

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA PLANÍCIE LAGUNAR SOB INFLUÊNCIA DO CANAL SÃO GONÇALO – RIO GRANDE DO SUL – BRASIL

Adriano Luís Heck SIMON¹ & Pâmela Freitas da SILVA²

(1) Doutor em Geografia. Professor Adjunto do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Endereço: Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física (LEAGEF). Rua Alberto Rosa, n. 154, sala 105, CEP: 96010-770. Tel: (+55 53) 32845500 ramal 212. Endereço eletrônico: adriano.simon@ufpel.edu.br.

(2) Mestranda no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas. Bolsista CAPES. Endereço eletrônico: pamelafreitas40@yahoo.com.br.

Introdução

Caracterização da Área

Procedimentos Metodológicos

Análise dos Resultados

Caracterização Geomorfológica da Área em Estudo

Formas de origem denudativa

Ação das Águas Correntes e Formas de Origem Flúvio-lacustre

Paleoformas

Modelado antrópico e alterações na topografia

Alterações Geomorfológicas na Planície Lagunar Gaúcha sob Influência do Canal São Gonçalo

Setor 1: Intervenções decorrentes da expansão urbana de Pelotas

Setor 2: Paleo-enseada da Lagoa do Fragata

Setor 3: Intervenções morfohidrográficas em sistemas de terraços flúvio-lacustres

Setor 4: Intervenções morfohidrográficas em sistemas de diques marginais e planícies flúvio-lacustres

Setor 5: Desembocadura da Lagoa Mirim no Canal São Gonçalo

Considerações Finais

Agradecimentos

Referências

RESUMO - Ambientes lagunares costeiros apresentam significativa fragilidade ambiental devido aos recentes processos de formação geológico-geomorfológicos e às diferentes formas de exploração dos recursos naturais. Ainda são escassos os estudos para avaliar as características destes ambientes e as transformações decorrentes do processo de ocupação. A caracterização geomorfológica e a análise das alterações na morfohidrografia são fundamentais para o planejamento da ocupação destes ambientes, pois as formas do relevo são o palco da ação do homem na natureza. A presente pesquisa buscou identificar e analisar as características e as alterações geomorfológicas da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram elaborados mapas geomorfológicos dos cenários de 1953 (morfologia pouco alterada – próxima à original) e 2010 (onde é possível verificar o conjunto de morfologias antropogênicas). Os resultados obtidos evidenciam significativas alterações na morfohidrografia, decorrentes da expansão urbana e de práticas agrícolas vinculadas às lavouras de arroz irrigado.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico. Ambientes Lagunares. Geomorfologia Antropogênica.

ABSTRACT - Coastal lacustrine environments present significant environmental fragility due to the recent processes of geological-geomorphological formation and to the different forms of natural resources exploration. There are still few studies to evaluate the characteristics of such environments and the changes resulting of this occupation process. Geomorphological characterization and the analysis of the changes over the morphohydrography are fundamental for the planning of occupation of such environments, as landforms are the scenario for the man's action on nature. This study aimed to identify and analyze the characteristics and the geomorphological changes of the Lacustrine Plain under influence of São Gonçalo Channel, Rio Grande do Sul state, Brazil. Geomorphological maps were elaborated of the scenarios from 1953 (morphology similar to the original) and 2010 (where it is possible to notice a group of anthropogenic morphologies). The results obtained highlight significant changes in the morphohydrography of this lacustrine environment, resulting from the urban expansion and agricultural practices (irrigated rice plantations).

Key words: Geomorphological mapping. Lacustrine environments. Anthropogenic geomorphology.

INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros apresentam significativo grau de fragilidade em função da interação entre os elementos continentais e litorâneos na organização de paisagens complexas (OLIVEIRA, 2009). No estado do Rio Grande do Sul (Brasil), as características físico-ambientais da região costeira foram determinadas por eventos de transgressão e

regressão marinha ocorridos no Pleistoceno e Holoceno, que originaram uma ampla zona de sedimentação, composta por cordões arenosos que individualizaram grandes formações lacustres da linha de costa marítima, com destaque para a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim, cuja ligação se dá pelo Canal São Gonçalo (DELANEY, 1965; TOMAZELLI &

VILLWOCK, 2000; TOMAZELLI et al. 2009). Historicamente, os ambientes costeiros foram as primeiras áreas de ocupação no Brasil e apresentam, nos dias atuais, elevados índices de urbanização (OLIVEIRA, 2009). No Rio Grande do Sul, no entanto, as características geomorfológicas da Planície Marinha – retilinidade da linha de costa, com ausência de enseadas e baías delimitadas por penínsulas rochosas ou pontais – determinaram uma ocupação espacial rarefeita, sobretudo nos litorais central e sul.

A organização dos sistemas agrícolas e urbano-industriais foi mais expressiva nos terrenos situados em área de abrangência da Planície Lagunar, onde as características morfopedológicas (superfícies planas com solos mal e parcialmente drenados) propiciaram o desenvolvimento de atividades agrícolas voltadas ao cultivo do arroz irrigado e à expansão de estruturas urbanas de pequeno e médio porte. Tal conjuntura contribuiu decisivamente para a estruturação de

organizações espaciais que vêm ocupando áreas de banhado, pântanos, margens de arroios, lagoas e lagunas e faixas de dunas, desencadeando alterações na morfodinâmica local, as quais precisam ser compreendidas sob a perspectiva do conhecimento geográfico e geomorfológico a fim de reconhecer as alterações ocorridas sobre as formas do relevo e da rede hidrográfica, visando o planejamento e gestão ambiental da área.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar as características geomorfológicas da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo, estado do Rio Grande do Sul (Brasil), a partir da representação cartográfica das feições do relevo e da rede de drenagem em dois cenários (1953 e 2010), a fim de compreender as particularidades do sistema geomorfológico em questão e avaliar as consequências do processo de ocupação do espaço sobre a morfodinâmica da área.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo compreende uma área de 790,91 Km² e abrange parte dos municípios de Pelotas, Rio Grande, Capão do Leão e Arroio Grande (Figura 1). As principais vias de acesso são a rodovia BR 116 que liga a capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, à Pelotas e as rodovias BR's 471 e 392 que conectam os municípios do extremo sul do estado com Pelotas e Rio Grande (Figura 1).

De acordo com o RADAMBRASIL (1986) a Planície Costeira do Rio Grande do Sul se insere no Domínio Geomorfológico dos Depósitos Sedimentares, que por sua vez foi compartimentado em duas regiões geomorfológicas: a Planície Costeira Externa (sob influência marinha) e a Planície Costeira Interna (sob influência do sistema flúvio-lacustre Patos/Mirim). Ainda de acordo com o RADAMBRASIL (1986), a região geomorfológica da Planície Costeira Interna é dividida em duas unidades geomorfológicas: A Planície Alúvio-coluvionar e a Planície Lagunar. Nesta última unidade se insere o segmento da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo.

De modo geral, a Planície Costeira do Rio Grande do Sul apresenta um sistema deposicional que se desenvolveu a partir das variações climáticas e alterações eustáticas que resultaram em dois tipos de sistemas: leques aluviais presentes na porção interna da Planície e quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira. De acordo com Villwock et. al. (2007) a baixa declividade das feições fisiográficas, juntamente com a ação das ondas e a disponibilidade de sedimentos arenosos, estimularam o desenvolvimento de sistemas do tipo laguna-barreira.

Associadas ao clímax dos quatro eventos trans-regressivos do nível do mar formaram-se as Barreiras I, II e III durante o Pleistoceno, e a Barreira IV, ainda ativa, durante o Holoceno (VILLWOCK & TOMAZELLI, 1995; TOMAZELLI & VILLWOCK, 2000; TOMAZELLI et al. 2009). O sistema Laguna-Barreira II, que está associado a um segundo ciclo transgressivo-regressivo pleistocênico, apresenta resquícios preservados “ao norte (do estado do Rio Grande do Sul) como um grande pontal arenoso desenvolvido a leste da Lagoa dos Barros e ao sul como um antigo sistema de

ilhas barreira, responsável pelo isolamento da Lagoa Mirim” (TOMAZELLI et. al. 2000, p. 389). Farion (2007) explica que ambientes deposicionais do tipo fluvial, lagunar e paludal formaram-se na depressão isolada parcialmente pela Barreira II e, principalmente pela Barreira III. Nestas depressões, o contato mais amplo dos atuais corpos lagunares Mirim e Patos e o

constante aporte de sedimentos flúvio-lacustres deu origem a processos de colmatção que formaram a extensa superfície de sedimentação reconhecida como a Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo, e que veio a individualizar estes dois corpos lagunares (Patos e Mirim).

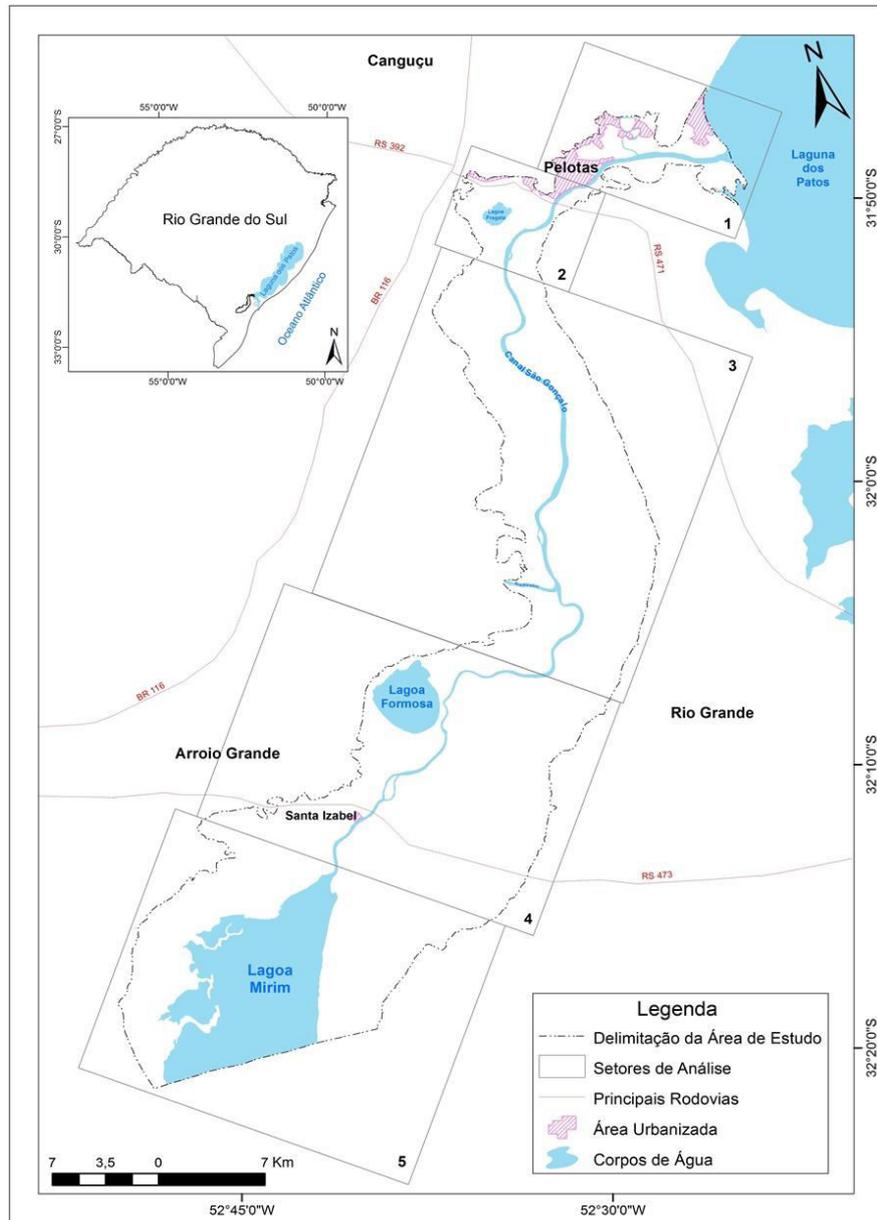


Figura 1. Localização da área de estudo.

De acordo com o Mapa Geológico do estado do Rio Grande do Sul (WILDNER, et al., 2005), a área é caracterizada pela ocorrência de areias siltico-argilosas, mal selecionadas, com laminação plano-paralela de origem Pleistocênica. Ocorrem também depósitos Holocênicos caracterizados pelas turfeiras heterogêneas misturadas com areia, silte e

argila, bem como formações aluviais recentes assinaladas por areias grossas à finas, cascalhos e sedimentos siltico-argilosos verificados em calhas de rios e nas principais planícies de inundação.

Em relação à pedologia local, segundo o Mapa de Solos do estado do Rio Grande do Sul (IBGE/SAA-RS, 2002) e Cunha (1996; 1996a;

1996b; 1996c), a região é caracterizada por dois principais tipos de solos: os Organossolos (que predominam na área em estudo, sobretudo em regiões sujeitas às inundações periódicas) e Gleissolos Háplicos que ocorrem de forma mais isolada, sobretudo em manchas nas áreas de contato da Planície Lagunar com as unidades geomorfológicas marginais. São solos permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados para o uso agrícola. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície e formando espelhos de água (EMBRAPA, 1999).

O clima da região onde está localizada a Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo é classificado, de acordo com Köppen, como subtropical (WREGE et al., 2011). A temperatura média anual é de 17,8°C, sendo registradas, nos meses de Janeiro e Fevereiro, as temperaturas mais elevadas (média de 27°C) e nos meses de Junho e Julho as temperaturas mais baixas (média de 8,6°C).

A umidade relativa do ar possui uma média de 80,7% apresentando no inverno e na primavera os maiores índices (média de 84%). Quanto à precipitação, a média anual é de 1.366,9 mm, sendo os meses de Janeiro,

Fevereiro e Julho os mais chuvosos, proporcionando diferenciados fenômenos como alagamentos das áreas mais baixas, ligados à grande precipitação e conseqüente deficiência no escoamento das águas.

A vegetação que se estabelece como cobertura da terra na Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo é de influência fluvial, com predomínio de herbáceas adaptadas aos solos mal drenados e condições de intensa umidade (RADAMBRASIL, 1986). Trata-se de uma vegetação pioneira, onde predominam os campos inundáveis e os banhados. Estas áreas podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo-se na planície de inundação e conectando-se com lagoas e rios apenas no período das cheias, ou serem isolados. O padrão oscilatório natural das águas nos banhados alterna em períodos de seca no verão, quando a água é evaporada total ou parcialmente, e períodos de cheia, no inverno, quando a precipitação é mais elevada. Entretanto, atualmente, podem ser considerados como ecossistemas vulneráveis e ameaçados devido ao crescimento urbano, assoreamentos e drenagem para plantio de arroz irrigado (CARVALHO & OZORIO, 2007).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A identificação e análise das características geomorfológicas da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo ocorreu a partir da elaboração de mapas geomorfológicos dos anos de 1953 e 2010. O mapeamento das feições do relevo da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo foi realizado considerando a concepção de Cunha (2001, p. 109), que explica que “é impossível estabelecer um mapeamento geomorfológico visando a gestão ambiental que seja universal e dogmático”. Dessa forma, torna-se necessário considerar os diferentes sistemas geomorfológicos existentes, além dos problemas ambientais que são encontrados na área em estudo. Isso faz com que possam ocorrer adaptações que permeiem os objetivos do trabalho, podendo ser dada maior ênfase à determinadas feições e processos.

A simbologia utilizada nos mapeamentos geomorfológicos pautou-se em uma adaptação

das propostas de Tricart (1965) e Verstappen & Zuidam (1975), por meio da seleção de símbolos adequados à representação das feições geomorfológicas da área, em uma única legenda. Esse procedimento encontrou respaldo nas análises sobre o mapeamento geomorfológico realizadas por Cunha (2001; 2003), Simon (2007; 2010) e Paschoal (2011) e vem sendo amplamente utilizados em trabalhos desenvolvidos por pesquisadores brasileiros vinculados ao grupo de pesquisa “Geomorfologia e Planejamento Ambiental” (UNESP/Rio Claro).

Assim, os mapeamentos geomorfológicos realizados enfatizaram a morfografia, representada por simbologias lineares e areais, com destaque para as feições de relevo deposicionais atreladas à dinâmica flúvio-lacustre da área em estudo. Foi dada atenção também ao mapeamento do modelado antrópico, ressaltando as intervenções que

atuam como mecanismos de controle da morfodinâmica do ambiente lagunar em questão e que desencadearam alterações nos elementos do sistema físico-ambiental, sobretudo na morfologia original e na hidrografia, contribuindo para a evolução do relevo antropogênico.

O mapa geomorfológico do ano de 1953 foi elaborado a partir da interpretação, em tela, de anaglifos digitais tridimensionais, derivados de pares estereoscópicos de 60 fotografias aéreas pancromáticas do ano de 1953, em escala aproximada de 1:40.000, dispostas em 11 faixas de voo ao longo da área em estudo.

As fotografias aéreas, obtidas em meio analógico, foram digitalizadas para posteriormente serem convertidas em anaglifos digitais tridimensionais que possibilitaram a interpretação das formas do relevo a partir da utilização de óculos 3D. A geração dos anaglifos digitais tridimensionais ocorreu no ambiente do software livre StereoPhotoMaker, versão 4.41, de acordo com as orientações de Souza (2012) e Silva et al. (2013). Foram elaborados 48 anaglifos, posteriormente georreferenciados junto à base cartográfica da área em estudo, em escala de 1:50.000 (HASENACK & WEBER, 2010). O georreferenciamento dos anaglifos digitais tridimensionais ocorreu no ambiente do ArcGIS 10.0 (licença de uso da Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física – LEAGEF/UFPel).

Uma vez georreferenciados, os anaglifos formaram um mosaico tridimensional, onde primeiramente foi delimitada a área em estudo. Este limite foi reconhecido a partir da identificação dos ressaltos topográficos que individualizam as formações da Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo das unidades geomorfológicas marginais, referentes à Planície Alúvio-coluvionar (margem esquerda) e à Planície Marinha (margem Direita). Os ressaltos topográficos verificados foram confrontados com os limites das unidades geomorfológicas descritas e mapeadas

pelo RADAMBRASIL (1986), confluindo na delimitação mais refinada (escala de 1:50.000) dos limites da área em estudo.

Após a delimitação da área em estudo teve início o mapeamento das principais feições geomorfológicas identificadas no cenário de 1953. Cabe ressaltar que, sempre que necessário, recorreu-se a utilização das fotografias aéreas impressas e à fotointerpretação via estereoscópios de bolso e de espelho, tanto para a delimitação da área em estudo como para o mapeamento das formas de relevo do cenário de 1953.

O mapa geomorfológico do ano de 2010 foi elaborado em meio digital a partir da interpretação, em tela, da imagem orbital AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 - data de imageamento em 21 de agosto de 2010), componente do sistema ALOS (Advanced Land Observing System). A resolução espacial das imagens orbitais do sensor AVNIR-2 é de 10m e seu imageamento abrange as regiões do visível e do infravermelho, sendo desenvolvido para mapeamentos temáticos em escalas de até 1:50.000.

A ausência de estereoscopia não comprometeu o bom resultado do mapeamento, uma vez que a resolução espacial da imagem orbital, atrelada a boa definição dos alvos na faixa do visível possibilitou uma análise satisfatória do relevo na escala proposta. O georreferenciamento da imagem AVNIR-2 e a interpretação das formas do relevo e da rede de drenagem também ocorreram no ambiente do ArcGIS 10.0.

Cabe destacar que o mapeamento geomorfológico do cenário de 2010 foi finalizado após trabalhos de campo sistemáticos que procuraram constatar a fidelidade das feições mapeadas. Os trajetos percorridos em campo foram avaliados previamente em gabinete e procuraram abranger o maior número de feições geomorfológicas e alterações na morfohidrografia ocasionadas pelo processo de ocupação.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados foi realizada com base nos mapeamentos geomorfológicos dos anos de 1953 e 2010. Estes documentos

cartográficos apresentam grande complexidade para a publicação devido à abrangência da área em estudo (790,9 km²), à escala de trabalho

utilizada (1:50.000), ao nível de detalhamento das feições mapeadas e à complexidade da simbologia (cores e tramas). Assim, optou-se, primeiramente, em realizar uma análise geomorfológica geral, pautada na caracterização das formas do relevo que ocorrem na área em estudo. Posteriormente, ocorreu uma análise por setores individualizados em função das suas peculiaridades no que diz respeito à origem das alterações geomorfológicas e hidrográficas verificadas ao longo do período analisado. A localização dos setores pode ser verificada na Figura 1.

Caracterização geomorfológica da área de estudo

A caracterização geomorfológica da área em estudo ocorreu a partir da análise das feições identificadas e de acordo com a estrutura da legenda dos mapeamentos geomorfológicos, que comporta: as Formas de Origem Denudativa, a Ação das Águas Correntes e Formas de Origem Flúvio-lacustre, as Paleoformas, a Morfometria e o Modelado Antrópico e Alterações na Topografia (Figura 2). As características espaciais das feições geomorfológicas descritas a seguir podem ser analisadas nos mapas que compreendem os setores de análise, no item “Alterações geomorfológicas na Planície Lagunar Gaúcha sob influência do Canal São Gonçalo”.

LEGENDA		
1. FORMAS DE ORIGEM DENUDATIVA  Ruptura Topográfica	 Barras de Meandro  Faixa de Praia Lagunar	5. CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS  Área Urbanizada  Delimitação Planície Lagunar
2. AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES E FORMAS DE ORIGEM FLÚVIO-LACUSTRE <i>A - Feições Hidrográficas e Lagunares</i>  Canais Fluviais  Canais Pluviais  Corpos Lagunares  Canais Abandonados <i>B - Formas de Acumulação</i>  Terraço Flúvio-lacustre  Diques Marginais  Planície Flúvio-lacustre	3. PALEOFORMAS  Paleo-cordões Arenosos 4. MODELADO ANTRÓPICO E ALTERAÇÕES NA TOPOGRAFIA <i>A - Formas de Ablação</i>  Mineração Ativa <i>B - Formas de Acumulação</i>  Aterro Decorrente de Rotas e Canais <i>C - Formas Mistas</i>  Canais Retificados Ativos  Canais Retificados Inativos	Sistema de Projeção Carográfica: SIRGAS 2000 Datum: D_SIRGAS_2000 Prime Meridian: Greenwich Angular Unit: Degree Fonte: Advanced Land Observing Satellite (ALOS) - Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (AVNIR-2) Data: 21/08/2010 Organização: SILVA, P. F.; SIMON, A. L. H. (2013)

Figura 2. Legenda dos Mapeamentos Geomorfológicos.

Formas de origem denudativa

As formas de origem denudativa são representadas pelas rupturas topográficas suaves que ocorrem na margem direita da Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo, sobre superfícies de terraços flúvio-lacustres. Estas rupturas de declive se irradiaram para diferentes distâncias dos leitos dos canais de drenagem e são indícios da incisão fluvial que estes canais desencadearam em resposta às alterações no nível de base local que contribuíram para a consolidação geomorfológica da área em estudo.

Ação das Águas Correntes e Formas de Origem Flúvio-lacustre

Esta categoria foi dividida em dois grupos de feições: (a) as Feições Hidrográficas e Lagunares – correspondentes às principais formas oriundas da organização espacial das águas correntes e corpos lagunares, e (b) as

Formas de Acumulação – resultantes dos processos deposicionais comandados pela morfodinâmica das águas correntes e dos corpos de água lacustres.

As Feições Hidrográficas e Lagunares abrangem os canais pluviais e fluviais, os principais corpos lagunares e os canais abandonados (Figura 2). A organização espacial dos canais fluviais na área em estudo permite inferir algumas considerações sobre o processo de formação do segmento de Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo.

De acordo com os mapeamentos geomorfológicos realizados, foi possível verificar uma maior densidade de canais fluviais na porção sul da área em estudo, nas proximidades com a Lagoa Mirim. Esta densidade diminui na porção norte, em direção à Laguna dos Patos. Considerando que o regime preferencial do escoamento fluvial da área

ocorre no sentido Lagoa Mirim – Laguna dos Patos, compreende-se que o processo de colmatção teve início e é mais antigo na porção norte da área em estudo, e ainda bastante recente nas proximidades da desembocadura da Lagoa Mirim, ao sul. Dessa forma, as superfícies colmatadas mais antigas são também as mais consolidadas, onde os canais fluviais existentes apresentaram alterações espaciais (mudanças periódicas no percurso do canal fluvial, aumento ou diminuição da sinuosidade e no comprimento) pouco significativas.

As Formas de Acumulação, por sua vez, incluem os sistemas de Terraços Flúvio-lacustres, de Diques Marginais, de Planícies Flúvio-lacustres (que predominam na paisagem da área em estudo), além das Barras de Meandro e as Faixas de Praia Lagunar (Figura 2).

O sistema de terraços flúvio-lacustres compreende os “níveis mais elevados junto às margens das áreas lacustres-lagunares” relacionados ao ambiente sedimentar de transição (VIEIRA, 1988, p. 51). Guerra; Guerra (1997, p. 377) afirmam que “os terraços aparecem com frequência ao longo dos rios, nas bordas dos lagos, lagoas e ao longo do litoral”.

Na área em estudo o sistema de terraços flúvio-lacustres se localiza nas zonas de contato com o sistema de Barreira Pleistocênica II (margem direita) e com as áreas de Planície Alúvio-colvionar (margem esquerda). Nas fotografias aéreas e imagens orbitais utilizadas para a realização dos mapeamentos geomorfológicos a delimitação do sistema de terraços flúvio-lacustres ocorreu a partir da identificação de ressaltos topográficos mais abruptos. Constatações de campo indicaram que estes ressaltos possuem entre 3 e 5 metros de altura sendo que algumas destas linhas encontram-se descaracterizadas por práticas agrícolas e construção de estradas secundárias, ou então camuflados por coberturas vegetais florestais.

O sistema de diques marginais diz respeito às formas de acumulação que ocorrem nas margens dos principais canais fluviais da área

em estudo (Figura 2). Nos mapeamentos realizados constatou-se uma maior concentração de diques marginais na porção sul da área de estudo, onde ocorre uma maior densidade de canais fluviais passíveis de extravasamento periódico em função do regime de precipitação na área.

Os sucessivos extravasamentos e acumulação de sedimentos nas margens dos canais fluviais acabaram por demarcar a conexão de inúmeros diques marginais, individualizando áreas de planície flúvio-lacustre e corpos lagunares perenes de menor extensão (Figura 3), que são alimentados por crevassas ou lobos de avulsão que rompem os diques marginais. As crevassas não foram mapeadas em função da escala de trabalho, mas puderam ser identificadas durante a fotointerpretação e análise das imagens orbitais.

O sistema de planície flúvio-lacustre abrange um conjunto de tipologias geomorfológicas que possuem estreita relação com as coberturas da terra vinculadas às formações de influência fluvial e lacustre e às áreas de formação campestre que ocorrem na área. As áreas definidas como planície flúvio-lacustre são superfícies bastante inconsolidadas, suscetíveis às variações no lençol freático e aos extravasamentos dos canais fluviais, onde ocorrem desde lâminas de água muito rasas em estágio final de colmatção ou então superfícies extremamente encharcadas (Figura 4).

As lâminas de água são, geralmente, cobertas por vegetação superficial (Aguapés – *Eichhornia crassipes*), ou então por espécies vegetais com folhas aéreas e raízes aquáticas (*Junco* – *Juncus effusus*). Nas superfícies extremamente encharcadas ocorrem formações vegetais rasteiras e/ou arbustivas ralas associadas aos juncos, com sucessão para campos mais abertos em superfícies mais bem drenadas. Estas diferentes composições de cobertura vegetal definem distintos estágios de deposição dos sedimentos vinculados ao processo de colmatção da Planície Lagunar Marginal ao Canal São Gonçalo.



Figura 3. Características do sistema de diques marginais: (a) transição entre sistema de diques marginais, que sustentam vegetação campestre adaptada a solos mais bem drenados. Tipologias do sistema de planície flúvio-lacustre: (b) ocorrência de campos situados em áreas encharcadas periodicamente; (c) vegetação de banhado situada em superfícies permanentemente encharcadas ou cobertas por lâmina de água pouco espessa; (d) capões de florestas. Fonte: Autores.

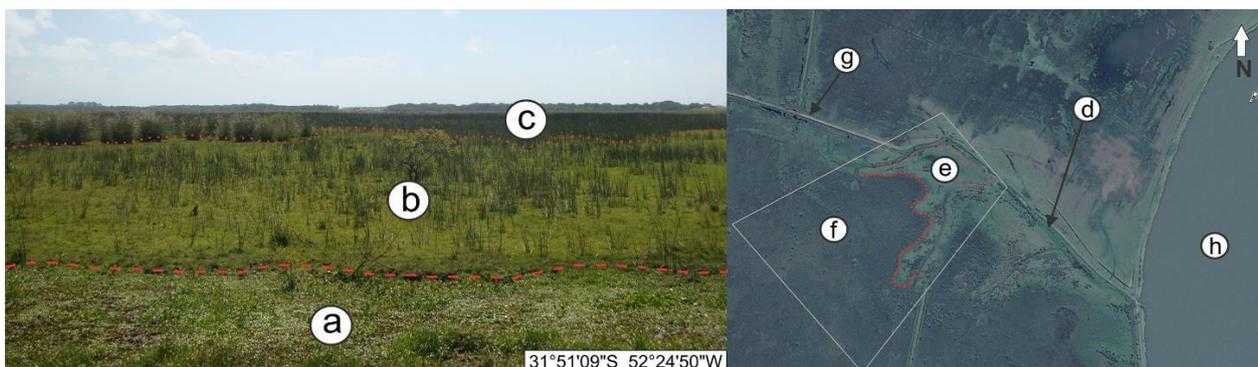


Figura 4. Características da área de transição entre os sistemas de planície flúvio-lacustre e diques marginais: (a) e (d) canais fluviais cobertos por espécies vegetais aquáticas; (b) e (e) sistemas de diques marginais, cobertos por gramíneas; (c) e (f) formações sob influência flúvio-lacustre em áreas inconsolidadas e predominantemente encharcadas; (g) aterramentos efetivados para a construção de estradas em propriedades rurais; (h) Canal São Gonçalo. O losango refere-se à abrangência da captura fotográfica. Fonte: Autores.

As faixas de praia lagunar são as extensões ativas de areia que sofrem interferência direta da morfodinâmica praial atrelada às lagoas e lagunas. Na área em estudo localizam-se na porção norte, em área de contato com a Laguna dos Patos, configurando parte da atual extensão da Praia do Laranjal (Figura 1).

Paleoformas

Como feição característica das paleoformas da área em estudo foram identificados os paleo-

cordões arenosos, cuja localização está atrelada à existência de paleo-enseadas, que obedecem, via de regra, o traçado semelhante das atuais enseadas lagunares ativas que ocorrem no litoral da Laguna dos Patos e da Lagoa Mirim. Entretanto, as paleo-enseadas da área em estudo encontram-se colmatadas, abrangendo superfícies de planície flúvio-lacustre em diferentes estágios de colmatção (Figuras 2 e 5).

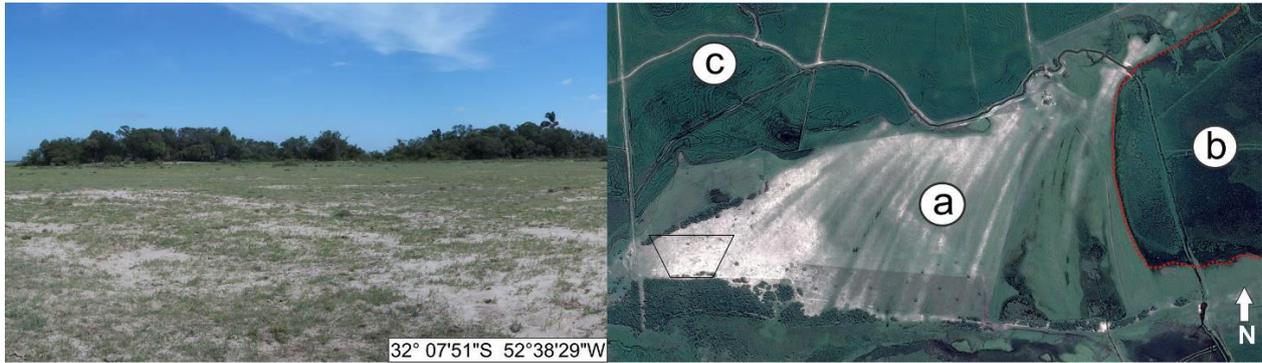


Figura 5. Características dos paleo-cordões arenosos na área em estudo. Na fotografia, obtida em campo, esta feição aparece descaracterizada pelos caminhos preferenciais de gado e cavalos, com presença esparsa de vegetação gramínea. Em (a) arqueamentos, cristas e vales dos paleo-cordões arenosos ainda preservados da ação antrópica, mas amplamente arrasados pela ação das águas pluviais; (b) sistema de planície flúvio-lacustre formada a partir de processos de colmatção em paleo-enseadas e com evidências de antigas canchas de cultivo de arroz irrigado. A linha tracejada delinea a paleo-enseada lagunar; (c) lavouras de arroz irrigado atuais. O losango refere-se à abrangência da captura fotográfica. Fonte: Autores.

Acredita-se que estes paleo-cordões arenosos estiveram submetidos a morfogêneses e morfodinâmicas marinhas e lagunares, anteriores ao processo de colmatção. Atualmente, os paleo-cordões arenosos encontram-se submetidos à dinâmica pluvial, responsável pelo arrasamento das protuberâncias que demarcam as cristas e os vales dos cordões arenosos expostos. A cobertura vegetal composta por vegetação rasteira e resquícios de vegetação oriunda de paleo-climas colabora para a camuflagem destas paleo-feições.

Modelado antrópico e alterações na topografia

Esta categoria abrange o conjunto de formas do relevo decorrentes do processo de ocupação e uso da terra, responsável por mudanças na rede de drenagem e nas feições geomorfológicas da área em estudo. Na Planície Lagunar sob Influência do Canal São Gonçalo, o modelado antrópico e as alterações na topografia foram divididos em três grupos principais de formas: (a) as Formas de Ablação; (b) as Formas de Acumulação e (c) as Formas Mistas (Figura 2). As Formas de Ablação abrangem as áreas de mineração ativa, que promovem o desenvolvimento de feições antropogênicas como lagoas no interior das lavras de extração de areia, montes de rejeitos, assoreamento de canais fluviais e das lagoas naturais características da área em estudo.

As Formas de Acumulação são caracterizadas por aterramentos construídos para a organização das vias de acesso e implementação de canais retinizados. Ocorrem por toda a área de estudo, com predomínio na margem direita do Canal São Gonçalo. Conforme verificado em campo, os aterros são constituídos, geralmente, com material extraído de escavações que dão origem às formas mistas. As Formas Mistas, por sua vez, abrangem o sistema antropogênico de canais artificiais ativos e inativos. Os canais artificiais ativos são utilizados para o abastecimento das lavouras de arroz irrigado – algumas situadas nos limites da área em estudo – e também para captação de água distribuída no município de Rio Grande (Figura 6).

Os canais artificiais inativos são considerados resquícios de lavouras de arroz que ocorriam na área em estudo e foram abandonadas em função da intensificação da legislação e fiscalização ambiental, que compreende as áreas úmidas como zonas prioritárias de proteção ambiental e conservação da natureza. Entretanto, foram considerados nos mapeamentos, pois as morfologias antropogênicas vinculadas a estes canais inativos permaneceram na paisagem, atuando na alteração das características geomorfológicas e da rede de drenagem da área (Figura 7).

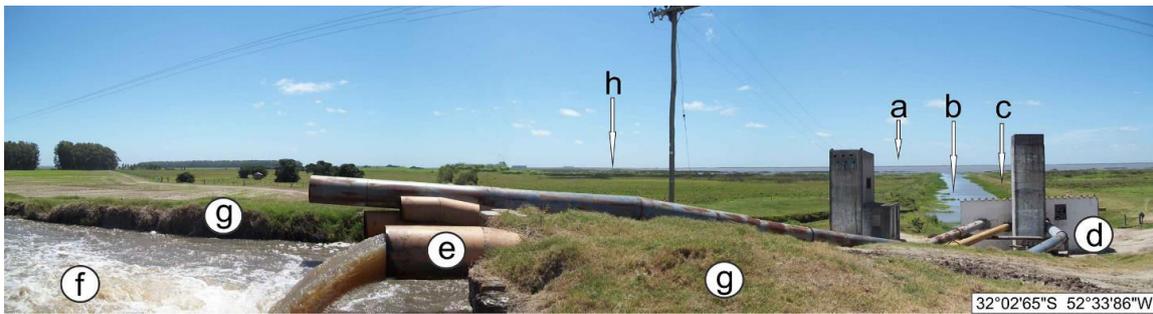


Figura 6. Sistema de canais artificiais ativos em área de arroz irrigado. (a) Lagoa Formosa, um dos principais corpos lagunares da área em estudo; (b) canal artificial ativo; (c) estrada no interior de lavouras de arroz, construída sobre aterramentos; (d) estação de bombeamento de água; (e) tubulação de condução da água para níveis altimétricos superiores; (f) canal artificial principal que alimenta canais artificiais menores, no interior de lavouras de arroz; (g) aterramentos nas margens dos canais artificiais ativos e (h) característica geral das áreas de Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo. Fonte: Autores.



Figura 7. Aspecto dos canais artificiais inativos e do seccionamento causado nas superfícies de planície flúvio-lacustre. (a) canal inativo, sem fluxo de água, tomado por vegetações de aguapé; (b) aterramentos decorrentes do escavamento para construção dos canais artificiais que, mesmo inativos, mantém o conjunto de morfologias antropogênicas; (c) antigas canchas de cultivo de arroz irrigado abandonadas, atualmente cobertas por gramíneas adaptadas às superfícies periodicamente encharcadas. Fonte: Autores.

As formas de ablação, de acumulação e as formas mistas, contribuem para a principal alteração de origem antropogênica verificada na área em estudo, e que se refere ao seccionamento das superfícies úmidas da Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo. De forma geral, a direção do escoamento superficial e subsuperficial das terras úmidas da Planície Lagunar segue a mesma direção do sentido predominante do escoamento do Canal São Gonçalo e da maior parte dos canais fluviais da área em estudo (sentido Lagoa Mirim – Laguna dos Patos). Porém, a velocidade com que o transporte da

água, de materiais dissolvidos e em suspensão ocorre nestas superfícies se dá de forma mais lenta, atuando na sazonalidade de filetes e lâminas de água. O seccionamento ocasionado pelo conjunto de formas do modelado antrópico e alterações na topografia interrompe a dinâmica natural de fluxo superficial e subsuperficial, contribuindo para alterações na configuração espacial de áreas de planície flúvio-lacustre, corpos lagunares e da rede de drenagem.

Alterações geomorfológicas na planície lagunar gaúcha sob influência do canal São Gonçalo

As alterações geomorfológicas na área em estudo foram analisadas a partir de setores, definidos de acordo com as principais intervenções na morfohidrografia identificadas e oriundas, sobretudo, do processo de ocupação desencadeado ao longo dos 57 anos que compreendem o primeiro e o último cenário mapeado (1953 e 2010). A legenda correspondente aos dados espaciais dos setores analisados a seguir pode ser examinada na Figura 2.

Setor 1: Intervenções decorrentes da expansão urbana de Pelotas.

Neste setor predominam as superfícies ocupadas pela estrutura urbana de Pelotas. A

Figura 8 evidencia que o aumento da área urbana ocorreu, sobretudo, na margem esquerda do Canal São Gonçalo, e os trabalhos de campo diagnosticaram que a estrutura urbana presente neste setor abrange loteamentos irregulares, conjuntos residenciais de alto padrão, bem como empreendimentos comerciais de grande porte e instituições públicas, localizados na zona central da cidade de Pelotas e no Balneário do Laranjal (Figura 8).

Na porção norte do setor 1, paleo-cordões arenosos foram descaracterizados a partir da expansão urbana no Balneário do Laranjal. Em campo, constatou-se que a construção de uma estrada que liga a Praia do Laranjal ao Pontal da Barra isolou, a partir de aterramentos, as superfícies onde no cenário de 1953 predominavam paleo-cordões arenosos (Figura 9).

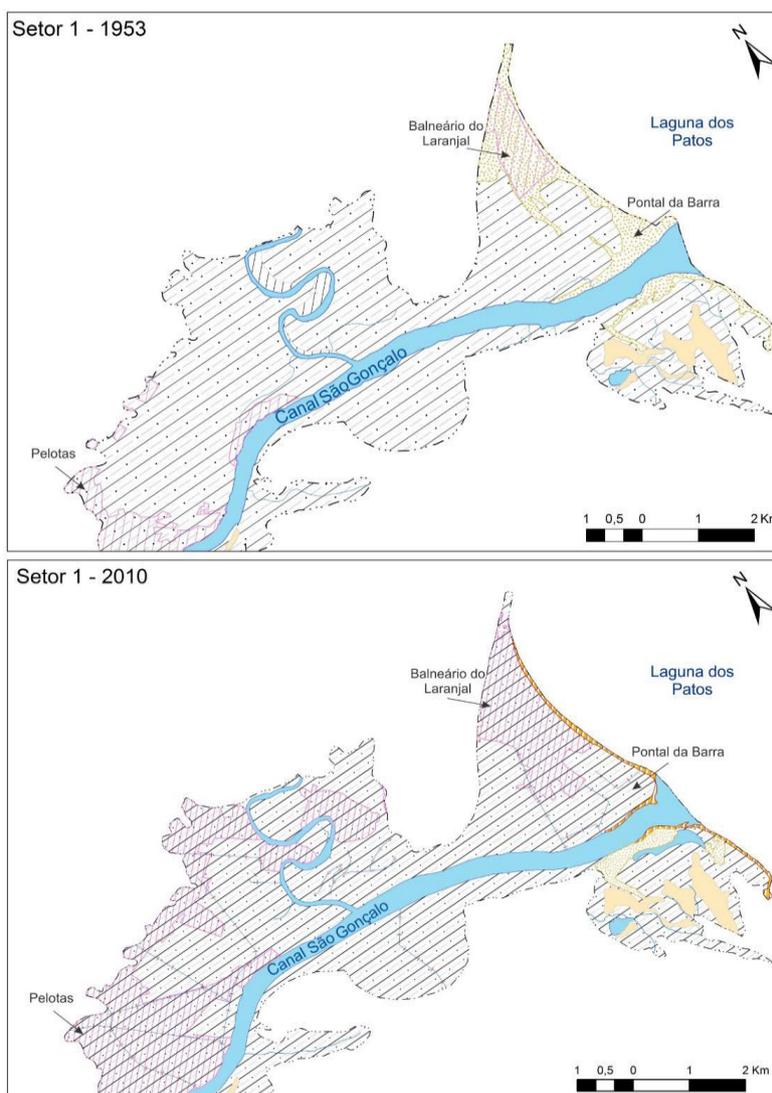


Figura 8. Características geomorfológicas e alterações morfohidrográficas no setor 1. A legenda dos mapeamentos é apresentada na Figura 2. Fonte: Organizado pelos autores.

Isso fez com que conexões existentes com a Laguna dos Patos fossem seccionadas, aumentando a permanência de água sobre as já descaracterizadas superfícies de paleo-cordões arenosos. Como solução, canais artificiais foram construídos para a drenagem da área, descaracterizando ainda mais este ambiente.

Atualmente o Pontal da Barra constitui uma zona de tensão entre empreendimentos imobiliários de alto padrão, ocupações irregulares, leis de proteção ambiental, biodiversidade endêmica e registros arqueológicos (MILHEIRA et al. 2014).



Figura 9. Trecho da estrada que liga o Balneário do Laranjal ao Pontal da Barra em períodos de águas calmas (1) e ressaca (2). (a) Faixa de praia lagunar; (b) Erosão provocada pela dinâmica da Laguna dos Patos sobre os aterramentos efetivados para a construção da estrada; (c) Estrada que secciona a faixa de praia lagunar e as áreas de banhado, interceptando o fluxo de água e sedimentos entre estes dois sistemas; (d) Áreas de banhado que evoluíram sobre paleo-cordões arrasados pela ação pluvial e pelo processo de ocupação antrópica. Fonte: Autores.

Ao longo do período analisado também pode ser verificado o aumento na faixa de praia lagunar presente no setor 1. Trata-se de uma área que abrange a foz do Canal São Gonçalo, na Laguna dos Patos e, portanto, recebe grande aporte de material em suspensão oriundo do sistema hidrográfico da Lagoa Mirim, que abrange os territórios do Brasil e do Uruguai. Presume-se que questões vinculadas à dinâmica de uso da terra neste sistema hidrográfico possam ter contribuído para uma maior carga de sedimentos que chegam até o Canal São Gonçalo, sendo carregados pelo mesmo e depositados nas linhas de costa lagunares próximas à sua desembocadura na Laguna dos Patos, justamente pelo contraste de fluxos e pela densidade dos dois corpos de água, uma vez que a porção da Laguna dos Patos, onde o

Canal São Gonçalo desemboca, se localiza em zona de estuário, propensa à imersão de água salgada do Oceano Atlântico, periodicamente.

Medidas de proteção ambiental, pautadas nos elementos geomorfológicos e hidrográficos identificados, devem priorizar a adequação dos loteamentos em áreas que expõem populações ao risco de alagamentos ou colapso dos aterramentos antropogênicos, a recuperação e proteção das áreas de planície flúvio-lacustres ainda existentes para a manutenção do equilíbrio da morfohidrodinâmica e da biodiversidade, bem como a proteção dos sítios arqueológicos em áreas de planície flúvio-lacustre.

Setor 2: Paleo-enseada da Lagoa do Fragata

As superfícies do setor 2 localizadas na margem esquerda do Canal São Gonçalo

situam-se em uma paleo-enseada lagunar, na qual, no cenário de 1953, encontravam-se preservados os paleo-cordões arenosos que respeitavam o arqueamento no sentido NE – SO (Figura 10). A Lagoa do Fragata é o registro atual de corpos lagunares maiores que ocorriam nesta extensão de Planície Lagunar antes do processo de colmatação que individualizou a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim. A Lagoa do Fragata é alimentada pelo Arroio Fragata, que, a partir da sua morfodinâmica fluvial, retrabalhou os paleo-cordões Arenosos, constituindo áreas de planície flúvio-lacustre. A análise dos dois cenários mapeados indica que no setor 2 os paleo-cordões foram significativamente alterados pela expansão da área urbana e por atividades de mineração, sendo que os únicos registros ainda preservados

desta paleo-feição são verificados apenas na porção sudoeste do setor 2.

Outra intervenção de grande repercussão neste setor diz respeito à Barragem Eclusa do Canal São Gonçalo (Figuras 10 e 11). O fluxo predominante do Canal São Gonçalo ocorre no sentido Lagoa Mirim – Laguna dos Patos. Entretanto, eventuais déficits de precipitação no sistema hidrográfico da Lagoa Mirim, associados à regimes pluviométricos intensos no sistema hidrográfico Patos e à imersão de água salgada no sistema estuariano podem inverter o fluxo do Canal São Gonçalo para o sentido Laguna dos Patos – Lagoa Mirim. Em 1977 foi construída a Barragem Eclusa São Gonçalo, com o objetivo de evitar a imersão de água salgada, via Canal São Gonçalo, até a Lagoa Mirim (Figuras 10 e 11).

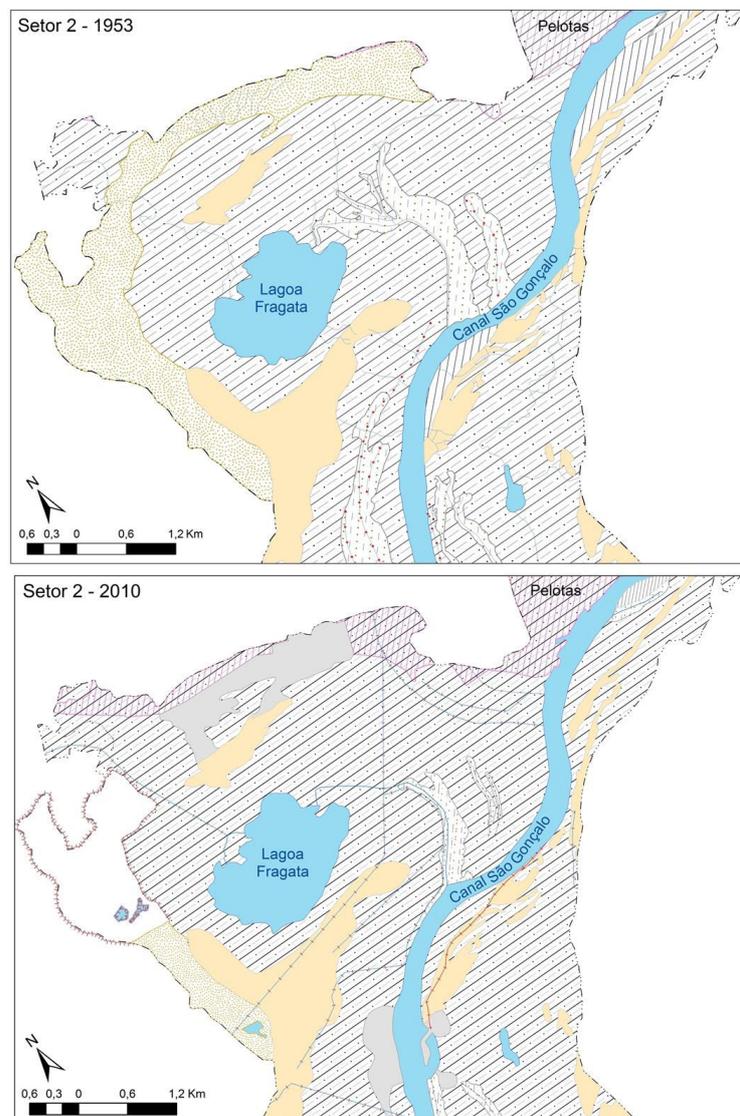


Figura 10. Características geomorfológicas e alterações morfohidrográficas no setor 2. A legenda dos mapeamentos é apresentada na Figura 2. Fonte: Organizado pelos autores.

Este objetivo estava atrelado às várias propriedades produtoras de arroz irrigado situadas ao sul da Barragem Eclusa e que utilizam água do sistema hidrográfico marginal ao Canal São Gonçalo para a irrigação das

lavouras de arroz. A água para abastecimento urbano do município de Rio Grande também é captada, via canal artificial, no Canal São Gonçalo ao sul da Barragem Eclusa.



Figura 11. Área onde ocorre a interceptação do Canal São Gonçalo pela Barragem Eclusa. A coloração da água evidencia o forte controle imposto aos fluxos de matéria e energia no sistema estuariano da Laguna dos Patos, do qual o Canal São Gonçalo era importante elo até a Lagoa Mirim. Fonte: Google Earth (2014) – imagem de 17/04/2012. (Organizado pelos Autores).

Assim, o barramento do Canal São Gonçalo, impedindo a inversão do fluxo, priorizou as práticas socioeconômicas na área, confluindo para a ampliação das lavouras de arroz irrigado e o consequente aumento nas intervenções desencadeadas para a expansão desta prática agrícola. Em detrimento, grandes extensões de Planície Lagunar marginal ao Canal São Gonçalo tiveram a sua dinâmica hidrossedimentológica e biogeográfica controlada, no sentido de evitar a trocas de matéria e energia com o sistema estuariano da Laguna dos Patos.

A proteção ambiental pautada nos elementos e alterações geomorfológicas identificados neste setor deve ocorrer no sentido de preservar os paleo-cordões arenosos ainda existentes e os diques marginais e terraços flúvio-lacustres amplamente descaracterizados pelos canais artificiais, pois estas feições são importante componente da geodiversidade quaternária da região, e possibilitam estudos científicos de caráter geocronológico e arqueológico.

Setor 3: Intervenções morfohidrográficas em sistemas de terraços flúvio-lacustres

O setor 3 concentra as maiores extensões espaciais de terraços flúvio-lacustres da área em estudo (Figura 12). Caracteriza-se, também, como o setor com a maior concentração de

canais artificiais ainda ativos, vinculados às lavouras de arroz irrigado, bem como canais artificiais inativos que deixaram impressas na paisagem da área um conjunto de morfologias antropogênicas atreladas à sua construção.

A organização destes canais artificiais ocorreu, predominantemente, sobre os terraços flúvio-lacustres, atuando na descaracterização das rupturas topográficas suaves situadas na margem direita do Canal São Gonçalo (Figura 12). As lavouras de arroz irrigado demandam a redefinição topográfica das superfícies, a partir da estruturação de canchas de cultivo que precisam ter o mínimo desnível em seu interior para permitir o nivelamento das lâminas de água.

A alteração da rede de drenagem também é uma característica marcante tanto nas superfícies de terraço como de planície flúvio-lacustre. Esta situação desencadeou um aumento dos canais abandonados, sobretudo nas porções central e sul da margem esquerda do Canal São Gonçalo (onde ainda persistem os canais artificiais ativos). Os canais abandonados surgiram em função da eficiência da drenagem das áreas úmidas, ao longo de décadas, desencadeada pela retirada e transposição de água para as lavouras de arroz.

A proteção ambiental deste setor, pautada nas informações geomorfológicas identificadas, deve priorizar o acompanhamento dos processos de reabilitação das superfícies de planície flúvio-lacustre e dos canais de

drenagem da área, com ênfase nas superfícies que ainda preservam as morfologias antropogênicas relacionadas às antigas lavouras de arroz.

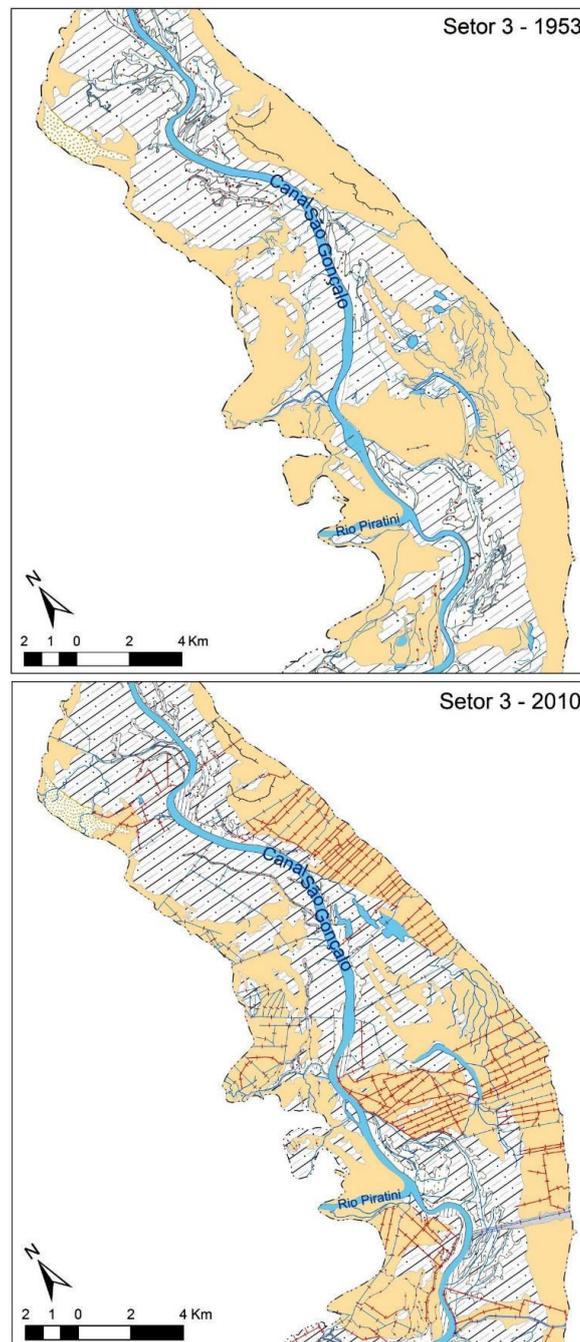


Figura 12. Características geomorfológicas e alterações morfohidrográficas no setor 3. A legenda dos mapeamentos é apresentada na Figura 2. Fonte: Organizado pelos autores.

Em campo, verificou-se que grande parte destas superfícies abandonadas encontra-se atualmente coberta por campos úmidos e vegetação de banhado que se reconstituiu naturalmente. Assim, o abandono de lavouras de arroz irrigado situadas em sistemas de

planície flúvio-lacustre, possibilitou o gradual retorno das coberturas vegetais (sobretudo as formações sob influência fluvial e lacustre) próximas às condições originais, fato que permite o gradual retorno do equilíbrio dos processos morfohidrográficos.

Setor 4: Intervenções morfohidrográficas em sistemas de diques marginais e planícies flúvio-lacustres.

No setor 4 predominam os sistemas de planície flúvio-lacustre e diques marginais, que foram amplamente seccionados por aterramentos e canais artificiais ativos e inativos que conduzem água para regiões contíguas e para lavouras de arroz irrigado que ainda persistem na área em estudo (Figura 13).

A constante drenagem das superfícies de planície flúvio-lacustre, atrelada às alterações no relevo para a instalação das canchas de cultivo de arroz, atuaram na diminuição da densidade de canais fluviais e na descaracterização dos diques. Os cortes e aterramentos provocaram alterações na

dinâmica de extravasamento dos canais fluviais, desencadeando, em alguns casos, a organização de canais abandonados bem como a extinção dos próprios diques marginais, que foram assimilados por lavouras de arroz irrigado (a partir da aragem das superfícies para o nivelamento das canchas de cultivo) ou tiveram encerrada sua atuação na dinâmica fluvial da área.

Atualmente, ainda ocorrem lavouras de arroz irrigado na área de abrangência do setor 4 (porções nordeste e porção sudoeste – Figura 13, ano de 2010). Estas práticas atuaram na descaracterização das rupturas topográficas suaves em superfícies de terraços flúvio-lacustres e no controle efetivo da rede de drenagem, interferindo na morfohidrodinâmica da área.

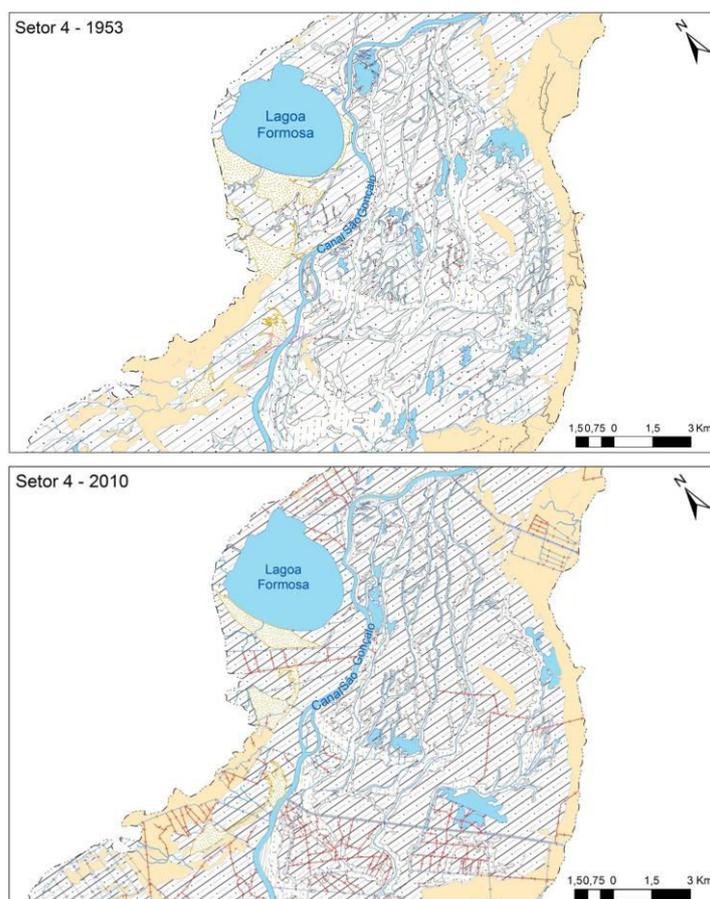


Figura 13. Características geomorfológicas e alterações morfohidrográficas no setor 4. A legenda dos mapeamentos é apresentada na Figura 2. Fonte: Organizado pelos autores.

A proteção ambiental, pautada nas informações geomorfológicas verificadas, deve priorizar planos de recuperação que possibilitem o restabelecimento da rede de drenagem, considerando as dificuldades em remover as morfologias antropogênicas

desencadeadas pelas lavouras de arroz irrigado. O restabelecimento da rede de drenagem atua na recarga de pequenos corpos de água que foram drenados, na manutenção do equilíbrio dos sistemas de planície flúvio-lacustre e na conservação do fluxo superficial e sub-

superficial que ocorre às margens do Canal São Gonçalo, e que foi amplamente seccionado por aterros e canais artificiais.

Setor 5: Desembocadura da Lagoa Mirim no Canal São Gonçalo

O setor 5 compreende superfícies que foram perturbadas por lavouras de arroz irrigado e apresentam, nos dias atuais, resquícios de morfologias atreladas a estas práticas agrícolas (canais artificiais inativos e aterramentos). Este conjunto de morfologias antropogênicas provocou a descaracterização de paleo-cordões arenosos situados na margem esquerda da Lagoa Mirim no cenário de 1953, em função da construção dos canais, terraplanagens para consolidação de canchas de cultivo e drenagem de superfícies (Figura 14).

De forma geral, o abandono destas lavouras vem permitindo, gradativamente, a resiliência ambiental das áreas antes ocupadas por estas culturas. O setor 5 compreende as áreas mais isoladas da planície lagunar sob influência do Canal São Gonçalo, onde os processos de

deposição flúvio-lacustre são muito recentes e o caráter pouco consolidado das superfícies proporciona rápidas mudanças espaciais na rede de drenagem, nas lâminas de água, e nos sistemas de diques marginais, atrelados, sobretudo, às variações no nível de água decorrentes do regime de precipitação regional.

A proteção ambiental neste setor apresenta avanços desde a consolidação da Reserva Biológica do Mato Grande, criada com o objetivo de proteger as áreas úmidas que abrigam banhados, campos arenosos e matas de restinga. A reserva biológica está sob jurisdição da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul, possui 5.161 ha e, apesar da ênfase nos atributos da biodiversidade, tem importante papel na proteção dos elementos da geodiversidade quaternária da área. Acredita-se que os dados geomorfológicos possam contribuir para a estruturação do plano de manejo desta unidade de conservação, uma vez que este documento, bem como a regularização fundiária da área ainda não foram elaborados.

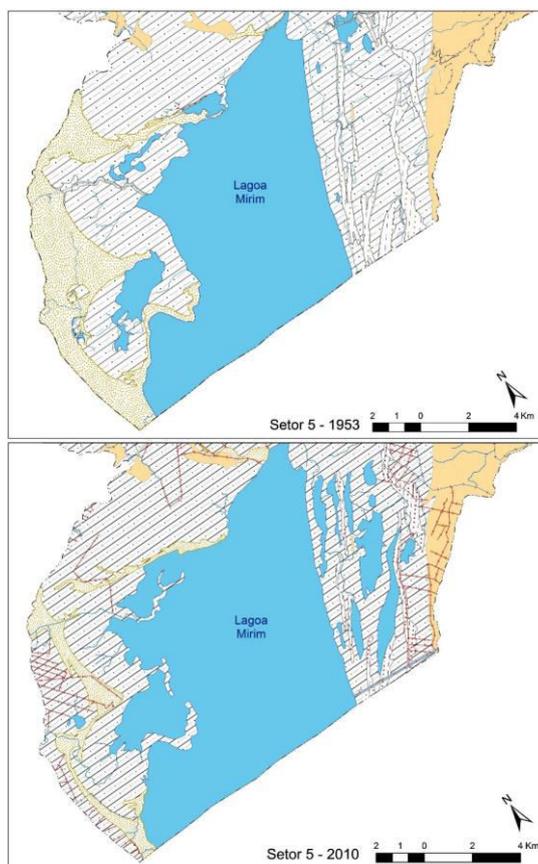


Figura 14. Características geomorfológicas e alterações morfohidrográficas no setor 5. A legenda dos mapeamentos é apresentada na Figura 2. Fonte: Organizado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa permitiram a identificação e análise das formas do relevo da Planície Lagunar sob influência do Canal São Gonçalo em um cenário com poucas intervenções antrópicas (1953), próximo às condições de morfologia original, e em um cenário posterior (2010), onde feições antropogênicas decorrentes do processo de ocupação espacial imprimiram alterações na morfologia da área. Os mapas geomorfológicos de detalhe elaborados são representações cartográficas inéditas para a área em questão e evidenciam a localização espacial e características das feições geomorfológicas e hidrográficas atreladas a um sistema deposicional recente, com significativa fragilidade à alterações de caráter natural e antrópico.

Apesar de terem sido constatadas significativas alterações morfohidrográficas decorrentes do processo de ocupação antrópica ao longo dos 57 anos abrangidos pela pesquisa realizada, acredita-se que a análise dos cenários de 1953 e 2010 possa ser complementada a partir da elaboração de mapas geomorfológicos de períodos intermediários, das décadas seguintes ao ano de 1953, a fim de possibilitar um acompanhamento das alterações desencadeadas sobretudo pela implantação e

abandono das lavouras de arroz irrigado e compreender como as atuais intervenções tiveram origem, ao longo do tempo, na área em estudo. Esta conclusão possibilita a continuidade dos trabalhos de cunho geomorfológico pautados na cartografia geomorfológica como principal técnica de análise.

Apesar das intensas alterações e da grande concentração de morfologias antropogênicas e processos controlados pela ação antrópica, o abandono de lavouras de arroz irrigado situadas em sistemas de planícies e terraços flúvio-lacustres, e sistemas de diques fluviais, vem permitindo o gradual retorno das coberturas vegetais próximas das suas condições originais (sobretudo formações sob influência fluvial e lacustre), fato que permite o progressivo retorno do equilíbrio dos processos morfohidrográficos.

Espera-se que os resultados obtidos com esta pesquisa possam subsidiar planos de gestão pautados na compreensão das formas do relevo como palco do processo de ocupação, e, portanto, suscetíveis às alterações de diferentes magnitudes, podendo ter consequências sobre a morfodinâmica e também sobre as atividades socioeconômicas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão do Auxílio Recém Doutor – ARD – processo 11/1939-0.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Programa de Integração Regional. RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. v. 33.
2. CARVALHO, A. B. P. & OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 83-95, 2007.
3. CUNHA, N. G. da & SILVEIRA, R. J. da C. **Estudo dos solos do município de Capão do Leão**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT / UFPEL, 1996. 59p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 11).
4. CUNHA, N. G. da & SILVEIRA, R. J. da C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT / UFPEL, 1996a. 54p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 12).
5. CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da C. & SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Arroio Grande**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT/UFPEL, 1996b. 120 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 10).
6. CUNHA, N. G. da SILVEIRA, R. J. da C. & SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Rio Grande**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT / UFPEL, 1996c. 82 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 16).
7. CUNHA, C. M. L. da. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. Rio Claro, 2001. 128 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
8. CUNHA, C. M. L. da; MENDES, I. A. & SANCHES, M. C. **Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental**. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano. 4, n. 1, p. 01-09, 2003.
9. DELANEY, P. J. **Fisiografia e Geologia de Superfície da Planície Costeira do Rio grande do Sul**. **Boletim da Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, n. 6, p. 1-195, 1965. Publicação especial.
10. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412 p.
11. FARION, S. R. L. **Litoral do Rio Grande do Sul: rio, lago, lagoa, laguna**. **Ágora**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 167-186, 2007.

12. GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.
13. HASENACK, H. & WEBER, E. (orgs.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa exploratório de solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Escala 1:1.000.000.
15. MILHEIRA, R. G.; MARIN, D. A.; ORTIZ, S. F.; CORADI, S.; MOTTA, P. & MÜHLEN C. Von Der. Escavação arqueológica no Cerrito PSG-02-Valverde-02, Banhado do Pontal da Barra, Pelotas- RS. Campanha de 2011. **Revista Memória em Rede**, v. 13, n. 10, p. 01-12, 2014.
16. OLIVEIRA, R. C. de. Ambiente costeiro: fragilidades e impactos relacionados à ação antrópica: o cenário da baixada santista no estado de São Paulo/Brasil. In: ENCUESTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA, 12, 2009, Montevidéo. **Anais...**Montevidéo: Universidad de La Republica, 2009. p. 1-15.
17. PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010. Rio Claro, 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
18. SILVA, P. F. da; HECK, C. R.; SILVA, M. S. da & SIMON, A. L. H. Utilização de anaglifos digitais tridimensionais no mapeamento geomorfológico de ambientes lagunares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 15, 2013. Vitória. **Anais...**Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2013. p. 184-191. 1 CD.
19. SIMON, A. L. H. **A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfologia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. Rio Claro, 2007. 185 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
20. SIMON, A. L. H. **Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfologia da baixa bacia do Rio Piracicaba – SP: contribuições à Geomorfologia Antropogênica**. Rio Claro, 2010. 150 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
21. SOUZA, T. de A. de. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, v.2, n.4, (Edição especial), p.1348-1355, 2012.
22. SUGUIO, K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Geol. USP, Sér. didát.** [online]. v.2, p. 1-40, 2003. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-75492003000100001&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 23 ago. 2013].
23. TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. de (eds.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 375-406.
24. TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. **Gravel**, v. 3, p. 109-115, 2005.
25. TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A.; DILLENBURG, S. R.; BARBOZA, E. G.; BACHI, F. A. & DEHNHARDT, B. A. Evolução Geológica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: uma síntese. In: RIBEIRO, A. M.; BAUERMAN, S. G. & SCHERER, C. S. (Organizadores.) **Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2009, p. 328-339.
26. TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R. & VILLWOCK, J.A. Late Quaternary geological history of Rio Grande do Sul Coastal Plain, southern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 30, v. 3, set. 2000. p. 474 – 476.
27. TRICART, J. **Principies et méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496 p.
28. VERSTAPPEN, H. T. & ZUIDAM, R. A. van. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1, cap. 8.
29. VIEIRA, E. F. **Planície costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica socio-demográfica**. Porto Alegre: Sagra, 1988. 256 p.
30. VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas** (8). Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.1-45.
31. VILLWOCK, J. A. ; TOMAZELLI, L. J. ; DILLENBURG, S. R. ; BARBOZA, E. G. ; BACHI, F. A. & DEHNHARDT, B. A. . Evolução Geológica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: uma síntese. In: QUATERNÁRIO DO RIO GRANDE DO SUL: INTEGRANDO CONHECIMENTOS, 01, 2007, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2007. p. 328-339.
32. WILDNER, W.; RAMGRAB, G. E.; LOPES, R. da C. & IGLESIAS, C. M. da F. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2005. 1 mapa color. 110 x 166 cm. Escala 1:750.000. (Projeto Mapas Estaduais – PME). CD-ROM.
33. WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER, C. J. & ALMEIDA, I. R. de (editores). **Atlas climático da Região sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Floresta, 2011. 336 p.

*Manuscrito recebido em: 19 de Maio de 2015
Revisado e Aceito em: 05 de Agosto de 2015*