

PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS NA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM

GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN LANDSCAPE EVOLUTION

Mateus Gleiser Oliveira

Mestrando em Geografia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: mt_oliva@hotmail.com

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Dirce Maria Antunes Suertegaray*

Doutora em Geografia pela Universidade de São Paulo

Professora titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: suerte.ez@terra.com.br

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

*Endereço: Dirce Maria Antunes Suertegaray

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Avenida Bento Gonçalves 9500, sala 212 - Agronomia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP: 91540-000.

Editora-chefe: Dra. Marlene Araújo de Carvalho/Faculdade Santo Agostinho

Artigo recebido em 28/02/2014. Última versão recebida em 19/03/2014. Aprovado em 20/03/2014.

Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pela Editora-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).

RESUMO

Este artigo tem como objetivo sistematizar o conhecimento relativo à evolução da paisagem, onde ocorrem areais e os processos de arenização, sendo resultado de mais de vinte anos de estudo sobre o tema. Trata-se de uma narrativa-interpretativa da pesquisa construída ao longo desses anos, expressa aqui, em forma de síntese. As etapas de constituição desse estudo estão baseadas no método de investigação de uma geomorfologia tripartite, proposto por Ab'Saber. Para tanto essa paisagem foi primeiramente compartimentada, objetivando evidenciar os compartimentos de relevo que a caracterizam. Na continuidade foi feito um estudo da estrutura superficial da paisagem, que consiste em analisar os depósitos superficiais na busca da interpretação de sua evolução ao longo do Quaternário. Por fim analisa-se a fisiologia da paisagem, ou seja, os processos que promovem o dinamismo atual dessa paisagem, sejam eles processos naturais ou decorrentes da apropriação desta para uso humano. Atualmente, percebemos a formação de areais através dos processos que retrabalham e exumam antigos pedimentos pouco ou nada consolidados, depositando a jusante das atuais ravinas e voçorocas depósitos arenosos em forma de leque. Vemos, hoje, uma paisagem em mudança, onde as condições morfogenéticas atuais não conseguem mascarar formas pretéritas de um ambiente mais seco, sendo, inclusive, os processos atuais de arenização um reflexo de uma superfície frágil, a recente umidificação.

Palavras-chave: Arenização. Paisagem. Pampa.

ABSTRACT

This article aims to systematize the knowledge of the corresponding evolution of the landscape where sands and sandnization processes, being the result of over twenty years of study on the subject. It is a narrative-interpretive research built over the years, expressed here in summary form. The steps for setting up this study is based on research method of a tripartite geomorphology, proposed by Ab'Saber. Therefore this landscape was first compartmentalized aiming to show different land relief's compartments. Continuing the study it was analyzed the surface structure of the landscape, investigating the superficial deposits in search of the interpretation of its evolution over the Quaternary Period. Finally we analyze the physiology of the landscape, in other words, the processes that promote the current dynamism of this landscape whether natural or resulting of human use appropriation. Currently we see the formation of sand through the processes that rework and exhume ancient pediments, little to nothing consolidated, depositing downstream of current ravines and gullies sandy deposits in fan shape. Today we see a changing landscape, where current morphogenetic conditions cannot mask preterit forms of a drier environment, being the current arenization processes a reflection of a fragile surface of this latest humidification.

Keywords: Sandization. Landscape. Pampa.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo sistematizar o conhecimento relativo à evolução da paisagem, onde ocorrem areais e os processos de arenização. Esta paisagem corresponde a uma parcela do bioma Pampa, localizada, mais precisamente, entre as coordenadas 34° e 30° S e 57° e 63° O, constituindo-se uma área de contato entre a Unidade geomorfológica, denominada Depressão Central e a unidade Planalto Meridional.

O resultado dessa construção diz respeito a longos anos de estudo sobre o tema; por essa razão, esse texto não apresenta uma estrutura padrão de trabalho acadêmico. Trata-se de uma narrativa- interpretativa da pesquisa construída ao longo desses anos, expressa, aqui, em forma de síntese.

A paisagem é aqui compreendida como o conjunto dos elementos naturais, expressando-se através de um arranjo espacial e representando o estágio atual de uma dinâmica em tempo longo. É compreendida de maneira clássica, conforme se referia Troll (1982), ou seja, paisagem é forma, funcionalidade e transformação. Para sua análise, leva-se em consideração, além da dimensão espacial, exposta no conjunto de elementos (fatores) naturais expressos a partir de uma materialidade similar, a dimensão temporal sob duas perspectivas: a do tempo longo ou profundo e a do tempo curto, caracterizado pela funcionalidade /dinamicidade no presente, aqui também associada a sua apropriação pela dinâmica social.

Para tanto, essa paisagem foi primeiramente compartimentada, objetivando evidenciar os compartimentos de relevo que a caracterizam. Na continuidade, foi feito um estudo da estrutura superficial da paisagem que consiste em analisar os depósitos superficiais, caracterizando os ambientes, que os constituem na busca da interpretação páleo geográfica ou sua evolução no tempo longo. Por fim analisa-se a fisiologia da paisagem, ou seja, os processos que promovem o dinamismo atual dessa paisagem, sejam eles processos naturais ou decorrentes da apropriação desta para uso humano. As etapas de constituição desse estudo estão baseadas no método de investigação de uma geomorfologia tripartite, proposto por Ab'Saber (1969a).

Este método se caracteriza pela sua abrangência interpretativa, permitindo ao investigador ter um caminho a ser seguido e, ao mesmo tempo, poder criar trajetórias diferenciadas. Portanto, um método aberto às inúmeras possibilidades analíticas.

2 A COMPARTIMENTAÇÃO

A área em estudo corresponde, conforme já mencionado, a uma pequena parcela do Bioma Pampa, em terras do Rio Grande do Sul-Brasil; uma área de contato entre a Depressão Central e o Planalto Meridional, embutida na superfície de aplainamento da Campanha, que se apresenta com cotas altimétricas, aproximadamente entre 140 e 220m (AB'SABER, 1969b).

Devido à retomada de erosão, em consequência de ressecamento climático na passagem do Plioceno para o Pleistoceno (quaternário), uma nova fase de pediplanação vem, gradualmente, ocupar o lugar da superfície da Campanha, retrabalhando antigos sedimentos correlatos de superfícies de aplainamento pretéritas.

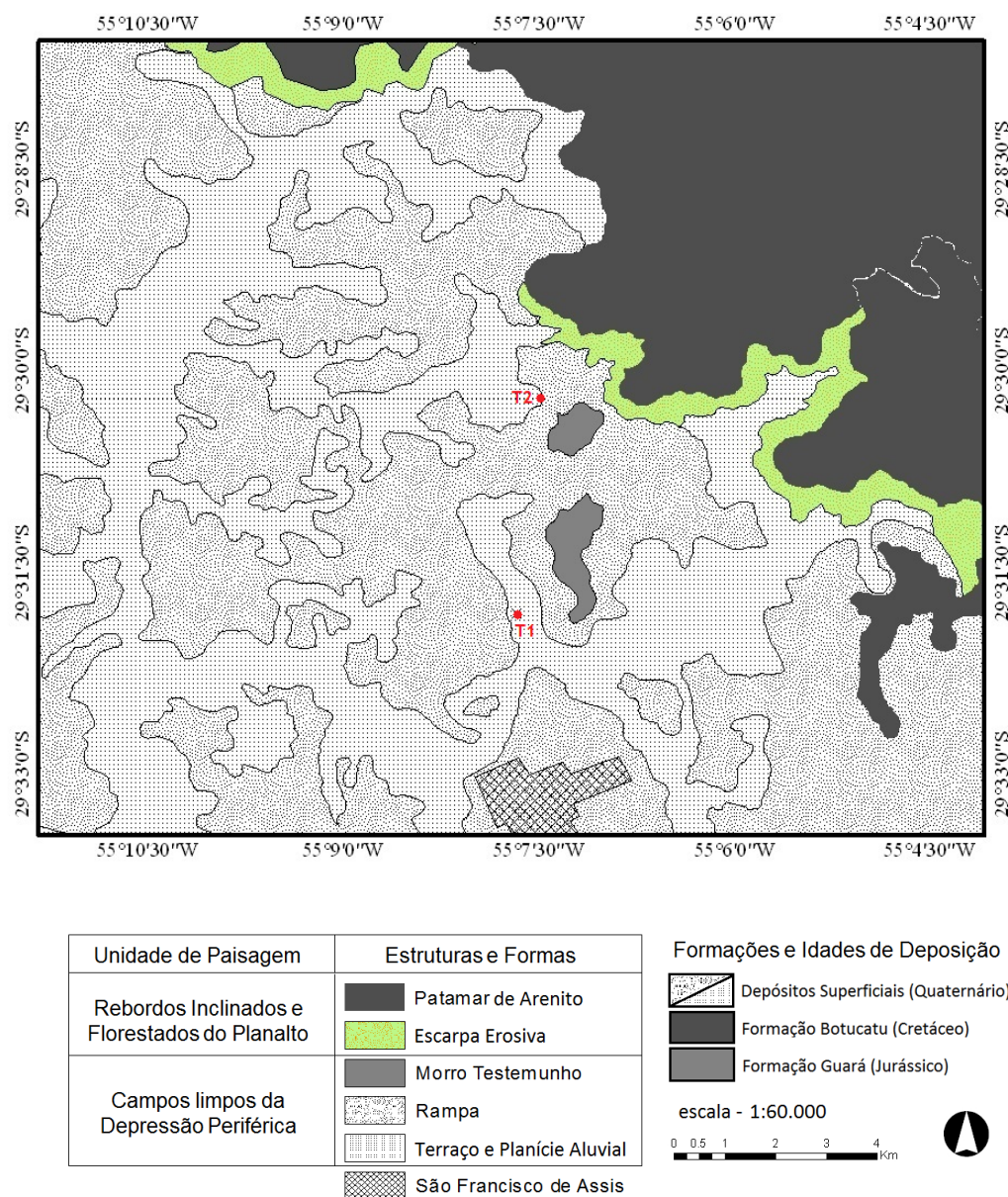
A proposição de um nível mais novo de pedimentação embutido na superfície da Campanha não é novo, levando em conta que Andrade et al. (1963) já relatam entre o trecho do município de Bagé até Treinta y Tres, no nordeste uruguaio, um embutimento de pedimentos mais novos, que declinam entre cotas de 160m até 130m. Assim, os depósitos superficiais, que atualmente se encontram nestas altitudes, seriam, na realidade, depósitos mais recentes, embutidos na antiga superfície da Campanha e que hoje estão recobrando o embasamento rochoso, caracterizado pelas formações de arenito Botucatu e Guará.

A passagem do Plioceno para o Pleistoceno marcaria a fase de pediplanação da superfície de Gravataí para os setores a leste no Rio Grande do Sul, enquanto no interior do continente ocorreriam embutimentos de pedimentos que, quiçá em ambiente não tão agressivo e em espaço de tempo restrito para alcançar selecionar bem os materiais, acabaram por não se coalescer, formando o conjunto **de rampas de pedimento e terraços aluviais, as antigas bajadas, nas atuais várzeas**. Temporalmente, esta fase se relacionada aos depósitos superficiais recentes na forma de uma pedimentação restrita e encontrados, hoje, embutidos em nível equivalente ao da superfície da Campanha e em cotas altimétricas mais rebaixadas, limitando-se até os terraços atuais do rio Ibicuí.

Pode-se, então, caracterizar, atualmente, o relevo da área de estudo/região pela presença de **morros testemunhos, rampas e colinas**, além **das várzeas e fundo de vales**.

Figura 1.

Figura 1 – Compartimentação do relevo na área de estudo e pontos de coleta de coluna sedimentar (T1 e T2). Localidade Cerro da Esquina, São Francisco de Assis-RS.



Fonte: OLIVEIRA, 2011.

A Figura 1 revela os compartimentos desta paisagem. A partir dela pode se observar um conjunto de **morros testemunhos**, que são as provas topográficas do aplainamento e posterior entalhamento da superfície da Campanha, apresentando topo relativamente plano e altimetrias em torno de 225 m. **As escarpas desses morros** testemunhos são constituídas de arenito da Formação Botucatu (eólica), hoje indicadas como Formação Guar­á (fluvial). **As rampas** constituem o compartimento mais rebaixado em relação aos morros testemunhos e em conexão a eles e à várzea. Apresenta esse compartimento baixa declividade entre 3° e 9° e

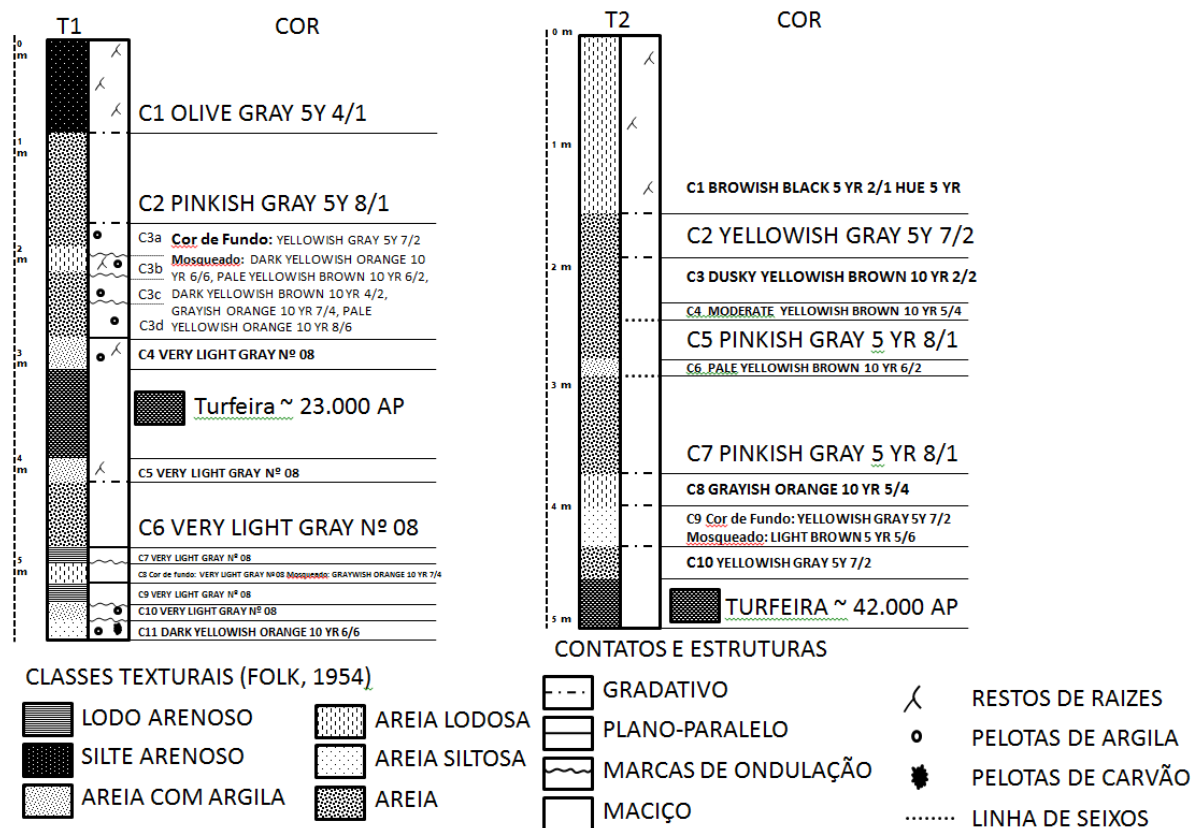
cotas altimétricas entre 170m e 130m. A constituição dessas rampas é arenoso, portanto, inconsolidado, constituindo – se um depósito sedimentar recente, conforme a análise revelada pelos estudos sedimentológicos indicados mais adiante. As colinas são formas mamelonares caracterizadas por depósitos arenosos, por vezes apresentando, em especial, em cabeceiras de drenagem, feições de erosão do tipo ravinas e voçorocas. **As várzeas**, por sua vez, são identificadas como depósitos fluviais recentes. São as áreas de menor altitude e acompanham os cursos d'água.

Esta compartimentação revela processos erosivos marcantes, em especial no compartimento denominado de **Rampa**, Verdum 1997. Neste, pode ser observada a presença de areais e/ou ravina e voçorocas. São essas rampas, associadas aos depósitos de várzea, o objeto central desta análise para deciframento da evolução páleo geográfica dessa paisagem.

3 A ESTRUTURA SUPERFICIAL

Ao que parece, a disposição espacial das rampas de pedimento e seus terraços e várzeas nem sempre se apresentaram da forma que estão hoje. A interpretação a seguir é resultado da investigação de análise sedimentológica de duas colunas estratigráficas coletadas em campo, da datação por carbono-14 de duas camadas de turfa inclusas na coluna e complementadas por dados de palinologia, climatologia e geologia de outros autores. Cada coluna foi retirada em um compartimento geomorfológico distinto, sendo a coluna identificada como T1 retirada em compartimento de várzea e T2, em contato de compartimento de várzea com rampa de pedimento atual (OLIVEIRA 2011), conforme Figura 2.

Figura 2 – Coluna sedimentar (T1 e T2). Localidade Cerro da Esquina, São Francisco de Assis, RS.



Fonte: OLIVEIRA, 2011.

De forma simplificada, podem ser separados ao menos três momentos de formações aluviais e de pedimentação para o Pleistoceno superior até os dias atuais na localidade Cerro da Esquina, São Francisco de Assis, RS. Para maiores detalhes recomenda-se consulta em Oliveira, M.G. (2011) e Oliveira e Suertegaray (2012).

1ª FASE: Em uma fase primeira, e a mais antiga, podemos inferir que, no passado, também existissem depressões, rasas e úmidas, preenchidas por matéria orgânica alimentada pelo direcionamento das águas de recarga que fluem para o vale. A possibilidade é levantada devido de aos 42.000 anos A.P. e, novamente, aos 23.000 anos A.P., se observar a formação de camadas de turfa, datadas por C14. Estas estão relacionadas com ambientes pantanosos e com a presença de água em sub-superfície. Isto nos leva a pensar que, enquanto T1 representaria um ambiente de águas calmas e eventualmente aflorantes, a exemplo de um lago de *playa*, marcada pela diminuição gradativa do tamanho de seus sedimentos depositados, T2, em posição topográfica mais elevada e com solo mal drenado, seria a borda deste banhado. Assim, neste momento, tanto T1 quanto T2 estariam relacionados ao compartimento de várzea até uma mudança climática responsável por, lentamente, soterrar a turfa em T2 e secar

o lago em T1. O pacote sedimentar em análise revela que um período de ressecamento estaria começando, se bem que com intervalos sub-úmidos responsável por elevar o nível d'água o suficiente para, novamente, o aparecimento de uma turfeira em T1. Isto apresenta correlação com interpretação de Suertegaray (1987), quando descreve a unidade A, em sua tese, para o município de Quaraí, e aponta que se trata de um depósito inicialmente fluvial, passando para uma condição lacustre. No caso em estudo, isto poderia ser explicado nesta fase pelo represamento dos canais existentes à época, pelo assoreamento gerado por processos de formação de rampa, transformando-os em lagos. Enquanto T1 provavelmente não deixa de ocupar lugar de depósitos aluviais, T2 se encontraria agora na porção onde o pedimento avança, evidenciado pelo acréscimo de areias grossas, principalmente começando desde C8.

As análises palinológicas efetuadas por Behling et al. (2009) delatam, dos 42 mil anos AP até aproximadamente 26 mil anos AP, para Cambará do Sul, a ocorrência dos gêneros *Isoetes*, vegetais que crescem no meio aquático, a exemplo de lagos rasos ou córregos lentos, como a atual sanga, que corta o pacote sedimentar de T1. Behling et al. (2005) também verificaram, para São Francisco de Assis, a ocorrência, embora mais reduzida, deste e de outros gêneros aquáticos como a *Myriophyllum*, até aproximadamente 12 mil anos AP. Pela ótica das ciências da terra, a sucessão de marcas onduladas e a presença de pelotas de argila indicaria um lago raso que secou com o fim de abastecimento de água causado por uma estação seca, mas que, com o passar do tempo, foi gradualmente colmatado, por uma sequência de camadas homogêneas de areias, siltes e argila (de T1C11 até T1C7), indicando a existência de águas calmas. Este clima frio e sub-úmido, ou seco com breves estações mais úmidas, deve ter persistido até aproximadamente 33.000 anos A.P., onde Penteado (1969) aponta o início de um período de aridificação, baseada nos estudos de Bernard (1959) sobre os climas nas latitudes tropicais durante o Quaternário. Respeitando-se as margens de erro na datação, provavelmente a partir dos 33.000 anos A.P., este período mais seco é identificado para T2 pelo gradual decréscimo da competência dos agentes de transporte de T2C10 ATÉ T2C8, sugerindo uma lenta variação das condições climáticas regionais para uma época seca, onde o decréscimo do poder de tração as águas depositou, gradualmente, espessuras de areias mal selecionadas para uma mistura de areias e sedimentos finos. A mesma lógica se reproduz em T1C6 e C5, onde se observa, inclusive, o aumento de areias grossas, propiciadas pelo aumento do intemperismo mecânico em detrimento do químico. Assim, vemos o início de uma mudança na configuração de ambiente alagadiço para um compartimento de rampa de pedimento, pelo menos para T2, em situação topográfica mais elevada.

Dados da palinologia confirmam um clima seco e frio através da abundância dos grãos de pólen de *Eryngium sp.* para este período de aridificação, que é precursor do Último Máximo Glacial (26.000 anos A.P. até 17.000 anos A.P.), anunciando a expansão máxima dos mantos de gelo do estágio glacial de Würm, e marcando as condições para o aparecimento de uma espessa camada de areia com o aumento de grãos subangulares em T2C7 e o aparecimento de uma turfeira em T1. Mesmo sendo este um período marcadamente frio e seco é improvável que não haja ocorrido canais efêmeros controlados pelas chuvas torrenciais. Evers (2010) aponta, inclusive, a existência de paleodrenagens para a região que, possivelmente, tenham alimentado o freático próximo à superfície das várzeas, para que as condições geradoras de uma turfeira se estabelecessem. Condições estas, que perduraram até, aproximadamente, os 17.000 A.P., quando o derretimento dos mantos de gelo liberou água em estado líquido, elevando o nível do mar e trazendo umidade para o interior dos continentes. Estas condições de umidificação relativa são marcadas pelo aparecimento de depósitos aluviais em T1C4, onde a presença de argila e a volta das pelotas de argila são marcas sugestivas da ação hídrica. Em T2C6 também vemos a deposição de uma camada de areia com argila, mas sem as pelotas de argila, que seriam depositadas a jusante. Esta fase mais úmida carrega consigo as condições para a pedogenização do sedimento exposto e quebra da marcha de intemperismo mecânico responsável por fragmentar as escarpas areníticas e topos silicificados de regiões de contato entre o Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra Geral, fonte dos seixos de calcedônia, arenito silicificado e quartzo com cerca de 1,5cm presentes em nossa primeira linha de pedra entre T2 C7 e C6. Sendo assim, até que os mantos de gelo derretessem e trouxessem umidade para o interior dos continente e que uma fase de pedogenização começasse, deveria ter ocorrido um chão pedregoso sotoposto por um espesso manto de areia nesta época.

2ª FASE: Com a passagem do Pleistoceno para o Holoceno, há uma curta fase úmida responsável por T1C4 e T2C6, mas seguidos com um ressecamento climático e tanto T2 quanto T1 parecem, agora, estar sob forte ação de um clima seco, ou, pelo menos, com estação seca prolongada, pois a falta de água no ambiente é incapaz de “descolorir” nossos depósitos avermelhados, acastanhados ou amarelados, associados à oxidação do ferro, que não estariam submersos ou soterrados e sim expostos às intempéries do clima.

Até aproximadamente 9.000 anos A.P., estas condições de umidificação pós-glacial persistiram, quando uma fase seca e quente se instala. As análises polínicas de Behling et al. (2005) para São Francisco de Assis revelam o desaparecimento dos gêneros de plantas aquáticas, a partir de aproximadamente 10.000 mil AP, seguidas da elevação da taxa de

esporos do *Phaeoceros laevis*, musgo que está relacionado a solos secos de climas quentes, até, aproximadamente, 7.500 anos AP. Este estrato temporal registra um hiato na deposição de polens, talvez causada pela aridificação ambiental e não formação de cobertura vegetal significativa, relacionando-se talvez a C3d e C3c, camadas de areias com presença de finos, para T1 e C5 para T2, com o marcante aumento de areias muito grossas e grossas, produzidos pelo intemperismo físico.

Após os 7.500 anos AP vemos o aparecimento tímido das primeiras espécies de mata galeria, como *Myrsine* e *Myrtaceae*, conforme Behling (2005) descrevem para o município de São Francisco de Assis. Devido ao aumento das temperaturas em nível global, temos a transgressão marinha para o interior dos continentes, onde Corrêa (1990) afirma que há 5.100 anos AP o nível do mar esteve cinco metros acima do atual, trazendo umidade e condições de pedogenização acelerada e denominado, por Ab'Sáber (1980), de *Optimum Climatico*, o que teria provavelmente causado a deposição da areia lodosa em T1C3b e interrompido a formação do pavimento detrítico em T2C4 (provavelmente há 7.500 A.P), assinalado por nossa segunda linha de pedras de igual composição à primeira. Esta fase de umidificação leva ao entalhamento fluvial e instala condições para o aparecimento das primeiras matas galerias, embora em tamanho reduzido e confinado às drenagens das áreas deprimidas, enquanto, provavelmente, a área de rampa de pedimento não deveria ter sofrido forte influência destas formações vegetais, pois, como vemos, segue a superposição de uma camada coluvial arenosa e mal selecionado em T2C3.

O fim deste último período úmido balizado pelo nível oscilante do mar, de acordo com dados fornecidos por Corrêa (1990) e relacionados por Bellanca e Suertegaray (2003), aponta que, em aproximadamente "... 3.500 A.P. o mar regride a -6/-10 metros em relação ao nível atual, reforçando a hipótese de um resfriamento climático e consequente ressecamento, seguindo a lógica deste processo."

Em São Francisco de Assis, o trabalho de Behling et al. (2005) aponta um leve aumento da porcentagem de pólenes de *Eryngium* e esporos de *Phaeoceros Laevis* entre 3.500 anos A.P. até 2.000 anos A.P., sugerindo um ressecamento climático em relação à fase anterior mais úmida. Na coluna estratigráfica poderíamos relacionar a este período o desaparecimento de restos de raízes e das pelotas de argila em T1C2, provavelmente causado pela não deposição de grãos finos, gerados pelo intemperismo químico de climas mais úmidos. Em T2C2 vemos a permanência de areias amareladas, produtos da exposição ao ar e consequente oxidação de compostos de ferro na superfície dos grãos ou dispersos no ambiente, além da provável colmatagem de canais efêmeros entalhados durante fase úmida.

Suertegaray, em sua tese, atribui a este tempo geológico depósitos eólicos, caracterizados pela autora como unidade B, correspondendo a uma fase recente do Holoceno. Não se espera, necessariamente, um novo período de aridez, mas provavelmente esta fase se relacionada a uma período seco quando precipitações não tão intensas, e quiçá mal distribuídas, permitiram uma evolução lenta da vegetação e uma atuação de processos eólicos em áreas descobertas que, por deflação, originaram aqueles depósitos eólicos. (SUERTEGARAY, 1998 p. 46). Nesta fase enquanto T1 se encontra em compartimento de várzea, T2 permanece sendo soterrada pelo avanço de rampa de pedimento.

3ª FASE: Uma última e terceira fase se relaciona ao passado mais recente, onde, há pouco tempo, antes do atual, existiu um incremento da disponibilidade de água no ambiente, dissolvendo incrustações ferruginosas, entalhando as antigas várzeas, (vide as sangas atuais), e rampas, (vide atuais ravinas e voçorocas) e fornecendo condições suficientes para a formação do solo hidromórfico escuro que coroa nossos testemunhos. Este solo escuro, com aumento das partículas finas, é encontrado, agora, em ambos os testemunhos, o que nos leva a pensar que, até pouco tempo, os cursos de água menores, (talvez primeira ordem segundo Strahler), permaneciam endorreicos. Afinal, nessas condições se explicam a elevação do nível de base local e, conseqüentemente, das várzeas, pois, à medida que são atulhadas de material aluvial, elas se espessam e recuam (PENTEADO, 1983), penetrando vertente a cima e ocupando o espaço tanto de T1 como de T2, que se apresentava como uma porção de rampa de pedimento. O fato parece possível, visto que, atualmente, a sanga, a qual o testemunho T1 foi coletado, não apresenta conexão (ao menos não pelo escoamento superficial) com outros tributário do rio Ibicuí. Segundo dados palinológicos, constata-se, dos 1.960 anos A.P., evidências de atividade agrícola por parte dos indígenas da região, através da ocorrência da *Zea mays*, o milho, sugerindo a volta de condições úmidas para a região e o estabelecimento de povoados sedentários. Com a umidificação do clima em torno de 2.000 anos A.P. se vê uma mudança na composição florística, marcada em São Francisco de Assis, principalmente, pelo declínio de gêneros como *Baccharis* e *Eryngium* e aumento das *Myrtaceae* (Behling et al. 2005), além da confirmação de ocupação humana devido ao aumento de partículas carbonizadas causadas por queimadas de ação antrópica. A partir dos 1.500 anos A.P. até os dias de hoje, constata-se uma franca expansão das matas galerias e vegetação arbórea nas encostas úmidas.

4 FISILOGIA DA PAISAGEM

O estudo da fisiologia da paisagem requer, como procedimento operacional, o sucessivo trabalho de campo, a observação e o registro dos processos sob diferentes condições de tempo, ou seja, períodos de chuva ou períodos secos. Alguns processos de maior magnitude deixam formas como registros de suas dinâmicas na paisagem, a exemplo das ravinas e voçorocas.

Na área em estudo, essas feições são comuns em duas situações nas áreas de rampa em contato com os morros testemunhos e em médias colinas associadas às cabeceiras fluviais. É comum também nessas áreas a presença de areais, ou seja, área de presença de areia exposta sujeita a processos hídricos superficiais e à dinâmica do vento (deflação).

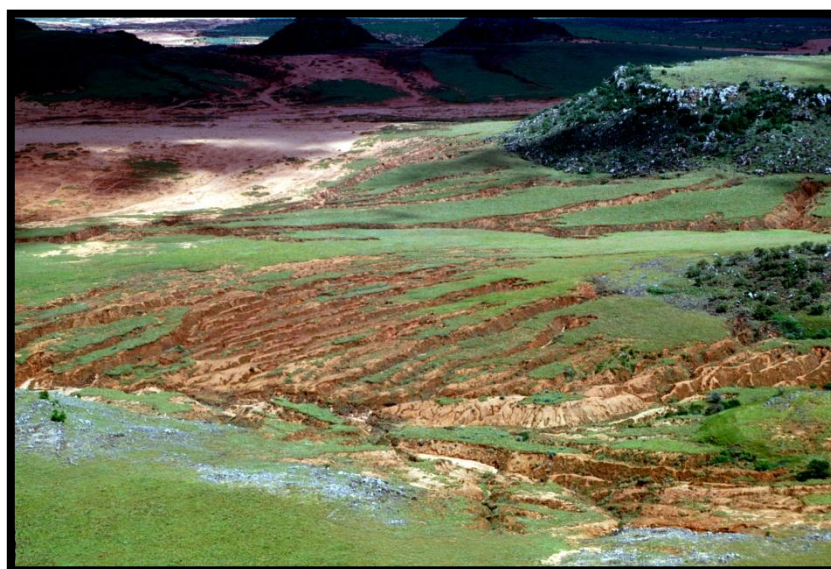
Os primeiros estudos sobre a interpretação da origem desses areais Suertegaray (1987) indicaram que a origem dessas feições, pelo menos as grandes áreas, com presença de registro históricos, eram decorrentes inicialmente da dinâmica hídrica associada à dinâmica dos ventos. Ou seja, sob área de contato entre escarpa de maior declividade e rampa de menor declividade e substrato inconsolidado se desencadeia um processo erosivo decorrente dos fluxos de água provenientes de montante, ou das áreas de cabeceiras em topos de morro. Estes fluxos terão mais energia erosiva em períodos de precipitações concentradas (VERDUM 1997), gerando, a partir dessa dinâmica, a abertura de sulcos e ravinas que, na continuidade se transformam em voçorocas, atingindo o escoamento subsuperficial ou lençol freático. O material removido de ravinas e voçorocas é depositado mais a jusante e, ao mesmo tempo, devido à fragilidade do substrato, a erosão lateral em ravinas e voçorocas se faz presente. O resultado dessa dinâmica é a constituição de grandes depósitos arenosos em forma de leques coalescentes, em decorrência do paralelismo, em alguns casos, do processo de voçorocamento, dando origem a um areal. Fig 3a e 3b.

Figura 3a – Processo de arenização representado pela formação de ravinas em rampas na base de morros testemunhos (morros Isolados).



Foto: Clódis de Oliveira Andrades Filho, 2008.

Figura 3b: Formação de ravinas e areais em rampas, limitadas a montante por escarpas de morros (no primeiro plano da foto). Ao fundo observa-se um morro testemunho, presença de rampa ravinada e formação de areal, bacia do arroio Maçambará - RS.



Fonte: SUERTEGARAY, GUASSELLI E VERDUM, 2001.

A formação de areais, em médias vertentes, em colinas apresenta processo semelhante, na medida em que tem sua origem associada à formação de ravinas e voçorocas. Entretanto, o diferencial aqui é a presença, por vezes, de rupturas de relevos decorrentes de afloramentos de rocha ou mesmo da presença de degraus de abatimento, que permitem, em períodos de chuvas torrenciais, escoamento concentrado com velocidade capaz de, ao atingir um substrato arenoso, promover processos erosivos de forma linear. A partir do momento em que se tem

areia exposta, o processo de deflação desloca areia em todas as direções (dependendo da direção do vento a areia se desloca para um ou outro local); disto resulta a ampliação dos areais e o conseqüente sufocamento da vegetação de campo que é a vegetação que recobre essas áreas.

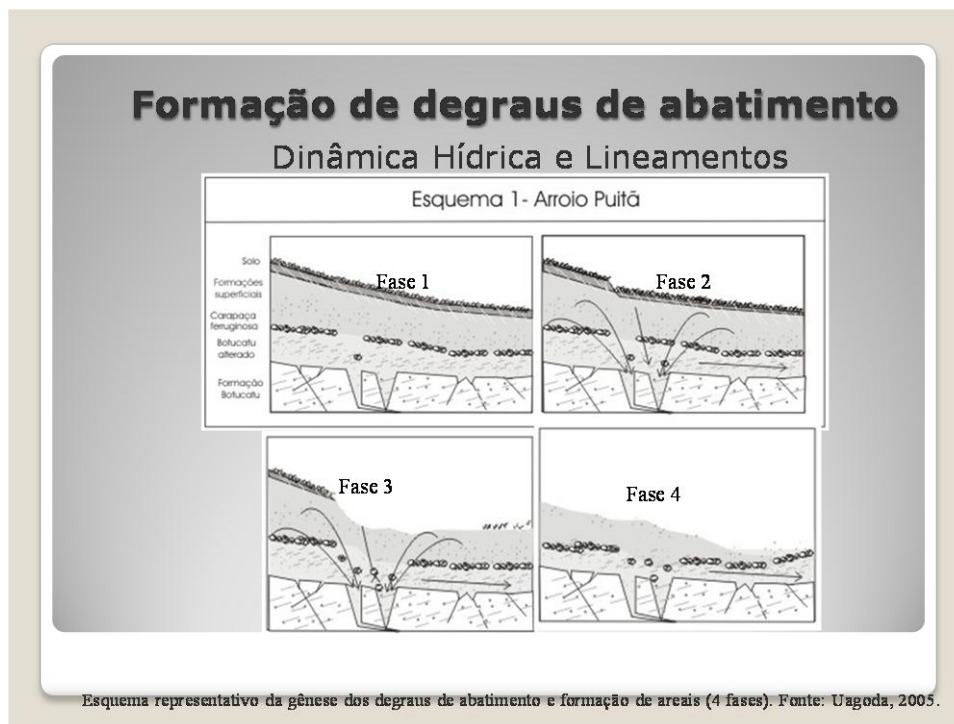
No caso de áreas em rampas ou de médias vertentes em colinas com origem de areais tem-se, além dos processos superficiais, um componente hídrico de subsuperfície que, segundo os estudos feitos por Uagoda (2004) e Fujimoto et al. (2010), são responsáveis pela dissolução do ferro, elemento que, estando presente nos depósitos arenosos da área, ao sofrerem dissolução desestruturam a matriz aglutinadora. Diante da dissolução dessa matriz, o depósito que constitui a rampa areia (grãos de quartzo inconsolidados) tornam-se suscetíveis à erosão e ao colapso da superfície pelo componente hídrico subsuperficial.

Uagoda(2004), Figura 4, após a análise de duas colunas de sedimentos, uma a montante e outra a jusante de um degrau de abatimento, em relação com os lineamentos, na área de estudo, construiu um modelo interpretativo. Este é representado por uma fase inicial (registrado pela coluna a montante do degrau de abatimento), através de um pacote sedimentar com presença em uma determinada profundidade de concreções ferruginosas. Uma fase dois, onde a água, ao infiltrar verticalmente, promove uma retirada desse material, deslocando-o para as áreas de fendas do substrato arenito ou, como explicou Fujimoto et al. (2010), sendo dissolvido e carreado a jusante. A fase três, indica uma desestabilização do pacote sedimentar com o conseqüente rebaixamento da superfície a jusante. Origina-se, assim, uma ruptura na superfície denominada de degrau de abatimento. Fig 4. A etapa 4 corresponderia à continuidade do processo de carreamento de material vertical e horizontalmente. A formação de degraus de abatimento estão, também, na origem de feições do tipo ravinas e voçorocas, podendo ser considerados, em alguns casos, o processo desencadeador da arenização. Ao mesmo tempo essas feições se revelam associadas a depósitos sedimentares recentes, como os explicitados no item estrutura superficial da paisagem (OLIVEIRA; SUERTEGARAY, 2012).

A associação desses depósitos com os processos de formação de degraus de abatimento, ravinas e voçorocas foi estudada, identificada por Evers (2010) Guasselli e Evers (2012) e interpretada como material sedimentar que promoveu o entulhamento de páleos canais de drenagem, hoje em processo de reativação. Esta reativação foi primeiramente indicada por Trainini (2005), com base na neotectônica regional e Andrade Filho (2008) e Suertegaray et al. 2008. Assim, tem-se que os areais, particularmente, os mais antigos e presentes em diferentes locais da paisagem pampiana tem sua origem natural associada a

processo de erosão hídrica em decorrência de uma possível reativação da drenagem em tempos mais recentes. Corrobora essa hipótese a análise da estrutura superficial, Suertegaray e Oliveira (2012) indicam, com base nos testemunhos analisados, uma sequência de depósitos sedimentares de ambientes mais ou menos úmidos, desde os últimos 40000 anos AP até os períodos mais atuais do Holoceno.

Figura 4 – Processos desencadeadores de degraus de abatimento.



Fonte: UAGODA, 2004.

A antiguidade dos areais e sua gênese natural são também corroborados pelos estudos de Bellanca (2001) que, correlacionando dados arqueológicos, geomorfológicos e geológicos, reconstituiu a dinâmica climática em relação à presença e à mobilidade dos povos indígenas, habitantes da região pampiana. O autor indica que os pampianos coabitaram essas áreas já com presença de areais.

Da mesma forma corroboram a dimensão natural desses areais os dados de flora e fauna levantados por Freitas (2006) e Pires da Silva (2008), ao demonstrar, a partir de levantamento sociofitológico e caracterização de espécies, a presença de espécies com características de ambiente seco do passado e a presença, conforme descrição da fauna, do denominado gafanhoto dos areais (Família *Ommexechidae*) nos areais, cujo dorso se confunde com as areias ali presentes (Figura 5).

Figura 5 – Animal ortóptero, Família *Ommexechidae*, com **camuflagem** que o confunde com os sedimentos formadores de um areal, Município de Manoel Viana, RS (2006).



Fonte: Autor.

Para além desses indicadores merece também considerar o trabalho de Silva (2009). Este, ao estudar, através de transecto, os diferentes microclimas dos diferentes compartimentos da área em estudo, revela que, dois dos compartimentos, o compartimento rochoso, que caracteriza alguns setores das escarpas dos morros testemunhos e o compartimento de rampa, com presença de areais, as condições micro climáticas caracterizadas, em especial, pelo déficit hídrico constituem ambientes favoráveis ao refúgio de espécies do passado, características de um clima regionalmente mais seco que o atual.

4.1 A paisagem as heranças e a apropriação

Os areais, feição que caracteriza a dinâmica da arenização, são parte de uma área mais vasta do Rio Grande do Sul, compondo uma feição do bioma Pampa.

Estas feições, segundo Suertegaray (1987; 1998) são, em muitos dos casos, formas de origem natural e, conforme pesquisa de Bellanca (2002) e Bellanca e Suertegaray 2003, estavam presentes na paisagem, pelo menos a 12000 anos AP, quando este espaço era habitado pelos índios pampeanos (caçadores) e, mais recentemente, em torno de 2000 anos AP, pelos Guaranis, conforme registros arqueológicos de Milder (2000).

Historicamente, esta paisagem foi ocupada pelos portugueses, quando da colonização europeia e tem na criação do gado em grandes propriedades suas características econômicas mais evidentes, até os dias atuais. Entretanto, essa paisagem vem, ao longo do tempo, sendo

transformada, pela introdução do cultivo do arroz (1930, aproximadamente) e pelo cultivo da soja, anos 60 em diante.

Essas feições- os areais- permaneceram por longo tempo, no interior de propriedades pastoris e foram consideradas como áreas improdutivas. Com o advento da soja, áreas suscetíveis a arenização, especialmente, nos municípios de Alegrete, Manoel Viana, São Francisco de Assis e Maçambara entre outros, tiveram o processo de erosão do solo intensificando, promovendo o que Suertegaray (1987) denominou de Arenização.

Nos anos 2000, particularmente, após 2007, políticas de governo estadual estimularam a expansão da Silvicultura (eucalipto), promovendo esta política a compra de propriedade em processo de arenização por empresas silvicultoras, particularmente a Stora – Enso, empresa sueco-filandesa.

O debate sobre essa mudança revelou posições diferenciadas, Suertegaray e Morelli (2010) e Suertegaray e Morelli (2011), àquelas que concordavam com a silvicultura, justificada pela necessidade de mudança de matriz econômica da denominada Metade Sul do Rio Grande do Sul. O objetivo, aqui, seria promover o crescimento econômico de uma região, cuja histórica da produção pastoril teria se esgotado. De outro lado, movimentos sociais, movimentos ecológicos, pesquisadores e alguns segmentos de técnicos do estado colocavam-se contrários a essa política, considerando que a introdução de uma nova monocultura, no caso a plantação de eucalipto, não resolveria a questão econômica aventada, em especial a dimensão do trabalho e renda dos trabalhadores locais e contribuiria para a descaracterização do Bioma Pampa, na perspectiva ecológica e também cultural.

Enfim, a paisagem que analisamos aqui se caracteriza pela fragilidade, e vem se constituindo sob ambiente úmido desde mais ou menos 3000 anos AP. O processo de apropriação dessa paisagem, no momento da formação histórica do estado brasileiro, incorpora essas feições, no interior de propriedades rurais, sem considerá-las área em processo de degradação Suertegaray e Pires da Silva (2009). No período de expansão do cultivo de soja, surgem novas áreas e o processo se intensifica. Nos anos 1970-80, estava fortemente presente no Rio Grande do Sul a discussão ambiental. Nesse momento, esse processo foi identificado por Souto (1985) como processo de desertificação; conceito este que foi difundido pela mídia e incorporado à linguagem de parte de proprietários rurais da área (TORRES, 2013).

Este conceito foi discutido é considerado inadequado por Suertegaray em 1987, considerando as características climáticas da área. De lá para cá, um conjunto significativo de

pesquisas, em diferentes campos do conhecimento, revela que os areais são, em grande parte, naturais.

Estão assentados sobre sedimentos recentes, ou formações superficiais recentes que têm sua origem no quaternário: Pleistoceno e Holoceno; Suertegaray e Oliveira (2012) e do ponto de vista pedológico compreendem solos Quartzarênicos Órticos segundo Scopel et al., (2013).

Apresentam espécies indivíduos vegetais e animais, que são indicadores de ambiente secos do passado (FREITAS, 2006; PIRES DA SILVA, 2008). Constituiriam redutos ou formas relictos de um clima mais seco de um passado recente (SILVA, 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assentada sobre um substrato arenítico, previamente aplainado por mecanismos de pediplanação, observam-se depósitos sedimentares correlativos ao trabalho de erosão elaborado em clima recente oscilante, que denuncia uma variada energia do relevo.

As altitudes dos campos limpos da Depressão Periférica, emoldurados pelos patamares e rebordos inclinados e florestados do planalto, possui um conjunto de morros testemunhos esparsos dentro de uma matriz arenosa aplainada, que segue de altitudes de 170m, representadas pelos compartimentos de rampa, até 130m, onde começam as atuais várzeas e terraços entalhados por tributários menores, de forma geral rios de primeira ordem. Essas altitudes corresponderiam a embutimentos na superfície da Campanha e se relacionariam com uma nova fase de pediplanação.

Assim, o uso de formas do relevo como indicadores paleoclimáticos nos permite evidenciar morros testemunhos como estrutura-relicto representativo da superfície da Campanha, enquanto o estudo sedimentológico de depósitos, correlativos a uma nova fase de pedimentação, nos permite obter uma cinemática recente da paisagem local e provavelmente regional. Ao que parece, no Pleistoceno superior, a região era caracterizada por áreas deprimidas onde pequenos lagos poderiam aparecer e estabelecer sistemas, a exemplo de banhados ou pântanos ao seu redor, enquanto zonas mais elevadas deveriam ser de solos arenosos ocupadas por vegetação de campos, a exemplo dos que hoje existem. Segundo Ab'saber (1977, p. 5), devido,

“As correntes frias, muito mais largas, um tanto afastadas do seu eixo atual, e climaticamente ativas, atingiram em cheio a costa sul do Brasil e uma parte apreciável do Brasil de Sudeste e Oriental. Apenas a Serra Geral, no seu

trecho leste-oeste, no Rio grande do Sul, formava uma barreira suficientemente alta para provocar condensação e chuvas orográficas em seus trechos médios e superiores (?). Enquanto que a área das pampas úmidas argentinas e uruguaias foram mais áridas, secas e estépicas em diversos momentos do Quaternário, a maior parte do Rio Grande do Sul, estiveram sob ação de climas secos e parcialmente inválidos por formações xerófilas, com cactáceas. A esse tempo, na área atual das pradarias mistas do Rio Grande do Sul não existiam florestas galerias subtropicais.

Esta ressalva nos serve ainda para explicar a falta de florestas galerias, devido a um clima muito seco e frio para o desenvolvimento deste tipo de vegetação, embora com certa quantidade de água disponível pelo ao efeito de chuvas frontais, à exemplo do que acontece hoje e chuvas orográficas barradas pelas escarpas do Planalto Meridional e que vão escoar para os níveis de base local, criando os lagos de *playa* nas várzeas e um ambiente pantanoso ao seu entorno. Desde esta época seca, indicada também pela presença de uma linha de pedras correlata ao último máximo glacial, já existiriam então os stocks de vegetação das pradarias e de cactáceas, atualmente encontrados por todo Pampa gaúcho.

No Holoceno, evidencia-se um avanço da unidade de rampas de pedimento sobre as zonas baixas, neste momento já colmatadas, onde depósitos arenosos avermelhados cobririam a extensão da Depressão Periférica situada entre a *Cuesta do Haedo*, Escudo uruguaio Sul-Riograndense e o Planalto Meridional, a exemplo de um lençol de areia, inclusive com uma linha de pedra inclusa, evidenciando um pico de semi-aridez ou período seco muito prolongado que fez com que o paleopavimento regional se apresentasse pedregoso, como do atualmente encontrado no semi-árido nordestino. Neste momento, enquanto o compartimento de rampa deveria ser um manto de areia de vegetação escassa, as áreas deprimidas começam timidamente a ser invadidas por florestas galerias, devido ao início de condições úmidas.

Sob o recente estabelecimento de condições climáticas úmidas, a paisagem se modifica, convexizando vertentes e suavizando rupturas de declive, gerando o domínio de coxilhas subtropicais com pradarias mista. Com o estabelecimento deste clima, um regime de chuvas distribuídas, embora com torrentes casuais, se instala e temos a incisão fluvial muito bem marcada, reativando drenagens colmatadas durante as fases secas do Quaternário. Esta mudança climática acaba produzindo um rebaixamento linear dos depósitos superficiais através de ravinas e voçorocas nos compartimentos pedimentados e transportados pela instalação de drenagem nas áreas de várzea. Ao invés de observarmos a elevação do nível de base local, como de costume em climas áridos ou semi-áridos, vemos um atual rebaixamento deste.

Nas rupturas de declive das escarpas dos morros testemunhos se reproduz a formação de leques aluviais como outrora nos climas secos, mas não observamos o aplainamento areolar do terreno para as regiões áridas e semi-áridas, já tão bem estudadas. O que percebemos hoje é a formação de areais, através dos processos que retrabalham e exumam antigos pedimentos pouco ou nada consolidados, depositando, a jusante das atuais ravinas e voçorocas, depósitos arenosos em forma de leque. Os areais então podem ser considerados como um indicador paleoclimático de tempos remotos mais secos do que hoje existe na região.

Vemos, hoje, uma paisagem em mudança, onde as condições morfogenéticas atuais não conseguem mascarar formas pretéritas de um ambiente mais seco, sendo, inclusive, os processos atuais de arenização um reflexo de uma superfície frágil a esta recente umidificação da história em constante mudança de um Pampa sob pressão das políticas de uso da terra.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. USP. Inst. Geogr., **Paleoclimas**, 3:1-19.

_____, A. N. 1980 Razões da retomada parcial de Semiaridez Holocênica por ocasião do Optimum Climático. **Inter Facies**, São José do Rio Preto – SP, nº 8. P. 1-13.

_____, A. N. 1969a. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*. n. 18, IG-USP, São Paulo. 1969, p.1-23

_____, A. N. 1969b. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Rio Grande do Sul. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 11, p. 1-17.

ANDRADE, G. O.; BIGARELLA & LINS R. C. 1963. Contribuição à Geomorfologia e Paleoclimatologia do Rio Grande do Sul e Uruguai. **Boletim Paranaense de Geografia**, Separata, n. 8/9, p. 123-131.

ANDRADES FILHO, C. O. 2008. *Arenização e tectônica: contribuição estrutural ao estudo da Gênese dos areais no sudoeste do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 68 p. Trabalho de Graduação, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A.. (Org.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

_____, H.; PILLAR, V.; BAUERMANN, S. G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Holanda, v. 133, n. 3-4, p. 235-248.

BELLANCA, E. T. 2002. **Uma contribuição para a explicação da gênese dos areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul**. 87p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

_____, E. T.; SUERTEGARAY, D.M.A. 2003. Sítios Aqueológicos e Areais na Sudoeste do Rio Grande do Sul. Mercator, Fortaleza, v.4, p.99-114.

CORREA, I. C. S. 1990. **Analyse morphostructurale et evalution paleogeographique de la plate-forme continentale atlantique Sud-Bresilienne. Rio Grande do Sul-Brasil**. 314f. Tese de Doutorado - Université de Bordeaux, France..

EVERS, H. 2010. **Relação entre paleodrenagens/valões e a ocorrência de areais no sudoeste do RS**. Porto Alegre. 71p. Trabalho de Conclusão do Curso, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FREITAS, E. M. 2006. **Arenização e Fitosociologia da Vegetação de Campo no Município de São Francisco de Assis, RS**. 139p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRGS.

FUJIMOTO, N. S. M.; GONÇALVES, F. S.; ZANCANARO, C. 2010. Caracterização das Formas de Relevo em Degraus de Abatimento nos Municípios de Manoel Viana e São Francisco de Assis, Região Sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.11, p.69-74.

GUASSELLI, L. A. E.; EVERS, H. 2012 Relação entre paeo drenagens /valões e a ocorr~encia de areais no sudoeste do RS. Arenização natureza socializada. Editoras cmPasso lugar cultura e Imprensa Livre.Porto Alegre.p, 227-244

MILDER, S. E. S. 2000 **Arqueologia do Sudoeste do Rio Grande do Sul: uma perspectiva geoarqueológica..** 174p. Tese (Doutorado) – FFCLH, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORELLI, L. A. A. 2011. Monocultura do eucalipto e as implicações territoriais: uma constituição oligopolista na Metade Sul do Rio Grande do Sul. 222p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OLIVEIRA, M. G 2011. **Paleogeografia em área de ocorrência de areais: São Francisco de Assis, RS**. Porto Alegre. 92p. Trabalho de Conclusão do Curso, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

_____, M. G.; SUERTEGARAY, D. M. A. 2013. Paleo geografia da área de ocorrência de areais. Suertegaray, D.M.A.;Pires da Silva L. A. e Guasselli.L .Arenização natureza socializada. Editoras cmPasso lugar cultura e Imprensa Livre.Porto Alegre.p,201-226.

PENTEADO, M. M. 1983 Fundamentos de Geomorfologia. 3ª edição, Rio de Janeiro: IBGE.

_____, M.M. 1969. Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos (Stone Lines). *Notícia Geomorfológica*, vol. 9, nº 17. Campinas.

PIRES da SILVA, L.A. 2008. **Paisagens dos Areais Gaúchos. Conectividades e vivências, caminhando em busca de uma hermenêutica Instauradora á Educação Ambiental.** P 155. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRGS (Biblioteca Virtual), Porto Alegre.

SCOPEL,I;SUERTEGARAY,D.M.A.;SOUZA,M.S.;PEIXINHO,D.M.;FERREIRA,D,M.2013. Neossolos Quartzar~enicos Óreticos das áreas de areais so sudoeste do Rio grande do Sul:caracterísitcas físicas e morfológicas. .Arenização natureza socializada (2013). Editoras cmPasso lugar cultura e Imprensa Livre.Porto Alegre.p,503-542.

SILVA, D.L. 2009. *Microclima e bioindicadores paleoclimáticos em paisagens com ocorrência de areais em São Francisco de Assis, RS, Brasil.* Porto Alegre. 152p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUERTEGARAY, D.M.A. 1987. **A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quarai-RS.** São Paulo, 243p. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____, D.M.A. 1998. **Deserto Grande do Sul: controvérsia.** 2ª edição. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 74p.

_____, D. M. A., GUASSELLI, L. A., VERDUM, R. (orgs.) 2001 **Atlas da Arenização, Sudoeste do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria de Ciência e Tecnologia, Governo do Estado do Rio Grande do Sul., p. 85.

_____, D.M.A.; GUASSELLI, L.A.; ANDRADES FILHO. C.O. 2008. Influencia morfoestructural en la génesis de los procesos de arenización en Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Geografía Norte Grande*, v.39, p.59-72.

_____, D.M.A.; MORELLI, L.A. 2010. Conflitos da Silvicultura em áreas em processo de arenização, Sudoeste do Rio Grande do Sul. In: MOREIRA, E; TARGINO, I. (organizadores). **Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil em Portugal e na África.** Editora da Universidade das Paraíba, João Pessoa; Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 344p.

_____, D.M.A.; MORELLI, L.A. 2011. Arenização e monocultura do eucalipto no sudoeste (sw) do Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas*, v.14, p.59-82.

_____, D.M.A.; PIRES DA SILVA, L.A. 2009. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: DE PATTA PILLAR, V. (ed.). *Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade.* Brasília: MMA, 403p.

TORRES, R.B. 2013. **Representação social dos areais e mídia**. Porto Alegre, 289p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TRAININI, D.R. 2005. *A Influência da Neotectônica no Assoreamento de Bacias*. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005, João Pessoa. Anais ABRH, CD-ROM.

TROLL, C. 1982. El paisaje geográfico y su investigación. In: MENDONZA, J. G; JIMENEZ, J. M; CONTERO, N. (orgs). **El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias actuales)**. Madrid: Alianza Editorial. p.323 -329

UAGODA, R.E.S. 2004. *Degraus de abatimento: estudo comparativo em cabeceiras de drenagem: bacia hidrográfica do Arroio Puitã e bacia hidrográfica das nascentes do Rio das Antas/RS*. Porto Alegre. 93p. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VERDUM, R. 1997. **Approche géographique des déserts dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana – État do Rio Grande do Sul - Brésil**. Tese de Doutorado. Université de Toulouse II - Le Mirail. U.T.H. França, 211p.