

# DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

*Edgardo Medeiros  
Luis Eduardo de S. Robaina  
Ivaniza de Lourdes Lazzaroto Cabral*

*Em significativas frações do território rio-grandense manifesta-se um importante fenômeno de degradação ambiental: os "campos de areia" da região centro-oeste. Tais focos de ocorrência espalham-se pelos municípios de Alegrete, Quaraí, Santana do Livramento, São Francisco de Assis, São Gabriel e Santa Maria, formando núcleos totalmente deteriorados dentro de uma grande área de risco. Para zonas marcadas por grande suscetibilidade ecológica, novos critérios de ocupação e desenvolvimento se fazem necessários; nesse sentido, os conhecimentos oriundos das observações geológicas são imprescindíveis.*

## **Descrição geológica e morfológica**

A Depressão Periférica do Rio Grande do Sul ocupa uma longa e não muito estreita faixa de terra que se estende desde a leste de Canoas-São Leopoldo até Manoel Viana a Oeste, onde inflete para o Sul até Santana do Livramento e para o Norte, até a Serra do Iguariçá. No sentido Norte-Sul, é limitada ao Norte pela linha de escarpa da Serra Geral e ao Sul, de um modo geral, pelo Escudo sul-rio-grandense, numa largura de aproximadamente 50 Km. Litologicamente essa grande área é dominada por rochas sedimentares com ocorrência de corpos ígneos isolados.

Sua constituição rochosa sedimentar mostra seqüências litológicas bastantes distintas, que reagem aos processos superficiais de modos igualmente distintos, determinando formas diferentes de ocupação. Tal consideração torna-se visível, quando comparamos a parte situada de Santa Maria para Leste, com a parte situada a Oeste e Sudoeste da mesma. Na primeira, predominam arenitos eólicos da Formação Botucatu, sedimentos finos da Formação Santa Maria Superior, sedimentos arenosos do Grupo Rosário do Sul,<sup>1</sup> bem como sedimentos areno-argilosos com concreções carbonáticas da Formação Estrada Nova, sedimentos siltico-argilosos da Formação Irati, arenitos e folhelhos silticos da Formação Palermo e arenitos com folhelhos carbonosos e carvão da Formação Rio Bonito. Estas seqüências sedimentares que datam do Paleozóico Médio Superior (Rio Bonito) ao Mesozóico Superior (F. Botucatu), distribuem-se, mais ou menos, em faixas de larguras variáveis com direção aproximadamente leste-oeste. Os sedimentos mais antigos aparecem junto ao Escudo, enquanto os mais jovens aproximam-se da escarpa do Planalto. As suas características litológicas, às vezes associadas ao grau de litificação e a um relevo pouco acentuado, condicionam o aparecimento de solos razoavelmente desenvolvidos e de um modo geral mais resistentes aos processos erosivos.

Já para Oeste de Santa Maria, as litologias passam a mostrar características distintas, em especial na faixa Leste-Oeste mais afastada da borda do Escudo. Esta ampla área mostra como característica marcante uma alternância em superfície, geralmente vinculada a erosões diferenciais ou a processos de falhamentos de litologias Mesozóicas, ora arenosas finas, ora lamíticas. Geomorfologicamente, constituem coxilhas alongadas de baixas amplitudes. Mostram um padrão pseudo-clendríptico na distribuição da drenagem superficial.

<sup>1</sup> ANDREIS, R. R.; LAVINA, E. L. & PAIM, P. S. G. Geologia da folha de Novo Hamburgo-RS. In: BARBERENA, M. C. (Coord.). *Geologia dos Recursos Minerais do Sul do Brasil*. Sub-projeto V: Mapeamento Geológico, Estratigrafia, Recursos Minerais e Paleontologia do Permiano Superior e Triássico do Rio Grande do Sul. Convênio UFRGS-FINEP. Relatório Final, Mapas 9 e 10, inédito. 1984.

Ao longo dessa área e por sobre a mesma, embora os atuais mapas geológicos não indiquem, existem duas amplas e significativas seqüências sedimentares pertencentes a processos deposicionais posteriores ao vulcanismo da Serra Geral, as quais recobrem um substrato rochoso mais antigo, constituído por sedimentitos das formações Rosário do Sul, Santa Maria e Botucatu, aqui informalmente denominadas de seqüência Cerro do Tigre, a inferior, e seqüência São João, a superior. A partir de Santa Maria em direção ao Oeste, em especial nas partes mais realçadas da topografia, estas seqüências são visualizadas em amplas ocorrências, tais como, a entre o Arroio Ferreira e as proximidades do rio Ibicuí Mirim; a situada a Leste de Cacequi; entre São Pedro e o rio Toropi e fundamentalmente a Oeste de São Francisco de Assis em direção aos municípios de Alegrete, Itaqui e Livramento. Estas duas seqüências litológicas ocupam as partes superiores e as encostas dos interflúvios, enquanto que os vales são ocupados pela Formação Santa Maria ou Rosário do Sul. À medida que se avança mais para Oeste, notadamente de São Francisco em direção a Manoel Viana ou a Noroeste, em direção aos municípios de São Borja e Itaqui ou ao Sul em direção a Alegrete e Santana do Livramento, a ocorrência destas litologias torna-se aproximadamente contínua, ocupando cotas nitidamente superiores aos basaltos (Figura 1). Os níveis silicificados, mais elevados, mantêm topografia até cotas próximas a 200 metros, enquanto que os basaltos na área, variam de pouco mais de 70 m a 130 m. Em alguns locais, como nas proximidades da sede do município de Manoel Viana em direção a São Francisco, é possível a visualização do arenito silicificado por sobre a seqüência vulcânica. O padrão topográfico altera-se significativamente. Segundo Medeiros e colaboradores, esta ampla região é constituída por três compartimentos geomorfológicos: a) planície aluvial diferenciada em um sedimento Pleistocênico e outro recente; b) uma extensa área de coxilhas e cerros (colinas) com baixa energia de relevo; c) relevos tabulares, que são cerros mesetiformes, correspondentes a uma superfície de erosão, em cotas que variam entre 160 e 190 metros, atingindo contudo cotas superiores a 250 metros nas proximidades de Santana do Livramento. Neste caso, provavelmente ligados a processo de soerguimento (frente da Cuesta de Haedo).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> MEDEIROS, E. R.; MÜLLER FILHO, I. L.; VEIGA, P. A sedimentação Quaternária do Oeste e Sudoeste do Rio Grande do Sul. CÔNGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO II, Rio de Janeiro. *Anais*. 1989.  
MEDEIROS, E. R.; MÜLLER FILHO, I. L.; VEIGA, P. O mesozóico no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (São Francisco de Assis e Alegrete). SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4, Porto Alegre. *Anais*. 1989.

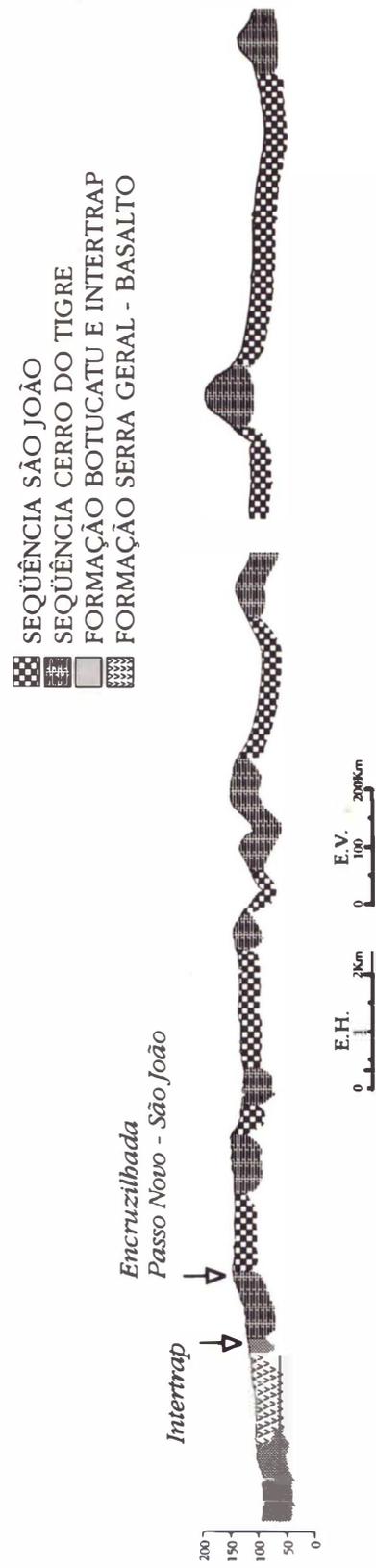


Figura 1. Perfil geológico do Colégio Agrícola - São João, Alegrete, Rio Grande do Sul.

## As características das seqüências pós-vulcânicas

A seqüência inferior, Cerro do Tigre, é caracterizada como arenosa e areno-conglomerática (Figura 2). A mineralogia é predominantemente quartzosa, com a presença de grãos de feldspatos e calcedônia alterados, bem como de troncos *in situ*. Os sedimentos são cimentados basicamente por cimento ferruginosos, o que determina a cor vermelho-amarelada da seqüência com tonalidades variadas. Quanto ao grau de friabilidade, podemos dizer que se trata de seqüência friável. De modo localizado, ocorrem patamares silicificados, conferindo à rocha um alto grau de resistência à erosão, que determina, associada a padrões estruturais, o aparecimento de morros testemunhos de topo plano (relevos tabulares exemplificados pelos Cerros do Tigre e do Loreto, Figura 3). Um aspecto importante, em especial nas áreas mais a Oeste, é o padrão de alteração, que determina o aparecimento de grande quantidade de blocos e matacões (<1,5 m de diâmetro, Figura 4) tombados nas encostas por gravidade ou arrasto por torrente.

Essa seqüência sedimentar, por apresentar um perfil de solo pouco desenvolvido, muito arenoso e com horizonte A muito tênue, permite o desenvolvimento de uma vegetação de gramíneas pouco densa. A espessura desta seqüência é de difícil estimativa em função das atuais condições de relevo, mas pode passar dos 60 metros na região do "deserto" São João, no município do Alegrete.

A seqüência torna-se coesa nos níveis silicificados, que são mantenedores do relevo. Nos níveis não silicificados em função de sua permeabilidade, freqüentemente desenvolvem-se erosões internas que culminam com a formação de estruturas de colapsos, que dão margens a ramificações e evoluções de antigas voçorocas ou aparecimento de novas. Exemplos marcantes de tais fenômenos podem ser observados próximo a localidade de Picada do Gama (Estrada Santa Maria – Rosário do Sul); após a entrada para São José da Porteirinha (Estrada Santa Maria – São Pedro) e também, entre outros locais, na cidade de São Francisco de Assis.

A seqüência superior, informalmente denominada de São João, de possível idade Terciária, assenta de modo discordante sobre a primeira e distribui-se de maneira muito mais contínua, inclusive recobrendo as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sendo representada por extensos pacotes de arenitos e subordinadamente por arenitos conglomeráticos. A cor varia de vermelho ocre escuro até amarelo ocre claro. Por motivos não definidos, a tonalidade vai-se



Figura 2.  
Arenitos silicificados da  
seqüência Cerro do Tigre.



Figura 3.  
Relevo tabular da  
seqüência Cerro do Tigre.



Figura 4.  
Blocos e matações de  
arenito silicificado oriun-  
dos de desagregação da  
seqüência Cerro do Tigre.

tornando mais clara para Oeste a partir do município de São Francisco de Assis. Em termos texturais, verifica-se uma seqüência areno-conglomerática nos níveis mais basais, passando a arenosa para o topo, com baixo teor de argila (<5%). A mineralogia da fração arenosa é quartzosa, enquanto que a fração grosseira é constituída por grânulos e seixos de calcedônia, quartzo leitoso e enfumaçado, vesículas alteradas de basalto e por troncos silicificados com diâmetro de 0,30 m e comprimento de 1,5 m, bem como por fragmentos de troncos silicificados, estes últimos em quantidade significativa. Em determinados locais são encontradas bolas de argila vermelha com até 0,30 m de diâmetro, bem como blocos de arenito conglomeráticos da seqüência mais antiga. O grau de arredondamento desta fração grosseira varia desde anguloso até arredondado, mostrando mais de uma geração de clastos.

A presença de estruturas limita-se normalmente aos níveis mais basais da seqüência, junto à fração grosseira sendo pouco e mal preservadas. Estão representadas por cruzadas de baixo ângulo com sets curtos. Nos níveis arenosos superiores, a presença das mesmas só é visualizada quando há maior concentração de óxido de ferro, o que localmente preserva a integridade da estrutura. Em virtude da sua constituição litológica francamente quartzosa e da quase total ausência de cimento, mostra-se mais suscetível à erosão, em especial à erosão em sulcos, responsável pelo aparecimento de grandes sistemas de voçorocas, que podem ser visualizadas em toda a área citada, com ênfase para os municípios de Santa Maria, Cacequi, Itaqui, São Francisco, Manoel Viana e Alegrete. (Figura 5).



Figura 5.

Voçoroca na seqüência São João. Estrada São Francisco de Assis – Manoel Viana.

## **A vegetação**

A influência da cobertura vegetal no desenvolvimento de processos erosivos é bastante conhecida, manifestando-se nas taxas de escoamento superficial e erosão mais do que em qualquer outro fator físico individual.

A planta, pelas copadas e raízes superficiais, amortece a queda das gotas d'água, diminuindo o impacto sobre o solo, controlando a desagregação; pelos seus troncos e raízes dificulta o caminhar das águas, obrigando-as a infiltrar lentamente; pelas suas raízes entrelaça a terra, dificultando sua soltura e arraste; pela incorporação da M.O. e abertura de espaços pelas raízes, dá ao solo condições para que melhor absorva e retenha a água.

Neste caso, a região em análise caracteriza-se pela presença de gramíneas que proporcionam ao solo uma cobertura de baixa a média, com os campos se assemelhando fisionomicamente a estepes.

## **O papel das precipitações na ação erosiva**

De acordo com Nimer, a região pode ser definida, em termos climáticos, como subtropical com ocorrência de um clima mesotérmico brando super úmido, e com invernos frios e verões quentes. Segundo este autor, as precipitações anuais variam de 1.250 a 1.500 mm.<sup>3</sup>

São exatamente as chuvas e o mau uso do solo os responsáveis diretos pelo agravamento do processo erosivo, problema que preocupa a todos.

A chuva, o principal agente erosivo, atua através de seus vários efeitos dinâmicos, como a destacabilidade do solo pelo impacto das gotas, a desagregabilidade superficial e subterrânea pelo escoamento e pela sua capacidade transportadora do solo destacado.

Nesse sentido, vários pesquisadores têm mostrado a existência de uma relação direta entre a perda de solo e a intensidade da chuva. Conforme Suarez de Castro, para uma mesma chuva de 21 mm, uma intensidade de 7,9 mm produz perda de terra 100 vezes maior que uma de 1 mm.<sup>4</sup>

O processo de erosão hídrica se inicia com o desprendimento das partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva. A energia cinética de uma gota de chuva é igual ao produto de sua massa pelo quadrado da velocidade. A velocidade de uma gota aumenta até que haja equilíbrio entre o peso da gota e a resistência do ar, momento em que assume uma velocidade constante. A massa da gota é proporcional ao cubo de seu diâmetro, então a energia de uma gota isolada aumenta à medida que suas proporções aumen-

<sup>3</sup> NIMER, E. Clima. In: *Geografia do Brasil. Região Sul*. Rio de Janeiro IBGE, 1977. p. 35-79.

<sup>4</sup> SUAREZ DE CASTRO, F. *Conservación de suelos*. 3. ed. San Jose, Costa Rica: IICA, 1980.

<sup>5</sup> WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *American Geophysical Union*, Washington, v.39, n.2, p.285-291. 1958.

<sup>6</sup> CABRAL, I. L. L. & MACIEL F.<sup>o</sup>, C. L. Medidas de erosão e deposição em solos arenosos. *Geografia*, Rio Claro, 16(2):95-116, 1991.

<sup>7</sup> SOUTO, J. P. *Deserto, uma ameaça?* Estudos dos núcleos de Desertificação na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura/DRNR, 1985.

tam. Sabe-se que também a velocidade terminal aumenta com o tamanho da gota. Se admitimos, baseados em dados de Wischmeier e Smith,<sup>5</sup> que o tamanho da gota é maior com chuvas mais intensas, podemos entender que tais chuvas provocam maior ação erosiva pelo embate da chuva.

Os dados indicam para a área condições climáticas úmidas com presença de água armazenada no solo na maior parte do ano. Isso permite deduzir que o escoamento superficial concentrado é sem dúvida um fator importante. De acordo com Cabral & Maciel, a média de infiltração verificada em São Francisco de Assis foi de 97,9% e em Alegrete de 98,9%.<sup>6</sup> Deste modo, somente grandes enxurradas serão importantes na ação dos processos erosivos, devido à grande capacidade de absorção.

Observa-se, ainda, que nos meses de verão cresce o transporte do material da superfície. A intersecção da superfície do terreno com o nível d'água propicia a erosão interna e o desenvolvimento das voçorocas, processo associado à espessura do pacote arenoso na região, que pode atingir vários metros.

## A ação do vento

O sentido do vento predominante na região é o sudoeste, com velocidade média em torno de 10 km/h. O vento só vai constituir causa de degradação após a deposição das terras pelas águas das chuvas, que carregam as partículas do solo, depositando-as nos lugares mais baixos, soterrando os vegetais encontrados. Uma vez desidratadas pelos raios solares e pelo vento, com uma intensidade mínima de 10 km/hora, as partículas são transportadas formando depósitos arenosos.

A direção predominante dos ventos corresponde ao quadrante leste, com uma percentagem de 42%; os meses com maiores e menores velocidades são, respectivamente, outubro e abril, constatando-se um incremento da velocidade dos ventos entre agosto e dezembro.<sup>7</sup> A prática tem demonstrado, ao longo dos anos, que de agosto até dezembro ocorre a intensificação do processo de formação de campos de areia na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul.

A ação do vento é mais intensa onde não ocorre vegetação resultando, deste processo, uma certa ablação das áreas contendo apenas areia e uma certa acumulação nas áreas com gramíneas limítrofes à areia.

Como decorrência do retrabalhamento, os produtos arenosos oriundos, em especial, das voçorocas e depositados a jusante das mesmas, pela ação dos ventos, espalham-se

<sup>8</sup> VEIGA, P., MEDEIROS, E. R., SUERTEGARAY, D. M. Gênese dos campos de areia no município de Quaraí, RS. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1, Porto Alegre. *Anais*. 1987, p. 367-377.

formando os "campos de areia",<sup>8</sup> muitas vezes constituindo verdadeiros sistemas de pequenas dunas, o que confere um aspecto catastrófico e de destruição ao meio ambiente. (Figura 6)



Figura 6. Duna sub-atual em fase de erosão. Estação Cerro do Tigre.

### **Considerações sobre o processo de formação dos campos de areia**

Em "A erosão dos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul", Cordeiro & Soares observaram que, uma vez rompido o equilíbrio com a vegetação pelo superpastoreio, o solo vai sendo cada vez mais desagregado, tanto pelo continuado pisoteio do gado (erosão zoógena), como pela erosão pluvial, neste caso, pelo impacto das gotas de água da chuva, que faz saltar os grãos de areia (saltação), os quais vão, lentamente, sendo transportados pelo escoamento superficial difuso. Durante os fortes aguaceiros, o escoamento da água entre os tufo de gramíneas ainda fixados ao solo parcialmente exposto, dá origem a pequeninas ravinas que se alargam e se aprofundam progressivamente, formando, na sua base, diminutos cones de dejeção de areia lavada que, gradativamente, levam o pasto rarefeito, encosta abaixo.<sup>9</sup>

Entre outras coisas, os autores observam que as formas de erosão estudadas têm, em última análise, origem na exposição resultante da destruição da vegetação campestre pelo excessivo pisoteio do gado (consequência da pecuária predatória, ou do superpastoreio dos solos extremamente arenosos).

<sup>9</sup> CORDEIRO, C. A., SOARES, L. de C. A erosão dos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Geográfica*, Rio de Janeiro, 39(4):32-150, 1977.

A região onde ocorrem os campos de areia se caracteriza por uma paisagem bastante frágil, que advém de um paleoambiente semi-árido ou semi-úmido estepário, que mais recentemente sofreu umidificação insuficiente para mascarar e/ou eliminar os vestígios da paisagem pré-moderna. Daí resulta sua fragilidade: uma paisagem em processo de constituição pedogenética e vegetal recente.

A partir de informações de registros históricos e de depoimentos de pessoas antigas da região, passou-se a admitir que esses areais são originários de processos naturais. Nessa ótica, foram levantadas duas hipóteses explicativas. A primeira, associada à modernidade da cobertura vegetal da área. Desta forma, se admitiria uma descontinuidade espacial de expansão vegetal, decorrente da existência das manchas de areia e dos lajeados. A segunda hipótese diz respeito à existência, na área em estudo, de uma formação litológica recente, predominantemente arenosa, não compactada, que poderia ser inicialmente vegetada; no entanto, com a progressiva umidificação do clima, teria sido progressiva e contraditoriamente desvegetada em períodos mais atuais, devido à continuidade do clima úmido que promoveu, em locais mais vulneráveis, processo de voçorocamento. De acordo com esta hipótese, a origem dos areais estaria associada à intensificação do escoamento superficial concentrado, em clima úmido, em regiões pouco vegetadas.

Contudo, uma questão permanece sem resposta: porque o escoamento superficial não atingiu a totalidade da área de ocorrência da Sequência São João, formação definida pelo alto teor de areia nesses depósitos?

Em síntese, cabe registrar alguns aspectos observados e deduzidos ao longo de anos de trabalho nesta região:

1. A área constituída pelos depósitos arenosos pós-vulcânicos, muito suscetíveis à ação erosiva, estende-se desde as proximidades de Santa Maria em direção à fronteira Oeste e Sudoeste do Rio Grande do Sul.
2. Estas sequências litológicas, bem como os processos erosivos atuantes, lembram muito o Noroeste Paranaense, onde a ação erosiva sobre as formações arenosas Caiuá e Paranaíba, trouxeram e trazem sérios problemas ambientais e de ocupação.
3. Os aspectos catastróficos, freqüentemente ressaltados pelos meios de comunicação, visualizam apenas os aspectos desérticos dos "campos de areia". Na realidade, trata-se de áreas totalmente degradadas dentro de uma grande área de risco.
4. A atuação antrópica acelera a atuação erosiva sobre os pacotes sedimentares arenosos.

- Edgardo R. Medeiros, Luis Eduardo de Souza Robaina e Ivaniza de Lourdes L. Cabral são professores do Departamento de Geociências, do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.
5. Os processos erosivos sempre atuaram e continuarão atuando no sentido de peneplanizar o relevo buscando diminuir as diferenças de cotas retirando o material das partes altas e depositando-o nas depressões. Assim, parece claro que o desenvolvimento dos processos de ocupação da região requerem critérios e muitos cuidados.