

# PROCESSO EROSIVO ACELERADO NO RS: VOÇOROCAMENTO NO MUNICÍPIO DE CACEQUI

*Luis Eduardo ROBAINA<sup>1</sup>  
Silvana Fernandes NETO<sup>2</sup>  
Patricia Milani de PAULA<sup>3</sup>  
Vitor Paulo PEREIRA<sup>4</sup>*

## Resumo

Este trabalho apresenta dados sobre os processos erosivos desenvolvidos na região SW do estado do Rio Grande do Sul, no município de Cacequi. Estes processos são significativos devido às características da região como: (i) ocorrência de areia fina no substrato rochoso e nos solos, (ii) baixa cobertura vegetal, (iii) precipitação alta e (iv) uso da terra sem técnicas conservativas. Para estudar a evolução dos processos erosivos, este trabalho discute a voçoroca do Macaco Branco, a qual representa um nível avançado de erosão. Já encontra-se estabelecida uma drenagem de primeira ordem e vários pontos de ruptura onde acontecem movimentos de massa.

**Palavras-Chave:** Erosão; Voçoroca

## Abstract

### **Erosive accelerated process in RS: Ravine in Cacequi community**

This paper provides data on erosive processes developed in the SW region of Rio Grande do Sul State, in Cacequi community. These processes are very significant due the characteristics of the region as: (i) occurrence of fine sand in the substrate and soil, (ii) low vegetal cover, (iii) high precipitation and (iv) use of the soil without conservationist techniques. To study the evolution of the erosive processes this paper aims to discuss the Macaco Branco ravine, which represents an advanced erosion level. It established a first order drainage and several rupture points where appears movement of regolith downslope by gravity.

**Key -Words:** Erosion; Ravine

---

<sup>1</sup> Geólogo e Professor do Dpt. Geociências da Universidade Federal de Santa Maria /RS – e-mail: lesro@hanoi.base.ufsm.br

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Geografia da UFSM

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Geografia da UFSM

<sup>4</sup> Geólogo e Professor do Dpto de Mineralogia e Petrografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## INTRODUÇÃO

Entre as diversas formas de processos erosivos a voçoroca corresponde a um estágio mais avançado e complexo de erosão. Na voçoroca atuam além da erosão superficial, outros processos condicionantes, pelo fato desta forma erosiva atingir em profundidade o lençol freático ou o nível da água de subsuperfície. Assim conforme Gerra et al. (1999) a voçoroca é palco de diversos fenômenos: a erosão superficial, erosão subterrânea, solapamentos, desabamentos e escorregamentos, que se conjugam aumentando o poder destrutivo dessa forma de erosão. Esta pode manifestar-se de maneira flagrante nas grandes dimensões dessa forma de erosão e nas velocidades de avanço, através da rápida evolução de seus ramos ativos.

A geometria, o processo de avanço, as feições desenvolvidas e os fatores condicionantes à formação da voçoroca, denominada regionalmente "Macaco Branco" (VMB), serão descritos neste trabalho.

A voçoroca em estudo localiza-se entre os paralelos de 29°54'21" a 29°54'44" sul e os meridianos 54°45'24" a 54°45'56" oeste, município de Cacequi, região Sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A VMB é uma feição erosiva representativa na região, caracterizada pela degradação ambiental, associada a processos erosivos.

## METODOLOGIA

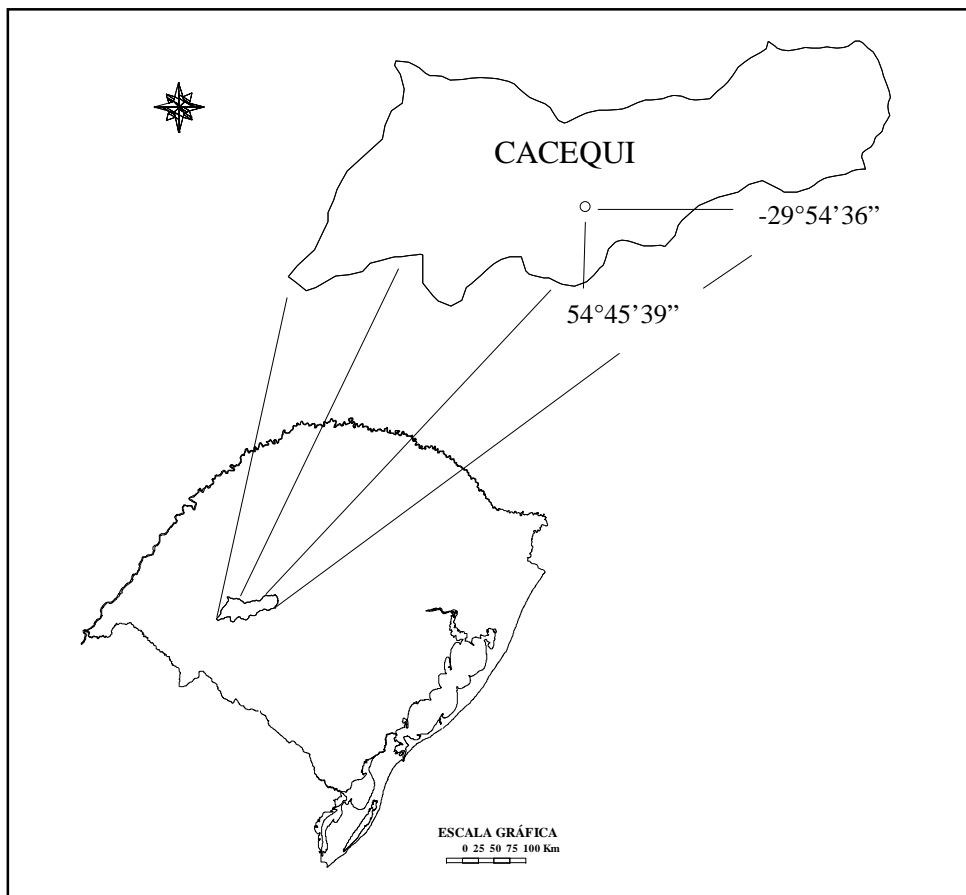
Os levantamentos preliminares dos dados foram realizados através de estudos bibliográficos, seguidos pelas atividades de campo (amostragem e descrição de perfis geológicos). Na primeira etapa foram analisados os fatores regionais associados ao desenvolvimento dos processos de voçorocamento. Em um segundo momento desenvolveu-se o trabalho de descrição detalhada da "Voçoroca Macaco Branco", utilizando trena, bússola e equipamento de posicionamento (GPS), além de amplo registro fotográfico. Foram coletadas, também, amostras dos diferentes horizontes de solo/rocha para análise textural e composição mineralógica.

Para análise da textura utilizou-se peneiramento e pipetagem. No estudo mineralógico foi feita com lupa binocular a análise das frações tamanho areia e difratometria de raio X para identificar os constituintes tamanho silte e argila.

## DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE VOÇOROCAMENTO

Através de uma pesquisa junto a moradores locais descobriu-se que a VMB existe como um processo erosivo bastante significativo há mais de 80 anos e é motivo de muitas histórias. Destas histórias, a que mais chama atenção é a que conta que lá existia um macaco e que o mesmo já possuía o pêlo mouro (esbranquiçado) de tanto andar gauderiando (caminhando à toa) pelas coxilhas (colinas), com isto se deu o nome popular de "Buraco do Macaco Branco", sendo assim chamado até hoje por todos da região.

A VMB ocupa uma área de aproximadamente 11ha, com 616m de comprimento e 430m de largura e forma um vale em "U". Desenvolve-se ao longo de uma vertente de 60m de amplitude e representa áreas de cabeceiras de drenagem, que drenam em direção ao Rio Ibicuí.

**Figura 1 – Mapa de localização da VMB, no município de Cacequi - RS**

A profundidade das ravinas ultrapassa 18m em vários pontos, estando em processo de estabilização na vertical, onde se verifica o desenvolvimento de uma vegetação exuberante que aproveita a umidade para se estabelecer.

O avanço do voçorocamento se dá em direção à montante e com uma direção geral predominante para SW. Uma vez estabelecidas na encosta, as voçorocas tendem a evoluir através de bifurcações formando pontos de rupturas. Esses pontos de ruptura podem ser destruídos à medida que a rede de ravina se bifurca e evolui. Neste avanço, a voçoroca em estudo formou um traçado muito recortado, com 20 pontos de ruptura na margem esquerda e 18 pontos na margem direita, mostrando uma forte atividade da erosão lateral. A figura 2 mostra um "croqui" da voçoroca estudada, onde estão apresentadas as principais linhas de avanço e as características marcantes.

**Figura 2 – Croqui da VMB**

A voçoroca apresenta várias feições significativas, sendo comum à ocorrência de erosão formando quedas d'água, que se instalam em áreas onde ocorre variação da coesão dos materiais, podendo ser controladas pela estrutura sedimentar presente. A ação combinada da erosão por cascata e do aumento da altura do degrau gera movimentos de massa. Esses movimentos ocorrem nas voçorocas por solapamento da base de taludes e pelo desprendimento de material ao longo de fendas de tração (Figura 3). Quedas de torrões caracterizam movimentos de massa associados. Em geral, torrões desprendidos de fendas de tração apresentam menor concentração por metro quadrado do que os originados por solapamento. Estão predominantemente associados à extensão para montante ou ao alargamento das incisões erosivas.

**Figura 3 – Solapamento ao longo de fendas de tração**



As alcovas de regressão são formadas junto às laterais das incisões, especialmente devido à ação da água subterrânea e/ou devido ao escoamento superficial na forma de filetes subverticais. Estes filetes são documentados, preferencialmente, nas paredes da voçoroca, devido a pouca coesão do material (Figura 4).

**Figura 4 – Filetes subverticais**



Outras importantes feições são as fendas e dutos (Figura 5) que se formam pela passagem da água da superfície junto à encosta e, especialmente, da água subterrânea, constituindo a erosão por "pipes". Sulcos e ravinas formados na superfície das encostas com vegetação relativamente degradada, ou no interior de voçorocas, indicam as rotas de organização do escoamento superficial concentrado.

**Figura 5 - Fendas e dutos**



### **FATORES DEPENDENTES**

Nos processos erosivos é reconhecida a inter-relação de fatores condicionantes como relevo (comprimento da encosta e declividade), vegetação, clima, características do substrato rochoso/solo e uso do solo.

### *Características do relevo*

A área de ocorrência da VMB está inserida na região geomorfológica da Depressão Periférica, caracterizada por um relevo levemente ondulado e por ser constituída por rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

O relevo na área da VMB caracteriza-se por colinas suaves alongadas em direção NE e com declividade entre 5% e 12%. Evidencia-se que apesar da pouca inclinação da encosta, os valores de declividade são suficientes para o desenvolvimento de erosão. Rauws (1987) apud Guerra (1999) conclui que em sedimentos com pouca coesão, as ravinas começam a se formar, a partir das cabeceiras, em encostas com declividade entre 2 e 3 graus, sempre que a velocidade do fluxo de água exceder 3,2 a 3,4 cm/s. O comprimento de rampa, em média, pouco superior a 1000m exerce muita influência sobre a erosão, pois, permite uma grande área de infiltração da água o que aumenta a ação da erosão subterrânea. As altitudes variam entre 140m no topo das colinas a 80m junto à várzea do Rio Ibicuí.

Verifica-se que o processo erosivo tem seu surgimento associado à meia encosta, sendo dominante nas áreas denominadas cabeceiras de drenagem, onde ocorre a alimentação dos canais fluviais de primeira ordem.

### *Vegetação*

A vegetação, segundo Fendrich et al. (1988), pelas copadas amortece o impacto de gotas de chuva, controlando a desagregação inicial; pelos troncos e raízes, diminui a velocidade do escoamento superficial; pelas raízes, que seguram o solo, dificulta o seu arraste; pela incorporação de matéria orgânica e abertura de galerias pelas raízes, dão ao solo condições para que melhor absorva e retenha a água.

A vegetação natural da área junto a VMB compreende extensas áreas de savanas-estépicas (campos) associadas às florestas ciliares, muito degradadas junto aos cursos de água (MARCHIORI, 1995). Ainda conforme o autor a savana-estépica foi bastante alterada pela ação antrópica, desde a chegada dos primeiros europeus. Sua estrutura fitossociológica era bastante diversa da que hoje conhecemos nos chamados "campos nativos", dominavam macegas altas em grande parte da área e os principais herbívoros exerciam influência limitada, nas várzeas dos rios e periferia de matas.

A incorporação da pecuária no início da colonização provocou fortes transformações na estrutura fitossociológica da savana-estépica, contribuindo para a redução e até a eliminação de diversas espécies. A atividade agrícola sobre o substrato arenoso pouco consolidado, com uma natural pobreza em nutrientes e baixos teores de matéria orgânica nos solos, torna esses campos muito susceptíveis a erosão. Ainda hoje a queima dos campos é uma prática muito comum na região, sendo muito prejudicial, pois reduz a diversidade florística e compromete sua estrutura vertical, ficando o ecossistema particularmente sensível.

### *Clima*

Conforme dados do 8º Distrito Meteorológico, a região apresenta uma média de precipitação anual entre 1300mm e 1500mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano, com uma variação de frequência das estações de outono e inverno, com maiores índices enquanto no verão ocorrem os menores valores.



A análise de dados climáticos revela informações importantes com respeito a erosividade das chuvas. Para Hudson apud Guerra (1999), a erosão é habitual quando ocorrem chuvas com intensidades maiores que 25 mm/h. Na área de estudo, em todas as épocas do ano, ocorrem precipitações com intensidades superiores a 25mm/h; dessa forma as condições climáticas representam um fator importante no desenvolvimento de processos erosivos.

#### *Substrato rochoso e solos*

O substrato rochoso está representado por pacotes de arenitos de cor vermelha com tons de amarelo claro, determinadas pelo cimento de óxido de ferro ao redor dos grãos minerais.

A textura predominante corresponde a areia fina (Tabela 1), e forma uma estrutura sedimentar definida por estratificação cruzada de baixo ângulo, com "sets" longos. Os arenitos apresentam baixo grau de coesão, sendo mais facilmente desagregados ao longo dos "sets".

**Tabela 1 – Análise granulométrica rocha/solo realizado no talude da voçoroca**

Diâmetro (mm)	Amostra 1 (17m*)	Amostra 2 (10m)	Amostra 3 (4m)	Amostra 5 (2m)
1,0				0,05
0,5	0,61	3,79	0,10	4,76
0,25	14,94	46,91	1,84	31,38
0,125	57,91	23,2	34,7	21,98
0,062	9,28	9,7	30,87	7,86
0,031	6,51	1,34	1,8	3,37
0,016	0,58	0,62	1,17	1,06
0,008	0,24	1,07	1,73	1,34
0,004	1,25	0,88	2,01	1,98
0,002	1,97	4,88	6,70	1,94
0,001	1,15	2,99	8,29	5,71
0,0005	2,09	1,70	4,69	3,99

\* Profundidade da coleta das amostras.

Esta seqüência litológica representa, conforme o Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (SANTOS et al. 1986), sedimentos da Formação Rosário do Sul, entretanto, para Medeiros et al. (1995), representam uma deposição fluvial pós-vulcânica (Cenozóica), originada da alteração de rochas areníticas e vulcânicas da Bacia do Paraná.

O quartzo é o mineral mais abundante ocorrendo, secundariamente, óxidos e hidróxidos de ferro. A fração argila é pouco significativa, ocorrendo argilo-minerais dos grupos da caulinita e esmectita, conforme análise dos difratogramas. A ocorrência de esmectita indicando condições insuficientes de drenagem para lavagem dos cátions básicos, o que pode estar associado a condições de clima seco quando da deposição dos sedimentos.

Os solos são característicos de relevo ondulado, de cor vermelha, devido aos óxidos de ferro. São solos friáveis, com textura arenosa, formando agregados angu-

lares e uma estrutura em colunas. Conforme EMBRAPA (1999), podem ser classificados como Argissolos vermelhos (podzólicos), que conforme Bertoni; Lombardi Neto (1985) e, estudos realizados no estado de São Paulo, podem ser classificados como de alto índice de erodibilidade.

O pacote pedológico tem espessura média de 3m, textura arenosa e baixo teor de matéria orgânica sobre um substrato rochoso constituído por uma rocha arenítica muito friável. Essas características conferem ao conjunto uma forte susceptibilidade erosiva. Além disso, esse pacote arenoso permite o estabelecimento de um lençol freático bastante profundo gerando erosão vertical intensa.

Os solos da região apresentam um baixo conteúdo orgânico, em geral, inferior a 1% de matéria orgânica. A maioria dos estudos sobre erodibilidade tem indicado que à medida que o teor de matéria orgânica diminui, aumenta a instabilidade dos agregados. De Ploey e Poesen (1985), apontam que solos com menos de 2% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade, sujeitos a desagregação.

#### *Uso do solo*

O uso do solo é predominantemente agrícola, na maior parte da vertente afetada, porém é comum a pecuária extensiva. Junto à margem esquerda da VMB, existe o cultivo de milho e de melancia, que são plantados pelo método convencional. Estes produtos são característicos da região, como culturas de verão, sendo que no inverno, as áreas são utilizadas para pastoreio. O método de cultivo utilizado faz com que a prática do uso da mecanização agrícola esteja sempre ativa, colaborando ainda mais no processo de desagregação e degradação do solo.

Já em toda extensão da margem direita da VMB, ocorre um florestamento com eucaliptos, o que não impede o avanço do processo erosivo. Por um certo momento o processo de avanço horizontal estabiliza, entretanto, as suas raízes não são profundas, retendo material (solo) superficialmente, podendo ocorrer erosão abaixo das raízes, o que deixa um espaço vazio. Com o peso, os eucaliptos acabam tombando e levam junto com as raízes grande volume de terra, pois funcionam como uma espécie de alavanca.

Devido à alta susceptibilidade à erosão e baixa fertilidade natural, faz-se necessário um planejamento adequado para a prática de uso e ocupação desta área. Como exemplo o cultivo de plantas de cobertura no inverno e a prática do plantio direto, poderá evitar a desagregação das partículas de solo, bem como a sua compactação pelo uso intensivo de maquinários agrícolas.

## **ANÁLISE DO PROCESSO**

Quando uma rede hidrográfica realiza um processo de adaptação a novas condições hidrodinâmicas, de origem climática ou antrópica, são os setores mais sensíveis do sistema que passarão por modificações mais importantes. Em geral, as áreas de cabeceira de vale, também conhecidas como áreas de contribuição em vales não canalizados, são os pontos de rede hidrográfica que demonstram maior sensibilidade às oscilações hidrodinâmicas ao longo do tempo. Devido a sua dinâmica pretérita e atual, e às características mecânicas herdadas desta dinâmica, as cabeceiras de vale são áreas de risco potencial de erosão e formação de voçorocas.

As voçorocas do Município de Cacequi se desenvolveram em diferentes estágios: o primeiro está representado pela ação da água subterrânea nas áreas de meia encosta, devido à permeabilidade do material, provocando solapamentos do terreno e abertura de depressões. Durante chuvas de baixa intensidade e distribuídas ao longo de um ou mais dias, aumenta a participação do escoamento subsuperficial, que é gerado pela percolação de água infiltrada na superfície da encosta; em um segundo estágio as formas rebaixadas se rompem em direção às pendentes do terreno e; no último estágio do processo, no qual encontra-se a VMB, as erosões laterais são as mais significativas, permitindo a formação de curso d'água intermitente em seu interior. O mecanismo de evolução mais comum verificado processa-se pelo escorregamento de materiais das paredes da erosão. Estes movimentos são decorrentes da instabilidade provocada pelo alto declive dos taludes e estão condicionados a trincas e fendas verticais, paralelas às paredes, cuja origem, associa-se à descompressão do solo pela remoção do material que o confinava.

O processo erosivo associado à rede de canais de primeira ordem parece ter controle estrutural, verificado na análise de imagens de satélite da região, sendo provavelmente, associado às fraturas desenvolvidas por reativações tectônicas, que controlaram o próprio desenvolvimento da Bacia do Paraná. Fraturamentos resultantes da direção NE - SW e NW - SE, formam uma malha separando blocos nas superfícies das erosões. Como o desconfinamento lateral é de maior amplitude e as fraturas se dispõem na forma de malhas, a seção transversal da voçoroca evolui na forma de anfiteatros, com "bancos internos" (Figura 6).

**Figura 6 – Vista geral interna da VMB**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Variações no fluxo de energia e matéria que ultrapassam certos limites produzem modificações no sistema. Na área em estudo as características do solo e do substrato geológico conferem baixa resistência a desagregação erosiva. Quando ocorre variação de energia disponível, associada à intensidade e frequência das precipitações, em um sistema já muito alterado devido ao uso do solo, ocorre uma situação de desequilíbrio entre a energia disponível e a capacidade de dissipação da energia. Nessas condições, as ravinas e as voçorocas, comuns na região, são o resultado desse desequilíbrio. A VMB representa um estágio avançado do processo erosivo com significativo poder destrutivo, exigindo critérios particulares de ocupação.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres; 1985. 368 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação; 1999. 412 p.
- FENDRICH, R.. **Erosão Urbana: Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. Curitiba: Ibrasa Champagnat, 1988. p. 15-43.
- GUERRA, A. J.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M.. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339 p.
- FAMURS – Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul. **Município de Cacequi**. Disponível em: <[www.cacequi.famurs.com.br](http://www.cacequi.famurs.com.br)> . Acesso em 10 mai 2001.
- MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e areais no sudoeste Rio-Grandense. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, v. 11, p. 81-92, 1995.
- MEDEIROS, E.; ROBAINA, L. E.; CABRAL, I. Degradação ambiental na região centro-oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 11, p. 53-64, 1995.

Recebido em outubro de 2001.

Aceito em abril de 2002.