



**A INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO GEOLÓGICO NOS PROCESSOS
EROSIVOS POR VOÇOROCA NA BACIA HIDROGRÁFICA SANGA AREAL DO
PAREDÃO – RS¹**

Silvana Fernandes Neto
Acadêmica do Curso de Geografia – UFSM
e-mail: silfeneto@terra.com.br
Drº. Luis Eduardo de Souza Robaina
Orientador, Prof. do Curso de Geografia, Dep. Geociências - UFSM
e-mail: lesro@hanoi.base.ufsm.br

Palavras-Chave: Erosão; Ravina; Voçoroca.

Eixo temático: Análise e diagnóstico de processos erosivos

Resumo

Este trabalho apresenta dados sobre os processos erosivos desenvolvidos na porção centro-oeste e sudoeste do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Cacequi e São Gabriel. 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.

A relação entre a distribuição e forma das erosões por voçorocas com a estrutura geológica e as características litológicas foram analisadas e revelaram que tem um significativo controle na Bacia Hidrográfica Sanga Areal do Paredão.

Abstract

This paper provides data on erosive processes developed in the middle-west and south-west share of Rio Grande do Sul State, in Cacequi and São Gabriel 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.

The relationship between gully erosion spatial distribution and form with geologic structure and characteristics lithological was analysed revealing that have significant control in the Sanga do Areal Paredão Hydrographic Basin.

Key-Words: Erosion; Ravine; Gully

¹ Trabalho realizado no Laboratório de Geologia Ambiental – LAGEOLAM - UFSM



1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica conhecida como Sanga Areal do Paredão, está localizada na porção centro-oeste e sudoeste do RS, apresentando um significativo quadro de degradação ambiental devido a ocorrência de processos erosivos que geram ravinas e voçorocas.

A voçoroca corresponde a um estágio avançado e complexo de erosão, na qual, além da erosão superficial, ocorrem outros processos condicionantes, associados à ação da água subterrânea, como solapamentos e escorregamentos, se conjugam aumentando o poder destrutivo dessa forma de erosão.

O presente estudo pretende relacionar os processos erosivos avançados que ocorrem na bacia hidrográfica Sanga Areal do Paredão/RS, com as características geológicas identificadas reconhecendo o estágio de desenvolvimento dos processos erosivos.

2. METODOLOGIA

Os levantamentos preliminares dos dados foram realizados através de estudos bibliográficos, seguidos pelas atividades de campo (amostragem e descrição de perfis geológicos). Para análise da textura de solos/rocha utilizou-se peneiramento e pipetagem. No estudo mineralógico foi feito com lupa binocular a análise das frações tamanho areia e difratometria de raio X para identificar os constituintes tamanho silte e argila.

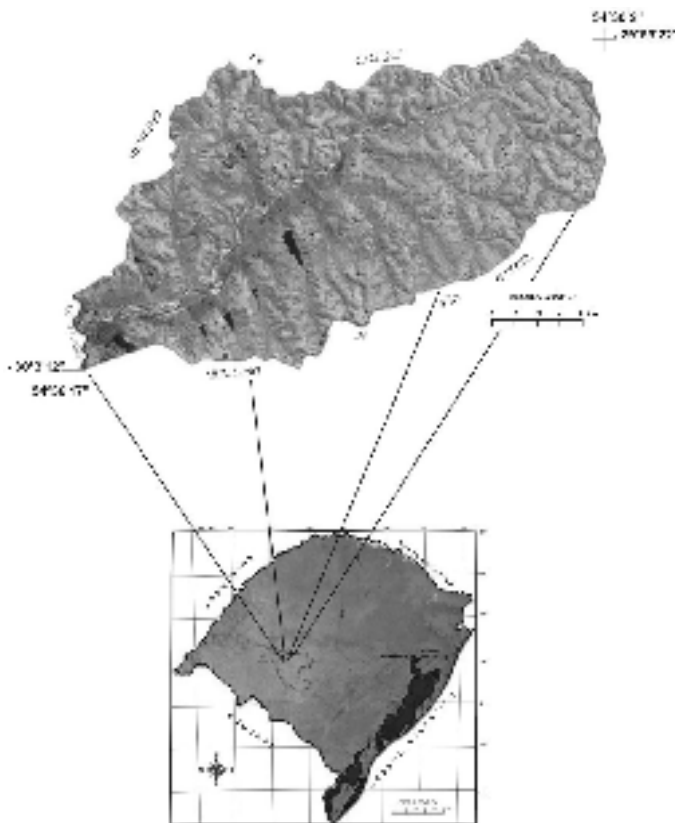
A análise morfométrica da bacia hidrográfica iniciou-se a partir da interpretação das cartas topográficas elaboradas pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) do Ministério do Exército (1975) na escala 1:50.000, folhas SH.21-X-D-V-4 (Umbu), SH.21-X-D-VI-3 (Coxilha do Pau Fincado), SH.21-Z-B-II-2 (Azevedo Sodré) e SH.21-Z-B-III-1 (Tiaraju), com a complementação dos dados através da interpretação da imagem de satélite Landsat-7 ETM⁺, órbita ponto 223081 de maio de 2000 e trabalhos de campo. Seguindo alguns autores como Strahler (1974), Christofletti (1974) e Horton apud Cristofletti (1974), definiu-se a hierarquia e o padrão da rede de drenagem, bem como os parâmetros do relevo como altitude, comprimento de rampa, amplitude e declividade.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA:

A Bacia Hidrográfica Sanga Areal do Paredão encontra-se localizada a 29°55'22" e 30°3'12"S e 54°30'2" e 54°36'17"W, abrangendo uma área de 20659,93ha, entre os municípios de Cacequi e São Gabriel, na porção CO e SW do estado do Rio Grande do Sul, Figura 01.



Figura 01: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica Sanga Areal do Paredão



Org.: FERNANDES NETO, Silvana.

Com relação à rede hidrográfica, a drenagem Sanga Areal do Paredão é um afluente pertencente à bacia hidrográfica do Rio Cacequi. Apresenta uma hierarquia fluvial de 6ª ordem e um padrão de drenagem que se enquadra no tipo retangular-dendrítico.

Encontra-se inserida na compartimentação geomorfológica da Depressão Periférica, caracterizada por um relevo de colinas alongadas (coxilhas), levemente onduladas, constituídas, em geral, por rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

A amplitude altimétrica varia de 97m junto à várzea, do Rio Cacequi a 206m, na porção leste da microbacia, uma declividade variando entre 5% e 12%, o comprimento de rampa, em média, variando em torno de 1000m, o que exerce influência sobre a erosão, pois, permite uma grande área de infiltração, o que aumenta a ação da erosão subterrânea.

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. Os ventos predominantes são de leste e sudeste. Para Hudson apud Guerra et al.(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.

A vegetação natural da área compreende extensas áreas de savanas-estépicas (campos) (Marchiori, 1995) associadas às florestas ciliares, muito degradadas. 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, causando assim uma redução na diversidade florística e comprometendo sua estrutura vertical, ficando o ecossistema particularmente sensível.

As seqüências litológicas representadas na área, conforme o Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (Santos et al, 1986), estão representadas por 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. Para Scherer et al (2002), as rochas sedimentares analisadas são seqüências fluviais da Formação Sanga do Cabral e seqüências fluviais e eólicas da Formação Guará.

Os solos são de cor vermelha, devido aos óxidos de ferro; são friáveis, com textura arenosa, formando agregados angulares e uma estrutura em colunas. 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), in Guerra et al.(1999) apontam que solos com menos de 2% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade, sujeitos a desagregação.

4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE VOÇOROCAMENTO

Os processos de ravinamento e voçorocamento aparecem com freqüência na área, muitos dos quais, num estágio bastante avançado. Estas ocorrências dão-se principalmente, junto à meia encosta, em áreas denominadas de cabeceiras de drenagem, onde ocorre a alimentação dos canais fluviais de primeira ordem e também nos topos de colinas, onde se inicia o processo de embaciamento e por conseqüência surgem as voçorocas.



Os processos erosivos de voçorocamento se desenvolvem 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, as erosões laterais são as mais significativas, permitindo a formação de curso d'água intermitente em seu interior.

Foram identificados a ocorrência de 170 processos erosivos, sendo considerados como tal, os embaciamentos seguidos de ravinas e voçorocas. Os tipos mais frequentes foram definidos por ravinas pouco profundas encaixadas na drenagem com processo de alargamento lateral e apresentando formas arredondadas de solapamento nas cabeceiras

As ravinas, consideradas pouco profundas, ocorrem associadas à rede de drenagem formando entalhamentos de até 5m, quando atingem o lençol freático começando então uma expansão lateral. O processo na maioria das vezes se inicia por um rebaixamento com forma circular junto às cabeceiras. Este abatimento provavelmente esteja associado à ação da água subterrânea ou infiltra nessas áreas de colinas, Figura 02.

Figura 02. Abatimento na meia encosta caracterizando o início do processo de ravinamento.



As formas erosivas mais comuns encontradas na área são as ravinas entalhando a rede de drenagem, Figura 03.



Figura 03. Processo de ravinamento entalhando a drenagem.



Outros tipos que se formam, são as voçorocas profundas, onde se pode observar diferentes estágios evolutivos. Associam-se as cabeceiras de drenagem e iniciam seu avanço, encaixadas nos cursos de primeira ordem, Figura 04.

Figura 04. Processo de voçorocamento encaixado na rede de drenagem.



A figura acima mostra um processo de voçorocamento com profundidade pouco superior a 5m que forma um alinhamento de direção NE-SW, marcando um estágio inicial.

Esse processo avança lateralmente se constituindo em voçorocas com a forma geral grosseiramente em meia-lua que se desenvolve em dois ramos principais. O fundo quando estabilizado vai se tornando plano e vegetado de gramíneas e alguma vegetação arbórea. Os avanços ocorrem por solapamento nas laterais, (Figura 05).



Figura 05. Voçoroca com o fundo estabilizado e solapamentos nas laterais.



Podemos observar ainda processo recente de reativação da erosão marcado pela ocorrência de solos hidromórficos expostos, que determinam novo ciclo de erosão vertical.

Quando a erosão está em ampla atividade tanto lateral quanto vertical, as formas erosivas são muito significativas gerando entalhamentos que atingem profundidades superiores à 20m, Figura 06.

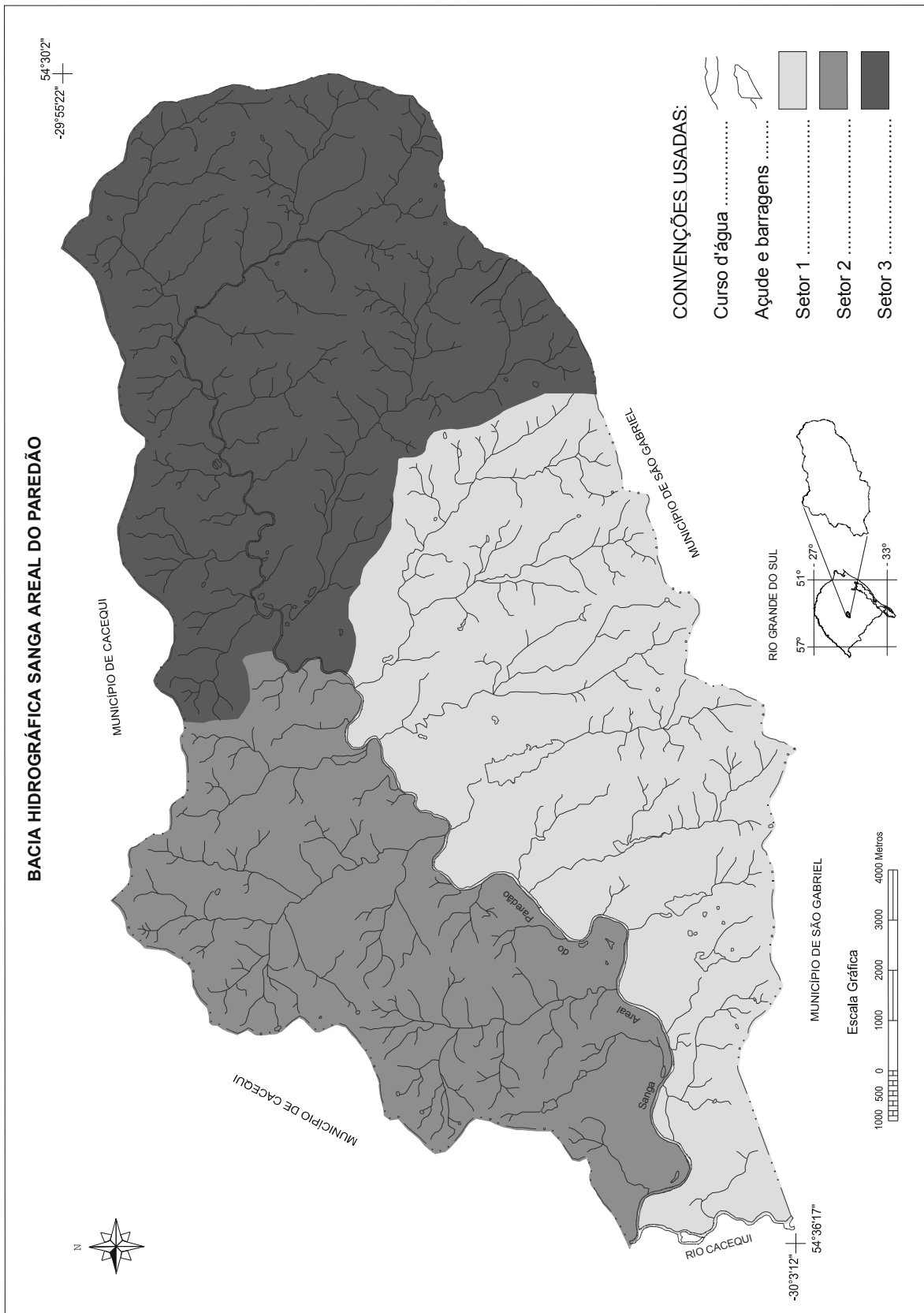
Figura 06. Voçoroca profunda em pleno estágio de desenvolvimento, tanto vertical como lateral.



O avanço do voçorocamento se dá em direção à montante e com uma direção geral predominante para NE-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.

A bacia hidrográfica, com base em seus aspectos morfológicos e ação erosiva pode ser dividida em três setores distintos, (Figura 07).

Figura 07. Mapa da divisão de setores da BH Sanga Areal do Paredão.



Setor 1:

Localiza-se na margem esquerda da Sangá Areal do Paredão, na porção Sudoeste da bacia, com área de 7550,09ha. Caracteriza um relevo plano, com áreas propícias para o uso



com agricultura, confirmadas por uma grande área de acumulação ou várzea junto a Sanga Areal do Paredão. As vertentes alongadas e paralelas, com direção predominante Noroeste em relação ao rio principal. Neste setor que encontra-se o menor número de voçorocas, apesar de ser uma área, segundo o grau de declividade, propício ao surgimento de processos erosivos.

Setor 2:

Localiza-se a margem direita da Sanga Areal do Paredão, na porção Noroeste da bacia, abrangendo uma área de 5721,45ha. Trata-se de um setor homogêneo quanto ao seu relevo formando colinas. A rede de drenagem encontra-se mais diversificada, tem-se cerca de 15 sub-bacias, caracterizadas por vertentes alongadas e dendríticas, devido às diferenças de declividades no setor.

Setor 3:

Encontra-se localizado na porção Este da bacia, a sua montante, com área de 7543,60ha. Quanto à rede de drenagem, na porção à montante, tem-se uma drenagem mais concentrada e onde se apresentam as maiores altitudes. É neste setor que se encontra um forte controle estrutural, pois a drenagem Sanga Areal do Paredão, muda de direção abruptamente, do sentido SE – NW para NE – SW, percorrendo por este até a sua foz. Neste setor encontra-se o maior número de processos de voçorocamento, associados ao pacote litológico friável, a declividade das vertentes mais acentuadas.

5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E AS EROSÕES

5.1. A estrutura geológica

Entre os diversos fatores, os aspectos geológicos vem sendo apontados como a origem e evolução da erosão linear por vários autores no Brasil e no mundo.

Vários trabalhos investigam o papel da estrutura geológica na geração de erosões lineares, especialmente no Sudeste brasileiro.

Falhas, fraturas e contatos litológicos são apontados como aspectos predisponentes à ocorrência de voçorocas por constituírem importantes discontinuidades mecânicas e hidráulicas. Cambra (1995) constata que falhas e fraturas funcionavam como zonas de alívio de pressão, gerando migração vertical infiltração de água em subsuperfície, carregando consigo partículas de solo. Essa remoção gera um solapamento do material encontrado acima e leva ao voçorocamento.



As observações de campo e análise da imagem de satélite permitiram considerar que a estrutura geológica é que determina a localização e orientação das principais feições erosivas.

O processo erosivo associado à rede de canais de primeira ordem tem um forte controle estrutural 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, controlam a drenagem Sanga Areal do Paredão e formam uma malha separando blocos nas superfícies das erosões.

5.2. Substrato geológico

De forma geral a litologia determinaria a intensidade da erosão na paisagem. A litologia pode influenciar o processo de erosão através das características mineralógicas e texturais das rochas presentes no substrato geológico, condicionando a permeabilidade e a facilidade de carreamento das partículas soltas pelo intemperismo. A litologia influencia, ainda, na gênese dos solos cujas características herdadas da rocha matriz podem deixar a cobertura pedológica mais susceptível à erosão.

As voçorocas profundas estão associadas a arenitos finos muito homogêneos de cor vermelho com tons de amarelo claro, determinadas pelo cimento de óxido de ferro ao redor dos grãos minerais, com estratos longos definidos por fácies eólicas, (Figura 08).

Figura 08. Arenitos finos estratificados definidos por fácies eólicas.



Essas fácies litológicas são muito mais freqüentes no Setor 3 da bacia o que determina a grande ocorrência de voçorocas.



O teor de argila é muito baixo e o quartzo é o mineral predominante. A alteração se processa pela desagregação que é facilitada pela grande infiltração e consequência da perda da coesão. A resistência à erosão é muito baixa e criam-se fluxos subterrâneos controlados por fraturas que aprofundam a evolução da erosão gerando grandes ravinas. A espessura do arenito pode chegar a mais de 10m dentro das voçorocas.

A textura predominante corresponde a areia fina, 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”.

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.

As ravinas encaixadas na drenagem apresentam como substrato, sedimentos de origem fluvial, constituídos por arenitos finos a siltitos com estratos cruzados de baixo ângulo. Essa fácies é predominante no Setor 1 e 2 da bacia.

O quartzo é o constituinte predominante, aparecendo feldspato como constituinte secundário. Em alguns sedimentos o feldspato pode ser significativo identificado pelo aspecto mosqueado que confere a rocha devido à alteração quando adquirem cor esbranquiçada, (Figura 09). Em alguns locais a mica ocorre como mineral essencial.

Figura 09. Arenito com grânulos de sílica e aspecto mosqueado.



O intemperismo é caracterizado pela descoloração, principalmente ao longo de fraturas. Em um estado mais avançado de intemperismo forma um amontoado de fragmentos lembrando pastilhas.



O solo desenvolvido apresenta horizonte A arenosos e B com maior concentração de argila, em geral não ultrapassando 3m. Estão muito susceptíveis as ações erosivas. Entretanto não formam ravinas profundas, possivelmente porque o lençol freático não se encontra em grande profundidade devido a variação textural entre solo e rocha. São comuns concreções ferruginosas ocorrem associadas, desenvolvendo camadas com diferente permeabilidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Variações no fluxo de energia e matéria que ultrapassam certos limites, produzem modificações no sistema. A origem e evolução das erosões são controladas pela estrutura geológica e a intensidade erosiva pelo alterito/rocha que compõem o substrato. Quando ocorre variação de energia disponível, associado 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.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMBRA, M.F.E.; SILVA, L.G.E.; DANTAS, M.E.; COELHO NETO, A.L. Lito-estruturas pré-cambrianas no controle do voçorocamento atual: Subsídios a modelagem sobre expansão da rede de canais na bacia do rio Piracema (SP/RJ). In: VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada. Universidade Federal de Goiânia. **Anais...** Volume 6. 1995. p.487-492. Goiânia.GO.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.
- GUERRA, A. J.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M.. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339p.
- MARCHIORI, J. N. C.. Vegetação e areais no sudoeste Rio-Grandense. **Ciência e Ambiente**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Volume 11. Júlio/Dezembro de 1995. p. 81 – 92. Santa Maria. RS.
- MEDEIROS, E.; ROBAINA, L. E.; CABRAL, I.. Degradação ambiental na região centro-oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**. Universidade Federal de



Santa Maria – UFSM. Volume 11. Júlio/Dezembro de 1995. p. 53 – 64. Santa Maria. RS.

SANTOS, E. L.; RAMGRAB, G. E.; MACIEL, L. A.C.; MOSSMANN, R. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Escala 1:500.000. DNPM – Ministério das Minas e Energia. 1986.

SCHERER, C., FACCINI, U., LAVINA, E. Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. **In:** Geologia do RS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 335-354. 2002.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega. 1974.