

## Uma análise comparativa do processo de arenização no Brasil: sudoeste do Rio Grande do Sul e sudoeste de Goiás

Dirce Maria Antunes Suertegaray<sup>1</sup> dircesuerte@gmail.com, Mateus Gleiser Oliveira<sup>1</sup> mt\_oliva@hotmail.com

### RESUMO

Este artigo tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre duas áreas em processo de arenização no Brasil, são elas: o sudoeste de Goiás e o sudoeste do Rio Grande do Sul, considerando nas duas áreas a constituição da paisagem, a morfodinâmica atual em relação aos seus respectivos usos. Busca-se avaliar entre os constituintes da paisagem os condicionantes naturais deste processo. Para construção deste artigo foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito da temática arenização produzida e publicada, cuja pesquisa vem de longa data, sendo elaborada por dois grupos distintos: o grupo de pesquisa em arenização do Rio Grande do Sul e o grupo de pesquisa em arenização de Goiás. Como síntese interpretativa se aponta para ambas as áreas substrato arenítico de idade Mesozoica e a ocorrência de Neossolos Quartzarênicos Órticos. Os areais se localizam nas porções do relevo correspondentes a médias vertentes de rampas e colinas, além de serem encontrados nos topos destas últimas. A declividade constatada se insere nas faixas de 3° a 6° para o compartimento de Quaraí e de 6° a 9° para o compartimento em Serranópolis. Embora as áreas se situem em biomas diferentes, cerrado e pampa, o volume da água precipitada em um ano se assemelha. Destaca-se neste conjunto de aproximações uma dinâmica morfoescultural que se associa a processos de erosão linear do tipo sulcos, ravinas e voçorocas sobre depósitos superficiais recentes e inconsolidados.

**Palavras chave:** arenização, solos quartzarênicos órticos, areais.

## A comparative analysis of the *sandization* process in Brazil: southwest of Rio Grande do Sul and southwest of Goiás

### ABSTRACT

This article aims to make a comparative study between two areas on sandization process in Brazil, they are: the southwest of Goiás and southwest of Rio Grande do Sul, considering the formation of the landscape and the current morphodynamics in relation of their respective uses. The goal is to evaluate between the constituents of the natural landscape of this process constraints. A literature review carried on about the theme sandization produced and published, whose research has a long history, being developed by two different groups: the research group in sandization of Rio Grande do Sul and the research group of sandization of Goiás. As interpretive synthesis is pointed to both areas an sandstone substrate of Mesozoic age and the occurrence of Quartzipsamments Órtics soils. The sand spots are located in the middle portions of the hills and colluvial ramps, just as the tops of the hills. The observed slope falls within 3° to 6° for Quaraí city and 6° to 9° for the Serranópolis city. Although the areas are located in different biomes, savannah and pampa, the volume of precipitated water in a year resembles. Stands out in this set of approaches the morphodynamic that links the processes of linear erosion type as furrows, ravines and gullies on recent and unconsolidated surface deposits.

**Keywords:** sandization, quartzipsamments soils, sand spots.

Recibido el 10 de abril de 2013, aceptado el 1 de julio de 2014.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Geografia, sala 209, Avenida Bento Gonçalves, 9500. Porto Alegre, RS, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O conceito de arenização surge pela primeira vez em 1987, em estudo no município de Quaraí, dos depósitos arenosos associados a feições erosivas de ravinas e voçorocas, cuja toponímia local designava como areais. Esses estudos foram realizados no esforço de compreensão genética dos areais e dos processos que os originam (SUERTEGARAY 1987).

O reconhecimento de manchas de areia exposta, identificada como areais, era notório não somente para Quaraí, mas para demais áreas da campanha gaúcha. No interior do sudoeste do Rio Grande do Sul é fato em pelo menos dez municípios da região o aparecimento de areais, sendo eles Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda.

Amplamente divulgados por via jornalística na época (1970-80), estas manchas de areias eram noticiadas como áreas de núcleos de desertificação resultados da ação antrópica, inclusive em concordância com trabalhos acadêmicos, como visto em SOUTO (1985). Com o desenvolver desse estudo, SUERTEGARAY (1987) expõe uma interpretação divergente das apresentadas até o momento, retirando os processos que dão origem a um areal da esfera de compreensão da desertificação e identificando-os como arenização. O processo de arenização foi conceituado da seguinte forma: “O retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou nada consolidados e que promove, nessas áreas, uma dificuldade de fixação de vegetação, devido à constante mobilidade dos sedimentos”, SUERTEGARAY (1987: 112). Este processo, considerando a continuidade dos estudos, foi posteriormente conceituado por SUERTEGARAY & VERDUM (2008) e SUERTEGARAY (2012: 130), como: “O retrabalhamento desses depósitos, no caso de formações superficiais, provavelmente quaternárias, resultou de uma dinâmica

morfogenética onde os processos hídricos superficiais, particularmente o escoamento concentrado do tipo ravina ou voçoroca, associados às chuvas torrenciais, expõe, transporta e deposita areia, dando origem a formação de areais que, em contato com o vento, tendem a uma constante remoção”.

As formações superficiais referidas nesse conceito constituem-se de depósitos arenosos cuja origem está associada aos períodos Pleistoceno e Holoceno e representam depósitos de ambientes semi-áridos ou áridos. Agronomicamente são caracterizados como Neossolos Quartzarênicos Órticos (RQo). Estes solos bem drenados são descritos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como: “solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo)”, EMBRAPA (2006: 182).

Este processo se dá atualmente sob condições de um clima subtropical (no estado do Rio Grande do Sul) e tropical (no estado Goiás), com taxas de pluviosidade bem superiores aos 200 mm anuais dos encontrados em climas desérticos. Assim o conceito ao mesmo tempo diferencia o processo de arenização com o de desertificação e é um indicador geomorfológico de um clima pretérito e recente mais seco.

De acordo com esta diferenciação conceitual nos últimos anos vemos pesquisadores de outros estados do Brasil utilizando-se do conceito arenização para explicar o aparecimento de manchas de areias em suas regiões de estudo, a exemplo do grupo de pesquisa em arenização de Goiás. A ocorrência de areais por pressão antrópica

é atualmente observável na região do sudoeste goiano, devido aos monocultivos de cana-de-açúcar e soja, associados a depósitos arenosos inconsolidados SOUSA (2010). Pesquisadores do Piauí, para a região de Gilbués também redirecionam suas interpretações para a análise de áreas anteriormente identificadas como núcleos de desertificação para áreas em processo de arenização (SOUZA e SILVA 2013).

Este artigo tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre duas áreas em processo de arenização no Brasil, são elas: o sudoeste de Goiás e o sudoeste do Rio Grande do Sul, considerando nas duas áreas a constituição da paisagem, a morfodinâmica atual em relação aos seus respectivos usos. Busca-se avaliar entre os constituintes da paisagem os condicionantes naturais deste processo. Este estudo está associado a um projeto mais amplo, denominado: Arenização, solos Quartzarênicos Órticos e Uso e cobertura da terra: RS, TO, GO, MT, MS e PI – Brasil. O referido projeto que está em sua fase inicial busca avaliar os condicionantes naturais do processo de arenização, em particular o solo, considerando que os estudos que tratam

do tema, em diferentes regiões no Brasil, vinculam esse processo aos Neossolos Quartzarênicos Órticos (RQo).

### Áreas em estudo

As áreas que serão comparadas são: a área de ocorrência de areais e processos de arenização em Quaraí, cidade localizada na fronteira com o Uruguai ao sudoeste do estado do Rio Grande do Sul e o município de Serranópolis, localizado na microrregião do sudoeste do estado de Goiás.

### Sudoeste do Rio Grande do Sul: Quaraí

A área de ocorrência de areais neste município situa-se a aproximadamente 20 Km da sede do município, em direção sudeste e aproximadamente 10 Km da fronteira com o Uruguai. Localizam-se sobre o divisor de águas das bacias do arroio Catí e arroio Areal, Fig. 1. “(...) Estas grandes manchas de areia são conhecidas como “Areais do Cati” ou segundo a denominação dada pela equipe técnica da SUDESUL, “Areais do Cerro da Figueira”, CORDEIRO & SOARES (1977: 135).

Localização Município de Quaraí/RS - Brasil

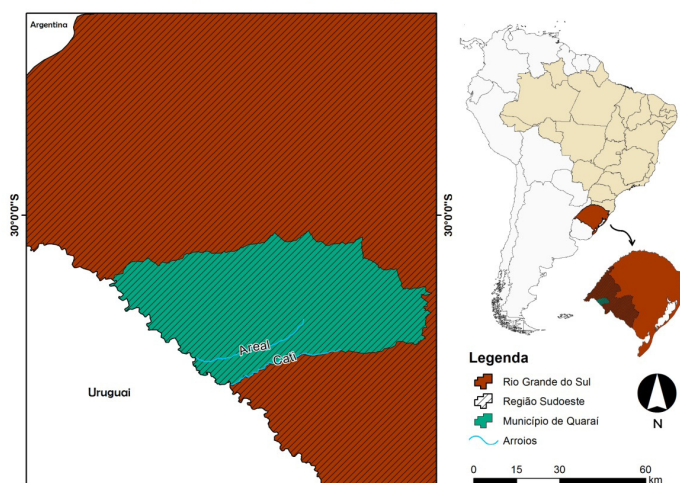


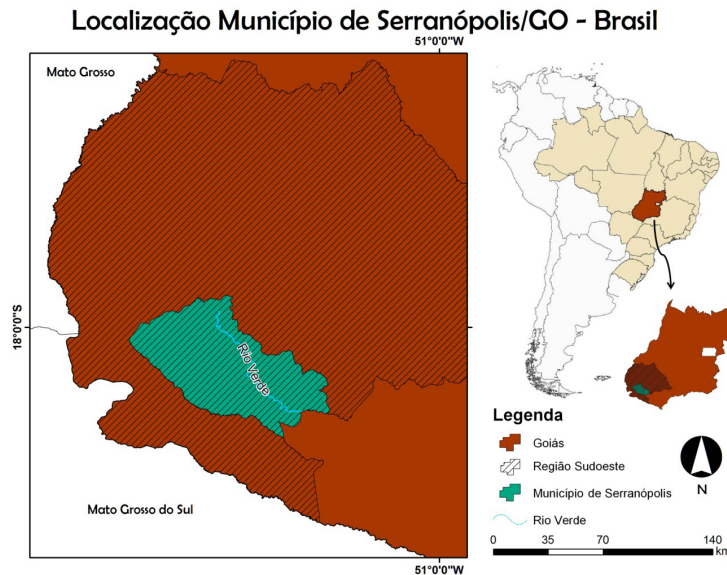
Fig. 1. Localização do Município de Quaraí, Rio Grande do Sul

Fig. 1. Location of Quaraí City, Rio Grande do Sul

## Sudoeste de Goiás: Serranópolis

A segunda área de estudo visada nesta abordagem se inscreve no sudoeste goiano,

contando com dezoito municípios para compor a região em questão (Fig. 2).



**Fig. 2. Localização do Município de Serranópolis, Goiás.**

**Fig. 2. Location of Serranópolis City, Goiás.**

A área abordada em questão se situa no interior do município de Serranópolis, mais precisamente na sub-bacia do Ribeirão Sujo, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Verde.

## MATERIAIS E METODOS

Para construção deste artigo foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito da temática arenização produzida e publicada, cuja pesquisa vem de longa data, sendo elaborada por dois grupos distintos: o grupo de pesquisa em arenização do Rio Grande do Sul e o grupo de pesquisa em arenização de Goiás.

Para a análise bibliográfica considerou-se relevante sistematizar as informações com base na estrutura da paisagem, tomando como base os seguintes fatores: cobertura vegetal, clima e a compartimentação geomorfológica considerando a litologia e classes de solos relacionadas a cada

compartimento. Posteriormente a sistematização da paisagem das diferentes áreas apresenta-se uma síntese comparativa, identificando semelhanças e estabelecendo distinções entre os fatores analisados. Busca-se com esta comparação identificar os condicionantes comuns às áreas em estudo ao processo de arenização.

Os mapas de localização apresentados neste trabalho foram gerados no software Arcgis 10.0 pelo cruzamento das bases vetoriais adquiridas pelo IBGE. Os mapas demonstrativos da compartimentação regional para ambas as áreas de estudos são interpretados visualmente sobre imagens de radar SRTM, ano de 2000, adquiridas pela EMBRAPA. Para o Rio Grande do Sul foram usadas as seguintes imagens para compor o mosaico: SH-21-V-D; SH-21-X-C; SH-21-X-D; SH-21-Y-D-; SH-21-Z-A; SH-21-Z-B; SH-21-Z-C; SH-21-Z-D; para compor o mosaico de Goiás foram utilizadas as

seguintes imagens: SE-22-V-C-; SE-22-V-D; SE-22-X-C; SE-22-Y-A; SE-22-Y-B; SE-22-Z-A; SE-22-Y-D; SE-22-Z-C.

## RESULTADOS

A seguir serão expostas as análises dos resultados seguindo a seguinte lógica: primeiramente se resgata a descrição regional para as duas áreas de estudo com vista nos parâmetros indicados nos procedimentos. Na sequencia analisa-se o compartimento específico no qual encontram-se os areais e processo de arenização, tendo em vista apontar quais dos fatores são condicionantes para o processo em questão.

### Compartimentação Regional para o sudoeste do Rio Grande do Sul

A unidade morfoestrutural que caracteriza as áreas com ocorrências de areias e processos de arenização compreende a bacia do Paraná: “uma bacia intracratônica desenvolvida inteiramente sobre uma crosta continental, que foi preenchida com rochas sedimentares e vulcânicas,

cujas idades variam desde o Ordoviciano até o Quaternário. A evolução tectônico-sedimentar desta bacia foi fortemente controlada pelas direções estruturais inerentes ao seu embasamento que é constituído por uma grande quantidade de zonas de fraqueza que se cruzam, dividindo esse embasamento em blocos de falhas. As zonas de fraqueza atuam como os principais agentes de dissipação de tensões intraplaca permitindo movimentos recorrentes desses blocos ao longo dessas zonas” ZALÁN, 1991 apud FRASCA, 1996:6 apud ANDRADES FILHO *et al.* (2012: 250).

Esta bacia constitui o substrato da área com ocorrência de areais/arenização. A área de ocorrência do processo de arenização está regionalmente situada no SW do Estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente, entre as latitudes 29° 00' S e 31° 00' S e as longitudes 54° 30' W e 58° 45' W. Seu limite ao norte é constituído pelo rio Ibicuí, ao sul pelo rio Quaraí, a leste, pelo meridiano 54° 30' W, e oeste pela calha do rio Uruguai, na fronteira com a Argentina (Fig. 3). Esta região é caracterizada principalmente pela cobertura vegetal de campo, típico do bioma Pampa.

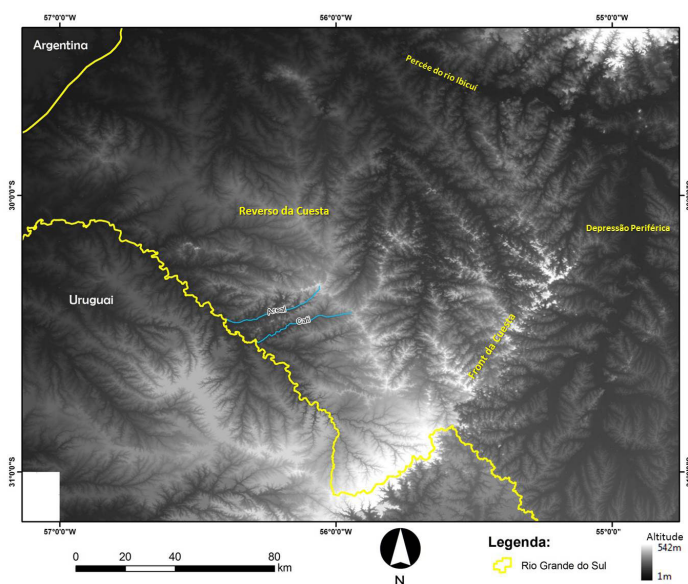


Fig. 3. Compartimentação geomorfológica da Cuesta do Haedo

Fig. 3. Geomorphological distribution in Cuesta Haedo

Em relação à compartimentação geomorfológica, o espaço de ocorrência dos areais nos arroios Cati e Areal, ora em estudo, localiza-se no reverso da Cuesta do Haedo, esta identificação está baseada na classificação geomorfológica de MÜLLER (1970), que individualiza no Rio Grande do Sul, cinco unidades Geomorfológicas: o Escudo, a Depressão Periférica, o Planalto Basáltico, a Cuesta do Haedo e a Planície Litorânea; tal opção deriva da intenção de individualizar a Cuesta do Haedo como unidade geomorfológica SUERTEGARAY (1987). Este conjunto regional está delimitado ao norte pelo rio Ibicuí e ao sul já em território uruguaio, pelo rio Negro. Estruturalmente, caracteriza-se por constituir um relevo homoclinal dissimétrico com *front* voltado para leste e cujo reverso suave cai em direção ao Uruguai SUERTEGARAY (1987). O relevo de cuesta, no conjunto geomorfológico do Rio Grande do Sul baseia-se nas diferenças altimétricas estruturais e de drenagem, embora haja similitude litológica entre esta unidade e o Planalto Basáltico. As referidas diferenças permitem detectar uma configuração regional de relevo individualizado para o Sudoeste do Estado (SUERTEGARAY 1987).

Este relevo de Cuesta apresenta uma altimetria regional que varia entre 200 m a 300 m em seu front ao leste, declinando, progressivamente, ao longo de seu reverso em direção oeste até atingir, nas proximidades de calha do rio Quaraí, altitudes entre 100 m-130 m. Sua extensão em sentido norte-sul atinge cerca de 350 Km. As formações geológicas que caracterizam a constituição da Cuesta do Haedo são a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral. De maneira ampla a Formação Serra Geral (basaltos) capeia o reverso da Cuesta, entretanto, é possível visualizar em algumas áreas de menor extensão nesse reverso, a presença da formação Botucatu (arenito) em superfície, neste caso, recoberta por sedimentos arenosos inconsolidados.

Sobre esta formação Mesozóica assentam-se depósitos arenosos não consolidados, originários de deposição hídrica e eólica durante o Pleistoceno e Holoceno, denominados de unidade A (fluvial) e B (eólica). São sobre esses depósitos que se originam os areais, mais particularmente os depósitos da unidade B, com teores mínimos de argila e matéria orgânica (SUERTEGARAY 2012).

Em relação à compartimentação regional, merece destacar as características do clima que apresentam segundo ROSSATO (2012), características diferenciadas em relação a outras áreas do estado. Mais especificamente o clima que caracteriza a área de ocorrência dos areais, foi classificado pelo autor como clima subtropical Ib - Pouco Úmido com Inverno Frio e Verão Quente: “Área com maior influência dos sistemas polares e com maior participação dos sistemas tropicais continentais em associação com o efeito da continentalidade e do relevo (Cuesta do Haedo). Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. Chove entre 1400-1700 mm ao ano, porém de forma concentrada em 70-90 dias de chuva. Esta chuva concentra-se em poucos dias ao mês – entre 6 e 9 – e nos meses de outono e primavera. A temperatura média anual varia entre 20-23°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11-14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-29°C” (ROSSATO 2012: 397).

### **Compartimentação da área com ocorrência do processo de arenização: Quaraí**

O reverso da Cuesta se caracteriza em seu conjunto por feições em forma de colinas, denominada localmente de coxilhas recobertas com vegetação de campo, tendo a presença da mata galeria ao longo dos cursos d'água e presença de mata em áreas escarpadas de relevos mais elevados.

Mais especificamente na área de ocorrência de areais, (Fig. 4), podem ser identificados os seguintes compartimentos: *morros*, identificados pela sua altimetria como constituintes (testemunhos topográficos) da Superfície de aplainamento da Campanha. Estes estão sustentados basicamente pelo arenito da Formação Botucatu, podendo apresentar em seus topos alguns resquícios da Formação Serra Geral (basalto). Apresentam topo relativamente plano e altimetrias que variam entre 150 m e 220 m. As escarpas desses morros, estas são constituídas de arenitos da Formação Botucatu (eólica). As rampas que constituem o compartimento mais rebaixado em relação aos morros constituem

superfície de conexão entre o compartimento de escarpas e as várzeas. Apresenta, esse compartimento baixa declividade entre 3° a 6° e cotas altimétricas entre 130 m e 160 m. A constituição dessas rampas é de formação arenosa, portanto, inconsolidado, por vezes estando sujeitas a processos fluviais na forma de canais do tipo ravinas ou voçorocas. As colinas são formas mamelonares caracterizadas por depósitos arenosos, nestas pode ocorrer, 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.



**Fig. 4. Areal em Quaraí.**

**Fig. 4. Quaraí sands.**

No caso específico da presença de areais e processos de arenização pode se identificar dois compartimentos, como os de ocorrência destas feições e processos são as rampas e as colinas. Colinas e rampas, conforme já referido, se constituem de formações recentes, ou seja, depósitos arenosos inconsolidados. Estas formações são denominadas pelos estudiosos dos solos de Neossolos Quartzarênicos Órticos. Na área

em estudo segundo SCOPEL *et al.* (2012: 520) estes solos apresentam as seguintes características: “Os solos estudados possuem baixa capacidade de água disponível, baixa CTC, baixos teores de MOS, são ácidos e, muitas vezes, álicos, dispõem de baixos teores de nutrientes necessários para as plantas, são excessivamente drenados, com altas taxas de infiltração de água no solo e valores elevados de condutividade

hidráulica saturada, facilitando a lixiviação dos nutrientes, adicionados pela adubação e oferecem dificuldades para mecanização, devido à consistência muito solta e facilidades para o processo erosivo, pelos mesmos motivos. Em algumas áreas constata-se a presença de um teor maior de areia fina e muito fina, observando-se a formação de crosta superficial, reduzindo, com isso, as taxas de infiltração de água no solo. Em síntese e sob o ponto de vista agrícola, são solos inaptos para culturas anuais e mecanizadas, considerando-se os investimentos necessários para obtenção de produtividades economicamente compatíveis.”

Pode-se então, considerando os constituintes naturais de cada compartimento, identificar os compartimentos que se constituem como superfícies de dissecação, morros, escarpas de morros, rampas e colinas. E os compartimentos identificados como superfícies de acumulação: as várzeas. Os processos de dissecação caracterizados como processo de arenização está presente nos compartimentos rampas e colinas. “A formação de areais em rampas e 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 relevo 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 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 consequente 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 FUGIMOTO *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) torna-se suscetível a erosão e ao colapso da superfície pelo componente hídrico subsuperficial, OLIVEIRA & SUERTEGARAY (2014: 224).

### **Compartimentação Regional para o sudoeste de Goiás**

Regionalmente o sudoeste de Goiás se integra ao domínio de natureza denominado por AB’SABER (2003) como Cerrado, composto por formações arbóreas baixas e de troncos moderadamente finos e esguios, podendo apresentar enclaves de campos tropicais. Estes conjuntos arbóreos deixam a mostra os solos pobres que lhe servem como suporte ecológico.

Em sua caracterização climática, NIEMER *apud* SCOPE *et al.* (2010: 5) aponta que para o sudoeste goiano “a distribuição e o volume das precipitações caracterizam um regime tipicamente tropical subquente e úmido, com invernos secos e verões chuvosos”. As médias de precipitação anual entre os anos de 1978 e 2003 indicam uma variação de 1580 mm e 1680 mm de chuvas para os setores do sudoeste de Goiás onde há presença de areais. Em sua dinâmica anual nota-se a concentração de chuvas na região para os meses de outubro a março, enquanto um período seco se faz presente entre os meses de abril e setembro. Segundo SOUZA *et al.* (2012: 574) “80% das chuvas concentra-se no período chuvoso e o balanço hídrico é negativo nos meses secos”. Arelado à má distribuição da precipitação durante a época de chuvas, ocorrem períodos de estiagem e calor intenso, entendidos como veranicos, que “associado às características dos Neossolos



Quartzarênicos resultam em deficiência de água disponível para as plantas” (SCOPEL *et al.* 2010: 7). Devido a esta dificuldade de estabelecimento da vegetação sobre os Neossolos Quartzarênicos Órticos e manchas arenosas há a propensão da mobilização das camadas superficiais de solo por erosão hídrica e eólica, contribuindo para manutenção ou evolução dos areais.

Desde uma perspectiva regional, o sudoeste goiano pode ser compartimentado em cinco unidades distintas, inseridas na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta divisão foi realizada principalmente pela compartimentação topográfica da área e encontra-se descrita no texto “o Processo de Arenização no sudoeste de Goiás”, SOUZA *et al.* (2010). As unidades estão indicadas na imagem de radar da figura 5, exposta a seguir.

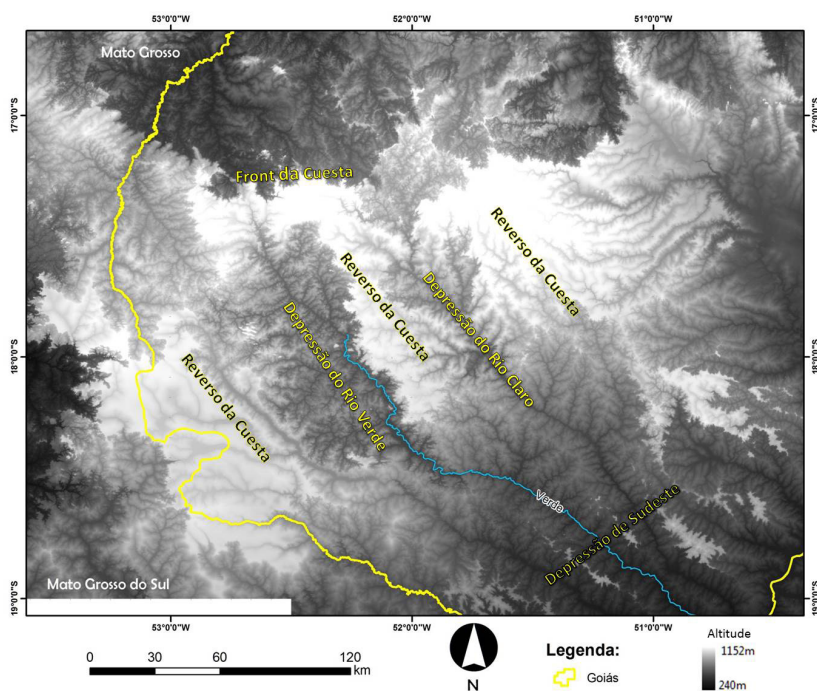


Fig. 5. Compartimentação da Cuesta do Caiapó.

Fig. 5. Geomorphological distribution in Cuesta Caiapó.

A primeira unidade individualizada é a Depressão Periférica correspondente à secção mais elevada do Planalto dos Guimarães, possuindo seu limite sul no *front* da cuesta do Caiapó - Este, divisor das bacias hidrográficas do Araguaia e Parnaíba. É um relevo bastante dissecado com formas onduladas à suavemente onduladas de topos convexos. Este compartimento evolui “sobre os arenitos permocarboníferos da

Formação Aquidauana, sobre os quais aparecem Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Cambissolos Álicos e Neossolos Litólicos Distróficos”, SOUZA *et al.* (2010: 566).

O segundo compartimento ocupa a área do reverso da Cuesta do Caiapó, integrante das formas tabulares do Planalto Setentrional da bacia do Paraná e regionalmente

conhecido como Chapadões de Goiás. O reverso da cuesta é então composta por três chapadões com depressões embutidas em cotas altimétricas mais reduzidas, que são categorizadas como três outras unidades.

Estes Chapadões, de formas planas a suavemente onduladas com escarpas dissecadas, se situam em altitudes entre 650 m e 1000 m e tem sua origem relacionada a feições residuais de superfície de aplainamento terciária, SOUSA & LOPES (2006).

MAMEDE *et al.* apud SOUZA (2006: 2) admite que o Planalto Setentrional da Bacia do Paraná foi submetido a pelo menos três fases erosivas marcantes. A mais antiga é representada pelo Pediplano Terciário Inferior, que truncou e expôs as litologias pós-paleozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná na área. A intermediária é constituída pelo Pediplano Pliopleistocênico, que nivelou o compartimento elevado do planalto e diminuiu a espessura da cobertura terciária. E a fase mais recente, elaborada pelo Pediplano Neopleistocênico, o qual, além de esculpir um compartimento rebaixado no planalto, retocou as superfícies erosivas anteriores.

Observa-se assim a litologia capeada por sedimentos terciários com origem na erosão da Formação Cachoeirinha e por coberturas arenosas indiferenciadas, onde a classe de solo predominante é o Latossolo Vermelho.

Com cotas altimétricas entre 350 m e 650 m ocorrem três áreas rebaixadas embutidas nos chapadões denominadas por SOUSA & LOPES (2006) como depressões. Estas depressões “apresentam formas convexizadas, dissecadas pelos processos denudacionais associados aos rios Claro e Verde. Embora em menor grau de ocorrência também podem ser observadas formas tabulares”, SOUZA *et al.* (2010: 567). Estas altitudes estão relacionadas às fases de aplainamento posteriores à terciária, responsável pela esculpura das altitudes presentes nos chapadões.

Do exposto acima se sabe que existem três compartimentos denominados de depressões embutidas no reverso da cuesta do Caiapó, a saber: Depressão do Rio Claro, Depressão do Rio Verde e Depressão do Sudeste.

Na depressão do rio Claro há a predominância, genericamente, de basaltos da formação Serra Geral com classes de Latossolos Vermelhos Álicos e Distróficos, existindo algumas áreas florestais de cerrado. Na depressão do rio Verde a litologia indicada são arenitos mesozoicos da Formação Botucatu e os solos associados são os Neossolos Quartzarênicos Órticos ou ainda argissolos. A vegetação deste compartimento é do tipo savânica e campestre. Estas duas depressões acabam por coalescer a sudeste, formando as áreas de menor altitude da região na depressão do sudeste. Neste compartimento “aparecem os arenitos cretáceos do Grupo Bauru, sobre os quais desenvolveram-se Latossolos e Argissolos e, subordinadamente, solos mais friáveis como os Neossolos Quartzarênicos, sob vegetação de cerrado”, SOUZA *et al.* (2010: 567).

### **Compartimentação da área com ocorrência do processo de arenização: Serranópolis**

Dentre os compartimentos expostos acima a ocorrência de manchas arenosas é expressiva somente na unidade Depressão do Rio Verde (Fig. 6). Neste compartimento rebaixado e embutido no reverso da cuesta “ciclos de erosão pós-terciários promoveram a retirada dos sedimentos Terciários (Formação Cachoeirinha) e Cretáceos (Formação Serra Geral e Adamantina), fazendo aflorar a Formação Botucatu” (SOUSA & LOPES 2006:3). Esta última formação apresenta-se muito friável e pouco encoberta por formações Cenozóicas, onde ocorre a presença expressiva de Neossolos Quartzarênicos.



**Fig. 6. Areal em Serranópolis.**  
**Fig. 6. Serranópolis sands.**

A morfogênese da área é vista “especialmente nas laterais de escarpas que recuam à montante de afluentes do rio Verde, erodindo os relevos aplanados dos chapadões, recebendo e transportando os sedimentos providos destes” (SOUZA *et al.* 2010: 568). Expressas através da análise da sub-bacia Ribeirão Sujo, o compartimento da Depressão do Rio Verde pode ser sub compartimentada da seguinte forma:

A superfície de erosão/aplainamento é o sub-compartimento com as altitudes mais elevadas da Depressão do rio Verde, “resultado de pediplanação Terciária em extremas condições de aridez, constatado na bacia como residual de pediplano degradado” (SOUSA & LOPES 2006: 5). Se traduz em uma superfície tabular com caimento plano com cotas altimétricas acima dos 700 m e baixas declividades, sendo seu topo capeado por Latossolo Vermelho. Suas escarpas possuem comprimento aproximado à 100m e declividades superiores a 20%, esculpidas em arenitos diversos. “Abaixo das escarpas existem, em muitos pontos, taludes que formam áreas côncavas. Em outros pontos não se observa esta forma concavizada, a linha de escarpa formando ângulos retos com o sopé” (SOUSA & LOPES, 2006: 9).

Aí se observa a ocorrência de Neossolos Litólicos e os Argissolos.

A superfície de dissecação fluvial “compreende as vertentes que intermedeiam a linha de escarpas que delimitam a superfície de aplanamento e o vale, e estão submetidas aos processos de dissecação ou trabalho pelos processos erosivos, especialmente pelos cursos d’água que compõem a bacia” (SOUSA & LOPES 2006: 5).

A porção sul da bacia do Ribeirão Sujo apresenta morros testemunhos com baixas declividades e vertentes retilíneas, sendo “sucessão de residuais tabuliformes com cotas entre 650 e 750 metros, altitudes estas inferiores àquelas observadas no modelado de aplanamento. Tais formas são compreendidas como remanescentes erosivos desta superfície e que testemunham a existência, no passado, da sua continuidade no que hoje integra a superfície dissecada” (SOUSA & LOPES 2006: 9).

A margem do Ribeirão Sujo possui médias de declividade entre 6° a 9° e comprimento de rampa elevado, resultando em vasta área plana com caimento para o vale e Neossolos

Quartzarênicos Órticos associados. De acordo com SOUZA *et al.* (2010: 575) “as diversas observações de campo indicam que os areais concentram-se em rampas, em geral longas, da ordem de 2 km em média, com formas variadas ao longo do seu segmento.” Já em sua margem esquerda (considerando a direção do rio da nascente para a foz), as vertentes são genericamente convexas, levando a formas suavemente convexizadas a convexas, e associados aos Neossolos Quartzarênicos aparecem Argissolos.

Ainda no modelado de dissecação observam-se cabeceiras de drenagem que por vezes formam grandes anfiteatros, de formas côncavas e embaciadas. “As cabeceiras em anfiteatro constituem ambientes onde predomina a atividade erosiva sendo, portanto, áreas suscetíveis ao desencadeamento de processos de erosão linear acelerada” (SOUSA & LOPES 2006: 10).

Quanto à distribuição dos areais no compartimento percebe-se que “Quando os areais aparecem em segmentos côncavos, embaciados, nos quais o percentual de areia fina na sua composição é maior que o normal, indicando que parte da areia é resultante de transporte, considera-se que a deposição de areia seja o fator principal de sua morfogênese. Entretanto, os areais predominam em vertentes convexas, ocupando várias posições, inclusive os topos, o que sugere que os areais resultam, principalmente, da evolução in situ das manchas iniciais de solo exposto” (SOUZA *et al.* 2010: 57).

Como visto, a ocorrência de areais no SW de Goiás está intimamente relacionada aos Neossolos Quartzarênicos Órticos. Dentre “Os fatores inerentes aos RQo, que condicionam a formação dos areais, são: alto percentual de areia, em geral, maior do que 90%, muito profundos, com altas taxas de infiltração e de movimentação de água em subsuperfície, assim como de lixiviação; pouca capacidade de retenção de água e, portanto, alta probabilidade de deficiência

hídrica durante o ciclo das culturas; baixa fertilidade natural; esgotamento muito rápido dos nutrientes minerais com o uso agrícola; alta suscetibilidade à erosão e estrutura fraca, predominantemente em grãos simples. Em geral são muito profundos, soltos e/ou muito friáveis e excessivamente drenados. Observa-se que os RQo, com mais areia fina e/ou silte, apresentam uma coesão/adesão maior entre as partículas e, portanto, uma consistência ligeiramente dura ou dura, quando secos. Neste caso a suscetibilidade à formação de areais é menor” (SOUZA *et al.*, 2010: 576).

A superfície de acumulação correspondente à planície aluvial no baixo curso do Ribeirão Sujo, com vale largo e raso, “é uma superfície plana, que se alarga para jusante, ocupando altitudes sempre inferiores a 600 m” (SOUSA & LOPES 2006: 10). Sua gênese é resultado da acumulação de sedimentos aluviais quaternários e os solos presentes no compartimento são os Gleissolos e os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos.

## DISCUSSÃO: UM COMPARATIVO ENTRE AS ÁREAS

Após a caracterização das duas áreas com ocorrência de areais é possível estabelecer, considerando os fatores analisados, elementos de semelhança e de diferença na dinâmica associada aos processos de arenização.

Assim, buscando agrupar esses fatores e suas características visando uma comparação, têm-se como distinções entre as duas áreas estudadas: as condições de clima Subtropical e Tropical. Para a área de ocorrência de areais e arenização ao sudoeste do Rio Grande do Sul o clima é definido como subtropical com chuvas 1400-1700 mm ao ano, porém de forma concentrada em 70-90 dias de chuva ocorrendo em poucos dias ao mês – entre 6 e 9 – e nos meses de outono e primavera. Já para a região sudoeste de Goiás o clima se

caracteriza pela presença de duas estações, tipicamente tropical subquente e úmido, com invernos secos e verões chuvosos. As médias de precipitação anual, entre os anos de 1978 e 2003, indicam uma variação de 1580 mm e 1680 mm de chuvas para os setores do sudoeste de Goiás. Comparando os dados verifica-se que embora a distinção do padrão climático o volume da água precipitada em um ano é semelhante, o que difere é a variabilidade. Essas duas estações resultam em dinâmicas diferenciadas no que se refere à reprodução vegetal, assim outra distinção é a cobertura predominantemente de campo no sudoeste do Rio Grande do Sul e a presença do Cerrado no sudoeste de Goiás. O processo de arenização se desenvolve em dois biomas diferentes, ocupando a porções onde existem formações de campo, como no caso do sudoeste do Rio Grande do Sul, ou por decorrência da retirada do cerrado para cultivos agrícolas.

Uma outra distinção pode ser associada ao uso da terra, no sudoeste do Rio Grande do Sul, domínio do Pampa, a atividade econômica, historicamente instituída, é a criação de gado/pecuária de corte, e na atualidade, passa por transformações de uso, vinculadas a expansão da lavoura comercial de arroz e soja, além da silvicultura. Já no Sudoeste de Goiás, historicamente pastoril, mais recentemente teve significativa transformação no uso da terra pela expansão da lavoura de cana de açúcar e soja. O pisoteio do gado e o uso de maquinaria pesada na atividade agrícola pode vir a originar sulcos, desencadeando condições de escoamento concentrado pela compactação do solo e criação de trilhas pela locomoção do gado. O monocultivo arbóreo, principalmente o Pinus e o Eucalipto, também pode gerar condições de escoamento concentrado devido à geometria do seu plantio. Por sua vez estes sulcos poderão desenvolver-se em ravinas e voçorocas, processos que estão associados à origem dos areais e poderão levar ao surgimento de novas manchas.

Assim, muito embora se reconheça que os areais do sudoeste do Rio Grande do Sul tenham origem natural evidenciada ao estudar algumas dessas áreas, estes também podem ter origem decorrente do uso da terra pelas lavouras comerciais, em particular a soja. Entretanto, na área em estudo no município de Quaraí a agricultura comercial, nas porções com presença de processos de arenização nunca ocorreu. Já no sudoeste de Goiás, as evidências indicadas pelos estudiosos da área são de que a origem desses areais está associada à expansão da lavoura comercial, em especial a cana de açúcar.

Embora essas diferenças, as duas áreas apresentam similitudes, a saber:

A situação das áreas em relação à morfoestrutura ou embasamento geológico. As duas estão localizadas na Bacia Geológica do Paraná, em áreas de relevos embutidos a partir de superfícies de aplainamento Terciário. Há uma relação que se estabelece entre o aparecimento e desenvolvimento de areais e a litologia associada. Como visto anteriormente o areal não se desenvolve diretamente sob o substrato geológico, mas sim sobre depósitos arenosos sobrepostos a ele. Estes depósitos arenosos são oriundos da meteorização da formação arenítica Botucatu para ambas as regiões, que resultam em estruturas superficiais de areias quartzosas com variados teores de argila. Devido ao alto percentual de areias e baixo percentual de siltes e argilas, o depósito sedimentar se torna friável e inconsolidado, e quando desvegetado, suscetível ao processo de arenização.

As feições associadas à arenização, quais sejam areais, processos lineares do tipo ravinas e voçorocas, da mesma forma, localizam-se nas duas áreas em análise, em relevos do tipo colinas e rampas de contato com morros testemunhos.

No que se refere à posição desses processos de arenização, eles estão presentes tanto para sudoeste de Goiás, como para o sudoeste do

Rio Grande do Sul, em vertentes côncavas e de maneira geral associam-se a cabeceiras fluviais e em vertentes convexas (áreas de uso agrícola).

A presença de processos lineares em cabeceiras fluviais do tipo ravinamento e / ou voçorocamento presentes nas duas áreas são indicativos, tomando como referência estudos para o sudoeste do Rio Grande do Sul (GUASSELLI *et al.* 2009) aos processos de entalhamento de drenagem. Estes estudos apontam que para os areais formados em rampas de morros testemunhos se observam dois padrões majoritários para seu estabelecimento, ambos relacionados a vertentes retilíneas. O primeiro aponta para forma planar-retilínea e/ou divergente-retilínea quando formados a partir da média vertente. O fato se associa ao início dos processos erosivos de sulcagem, presentes neste setor da encosta. O segundo padrão indica forma convergente-retilínea para areais formados em encostas de morros testemunhos a jusante do ravinamento. A convergência do setor da encosta leva a concentrar o escoamento superficial, depositando a jusante de ravinas sedimentos arenosos em forma de leque.

Para os areais originados nas colinas côncavo/convexas também são apontados dois padrões para seu estabelecimento. Para areais formados em colinas instalados na média vertente o padrão de forma observado é convergente-côncava e/ou convergente-retilínea. O padrão convergente leva a uma concentração do escoamento superficial, levando ao entalhamento de sulcos que se relacionam com a origem dos areais. Estes sulcos podem se expandir através de erosão lateral e regressiva e avançar pelo interior das cabeceiras de drenagem em anfiteatro, levando ao segundo padrão de vertente para colinas. Este é caracterizado por forma divergente-convexa, e se relaciona aos areais de topo de colinas.

Está é uma possibilidade a ser investigada para a região do sudoeste de Goiás. A

presença de arenização em vertentes convexas é associada ao uso do solo pela atividade agrícola para a região sudoeste de Goiás. No caso do sudoeste do Rio Grande do Sul, Município de Quaraí, os areais se dispõem em rampas, associados a cabeceiras de drenagem à montante e sua origem é natural (SUERTEGARAY 1887).

As áreas de rampa e colinas, por sua vez apresentam similitudes nas duas áreas, ocorrem em vertentes com declividade semelhantes, entre 3° e 6° de declividade no sudoeste do Rio Grande Sul, sendo que na área a sudoeste de Goiás estas correspondem a declividades de 6° a 9°. Essas feições, são constituídas por um substrato arenoso reconhecidos para área de Quaraí (sudoeste do Rio Grande do Sul) como unidades A e B deposicionais fluviais e eólicas, respectivamente (SUERTEGARAY 1987). Para o sudoeste de Goiás os depósitos são muito friáveis e, sendo nestes que ocorre a presença expressiva de Neossolos Quartzarênicos Órticos. Estes processos deposicionais na região do sudoeste do RS, em especial Quaraí, são identificados como depósitos pleistocênicos e holocênicos (SUERTEGARAY 1987). No caso do sudoeste de Goiás a hipótese assumida para uma possível continuidade da pesquisa é que os solos Quartzarênicos Órticos desenvolvem-se sobre deposições sedimentares recentes.

Estudos mais atuais, a partir da análise de caracterização dos solos de SCOPEL *et al.* (2012) indicam que em áreas de ocorrência de areais os solos são os Neossolos Quartzarênicos Órticos, ou seja, são solos que se caracterizam pela presença de areia em 95%, portanto, altamente friáveis e sujeitos a processo de erosão e transporte. Constata-se que a coesão entre as partículas é fraca ou ainda inexistente, devido à ausência de agregados estruturais e baixo teor de matéria orgânica. Ainda “devido ao elevado teor de areia apresentam baixa fertilidade química e atingem rapidamente situações de deficiência hídrica, o que

limita o desenvolvimento das plantas e a produção de cobertura vegetal (STRECK *et al.* 2008: 100).

Devido a estas condições de deficiência hídrica, propiciada pela alta capacidade de infiltração, a erosão laminar não é característica desses solos. “Experimentos feitos na área por CABRAL & MACIEL FILHO (1991) demonstraram que de 100% da chuva precipitada em um dia 97% infiltra sob solo com cobertura de campo” (SUERTEGARAY 2012:155). Sendo assim, os processos erosivos mais característicos nestes solos são os de sulcagem, que acabam por originar ravinas e voçorocas. A erosão eólica também pode ser observada, mas esta só ocorre de forma significativa quando o solo já se encontra desvegetado e, conseqüentemente, exposto.

## CONCLUSÕES

A análise comparativa entre as duas áreas com presença de areais e processos de arenização apresentam muito embora suas diferenças de clima, cobertura vegetal e de uso da terra, semelhanças que dizem respeito desde sua localização em unidade geológica comum e formações geológicas comuns até escalas de maior detalhe como as especificidades das formações superficiais e a constituição dos solos. Destacando-se neste conjunto de aproximações uma dinâmica morfoescultural que se associa a processos de erosão linear do tipo sulcos, ravinas e voçorocas.

Como síntese interpretativa, se aponta para ambas as áreas substrato arenítico de idade mesozoica e a ocorrência de Neossolos Quartzarênicos Órticos. Os areais se localizam nas porções do relevo correspondentes a médias vertentes de rampas e colinas, além de serem encontrados nos topos destas últimas. A declividade constatada se insere nas faixas de 3° a 6° para o compartimento de Quaraí e de 6° a 9° para o compartimento em Serranópolis.

Embora as áreas se situem em biomas diferentes, cerrado e pampa, o volume de água precipitada em um ano se assemelha, com registro em torno de 1600 mm. Destaca-se neste conjunto de aproximações uma dinâmica morfoescultural que se associa a processos de erosão linear do tipo sulcos, ravinas e voçorocas sobre depósitos superficiais recentes e inconsolidados. Nas áreas do sudoeste do Rio Grande do Sul os processos hídricos lineares são mais intensos em períodos de chuvas torrenciais, no caso de Goiás, considerando as características climáticas tropicais, os processos hídricos são mais acentuados no início da estação chuvosa, quando a cobertura vegetal está fragilizada pelo período seco.

Estas aproximações permitem sugerir duas hipóteses para a continuidade das pesquisas, ou seja, investigar a gênese desses depósitos onde ocorrem processos de arenização, pois tudo indica que se constituem formações recentes, provavelmente quaternárias decorrentes de processos de ambientes menos úmidos que os atuais. A segunda hipótese se associa aos estudos da dinâmica erosiva provocada pela intensificação de processos de ravinamento e voçorocamento, presente nas duas áreas e já estudado para o sudoeste do Rio Grande do Sul como vinculados a entalhamento/reactivação de drenagem.

## REFERÊNCIAS

**AB’SÁBER, A.N., 2003.** Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, 4ª ed. São Paulo.

**ANDRADES FILHO, C.O., L. GUASSELLI & D.M.A. SUERTEGARAY, 2012.** Identificação de possíveis deformações tectônicas a partir de dados SRTM e sua relação com a gênese dos areais sudoeste do Rio Grande do Sul. In: Suertegaray D.M.A., L.A. Pires da Silva & G.L. Guasselli (Eds), *Arenização natureza socializada*. Compasso Lugar-Cultura / Editora Imprensa Livre, 1ed. Porto Alegre: 245-264.

- CORDEIRO, C.A. & L.C. SOARES, 1975.** A Erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geografia* Rio de Janeiro, 4 (39): 32-50.
- GUASSELLI, L. A., H. EVERS., M.G. OLIVEIRA & D.M.A. SUERTEGARAY, 2009.** Definição de padrões de formas das vertentes relacionadas com a ocorrência de areais, através de dados morfométricos, em sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí - RS. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal – RN: 3867-3874.
- OLIVEIRA, M.G & D.M.A. SUERTEGARAY, 2014.** Processos geomorfológicos na evolução da paisagem. *Revista Faculdade Santo Agostinho*, 11: 211-233.
- ROSSATO, M.S., 2012.** O clima no sudoeste do Rio Grande do Sul. In: Suertegaray D.M.A., L.A. Pires da Silva & G.L. Guasselli (Eds), *Arenização natureza socializada*. Compasso Lugar-Cultura / Editora Imprensa Livre, 1ed. Porto Alegre: 385-412.
- SCOPEL, I., M.S. SOUSA., D.M. PEXINHO & Z. MARIANO, 2010.** Aspectos climáticos e os areais do sudoeste de Goiás (BR). In: VI Seminário Latino-americano de Geografia Física e Seminário Ibero-americano de Geografia Física, Coimbra. Portugal.
- SOUZA SILVA, I.A., 2013.** Condicionantes geoambientais e a dinâmica da ocupação do solo de Gilbués-Piauí: influência no processo de desertificação/arenização. Dissertação de mestrado. Instituto de Estudos Socioambientais Universidade Federal de Goiás, Goiás. Inédito.
- SOUZA, M.S., I. SCOPEL., D.M. PEXINHO & A.P. MARTINS, 2012.** O processo de arenização no sudoeste de Goiás. In: Suertegaray D.M.A., L.A. Pires da Silva & G.L. Guasselli. (Eds), *Arenização natureza socializada*. Compasso Lugar-Cultura / Editora Imprensa Livre, 1ed. Porto Alegre: 563-597.
- SOUZA, M.S. & L.M. LOPES, 2006.** Geomorfologia da bacia do Ribeirão Sujo, município de Serranópolis/GO. In: Conferência Regional de Geomorfologia e Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia. *Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas*. Goiânia: 1-11.
- STRECK, E.V., N. KÄMPF., R.S.D. DALMOLIN., E. KLAMT., P.C. NASCIMENTO & P. SCHNEIDER, 2008.** Solos do Rio Grande do Sul. *EMATER /RS*, 2. Ed. Porto Alegre.
- SUERTEGARAY, D.M.A., 1987.** A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quarairi-RS. Tese Doutorado em Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Inédito.
- SUERTEGARAY, D.M.A., L.A. GUASSELLI & L.A. PIRES DA SILVA, 2012.** *Arenização natureza socializada*. Compasso lugar cultura e Imprensa Livre, Porto Alegre.