

# CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOMORFOLÓGICA E USO DO SOLO EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE AREAIS: SÃO FRANCISCO DE ASSIS/MANUEL VIANA

Prof.<sup>a</sup> Dirce Maria Antunes Suertegaray  
Prof. Roberto Verdum  
Prof.<sup>a</sup> Rosa Maria Medeiros  
Geog. Laurindo Guasselli  
Mônica Weber Frank (bolsista IC/CNPq)

CEPSRM - Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia  
UFRGS - Caixa Postal 15044 - 91501-970 - Porto Alegre/RS

**Abstract** This study shows the results of a multidisciplinary research named “Metodologia Visando a Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto Para Aplicação ao Uso e Ocupação do Meio Físico.(PADCT/GTM/CEPESRM/UFRGS.” The study included the investigation of land use monitoring in the region through statistical data, land use mapping, vegetation cover and the occurrence of desertification areas in the period between 1964 and 1989. Data sets used included black and white aerial photographs and Landsat Thematic Mapper (TM) images. Cron tabulation data indicated the increase of cropping and desertification areas and the decrease of natural forest areas. This trend indicated a soil use pattern which could lead to the intensification of the desertification process. Results included an analysis of the areas and the spatial distribution of areas with different levels of risk of degradation (due to desertification).

**Keywords:** Remote sensing, Desertification, Land Use.

## Introdução

O presente trabalho insere-se no âmbito dos estudos sobre arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul desenvolvidos por Suertegaray (1987,1994). Nesta fase de trabalho, a pesquisa, particularmente através da utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, se orienta no sentido de aprofundar o conhecimento da dinâmica ambiental através de análise multitemporal. Nesta perspectiva, elaborou-se o mapeamento dos processos erosivos objetivando uma avaliação das áreas de risco. Este mapeamento indica os processos mais atuantes na formação de areais, os compartimentos de maior risco erosivo e permite, avaliada a associação da arenização com a dinâmica hídrica, estruturar novas hipóteses de trabalho nesta direção.

Para além do estudo da dinâmica ambiental, este trabalho orienta-se no sentido de buscar as causas antropogênicas de expansão dos areais. Neste sentido, os mapeamentos feitos permitiram verificar a expansão dos areais no setor analisado bem como a retração das lavouras e das matas.

## Metodologia

Escolheu-se uma área piloto, que corresponde a um setor entre o município de São Francisco de Assis e Manuel Viana, com um total de aproximadamente 260 km<sup>2</sup> (fig. 1).

Neste âmbito procedeu-se o levantamento de dados através das seguintes etapas:

1. Mapeamento relativo à geomorfologia, processos erosivos e áreas de risco. Para a composição deste mapa utilizou-se fotografias aéreas (1964) escala 1:60.000. O mapa temático elaborado constituiu posteriormente um plano de informação elaborado no Sistema Geográfico de Informações;
2. Mapeamento do Uso do solo, cálculo de extensão dos areais e cruzamentos. Constou de 3 fases.

Primeiramente, delimitou-se uma área, localizada entre os municípios de Manuel Viana e São Francisco de Assis, na região Sudoeste do Rio Grande do Sul - Área Piloto.

Num segundo momento, realizou-se análise e interpretação de fotografias aéreas em escala 1:60.000 de 1964 e uma imagem em transparência positiva LANDSAT TM 5 de 1989, bandas 3,4 e 5..

A escolha do ano de 1964 deve-se a existência de fotografias aéreas da área e por ser esta, uma data que coincide com a década da introdução da cultura do soja e da consequente mecanização da lavoura, nesta parcela do território gaúcho.

A fase final envolveu o SIG, para a digitalização e o cruzamento dos dois planos de informação obtidos na etapa anterior, obteve-se um mapa de uso do solo para o ano de 1964 e outro para 1989, o que nos permitiu a análise temporal das transformações ocorridas na área objeto de estudo.

Para cada um foram calculadas as áreas das respectivas classes. O cruzamento permitiu avaliar o processo de expansão e/ou retração das diferentes classes ao longo dos 25 anos analisados.

O resultado, aparece representado por dois mapas de uso do solo (1964 e 1989), distribuídas em cinco categorias: lavoura, mata nativa, florestamento, campo/pastagem e areal, para a área piloto e um conjunto de tabelas que expressam a quantificação obtida.

## **Processo de Arenização em São Francisco de Assis e Manuel Viana**

### **Compartimentação, Processos Erosivos e Áreas de Risco**

Nesta fase, foi feita inicialmente a identificação das grandes unidades geomorfológicas do setor estudado, fator este básico para a compreensão do modelado como agente morfogenético. Definiu-se a partir da interpretação de fotografias aéreas a compartimentação do setor em cinco (05) grandes unidades de relevo; os platôs estruturais (tabulares), os escarpamentos, os glaciais, as colinas suaves e a planície de inundação.

A propósito da vegetação em relação às unidades geomorfológicas, identificou-se a cobertura herbácea que se distribue sobre as colinas e os topos dos platôs. A mata, composta por uma vegetação arbustiva e arbórea, situa-se no entorno dos platôs e ao pé dos escarpamentos até a meia vertente.

Outro conjunto arbustivo e arbóreo diferenciado do anterior, a mata galeria, situa-se ao longo dos cursos d'água da planície de inundação como o Rio Ibicuí e dos grandes afluentes, tais como: Arroios Miracatu, Caraguataí, Carai-passos e Inhacundai.

Pode-se salientar, pela análise dos registros temporais (cartas, fotos e imagens) citados anteriormente, que durante o período em questão a cobertura herbácea foi crescentemente degradada, sendo gradualmente substituída pelas culturas, tais como:

trigo, soja, milho, amendoim e pastagens.

Por outro lado, a mata galeria foi reduzida principalmente pela expansão da cultura do arroz nas planícies de inundação dos cursos d'água de primeira importância.

Quanto à cobertura arbórea e arbustiva situada no entorno dos platôs e ao pé dos escarpamentos à meia-vertente, observou-se em campo e posteriormente comprovado pela análise dos registros temporais do setor de estudo, o corte seletivo de espécies nativas para fins madeireiros nas propriedades rurais.

A partir da compartimentação do relevo, estabeleceu-se níveis de degradação da vegetação e do solo, estes identificados pela presença de ravinas, voçorocas e deflação eólica. Sugere-se três níveis distintos:

- **o primeiro** está associado preferencialmente à unidade geomorfológica de colinas. Esta degradação é situada sobre as colinas com vertentes de inclinação entre 3% e 9%. O mapa permite estabelecer as áreas degradadas que geram suas próprias microbacias de recepção. Constatou-se que existe uma estreita relação entre a rarefação da vegetação herbácea e o aprofundamento dos cursos d'água. Este fenômeno gera o início do processo de ravinamento.

Em razão desta dinâmica pode-se afirmar que existe uma hierarquização dos processos erosivos em seus efeitos. Isto é, quando se desenvolve uma crise erosiva nas microbacias esta dinâmica de forte escoamento concentrado gera também um aprofundamento do canal principal.

Salienta-se ainda que, este primeiro grau de degradação é observado mais frequentemente sobre as áreas de culturas e de pastagens. Esta associação pode induzir estes fenômenos de degradação ao modo de exploração agrícola praticado. No entanto, é necessário sublinhar que há a presença do fenômeno em áreas onde a exploração agrícola é inexistente, mostrando a fragilidade do meio aos processos erosivos.

- **quanto ao segundo grau de degradação**, é necessário inicialmente fazer uma observação relativa a associação que existe entre este e o modelado. Os processos erosivos são identificados na meia vertente junto aos platôs e escarpamento com declividade entre 9% e 25%.

Constata-se que a existência dos processos erosivos não é necessariamente ligada à prática agrícola. As observações feitas em campo permitiram a identificação de voçorocas ativas e do movimento da areia sobre formações geológicas superficiais pouco consolidadas. As observações feitas em campo e sobre os registros temporais nos levam a supor uma diferenciação litológica quanto as condições de

permeabilidade. A presença de dois estratos de vegetação diferentes reforça esta hipótese. Uma vegetação arbórea/arbustiva está situada sobre as vertentes mais abruptas que sustentam a estrutura e outra herbácea se desenvolve sobre os glacís.

A mata situa-se sobre uma rocha capaz de suportar um modelado com vertentes mais abruptas (Formação Botucatu silicificado ou derrames basálticos- Formação Serra Geral que cobrem esta rocha sedimentar). Esta rocha sendo extremamente diaclasada, permite o desenvolvimento de um solo e acúmulo de umidade em função da meteorização contínua e de acumulação orgânica nas fendas.

Assim verifica-se que o processo erosivo desenvolve-se no contato das duas unidades litológicas diferentes. A erosão que se desenvolve sobre as vertentes mais abruptas é capaz de provocar desmoronamentos que as desestabilizam. No aprofundamento das ravinas e voçorocas sobre os glacís há o transporte de sedimentos em direção à jusante, depósitos estes que serão retrabalhados e transportados pelo vento, capazes muitas vezes de cobrirem e sufocarem a vegetação herbácea. Esta interpretação corrobora àquela realizada por Suertegaray (1987,1992) nos municípios de Quaraí e São Francisco de Assis.

Vale salientar também no contexto dos processos erosivos a existência de bacias torrenciais sobre as colinas que podem estar em processo de estabilização ou ainda instáveis. As bacias torrenciais estáveis apresentam uma recolonização pela vegetação herbácea que resulta num escoamento hídrico linear de menor poder erosivo.

Por outro lado, as bacias torrenciais em atividade são facilmente reconhecidas pelo desenvolvimento de uma drenagem rápida e de alto poder erosivo, principalmente quando o escoamento superficial soma-se aquele originário do lençol freático que aflora com o aprofundamento dos cursos d'água. Os sedimentos que escoam por um canal principal, se depositam à jusante na forma específica de cones de dejeção no momento em que a declividade torna-se insuficiente para o transporte. A deflação nestes cones que gera o retrabalhamento da areia sobre uma parte da vegetação induz uma forma de degradação da cobertura de gramíneas.

- **o terceiro grau de degradação**, isto é, a ampla mobilidade da areia sem cobertura vegetal, foi identificada na parte noroeste do setor analisado, na margem direita do Arroio Caraguataí.

As manchas de areia estão sobre as vertentes cuja declividade varia de 5% à 15%. No entorno destas manchas, reconhece-se a presença das características dos outros graus de degradação já evocados. Isto é, a

rarefação da vegetação herbácea, a expansão das ravinas e voçorocas e aprofundamento dos cursos d'água. Verifica-se que esta área foi marcada por uma grande pressão da atividade agrícola que acelerou os processos erosivos sem deixar de sublinhar a natureza friável das formações geológicas superficiais e a pouca espessura do solo. Observa-se claramente a remobilização da areia pela ação do vento sobre as fontes de depósitos ali existentes. O mapa (fig.2) expressa a distribuição das áreas com diferentes níveis degradacionais.

### **São Francisco de Assis - Uso do Solo/Expansão dos Areais**

Para a realização desta análise tomou-se os dados a partir dos anos 50 - na medida em que é a partir desta data que se registram as transformações mais significativas em termos de uso do solo.

Trabalhou-se, mais especificamente, com os seguintes indicadores: área ocupada por atividade econômica (%) extensão da lavoura temporária (ha), efetivos bovinos e ovinos (nº de cabeças), além da mecanização (nº de tratores).

A análise deste conjunto de dados permite concluir que até 1950 São Francisco de Assis apresenta-se como um município onde a pecuária é a atividade dominante, registra 51,8% das propriedades. Os restantes 41,5%, desenvolviam atividades agrícolas e pastoris. Em 1970, os dados incluíam um importante acréscimo da atividade agrícola 2,6% na área ocupada com agricultura. Em contrapartida, observa-se nestes 20 anos, um processo significativo de pecuarização do município, pois neste ano 83,3% da área ocupada destinava-se à pecuária. Isto significou um acréscimo em relação a 1950 de 31,5%. Já as propriedades agropastoris sofrem nesses 20 anos, um decréscimo significativo, apresentando em 1970, apenas 7,6% da área ocupada com esta atividade. Indica este processo uma transformação que se fazia no sentido de especialização da propriedade, ou seja as propriedades que associavam agricultura e pecuária, tendem a "abandonar" a agricultura em maior número, outras, em menor número tendem a tornar-se agrícolas.

Esta tendência não apresenta continuidade, os dados de 1985 indicam uma transformação significativa na atividade econômica deste município, ocorrendo um aumento da área ocupada por atividade agrícola - atingindo 30% do total, com o advento do plantio da soja. A pecuária decresce neste período significativamente, para 65,1% da área ocupada,

enquanto era de 83,3% em 1970. Embora permaneça com maior percentual em relação a 1950 (51,8%).

A caracterização, ainda que breve, da atividade econômica do município de São Francisco de Assis tem como objetivo, neste trabalho, destacar o período de maiores modificações/transformações no uso do solo, permitindo dessa forma uma avaliação mais precisa do uso do solo e expansão dos areais, objeto de análise nesta seção.

A análise temporal elaborada com base em fotografias aéreas (1:60.000) de 1964 e em imagens de satélite 1989, perfaz um período de 25 anos que compreende a fase de expansão, em particular, da lavoura da soja no município conforme o exposto anteriormente. Objetivou esta análise avaliar a dinâmica de uso do solo neste período e a expansão e/ou retração dos areais.

De maneira geral, a análise permitiu verificar um acréscimo nas áreas de lavoura, de florestamento, de areais e de campo e um decréscimo nas áreas de mata nativa (tabela nº 1). Uma observação de maior detalhe nesta tabela permite verificar um aumento de 64 para 89, na área, em lavoura de 695,97 ha, em florestamento de 22,41 ha, em areais 47,52 ha e em campo em 32,60 ha e uma diminuição na área de mata nativa 798,66ha. Numa primeira análise destes dados é possível concluir que as áreas recobertas por mata nativa em 1964 foram reduzidas, provavelmente, em decorrência da expansão da lavoura. O saldo entre expansão da lavoura nestes 25 anos e a diminuição da área de mata corresponde a 92,69 ha. Não obstante, estes mesmos dados não permitiram avaliar com precisão se os 92,69 ha de área desmatada resultaram em florestamento, areais ou campo, outras categorias em análise. Em vista disto foi utilizado outro procedimento, o cruzamento de informações. Utilizando o ambiente do SIG, cruzou-se os dois Planos de Informação constituídos (1964 e 1989). O resultado deste cruzamento aparece indicado na tabela 2 e permite avaliar com mais detalhe a dinâmica de uso do solo, que caracteriza esta parcela do município em análise. Em síntese:

- do que existia de área de lavoura em 1964 permaneceu área de lavoura em 1989 - 201,60 ha, enquanto 5,13 ha de lavoura foram mapeadas como campo (áreas em pousio);
- do que existia de mata nativa em 1964, permaneceu área de mata nativa em 1989 - 736,65 ha, enquanto 46,53 ha tornaram-se lavoura e 1.225,71 ha tornaram-se campo;
- do que existia de florestamento em 1964, permaneceu área de florestamento 8,10 ha em 1989,

enquanto 1,08 ha de florestamento transformaram-se em área de lavoura;

- do que existia de areais em 1964, permaneceram como areais, 86,40 ha, registrando-se aqui que 18,81 ha de areais em 1964 transformaram-se em campo em 1989;
- do que existia de campo em 1964, permaneceu como campo em 1989, 19.261,89 ha, enquanto 1987,02 ha transformaram-se em lavoura; 53,28 ha de campo foram florestados e 66,36 ha de campo transformaram-se em areais.

Chama-se atenção, nesta fase, para alguns cruzamentos de difícil comprovação, denominados cruzamentos duvidosos: lavoura em 1964 x mata nativa em 1989 = 4,49 ha; florestamento 1964 x mata nativa em 1989 = 4,77 ha; areais em 1964 x campo em 1989 = 18,81 ha; campo em 1964 x mata nativa em 1989 = 423,90 ha.

Estes dados necessitariam de uma avaliação mais detalhada. Em princípio, considera-se que os problemas neste caso decorrem de aspectos da metodologia, quais sejam: diferentes instrumentos de coleta de informações (fotografias aéreas e imagens de satélite), o que dificultou a delimitação com mais precisão, decorrente da necessidade de critérios diferenciados. Isto fica evidente quando observa-se o dado que registra a expansão da mata nativa. Neste caso é possível que áreas de banhado, quando da análise das imagens, não tenham sido facilmente diferenciadas da vegetação nativa, fazendo com que estas áreas de banhado fossem incluídas na categoria mata nativa quando da análise de imagens de satélite. Considerando que possa ter ocorrido este fato, chama-se a atenção para a relatividade destes dados e, inclusive, para a relatividade do valor de diminuição de mata nativa entre 1964 e 1989, que poderá ser muito maior do que o registrado na tabela 1.

Não obstante este problema, que pretende-se avaliar com a continuidade dos trabalhos, este cruzamento reveste-se de importância na medida em que permite avaliar a dinâmica do uso do solo na área em estudo.

É possível, então concluir que, ao longo dos 25 anos analisados ocorreu na área uma expansão das áreas de lavoura sobre áreas de campo e em menor grau sobre áreas de florestamento e de mata nativa. As áreas de campo, por sua vez, foram significativamente transformadas em lavouras e em menor grau em florestamento. Registrou-se, em antigas área de campo (1964), a ocorrência (1989) de areais. O florestamento, ainda que pouco expressivo, apresentou-se em expansão

seja sobre áreas de antigas lavouras, seja sobre áreas de campo. Registra-se em decorrência desta dinâmica espacial do uso do solo, uma diminuição expressiva da mata nativa. Aqui cabe ressaltar que os dados indicam uma correlação negativa entre mata nativa e campo indicando, provavelmente, um desmatamento para uso agrícola inicialmente e posterior pousio.

Em síntese, o que se observa como prática de uso do solo é uma rotatividade de uso. Esta rotatividade, no entanto, não se mantém em extensão se compararmos os dados de 1964 e 1989. No conjunto dos dados, observa-se uma expansão da lavoura, em extensão, muito maior do que as demais categorias.

Desta análise é possível extrair algumas considerações. A análise de cruzamento feita indica uma dinâmica de uso que se expressa pela expansão das lavouras e do florestamento, em detrimento da mata nativa e das áreas campestres.

Por consequência, cumpre dizer que: dado à fragilidade desta área em decorrência de seu substrato ser predominantemente arenoso, associado às características morfológicas onde os processos de ravinamento e voçorocamento são de significativa presença, fica evidente a fragilização do meio através desta forma de ocupação do solo.

Chama-se atenção em particular para o fato deste levantamento indicar a expansão dos areais, ainda que o período utilizado não permitisse a identificação de áreas que teriam sido de lavoura em 1964 e que tornaram-se areais em 1989, como era o objetivo mais imediato. Este fato encaminha a discussão para a susceptibilidade da área aos processos erosivos, decorrentes de sua morfodinâmica característica e, em particular, para as formas de uso da terra nestes setores fragilizados. A dinâmica de uso do solo, caracterizada pela rotatividade, sem reconhecimento prévio de aptidão desses solos para as diferentes culturas ali cultivadas, é capaz de intensificar os processos morfológicos, fragilizando a paisagem a um tempo relativamente menor que o da dinâmica da natureza propriamente dita.

### Conclusões

Os dados aqui sumarizados representam o avanço e a sistematização de informações sobre o processo de arenização sob diferentes aspectos, quais sejam: compartimentação do relevo, hidro-climatologia local, cobertura vegetal e uso do solo. Os dados foram trabalhados integradamente no sentido de responder questões relativas à gênese dos areais, à litologia associada aos areais, aos compartimentos (e a respectiva

cobertura vegetal) de maior risco, e a dinâmica de uso do solo e suas implicações na expansão deste processo. A avaliação é de que dentro do tempo e de acordo com o material técnico-instrumental disponível os resultados foram satisfatórios.

### Referências

Comti, J.B. Desertificação como Problemática Ambiental. III Simpósio de Geografia Física Aplicada, Nova Friburgo, 1981. UFRJ, RJ. V. I. pp. 189-194.

Comti, J.B. O Conceito de Desertificação. Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos. AGB-DEN. julho, 1994. Curitiba-PR, pp.366-370.

Le Houérou, H.N. Agrosilvicultura e Silvopastoralismo para Combater la Degradación del Suelo en la Cuenca Mediterránea. Viejas soluciones para problemas nuevos. Degradación de Zonas Áridas en el Entorno Mediterránea. Ministério de Obras Públicas e Urbanismo, Madrid, 1989. pp.105-116.

Suertegaray, D.M.A. *A trajetória da natureza. Um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí-RS.* Tese de doutorado, USP, 1987.

Suertegaray, D.M.A.; Moura, N.S.V. e Nunes, J.O.R.. São Francisco de Assis e Alegrete: Uma análise geomorfológica da ocorrência de areais. III Simpósio de Geografia Física Aplicada - Nova Friburgo, UFRJ, RJ. 1982, pp.284-397.

Suertegaray, D.M.A. *Deserto Grande do Sul. Controvérsia.* Editora da Universidade. Porto Alegre-RS. 1992.

Suertegaray, D.M.A. Desertificação no Brasil, causa antrópica ou natural? Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, AGB-DEN, Curitiba, julho, 1994. Paraná, pp.359-365.

Suertegaray, D.M.A./Guasselli, L.A./Weber, M. "Land use and expansion/retraction of desertified areas in the southwest of Rio Grande do Sul, Brasil. In: International Symposium on Resource and Environmental Monitoring -ECO RIO'94, september 26-30, 1994. Rio de Janeiro-Brasil, pp.159-163.

Tabela 1 - Comparação Entre Uso do Solo - Área Ioto São Francisco de Assis - RS Para 1964 e 1989 - Valores em ha

CLASSE S	1964	1989	Aumento ha	Diminuição/ha
lavoura	1450,26	2146,23	695,97	
mata nativa	2008,89	1210,23		798,66
florestamento	44,10	66,51	22,41	
areais	105,21	152,73	47,52	
campo/pastagem	21.702,40	21.735,20	32,60	

Tabela 2 - Área Piloto - São Francisco de Assis - RS Análise Temporal do Uso do Solo - 1964 - 1989

1964	1989	(ha)
lavoura	lavoura	-201,60
lavoura	mata nativa	(?) 44,91
lavoura	reflorestamento	513,00
lavoura	campo	1.198,62
mata nativa	lavoura	46,53
mata nativa	mata nativa	736,65
mata nativa	campo	1.225,71
reflorestamento	lavoura	1,08
reflorestamento	mata nativa	(?) 4,77
reflorestamento	reflorestamento	8,10
reflorestamento	campo	30,15
areais	areais	86,40
areais	campo	18,81
campo	lavoura	1.897,02
campo	mata nativa	(?) 42,39
campo	reflorestamento	(?) 53,28
campo	areais	66,33
campo	campo	19.261,89

Fig.1 - Localização da área de estudo.



**OBS:** Os cruzamentos sinalizados com (?) são questionáveis, no que se refere a interpretação. Questões que deverão ser solucionadas na continuidade da investigação.

