedimentos. A ocorrência de esmectitas e carbonatos indicam condições de ambiente árido durante a ocasião de formação destas seqüências.



**FIGURA 4** - Difratograma de uma amostra da rocha sedimentar que compõe o substrato. Os picos mais representativos, em torno de 7 e 15 graus, correspondem às difrações dos planos (001) da caolinita e da esmectita, respectivamente.

As condições físicas das rochas, a baixa coesão e a textura de areia fina predominante, favorecem a infiltração e, conseqüentemente, a erosão subterrânea. Relacionada com a baixa cimentação do material sedimentar, sendo esta cimentação responsável por uma maior agregação entre as partículas sólidas das rochas sedimentares, a baixa coesão dos materiais

presentes na área em questão estabelece condições para que a ação da água se efetive no seu mais alto grau de agente modificador das rochas e, por sua vez, num contexto mais amplo, na morfologia. Além dos fatores já mencionados, a alteração e até mesmo a extinção do cimento carbonático e das concreções de óxido de ferro sob condições de





ambiente úmido atual são também importantes, pois acentuam a perda da coesão entre as partículas sólidas componentes de determinadas superfícies presentes na Depressão Periférica.

O contato entre os materiais sedimentares de superfície e subsuperfície ocorre sob diferentes situações: com linhas de concreções de óxido de ferro associadas ou não a depósitos de cascalheiras de origem fluvial e abrupto. Essa variação nos contatos entre a camada sedimentar superficial com as subjacentes tem uma certa ligação à hipsometria do relevo, permitindo, de certo modo, identificar os ciclos de mudanças ambientais responsáveis pela evolução do relevo local/regional.

Assim, da cota de 100 a 120 metros, o contato entre os sedimentos superficiais e subsuperficiais dá-se com a presença de linhas de concreções de óxido de ferro mais seixos rolados de origem fluvial; de 140 a aproximadamente 160 metros, o contato ocorre com a presença de concreções de óxido de ferro ou abrupto.

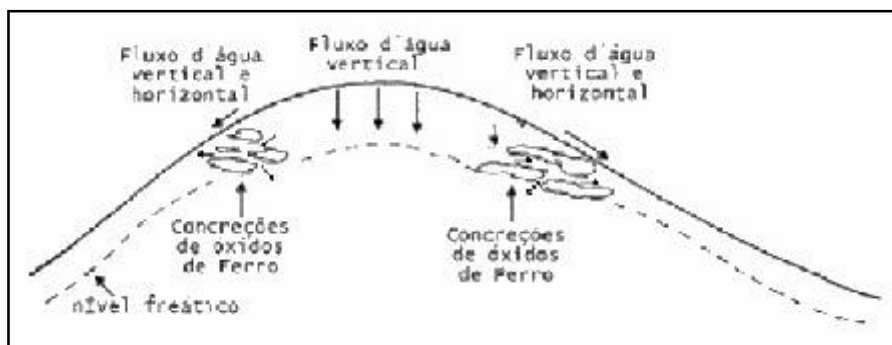
Esse dado é importante pois as concreções de óxido de ferro, nas condições ambientais atuais, ao mesmo tempo que "mantém" a topografia criam também situações de maior ou menor presença de água nos interstícios sedimentares, possibilitando a ocorrência de setores de fraqueza no terreno,

caminho para a ação mecânica da água em infiltração entre os arenitos, como esquematizado na figura 5.

Em relação ao comportamento das chuvas e a morfogênese regional, estas ocorrem durante todo o ano, porém com alguma variação em termos de durabilidade e intensidade pluviométrica.

A análise da variação pluviométrica desenvolvida por Barros Sartori (1993) de 1913 a 1991 para a Depressão Periférica Gaúcha, demonstra a não ocorrência de estação seca na região, entretanto expressa alguns detalhes relevantes à questão relacionada a uma maior ou menor quantidade e permanência da água nos interstícios dos materiais superficiais. Exemplo disso são as variações pluviométricas anuais e mensais que conferem uma tendência a anos padrões normais ou chuvosos. Fato interessante quando se trata da análise dos processos erosivos atuantes nas superfícies regional.

Outro fato relevante detectado no trabalho referido anteriormente é a frequência dos meses menos (60 a 100 mm) e mais chuvosos (mais de 150 mm). A análise feita no período demonstra que os menores índices pluviométricos ocorreram principalmente durante os meses de novembro, abril, fevereiro e dezembro, enquanto que os meses com



**FIGURA 5** - Ação da água nos sedimentos e os obstáculos das concreções de óxido de ferro







maiores índices, primeiramente foi o mês de junho, seguido de março, maio, julho, setembro e janeiro.

Apesar do comportamento dos índices pluviométricos, um dos fatores que condicionariam a uma maior ou menor presença da água no meio sedimentar regional, as variações extremas e periódicas dos outros elementos climáticos entre diferentes épocas do ano apresentam particularidades que podem levar a uma maior ou menor umidade das superfícies.

A distribuição 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, 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<sup>2</sup> com o tipo de material componente das superfícies do interflúvio rio Ibicuí, Cacequi e jusante do rio Santa Maria e região, essencialmente sedimentares<sup>3</sup>

, junto com possíveis linhas estruturais, 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 relação as formas geomorfológicas, a ocorrência dos fenômenos mencionados podem ser estabelecidos, principalmente, em relação às amplitudes interfluviais representadas pelas colinas de topo plano com baixos índices clinográficos, ou seja, < 1%; 1 a 4% e > 4% e entalhamento médio dos vales na ordem de 40 a 60 metros, distribuídos em distâncias relativamente altas, isto é, em amplos vales. Cabral (1998).

#### IV.2 – Agentes efetivos

Os agentes efetivos podem ser estabelecidos a partir dos fatores, imediatos ou preparatórios, que desencadeiam os processos erosivos. Iwasa et al. (1980).

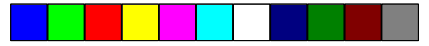
Neste contexto, os fatores associados aos agentes efetivos preparatórios ao fenômeno do desencadeamento erosivo pode ser relacionado às questões de uso e ocupação e da própria ação biológica de alguns seres da fauna regional.

A ocupação das superfícies colinosas com a pecuária extensiva de corte permite uma dupla ação do boi no fenômeno de erosão. Essa dupla ação refere-se ao pastoreio, que retira parcialmente a cobertura vegetal natural das superfícies de estruturas sedimentares, e ao pisoteio contínuo em locais como a borda de voçorocas e no nível de base ou sopé das vertentes, favorecendo a desestabilização das mesmas.

A ação biológica está associada à presença significativa de formigas cortadeiras e suas redes de túneis que, segundo informações verbais do Prof. Dionisio Link<sup>4</sup>, podem atingir até oito metros de profundidade e estão localizadas em bordas de voçorocas, junto a depressões interfluviais e no relevo colinoso em geral.

Junto a ação das formigas cortadeiras também se destaca a ação das termitas e de alguns mamíferos como o tatu peludo, tatu molita, o tuco-tuco e outros que não chegam a cavar buracos mas utilizam os existentes, como é o caso do Zorrillo.





Estes animais, junto com as circunstâncias preexistentes, estabelecem condições que permitem uma maior eficiência da ação da água, tanto a de escoamento superficial, quanto a de infiltração.

Outro fator efetivo relacionado aos processos erosivos nas cabeceiras de drenagem na área é a prática da cultura do arroz irrigado nos terraços e planícies fluviais dos maiores rios da região. Essa prática exige grandes quantidades de água durante praticamente todo o seu ciclo de vida e para obter a água exigida pela cultura, os orizicultores a bombeiam dos rios. Esse procedimento, sem obedecer a capacidade hídrica do sistema de drenagem, muitas vezes confere regime de intermitência em rios expressivos da região, como por

exemplo o rio Ibicuí. Isso se acentua, principalmente, em anos com ocorrência de estiagens na primavera e verão.

Tal prática pode estar intervindo nos processos de erosão remontante por meio de uma interferência momentânea no nível de base de todo o sistema hídrico, pois a localização das lavouras em áreas com níveis um pouco mais elevados que o do rio principal impede o escoamento da água, que permanece represada nas vastas superfícies do sopé de todo o sistema de drenagem. A foto 2 apresenta um trecho do rio Ibicuí com seus terraços e planície fluvial tomados pela cultura do arroz irrigado em fase de meia vida, ou seja, florescência.

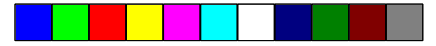


**FOTO 2** – Um setor do rio Ibicuí com seu amplo terraço e planície fluvial ocupados por lavoura de arroz irrigado. Vê-se, também, um levante utilizado para bombear água de um dos tributários do rio Ibicuí.

LOCAL: Faz. Vista Alegre

DATA: janeiro de 2001.





Após o período de irrigação a lavoura de arroz é drenada e, em pouco tempo, toda a água represada nos terraços e planície fluvial é transferida para os rios e escoada, "retornando o ciclo normal" do sistema de drenagem. Esse fato, junto com a intermitência provocada nos rios, contribuem para que o deslocamento da água de subsuperfície e superfície sofra momentos de permanência e saídas bruscas do sistema hidrográfico e, dependendo das condições gerais desse sistema, as repercussões serão mais ou menos acentuadas.

Assim, cabe destacar que nas cabeceiras dos rios Ibicuí e Jacuí na Depressão Periférica gaúcha, as manifestações de processos acelerados de erosão merecem cuidado, uma vez que as causas são desproporcionais aos fatos em termos de número, tornando relevante as pesquisas com propósito de esclarecer os fatores que predisõem e os que efetivam os processos de erosão nas cabeceiras de vários rios na referida unidade fisiográfica.

#### V- Considerações Finais

O desenvolvimento de fluxos que dão origem ao escoamento superficial, nas superfícies de captação da drenagem geral, na área é complexo, pois são vários os elementos intrínsecos à formação das depressões interfluviais - formas pseudo-cársticas e os voçorocamentos de cabeceira de drenagem no interflúvio divisor d' água das bacias Ibicuí e Jacuí na Depressão Periférica.

A inter-relação dos detalhes morfológicos, presentes nas superfícies interfluviais, demonstram situações que estão diretamente relacionadas à uma série de fatores que vão desde a distribuição das diferentes estruturas sedimentares a detalhes como, por exemplo, a presença de estratos com concentração de ferro, rebaixamento do nível de base, comportamento variável dos índices pluviométrico, além da ação antrópica e biológica.

Assim, dentro deste contexto básico, a ocorrência de formas de solapamento e de

pequenos túneis, fatores relacionados às características dos agentes predisponentes, se estabelecem em superfícies onde o manto de intemperismo é espesso, indicando que o seu processo de formação está diretamente relacionado aos eventos do intemperismo químico e, no segundo momento, à erosão subterrânea, transportadora dos materiais sedimentares desagregados.

Vinculados aos agentes predisponentes, também pode ser acrescentado a presença de soleiras de baixa permeabilidade, relacionadas aos níveis de pavimentos com concentração de ferro. Estes níveis, que também podem se apresentar como pontos isolados dentro do pacote sedimentar, desenvolvem zonas com elevado gradiente hidráulico nas saídas das linhas de fluxo d' água subterrânea, propiciando, desta forma, uma remobilização do material arenoso, via liquefação dos sedimentos arenosos e/ou dissolução por processos químicos dos elementos agregadores das areias, caracterizando eventos associados aos processos de "piping" que promovem descalçamento e abatimento não só do solo, mas de todo o setor desestabilizado.

Outro fator relevante, porém mais relacionado à dinâmica de desenvolvimento das voçorocas, é o da estabilidade natural dos sedimentos<sup>5</sup>. Em termos gerais, a estabilidade natural dos sedimentos é mantida por meio de sucção e cimentação ou calçamento de partículas menores e, ao serem submetidos a um considerável ganho de umidade, perdem a sua estabilidade natural.

Em relação aos agentes contribuintes na dinâmica que leva às formas de depressões interfluviais - formas pseudo-cársticas - e aos voçorocamentos em cabeceiras de drenagem, no que se refere à ação antrópica, esta, está diretamente associada às duas principais práticas econômicas na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, ou seja, a pecuária extensiva de corte e a agricultura empresarial do arroz irrigado.

Estas duas práticas, por apresentarem características de produção completamente





diferenciadas, nos permitem afirmar que a interferência da pecuária extensiva de corte nos fatos em questão é mais direta do que a da prática da cultura do arroz irrigado.

Também relacionados aos fatores efetivos, as formigas cortadeiras e os tatus são outros agentes que contribuem no desenvolvimento de voçorocas em cabeceiras de drenagem e das próprias depressões interfluviais – formas pseudo-cársticas na região.

As formigas cortadeiras são um agente de destaque, pois além da sua alta frequência<sup>6</sup> na região, elas apresentam comportamentos de sobrevivência que facilitam a ação da água até determinados níveis de profundidade nas camadas superficiais da terra, favorecendo a ação química e física do fator pluviométrico nos sedimentos componentes das superfícies local/regional.

A contribuição das formigas cortadeiras nos referidos processos está diretamente vinculada às suas preferências de instalação em termos de superfície topográfica, tipo de solos e orientação das vertentes. De acordo com as informações obtidas com o Professor Dionísio Linck, em abril de 2003, as espécies de formigas cortadeiras presentes no Estado preferem solos arenosos e com pouco matéria orgânica, pois a primeira característica facilita a escavação de túneis e painelas e a segunda diminui os concorrentes que ameaçam a sua única fonte

de alimentação<sup>7</sup>. Em relação a orientação das vertentes, colocações verbais do o Prof. Dionísio Linck informam que as formigas cortadeiras procuram estabelecer seu saueiro em fácies de vertentes mais resguardadas, contrárias as voltadas para a direção dos ventos de inverno, sul.

Enfim, as depressões interfluviais – formas pseudo-cársticas –, são as principais feições erosivas relacionadas ao intemperismo químico na região, sob efeito da água de infiltração, e as voçorocas são as feições dos processos erosivos mecânicos, desencadeados pelo anterior ao estabelecer caminhos para o escoamento superficial e/ou subsuperficial concentrado.

Em termos gerais, a ação conjunta do escoamento superficial concentrado com as frentes de infiltração estabelece o principal mecanismo erosivo responsável pela evolução geral das incisões, promovedoras da integração de canais à rede de drenagem como um todo.

Neste sentido, estudos detalhados devem ser efetuados com o objetivo de esclarecer a ação conjunta entre erosão por escoamento superficial e pelo subsuperficial, no desenvolvimento das depressões interfluviais – formas pseudo-cársticas – e das voçorocas conectadas ao sistema de drenagem de primeira ordem do sistema hidrográfico regional, bem como estabelecer as causas de possíveis ocorrências de reativação erosiva na área.

## Notas

<sup>1</sup> No contexto, «ambiental» envolve tanto elementos do meio físico quanto biológico e antrópico.

<sup>2</sup> Temperatura, insolação e outros.

<sup>3</sup> Arenitos e siltitos do Grupo Rosário do Sul e a série sedimentar e/ou de alteração superior.

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Fitossanitária e Saneamento do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Entrevistado durante o mês de maio de 2003.

<sup>5</sup> Estabilidade natural dos sedimentos, no caso, refere-se à capacidade de aglutinação entre os grãos componentes de cada unidade sedimentar presente nas superfícies onde ocorrem os





referidos fatos. A estabilidade natural dos sedimentos também considera a manutenção da aglutinação entre os grãos.

<sup>6</sup> De acordo com as colocações do Prof. Dionísio Linck, em área de campo na fronteira sudoeste

do Rio Grande do Sul, ocorre um formigueiro por ha. Esse dado pode variar para mais ou para menos, conforme as características preferenciais das formigas, em relação ao terreno.

<sup>7</sup> Fungo cultivado em câmeras no interior da terra.

## Bibliografia

AB' SABER, A. N. A revanche dos ventos: Derruição de solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. *Ciência & Ambiente*. Vol 1, n 11 (julho/dezembro). (1995).

BJONBERG, A. J. S & LANDIM, P. M. B. Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neocenozóica). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. São Paulo, 15 (4): 43-67. 1966.

CABRAL, I. L. L. Capacidade de Uso da terra na Bacia Hidrográfica Areal Grande (Cacequi-RS). Dissertação de Mestrado. USP/FFLCH. Dep. de Geografia. São Paulo - SP. 1998.

\_\_\_\_\_ Estudo de Locais Susceptíveis à Erosão na Microbacia do Areal Grande (Sub-bacia do rio Ibicuí Mirim). Monografia de Especialização. UFSM. Dep. de Ciências Rurais. Santa Maria - RS. 1993.

COLTRINARI, L. Karstic-type forms and landscape evolution in Taubaté Basin (São Paulo). Fourth International Conference on Geomorphology. Itália. 1997.

CORDEIRO, C. de A, & SOARES, L. de C. A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Geográfica*. Rio de Janeiro, n 39, v 4, 32 - 150. 1977.

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.

IBGE/SEPLAN. Levantamento dos Recursos Naturais - Projeto RADAM - BRASIL, v 33, Folha SH 22 Porto Alegre e parte da Folha SH 21 Uruguaina - Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: SEPLAN/IBGE, 1986.

JENNINGS, J. N. *Karst Geomorphology*. Ed. Basil Blackell - Oxford. 1987.

KLAMT, E & SCHNEIDER, P. Solos Suscetíveis à Erosão Eólica e Hídrica na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*. Vol 1, n 11 (julho/dezembro). 1995.

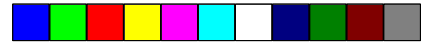
MACIEL FILHO, C. L, CABRAL, I. L. L & SPINELLI, J. Estruturas Morfológicas de Colápsos em Sedimentos Inconsolidados no Rio Grande do Sul. *Anais do V Simpósio de Geografia Física Aplicada*. São Paulo/SP. USP/FFLCH. 1993.

MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e Areais no Sudoeste Rio-Grandense. *Ciência & Ambiente*. Vol 1, n 11 (julho/dezembro). 1995.

MEDEIROS, E. R; ROBAINA, L. E. S; MACIEL FILHO, C. L. Uma nova visão estratigráfica do Centro-Oeste do Rio Grande do Sul. VI Simpósio Sul Brasileiro de Geologia e Primeiro Encontro de Geologia do Cone-Sul. SBG/Núcleo-RS: (223-235). 1993.

SANTORO, J & FULFARO, V. J. Estudos Geotécnicos em Boçorocas na Cidade de São Pedro (SP). *Rev. IG São Paulo*, 17 (1/2), 55-62, jan /dez. 1996





SOUTO, J. J. P. Deserto uma Ameaça? Estudo dos Núcleos de Desertificação na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura / DRNR, 1985.

PAULA, P. M.; ROBAINA, L. E. S.; MEDEIROS, E. R. Mapeamento Geológico-Geomorfológico: Ferramenta de Gestão Ambiental. 10º Cong. Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Ouro Preto, MG, 2002.

ROBAINA, L. E; NETO, S.F; PAULA, P. M de & PEREIRA, V. P. Processo Erosivo Acelerado no RS: Voçorocamento no Município de Cacequi. Rev. de Geografia Teorética. Rio Claro - SP. v 27, n 2, 109 -120. 2002.

SCHERER, C. M. S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M. & DE ROS (ed) Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2002.

SUERTEGARAY, D. M. Deserto Grande do Sul: controvérsia. 2 ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1998.

VEIGA, P.; MEDEIROS, E. R.; SUERTEGARAY, D. M. Gênese dos campos de areia no município de Quaraí-RS. Anais 1 Cong. Da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Porto Alegre,RS.p 367-377, 1987.

Trabalho enviado em fevereiro de 2005.

Trabalho aceito em fevereiro de 2005.





