



## MORFODINÂMICAS DO RELEVO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PLANÍCIE COSTEIRA DE PELOTAS (RIO GRANDE DO SUL, BRASIL)

Anderson Rodrigo Estevam da Silva<sup>1</sup> & Moisés Ortemar Rehbein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Paraná, Praça Coronel Amazonas, s/n, União da Vitória-PR, Brasil, CEP 84.600-000, aestevam7@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas, Rua Coronel Alberto Rosa, 154, Pelotas-RS, Brasil, CEP 96010-770, moisesgeoufpel@gmail.com

### RESUMO

Situado em grande parte na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), o município de Pelotas evidencia um espaço geográfico sobremodo condicionado por morfologias de relevo dessa morfoescultura. No município, em áreas da PCRS assenta-se a terceira cidade mais populosa do Rio Grande do Sul, segundo o censo demográfico de 2010, e todos modais de transporte de que participa o município (rodoviário, hidroviário, ferroviário e aéreo), além das atividades de agricultura intensiva, pesca e exploração de areia e argila. Assim, a partir do mapeamento das morfologias de relevo, objetivou-se analisar as morfodinâmicas do relevo (processos geomorfológicos atuais) da área de influência da PCRS em Pelotas. A metodologia pautou-se em Ab'Sáber (1969) e Ross (1992). O mapeamento em escala 1:125.000 possibilitou identificar fatos geomorfológicos em três níveis hierárquicos: 1º) morfoestrutura da Bacia de Pelotas; 2º) morfoescultura da Planície Costeira; 3º) padrão morfológico de pontal (área: 0,6km<sup>2</sup>; altitude: 1 a 2m; declividade: < 2%), planície (250,81km<sup>2</sup>; 3 a 13m; < 2%), duna (0,62km<sup>2</sup>; 10 a 15m; < 2%), lombada (15,8km<sup>2</sup>; 14 a 17m; < 2%) e terraço (390,02km<sup>2</sup>; 14 a 23m; < 2%). Entre as principais morfodinâmicas analisadas, observou-se em: padrão de pontal e planície: (a) oscilação periódica do lençol freático em superfície; (b) redução da infiltração e intensificação do escoamento superficial (decorrente da redução da permeabilidade do solo nas áreas de usos urbanos e da compactação do solo pelo pisoteio de animais e trânsito de maquinário pesado); (c) alteração de hidrodinâmicas lagunar e paludial (ocasionada por controle antrópico da erosão de

margem lagunar e seccionamento de áreas úmidas por usos urbanos e rurais); (d) alteração de hidrodinâmicas alúvio-lagunares (devido ao seccionamento de áreas úmidas por usos urbanos; controle antrópico da erosão fluvial em colos de meandro; retificação e transposição fluvial); (e) suscetibilidade à erosão laminar em solo exposto (por práticas agrícolas); (f) erosão laminar e linear (ativada em taludes não fitoestabilizados de rodovias e em solo exposto); (g) solapamentos em margens de abrasão de reservatório de água; (h) assoreamento fluvial (devido a obras rodoviárias); padrão de terraço e lombada: (a) oscilação periódica do lençol freático em superfície; (b) suscetibilidade à erosão laminar em solo exposto (em decorrência de práticas agrícolas); (c) erosão laminar e linear (ativada em descontinuidades de aclave desprovidas de cobertura vegetal); (d) redução da infiltração e intensificação do escoamento superficial (decorrentes da redução da permeabilidade do solo nas áreas de usos urbanos e da compactação do solo pelo pisoteio de animais e trânsito de maquinário pesado); (e) alteração de hidrodinâmicas alúvio-lagunares (em virtude de retificação e transposição fluvial; aterramento, impermeabilização e seccionamento de áreas úmidas por usos urbanos); padrão de duna: (a) fitoestabilização; (b) remobilização de materiais por erosão eólica. Diante desses resultados, considera-se formado auxílio à delimitação do condicionamento da morfologia do relevo às dinâmicas fluviais, lagunares e paludiais, as quais definem limitações do sistema físico-ambiental à intervenção antrópica.

**Palavras-chave:** Padrões de relevo, Processos morfodinâmicos, Planície Costeira, Pelotas



## RELIEF MORPHODYNAMICS OF THE INFLUENCE AREA OF COASTALPLAIN OF PELOTAS (RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL)

### ABSTRACT

Located mostly in the Rio Grande do Sul Coastal Plain (PCRS), the municipality of Pelotas highlights a geographical space particularly conditioned by relief morphodynamics of this morphosculpture. In the municipality, in PCRS areas, you find the third most populated city of Rio Grande do Sul, according to the demographic census of 2010, and all transportation modals the municipality involves (highway, waterway, railway and airway), besides intensive agriculture activities, fishing and sand and clay exploitation. Thus, the purpose was to analyze the relief morphodynamics (current geomorphologic processes) of the PCRS influence area in Pelotas, from the mapping of the relief morphologies. The methodology was centered in Ab'Sáber (1969), Ross (1992) and "Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística" (IBGE) (2009). The mapping on 1:125.000 scale enabled identifying geomorphological facts in three hierarchical levels: 1<sup>st</sup>) Morphostructure of Pelotas Basin; 2<sup>nd</sup>) Morphosculpture of Coastal Plain; 3<sup>rd</sup>) Morphological patterns of pontal (area: 0,6km<sup>2</sup>; altitude: 1 to 2m; slope: < 2%), plain (250,81km<sup>2</sup>; 3 to 13m; < 2%), dune (0,62km<sup>2</sup>; 10 to 15m; < 2%), lombada (15,8km<sup>2</sup>; 14 to 17m; < 2%) and terrace (390,02km<sup>2</sup>; 14 to 23m; < 2%). Among the main analyzed morphodynamics it has been observed: pattern of pontal and plain: (a) periodic oscillation of the water table on surface; (b) reduced infiltration and intensification of surface run-off (resulting from the reduction of soil permeability in areas of urban land use and the compaction of the soil due to animal trampling and heavy machinery traffic); (c) change of lagoon and paludal hydrodynamics (caused by erosion anthropic control of lagoon margin and sectioning of humid areas by urban and rural land uses); (d) change of fluvio-lagoon hydrodynamics (due to the sectioning of humid areas by urban land uses; anthropic control of river erosion in meander necks; river rectification and transposition); (e) susceptibility to laminar erosion in exposed soil (by agricultural practices); (f) laminar and linear erosion (activated in non phytostabilized slopes of roads and in exposed

soil); (g) overlappings in abrasion margins of water reservoir; (h) river silting (due to road works); pattern of terrace and lombada: (a) periodic oscillation of the water table on surface; (b) susceptibility to laminar erosion in exposed soil (because of agricultural practices); (c) laminar and linear erosion (activated in active discontinuities devoid of vegetal land cover); (d) reduced infiltration and intensification of surface run-off (because of the reduction of soil permeability in areas of urban land use and soil compaction by animal trampling and heavy machinery traffic); (e) change of fluvio-lagoon hydrodynamics (due to river rectification and transposition; earthwork, impermeabilization and sectioning of humid areas by urban land uses); pattern dune: (a) phytostabilization; (b) remobilization of materials by wind erosion. Given these results, it is considered formed assistance to the delimitation of conditioning of relief morphology to river, lagoon and paludal dynamics which define the limitations of the physical-environmental system to anthropic intervention.

**Key-words:** Landform patterns, Morphodynamics processes, Coastal Plain, Pelotas

### INTRODUÇÃO

As morfodinâmicas dizem respeito aos processos internos (movimentos sísmicos, vulcanismo, magmatismo, tectonismo) e externos (intemperismo, erosão, acumulação) da crosta terrestre que alteram as formas de relevo na atualidade (FLORENZANO, 2008). Junto a esses processos geomorfológicos ativos, a ação antropogênica destaca-se ao desencadear e intensificar alterações no modelado terrestre, as quais são motivadas por desmatamento, taludes de cortes, aterros, entre outros (ROSS, 1992; GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T., 2008). Assim, constata-se que não existem somente relevos naturais, mas também relevos tecnogênicos cujo agente geomórfico é o ser humano (PELOGGIA & OLIVEIRA, 2005).

Acerca da área de influência da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) no município de Pelotas,



identifica-se um espaço geográfico sobremodo condicionado por formas de planícies, dunas e terraços, indicadas por Rosa (1985), Cunha (1996a), Cunha & Silveira (1996), Tomazelli & Villwock (2000) e IBGE (2003). Áreas mais elevadas dessa parte do município (terraços) foram ocupadas quando da produção de charque a partir do final do século XVIII, onde teve início a organização do aglomerado urbano atual (MAGALHÃES, 1993). Na influência da PCRS em Pelotas, está assentada a terceira cidade mais populosa do Rio Grande do Sul (RS), conforme o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2016), e todos modais de transporte de que participa o município (rodoviário, hidroviário, ferroviário e aéreo), além das atividades de agricultura intensiva, pesca e exploração de areia e argila. As dimensões desta área correspondem a aproximadamente 720km<sup>2</sup>, 40km de comprimento e 20km de largura média.

Diante dessa realidade socioambiental, resultante da inter-relação de variáveis do meio natural e do meio socioeconômico e cultural, este trabalho teve como objetivo analisar as morfodinâmicas do relevo da referida área de influência da PCRS. Para tanto, procedeu-se a partir do mapeamento das morfologias (morfografias e morfometrias) de relevo.

## METODOLOGIA

Este trabalho obteve fundamentação teórico-metodológica nos trabalhos de Ab'Sáber (1969) e Ross (1992). Ambos autores orientaram a hierarquização do relevo.

Ab'Sáber (1969) propõe um conceito composto por três níveis de tratamento para o estudo do relevo no Quaternário, os quais compreendem:

1º) Compartimentação topográfica: análise de níveis topográficos e características do relevo, com ênfase na morfografia (descrição qualitativa das formas de relevo) e na morfometria (caracterização do relevo

por meio de variáveis quantitativas – altitude, amplitude altimétrica, declividade, entre outras);

2º) Estrutura superficial da paisagem: relação de depósitos correlativos a condições climáticas, com ênfase na morfogênese (origem e desenvolvimento das formas de relevo);

3º) Fisiologia da paisagem: análise de morfodinâmicas (processos geomorfológicos atuais).

Ross (1992), de maneira mais detalhada, entende o relevo por meio de seis níveis taxonômicos. Estes níveis estão ordenados segundo a gênese e cronologia do modelado terrestre, conforme descrito a seguir.

1º) Unidade morfoestrutural (macroestrutura): corresponde a escudos antigos, faixas de dobramentos proterozoicos, bacias paleomesozoicas e dobramentos modernos. Suas constituições lito-estruturais são diferenciadas e apresentam os resultados da ação morfoclimática na formação das morfoesculturas.

2º) Unidades morfoesculturais: resultam da ação morfoclimática que esculpe as morfoestruturas associando-se aos processos tectogenéticos. Correspondem a áreas de planaltos, planícies e depressões.

3º) Unidades morfológicas ou unidades de padrões de formas semelhantes: referem-se ao conjunto de formas de morfoesculturas, diferenciadas pelo formato de topos, rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, vertentes e vales de cada padrão existente. A unidade morfoescultural pode abarcar várias unidades morfológicas.

4º) Tipos de formas de relevo: correspondem a cada uma das formas das unidades morfológicas. Caracterizam-se por serem de agradação (planícies fluviais, lacustres e palustres, terraços) e de degradação (colinas, morros, cristas).

5º) Tipos de vertentes: dizem respeito a qualquer vertente componente das formas do relevo, seja ela convexa, retilínea, plana, aguçada, abrupta ou côncava



quanto a seu segmento. As vertentes caracterizam-se por serem dimensões menores do relevo, de gênese e idade mais recentes, onde ocorre de maneira evidente a esculturação do momento atual do tempo geológico.

6º) Formas de processos atuais: referem-se às menores formas, resultantes de processos geomórficos e da intervenção antrópica nas vertentes. Essas formas decorrem, em grande parte, das interferências antropogênicas, caracterizando-se por sulcos, ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos, depósitos tecnogênicos, escavações.

de vertentes e formas de processos atuais (ROSS, 1992). No entanto, devido à escala de representação do produto final (1:125.000) este estudo não abrangeu os tipos de vertentes, e os processos atuais foram somente mencionados.

Do ponto de vista operacional, a metodologia se constituiu de cinco etapas, conforme listadas a seguir:

1) Revisão bibliográfica: revisou-se aspectos e processos geológicos (CPRM, 2008), climatológicos (ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE CAPÃO DO LEÃO, 2000), hidrográficos e pedológicos

| Dado digital   | Tipo de representação       | Escala cartográfica | Resolução espacial | Fonte                         |
|--|-----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
| Limites municipais   | Vetorial (polígono)         | 1:250.000           | -                  | IBGE (2013)                   |
| Curvas de nível (20m); Pontos cotados (metros); Hidrografia (cursos fluviais e corpos d'água). | Vetorial (linha e polígono) | 1:50.000            | -                  | Hasenack e Weber (2010)       |
| Imagem de radar SRTM   | Matricial                   | -                   | ~30m               | INPE (2016)                   |
| Imagem de satélite Landsat 5 TM (Bandas 3, 4 e 5)  | Matricial                   | -                   | ~30m               | INPE (1985; 1986; 2000; 2011) |
| Fotografias aéreas digitalizadas (Voo SH-22-T – Faixas 8, 9, 10, 11, 12, 13, 13A, 14)          | Matricial                   | 1:40.000            | -                  | ALM (1953)                    |
| Mapa Geológico do RS*  | Vetorial (polígono)         | 1:750.000           | -                  | CPRM (2008)                   |
| Mapa Pedológico de Pelotas   | Matricial                   | 1:100.000           | -                  | CUNHA (1996b)                 |

**Quadro 2** - BDG. \*No contexto da área de estudo, este mapa teve como base as cartas geológicas atualizadas por Favilla et al. (2000) na escala 1:250.000.

Em suma, entendeu-se os níveis de compartimentação topográfica e estrutura superficial da paisagem (AB'SÁBER, 1969) correlacionados aos táxons de morfoestrutura, morfoescultura, padrões de formas, tipos de formas e tipos de vertentes (ROSS, 1992); ao passo que o nível de fisiologia da paisagem (AB'SÁBER, 1969) correlacionado aos táxons de tipos

(CUNHA & SILVEIRA, 1996; CUNHA, 1996a; 1996b), tendo em vista considerações sobre atributos morfológicos (morfográficos e morfométricos) do relevo.

2) Organização de Banco de Dados Geográficos (BDG): definiu-se os dados digitais listados no quadro I;



3) Cartografia e geoprocessamento de base: em ambiente computacional de Sistema de Informações Geográficas, processou-se os materiais do BDG para a geração de Planos de Informação (PIs) referentes a mapas-base (de declividade, altimetria, topografia, hidrografia, litoestratigrafia, solos e usos e coberturas da terra), composições coloridas de imagens de satélite e anáglifos de fotografias aéreas;

4) Mapeamento de unidades morfológicas (padrões de formas semelhantes de relevo): os PIs de curvas de nível (com equidistância de 1m), declividade e altimetria, extraídos de imagem de radar (SRTM), auxiliaram o mapeamento de rupturas de declive, com base na análise visual da rugosidade topográfica, das discontinuidades lito-pedológicas e da área de influência de corpos d'água. Esta influência foi analisada em composições coloridas de imagens de satélite (com datações posteriores aos maiores índices de chuva) e em anáglifos de fotografias aéreas;

5) Análise de morfodinâmicas do relevo: sobrepôs-se os usos e coberturas da terra aos padrões de relevo. Simultaneamente, anáglifos de fotografias aéreas e imagens de satélite (composições coloridas) auxiliaram a identificação de feições de processos geomorfológicos ativos. Na sequência, foi-se a campo (nas datas de 29/10/2015, 10/10/2016 e 11/10/2016) para validar as informações. Para tanto, realizou-se a observação de formas de processos atuais não evidenciados na escala dos produtos cartográficos, bem como análises visuais e táteis de materiais pedogenéticos com vistas a um melhor entendimento dos processos erosivos e deposicionais.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Morfoestrutura da Bacia de Pelotas

A Bacia de Pelotas possui área de aproximadamente 210.000km<sup>2</sup> e está localizada no

extremo sul da Margem Continental Brasileira e nordeste da Margem Continental Uruguiaia (BARBOZA et al., 2011). Essa Bacia limita-se em sua porção norte, com a Bacia de Santos, no Alto de Florianópolis (DIAS et al., 1994), ao passo que no sul, com a Bacia de Punta Del Este, no Alto de Polônio, no Uruguai (URIEN & MARTINS, 1978 apud BARBOZA et al., 2011).

O desenvolvimento da Bacia de Pelotas está atrelado à abertura do oceano Atlântico Sul, devido a esforços extensionais do continente Gondwana, quando da separação entre a América do Sul e a África há cerca de 65 milhões de anos (MENEGAT et al., 1998). Com este evento, teve início o condicionamento para a evolução da Província Costeira (MENEGAT et al., 1998), enquanto parte correspondente à fisiografia superficial da Bacia de Pelotas (BARBOZA et al., 2008), onde a área de estudo está situada no que se define por PCRS (TOMAZELLI & VILLWOCK, 2000) (morfoescultura), ou, mais especificamente, Planície Costeira Interna Gaúcha (IBGE, 2003). Na borda oeste da área de estudo, o afloramento da estrutura granítico-gnáissica pré-cambriana do Escudo Sul-Rio-Grandense (morfoestrutura) conforma o Planalto Sul-Rio-Grandense (PSRG) (morfoescultura), na Província Mantiqueira (WILDNER & LOPES, 2010).

### Morfoescultura da Planície Costeira do Rio Grande do Sul

No contexto da Bacia de Pelotas, a morfoescultura da PCRS, segundo Tomazelli & Villwock (2000), caracteriza-se por abranger cerca de 33.000km<sup>2</sup>, possuir largura maior que 100km em alguns setores, comprimento de aproximadamente 620km e apresentar cotas altimétricas, majoritariamente inferiores a 40m. Para os mesmos autores, sua linha de costa apresenta orientação



nordeste-sudoeste, com limite, ao norte, na foz do Rio Mampituba, e, ao sul, na foz do Arroio Chuí.

Conforme Tomazelli & Villwock (2000), a dinâmica que concerne as características evolutivas da PCRS envolve dois tipos de sistemas deposicionais, sendo eles o Sistema de Leques Aluviais, que decorre da agitação de sedimentos por meio de processos exógenos à borda de terras altas do PSRG, adjacentes à PCRS; e os Sistemas Laguna-Barreira, que se desenvolveram lateralmente a leste do PSRG e marcam o máximo de uma transgressão, seguida de uma regressão marinha.

É provável que, simultâneo à denudação do PSRG, os sistemas deposicionais do tipo “Laguna-Barreira” tenham sido formados na ocorrência de quatro principais glácio-eustatismos do Quaternário, sendo três pleistocênicos e um holocênico. Em razão disso, constata-se a formação de corpos lagunares como a Laguna dos Patos, Lagoa Mirim e Lagoa Mangueira, assim como a definição de terraços, dunas e planícies (TOMAZELLI & VILLWOCK, 2000).

### **Padrões de formas semelhantes de relevo**

Na área de influência da PCRS em Pelotas, a cota altimétrica mais elevada registra 30m na parte oeste e a mais baixa 1m na parte sul, ou seja, uma amplitude altimétrica de 29m. De maneira geral, a ocorrência de cotas mais elevadas prevalece onde os cursos fluviais drenam a interface das morfoesculturas (PCRS e PSRG), ao passo que cotas mais baixas onde há o deságue de cursos fluviais na Laguna dos Patos, Lagoa Pequena e Canal São Gonçalo.

As discontinuidades de aclave, indicadas pelas rupturas de declive e pela declividade, evidenciam áreas de patamares dominantes entre 14 e 23m de altitude, os quais estão, geralmente, entremeados por áreas relativamente deprimidas, que predominam com altitudes entre 1 e 13m. Em sua maior parte, ambas as

áreas são caracterizadas por declividades de relevo plano (< 2%), sendo somente mais inclinados os segmentos de vertente referentes ao desnível do contato entre as áreas relativamente altas e baixas.

Esses patamares são mais próximos aos corpos d'água na parte sul do que na parte nordeste da área de estudo. Em função disso, identificam-se variações altimétricas menores e declives mais suaves no nordeste do que no sul. No nordeste, as variações altimétricas, do contato entre os patamares e as áreas relativamente deprimidas, não alcançam mais que 10m de amplitude e a declividade predomina com menos de 2%; no sul, estas variações chegam a mais de 20m e a declividade é mais acentuada.

Nesse sentido, identificam-se cinco padrões morfométricos do relevo, os quais caracterizam a predominância de declividades baixas (< 2%), com distinções quanto às altitudes. As altitudes identificadas referem-se a intervalos hipsométricos que variam aproximadamente de: 1 a 2m; 3 a 13m; 10 a 15m; 14 a 17m; e 14 a 23m. A partir dessas informações e considerando-se aspectos morfográficos da superfície, com base em Cunha & Silveira (1996), Cunha (1996a) e Guerra, A. T. & Guerra, A. J. T. (2008), definem-se padrões morfológicos de relevo afeiçoados em: pontal, planície, duna, lombada e terraço.

O padrão em terraços é o mais distribuído espacialmente, sendo que sua extensão soma mais da metade da área de estudo com 390,02km<sup>2</sup> (59,29%). O padrão em planícies ocorre enquanto superfícies deprimidas entre os terraços; este mesmo padrão também ocorre no entorno da Lagoa Pequena, nas margens do Canal São Gonçalo e no baixo curso dos Arroios Fragata, Santa Bárbara (área onde o curso foi retilinizado), Pelotas, Contagem e Corrientes. A área do padrão em planícies corresponde a mais de um quarto da área de estudo com 250,81km<sup>2</sup> (ou 38,13%).

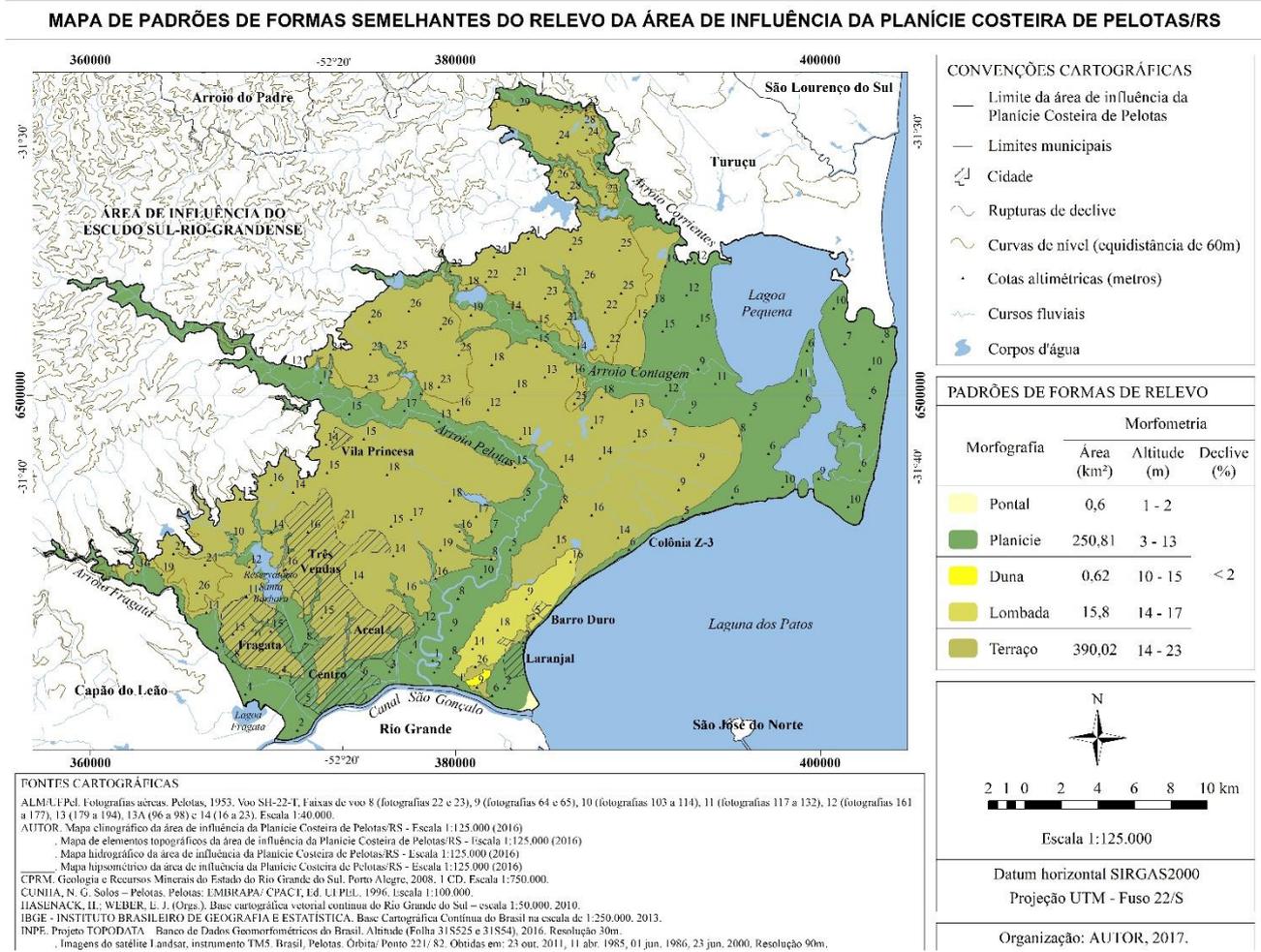


O padrão em lombadas está situado entre o baixo curso do Arroio Pelotas e a Laguna dos Patos, e destaca-se com 15,8km<sup>2</sup> (ou 2,4%). No sul da área de estudo, estão o padrão em dunas e o padrão em pontal, cuja área, respectivamente, é de 0,62km<sup>2</sup> (0,09%) e 0,6km<sup>2</sup> (0,09%).

A figura 1 apresenta o mapa de padrões de formas semelhantes de relevo da área de influência da Planície Costeira de Pelotas, com as respectivas morfografias e morfometrias identificadas.

as caracteriza como um ambiente bastante úmido. Nessas formas de relevo predomina a cobertura herbácea relativa a vegetações de áreas periódica ou permanentemente alagadas, cujos solos dominantes são Gleissolos e Neossolos para planície e Gleissolos para pontal (CUNHA & SILVEIRA, 1996).

Conforme Cunha & Silveira (1996), nessas áreas, as terras não seriam aptas para cultivos aráveis em função da vulnerabilidade a inundações e da dificuldade para a irrigação. Entretanto, cultivos de



**Figura 23 -** Mapa de padrões de formas semelhantes de relevo da área de influência da Planície Costeira de Pelotas.

**Processos ativos em padrões de formas semelhantes de relevo**  
**Padrões de pontal e planície**

As formas de pontal e planície guardam semelhanças quanto ao lençol freático superficial que

arroz irrigado são observados em planície da margem oeste da Lagoa Pequena. Nesse caso, em virtude da baixa declividade atrelada à influência de cursos fluviais e corpos lagunares, a área apresenta oscilação periódica do lençol freático e suscetibilidade à erosão laminar (escoamento superficial difuso).



**Figura 2** - 1º plano – alagamento em área edificada sobre antiga planície de inundação do Arroio Santa Bárbara; 2º plano – terraço fluvial. Fonte: G1 – globo.com, 20/02/2013.

Por sua vez, as áreas úmidas permanentemente alagadas em planície de ambiente paludial das proximidades da Lagoa Fragata e margens do sangradouro da Lagoa Pequena impossibilitam qualquer uso agrícola (CUNHA & SILVEIRA, 1996). Seu uso, de acordo com Cunha & Silveira (1996), deve ser feito mediante atividades voltadas à recreação e ações de proteção à fauna e à flora.

Considerando-se os acumulados pluviométricos de eventos climáticos extremos analisados por Hansmann (2013) e Rutz (2015), as áreas urbanizadas sofrem com a recorrência de inundações em locais onde a morfologia original do relevo condiciona a concentração da água pluvial em depressões correspondentes a planícies que, ora impermeabilizadas, apresentam o aumento do escoamento superficial em virtude do impedimento à infiltração da água no solo. A isso se soma, na região administrativa Centro, a retificação de parte do Arroio Pepino e do Arroio Santa Bárbara.

Como exemplo das repercussões da retificação e transposição de parte do Arroio Santa Bárbara, a figura 2 ilustra planície alagada na R. Tiradentes (1º plano) e terraço evidenciado por ruptura de declive positiva no

cruzamento da R. Tiradentes com a R. Mal. Deodoro (2º plano). A área é densamente urbanizada, com aterramento de áreas úmidas referentes ao antigo canal Santa Bárbara. As ruas tornam-se leitos pluviais que escoam rapidamente a água da chuva para depressões relativas, de maneira que a influência da morfologia original do relevo torna-se evidente.

Ainda com relação à planície do Arroio Santa Bárbara, registram-se morfodinâmicas na área do reservatório de água que abastece Pelotas. No reservatório, a alteração de um estado lótico para lântico da água e a ação dos ventos e das ondas desenvolvem margens de abrasão em que os declives acentuam o efeito da gravidade e o recuo das margens. Entende-se que isso esteja relacionado às características do manto de alteração pouco coeso e friável constituído por material pedogenético de depósitos alúvio-coluvionares (CUNHA, 1996). Os materiais oriundos da abrasão das margens somados a sedimentos transportados por tributários podem definir feições deposicionais. Assim, há condições para o aumento da carga de fundo e de suspensão, do que pode resultar o assoreamento do reservatório e a diminuição de seu tempo útil (figura 3).



**Figura 24** - Solapamentos em margens de abrasão do reservatório Santa Bárbara. Fonte: AUTOR, 10/10/2016



Próximo à confluência do Canal São Gonçalo com o Arroio Pelotas, há o aumento da área urbana às margens dos meandros fluviais. A expansão urbana avançou por ambientes paludiais e diminuiu a abrangência espacial das dunas, alterando aquíferos e habitats de reprodução de espécies animais (SELMO & ASMUS, 2006). Além disso, em planície sob influência do Arroio Pelotas identifica-se a alteração de morfodinâmicas decorrentes de construções de estradas de acessos às moradias.

A figura 4 registra a área urbanizada às margens do Arroio Pelotas. Na margem direita, situa-se o bairro Marina Ilha Verde; na esquerda, bairro Recanto de Portugal. Ambos os bairros são de alto padrão socioeconômico e constituem conflito legal de uso, pois ocupam Área de Preservação Permanente (APP)<sup>19</sup> referente a faixa marginal do Arroio Pelotas. Há aterramento de áreas úmidas, impermeabilização de superfície, supressão de mata ciliar e contenção de erosões em margens côncavas. No Marina Ilha Verde, há seccionamentos em colo de meandro para a atracagem de embarcações em docas. Em virtude disso, os aterros de moradias e arruamentos elevam a altimetria da superfície e alteram sua declividade, do que resultam limites à infiltração da água no solo e alteração dos escoamentos superficial e subsuperficial.

As áreas úmidas aterradas e/ou impermeabilizadas perdem sua eficiência como receptáculo e absorvente da água extravasada e surgente. Nesse sentido, cabe destacar que essas áreas são importantes para a regulação dos fluxos fluviais, mitigando inundações em períodos de maiores índices pluviométricos e, nos períodos de estiagem, corroborando para manutenção mais regular da vazão



**Figura 4** - Área urbanizada às margens do Arroio Pelotas.

Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 23/05/2018.

A duplicação da BR-392/471 em parte da planície do Arroio Fragata promove alterações significativas de morfodinâmicas do relevo. Ademais, observam-se alterações decorrentes de ocupações urbanas em áreas úmidas. Nesta parte da área de estudo, a rodovia está praticamente no limite entre a forma de planície e a de terraço.

A figura 5 apresenta parte da planície do Arroio Fragata, onde depósitos tecnogênicos homogêneos são compactados para a pavimentação asfáltica da BR-392/471. O aterramento de área úmida eleva a altimetria e forma descontinuidade de aclave (barranco). O barranco ainda não fitoestabilizado ativa erosões laminares, seguidas de lineares, sendo aporte de sedimentos a adjacências deprimidas.

<sup>19</sup> APP é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o

fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).



**Figura 5** - Aterramento de área úmida em planície do Arroio Fragata para pavimentação asfáltica. Fonte: AUTOR, 29/10/2015

Acerca do padrão de planície e de pontal, onde estão situadas a Praia do Laranjal e o Pontal da Barra<sup>20</sup>, respectivamente, evidenciam-se alterações de morfodinâmicas a partir do aterramento de áreas úmidas, impermeabilização da superfície por edificações (moradias e comércios) e alguns arruamentos asfaltados, resultantes de uma urbanização não condizente à importância das áreas úmidas para o sistema lagunar e o fluxo gênico da biodiversidade. Tais alterações tornaram-se ainda mais notórias quando no outubro de 2015 o vento em sentido desfavorável (nordeste) ao escoamento natural da água da Laguna dos Patos, junto a intensas precipitações que ocorreram de forma generalizada no Rio Grande do Sul, fez com que as áreas úmidas – limitadas pelo corpo lagunar, a leste, e padrões de lombada e terraço, a oeste – fossem alagadas pelo transbordamento de cursos d’água e pelo avanço do corpo lagunar, causando transtornos à população. Neste contexto, também se destaca a importância da área, na confluência do canal

<sup>20</sup> Localidade que dá nome a uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) criada no ano de 1999. Essa RPPN abrange 65,33ha (ICMBio, 2017). Seu ambiente é caracterizado por banhados (termo regional para áreas úmidas), charcos

São Gonçalo com a Laguna dos Patos, enquanto um exutório hídrico de expressão regional, com aporte de fluxos desde o Uruguai (figura 6).



**Figura 6** - 1º plano – vegetação típica de áreas úmidas; 2º plano – moradias construídas a partir de aterramento do terreno.

Fonte: AUTOR, 29/10/2015

A enchente que alagou a Praia do Laranjal e o Pontal da Barra – representada na figura 6 – também evidenciou morfodinâmicas na linha de costa da Laguna dos Patos, no Barro Duro. O impacto das ondas desestruturou o controle antrópico efetivado por blocos graníticos, definindo o recuo da linha de costa, conforme mostra a figura 7.

temporários, matas nativas e campos inundáveis, onde foram registradas mais de 200 espécies de aves, mais de 100 espécies de peixes, pelos menos duas dezenas de mamíferos e entre 30 e 40 de répteis e anfíbios (SQA, 2013).



**Figura 7** - Reajuste da dinâmica lagunar em linha de costa controlada por mecanismos antrópicos na localidade do Barro Duro, Laranjal. Fonte: AUTOR, 29/10/2015

A nordeste da localidade do Barro Duro, o adensamento populacional da Colônia de Pescadores Z-3 altera os processos morfodinâmicos de maneira sensível na transição do terraço com a planície. De acordo com Delamare et al. (2015) e com observações feitas a campo, as modificações são evidentes tanto em cursos fluviais como na linha de costa lagunar, com destaque para a retificação e transposição do canal Reasilva (Arroio Sujo), construção de arruamentos e estradas e construção de atracadouros para barcos de pesca (Divinéia I e Divinéia II). Além disso, observam-se aterramentos e construção de molhes que dão acesso aos atracadouros.

Na figura 8, verifica-se a estrada de acesso à Colônia de Pescadores Z-3 em linha de costa da Laguna dos Patos, no sentido Colônia de Pescadores Z-3-Barro Duro. A via é consolidada por materiais tecnogênicos e sua construção elaborou um novo patamar que separa a Laguna dos Patos, à esquerda, das áreas úmidas adjacentes, à direita, causando alterações hidrodinâmicas de tipo lagunar e paludial.



**Figura 8** - Estrada de acesso à Colônia de Pescadores Z-3 em linha de costa da Laguna dos Patos, no sentido Colônia de Pescadores Z-3-Barro Duro. Fonte: AUTOR, 10/10/2016

A figura 9 ilustra o atracadouro Divinéia I, onde em 2º plano, à esquerda, tem-se uma ilha artificial construída para a atracagem dos barcos de pesca, enquanto que, à direita, moradias em segmento da linha de costa lagunar. Neste registro, observam-se alterações de hidrodinâmicas lagunar e paludial derivadas, principalmente, da supressão de vegetação, aterramento de áreas úmidas, abertura de canais para navegação e edificações residenciais.



**Figura 9** - Atracadouro Divinéia I. À esquerda, ilha artificial construída para a atracagem dos barcos de pesca; à direita, moradias em segmento da linha de costa lagunar. Fonte: AUTOR, 10/10/2016



Um pouco mais afastado dos adensamentos populacionais, em consequência do pastoreio às margens de cursos fluviais, verificam-se processos erosivos em caminhos preferenciais de animais. Em virtude do pisoteio de animais, depreende-se o aumento da densidade do solo e, por conseguinte, da possibilidade de ocorrer escoamento superficial difuso.

No entanto, o solo exposto não decorre somente em virtude das práticas agrícolas e pecuárias, mas também de obras rodoviárias. Nesse sentido, atenta-se para o fato de que a interrupção das obras de duplicação da BR-116, no trecho Pelotas-Porto Alegre, é hoje um dos principais motivos para o desenvolvimento de formas de processos atuais. As formas caracterizam-se por sulcos e ravinas, visto que em muitos locais a fitoestabilização dos taludes de cortes é ineficiente, e em outros sequer foi iniciada. Ademais, os materiais tecnogênicos utilizados nas obras, sejam por suas características ou técnicas empregadas, parecem não apresentar a devida estabilidade requerida. Assim, materiais são carregados aos rios, formando depósitos sedimentares e, devido à redução das competências fluviais em seções de médio e baixo curso, há possibilidade de assoreamentos dos canais, conforme expõe a figura 10.

Em estradas não pavimentadas identifica-se a potencialidade para os processos pluvioerosivos às margens das vias e o carregamento ainda maior de sedimentos para os canais fluviais, que podem resultar da falta de retificação adequada para o escoamento da água da chuva e de fitoestabilização de taludes de cortes.



**Figura 10** - Assoreamento em médio curso do Arroio Corrientes resultante de processos erosivos ativados por obra de duplicação da BR-116. Fonte: AUTOR, 10/10/2016

### **Padrões de terraço e lombada**

Em áreas relativamente altas, referentes aos padrões de terraço e lombada, prevalece a ocorrência de Planossolo (CUNHA, 1996b). Conforme Santos et al. (2013), esse solo pode variar de imperfeitamente a muito mal drenado e seu horizonte B é de alta concentração de argila, definindo permeabilidade lenta ou muito lenta. Desse modo, as limitações à capacidade do uso agrícola são inerentes ao solo e à drenagem, sem suscetibilidade à erosão de tipo linear (fluxo superficial concentrado) (CUNHA & SILVEIRA, 1996).

Na prática agrícola intensiva, como a que ocorre na maior parte dos terraços, geralmente o solo fica exposto desde a colheita até o seu preparo para o próximo plantio (figura 11). O terreno descoberto, seja por colheita ou desmatamento, pode apresentar desestabilização dos agregados do solo, pois a retirada da vegetação diminui a quantidade de húmus produzido por plantas e animais (GUERRA; MENDONÇA, 2014). Em razão disso, o solo exposto apresenta-se com menor capacidade de infiltração que solos florestados. Isso se deve à compactação pelo impacto da chuva e selagem de poros do solo por



partículas finas deslocadas pelo salpico das gotas de chuva (NETTO, 2007). Todavia, também em função do pisoteio de animais, depreende-se o aumento da densidade do solo e, por conseguinte, a ativação de processos de erosão laminar (figura 12).



**Figura 11** - Área em preparo para cultivo de soja em padrão de terraço. Fonte: AUTOR, 10/10/2016



**Figura 12** - Pisoteio de animais em padrão de terraço. Fonte: AUTOR, 10/10/2016

Com relação à área urbana, esta apresenta crescimento em áreas de terraço mormente no eixo norte e leste. Tal expansão manifesta-se mediante intervenções que se destacam pela supressão da

cobertura vegetal, construção de arruamentos, aterramento de áreas úmidas e impermeabilização da superfície (figura 13).



**Figura 13** - Transição entre os padrões de planície do Canal São Gonçalo (1º plano) e terraço (2º plano), na R. Dom Pedro II, centro da cidade de Pelotas. Fonte: AUTOR, 10/10/2016

O adensamento populacional do Barro Duro está localizado, majoritariamente, na forma de lombada, cuja descontinuidade de aclave com a forma de planície, a leste, é bastante perceptível. Em função disso, processos erosivos são ativados e afeioam formas de sulco, ravina e, até mesmo, voçoroca (figura 14).

Sem isolamento do entorno da área degradada da voçoroca (figura 14), alguns moradores depositam lixo no local, poluindo e contaminando águas de escoamento no interior da feição erosiva. Os taludes são solapados e materiais são carreados para a Laguna dos Patos a partir do desenvolvimento da voçoroca em direção à lombada por erosão regressiva.

Embora urbanizada, a maior parte da localidade do Barro Duro apresenta arruamentos, calçadas e pátios residenciais não impermeabilizados – fator positivo para a infiltração da água no solo. Elemento negativo é a existência de esgoto não canalizado e tratado e o descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos.



**Figura 14** - Voçoroca na localidade do Barro Duro – Laranjal.

Fonte: AUTOR, 19/10/2015

A figura 15 exemplifica o caso da Esquina da Trav. Um Aratiba com a Av. Mato Grosso. Neste local, há a transição entre a forma de planície (1º plano) e a de lombada (2º plano). O pavimento parcial com paralelepípedo potencializa o escoamento superficial que, ao alcançar o pavimento solto, ativa processos erosivos. A declividade propicia a erosão regressiva por incisão pluvial na interface do pavimento sólido com o solto. Entulhos são usados para tapar os sulcos erosivos. A ocupação urbana expressa conflito legal de uso em virtude de se localizar em parte de um remanescente de mata de restinga paludosa, conhecida como Mata do Totó (BRASIL, 2012; VENZKE et al., 2015).



**Figura 15** - Transição entre os padrões de planície (1º plano) e lombada (2º plano) na localidade do Barro Duro – Laranjal.

Fonte: AUTOR, 19/10/2015

Nessa mesma localidade, onde a descontinuidade de aclave é ainda mais acentuada, há maior suscetibilidade a erosões e, por consequência, colapso de estruturas urbanas. Isso pode ser ocasionado pela retirada da cobertura vegetal, aterramentos e impermeabilizações realizadas para a construção de edificações residenciais em bordas da forma de lombada. Tais intervenções podem maximizar o efeito da gravidade em segmentos mais inclinados das vertentes do relevo a partir da realização de cortes mal dimensionados.

### **Padrão de duna**

O padrão de duna apresenta areias expostas e excessivamente drenadas (da classe dos Neossolos) (CUNHA & SILVEIRA, 1996), que estão gradativamente sendo cobertas por uma mata de restinga, acrescida de elementos da Floresta Estacional (SELMO & ASMUS, 2006). As formas de duna não apresentam nenhum potencial agrícola, mas possuem valor para recreação, fauna e flora, entre outros (CUNHA & SILVEIRA, 1996).



No Plano Diretor de Pelotas, por sua vez, as dunas compõem Áreas Especiais de Interesse do Ambiente Natural, sendo definidas como Área de Preservação Permanente Degradada (APPD). As APPD são áreas:

[...] que já sofreram processo de degradação ambiental, seja pela ação antrópica ou natural, necessitando de programa específico estabelecido pelo Poder Público, de recuperação, mitigação ou compensação, com vistas a estabelecer um cronograma de recuperação do passivo ambiental nelas localizado (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2008, p.19).

Nessa área, verificam-se, ao mesmo tempo, processos de erosão eólica e fitoestabilização das areias expostas. Apesar de constituírem uma APPD, as dunas continuam sendo impactadas pelo trânsito de veículos e pessoas, bem como por pastoreio. Tais impactos prejudicam a manutenção da biodiversidade e o resguardo de registros paleontológicos e geológicos (figura 16).



**Figura 16** - Pisoteio de animais, erosão eólica e fitoestabilização em padrão de dunas. Fonte: AUTOR, 19/10/2015

## CONCLUSÕES

A análise realizada demonstra que, em grande parte, as intervenções antrópicas destacam-se por negligenciar funções naturais de áreas úmidas fluviais e paludiais em depressões relativas do relevo mediante aterramentos e/ou impermeabilizações e edificações a partir de retificações e transposições de canais fluviais que visam atender o propósito de expandir a urbanização.

No conjunto desses fatos, ampliam-se as externalidades negativas decorrentes de intervenções já consolidadas em áreas ambientalmente frágeis e legalmente protegidas (áreas úmidas), margens fluviais e lagunares etc. em padrões de planície e pontal) ou que demandam o manejo adequado do que seja tomado enquanto recurso natural (solos, minerais, vegetação etc. em padrões de terraço e lombada). Nesse sentido, urge, pois, um (re)ordenamento de usos e coberturas da terra com o qual se possa ao menos minimizar ou, sendo possível, solucionar e prevenir impactos ambientais negativos.

Dessa forma, considera-se que este estudo apresenta condições de ser utilizado como subsídio em ações de educação ambiental sob a perspectiva do planejamento e desenvolvimento socioeconômico e cultural acerca de usos e coberturas da terra e suas implicações, haja vista a interdisciplinaridade demandada aos estudos de Geomorfologia e o fato de o relevo evidenciar potencialidades e vulnerabilidades à conversão de propriedades geoecológicas em socioreprodutoras. Assim, entende-se que os resultados desta pesquisa possam ser utilizados em escolas e universidades no tocante à elucidação de parte da geomorfologia municipal na qualidade de condicionante e suporte à organização do espaço geográfico, tendo em vista a prioridade de preservação de áreas não propícias a nenhum tipo de uso.



Espera-se possível que a análise e o mapeamento realizado também sirvam de esclarecimento ao poder público municipal sobre a importância de efetivamente se restringir a expansão urbana em áreas úmidas de influência de cursos e corpos d'água a fim de que estas áreas não percam sua eficiência como receptáculos e mantenedoras da quantidade e qualidade da água que compõe sistemas lagunares e fluviais.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. 1969. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*, São Paulo, 18:1-23. (disponível em [http://bdpi.usp.br/single.php?\\_id=001348929](http://bdpi.usp.br/single.php?_id=001348929))
- ALM – AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA LAGOA MIRIM. 1953. Fotografias aéreas. Pelotas, 1953. Voo SH-22-T, Faixas de voo 8 (fotografias 22 e 23), 9 (fotografias 64 e 65), 10 (fotografias 103 a 114), 11 (fotografias 117 a 132), 12 (fotografias 161 a 177), 13 (179 a 194), 13A (96 a 98) e 14 (16 a 23). Escala 1:40.000.
- BARBOZA, E. G.; ROSA, M. L. C. C. & AYUP-ZOUAIN, R. N. 2008. Cronoestratigrafia da Bacia de Pelotas: uma revisão das sequências deposicionais. *GRAVEL*, Porto Alegre, 6 (1):125-138 (ISSN 1678-5975)
- BARBOZA E. G.; ROSA, M. L. C. C; DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J. & AYUP-ZOUAIN, R. N. 2011. Comportamento regressivo/ transgressivo da linha de costa na Bacia de Pelotas durante o Holoceno médio e tardio. In: LÓPEZ, R. A. & MARCOMINI, S. C. (Eds.). *Problemática de los Ambientes Costeros: Sur de Brasil, Uruguay y Argentina*, pp.15-30, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Croquis S.R.L. (ISBN 978-987-1527-43-4).
- BRASIL. 2012. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 20 dez. 2012.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. 1 CD. Escala 1:750.000.
- CUNHA, N. G. & SILVEIRA, J. C. 1996. Estudo dos solos do município de Pelotas. 50p., Pelotas: EMBRAPA/ CPACT, Ed. UFPEL.
- CUNHA, N. G. Geomorfologia e Solos – Pelotas. Pelotas: EMBRAPA/ CPACT, Ed. UFPEL, 1996. Escala 1:100.000.
- \_\_\_\_\_. Solos – Pelotas. Pelotas: EMBRAPA/ CPACT, Ed. UFPEL, 1996. Escala 1:100.000.
- DELAMARE, T. O.; SIMON, A. L. H. & SATO, S. E. 2015. Dinâmica de uso da terra e alterações na linha de costa lagunar: estudo em uma Colônia de Pescadores de Pelotas, RS, Brasil. *Revista de GESTÃO COSTEIRA Integrada / Journal of Integrated COSTAL ZONE MANAGEMENT*, Lisboa, 15 (2): 237-248. (DOI 10.5894/rgci543.).
- DIAS, J. L.; SAD, A. R. E.; FONTANA, R. L. & FEIJÓ, F. J. 1994. Bacia de Pelotas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*. 8: 235-245.
- ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE CAPÃO DO LEÃO. 2000. Normais Climatológicas do Município de Pelotas, 1971 – 2000 (mensais e anuais). (disponível em <http://www.ufpel.tche.br/estacaoagro/>)
- FAVILLA, C. A.; CALDASSO, A. L. S.; RODRIGUES, T. L. N.; WILDNER, W.; BACHI, F. A.; VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. & DEHNHARDT, B. A. Mapas Geológicos da Região Costeira do Rio Grande do Sul – Escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM/UFRGS, 2000. (Folha SH.22-Y-D – Pelotas).
- FLORENZANO, T. G. 2008. Introdução à geomorfologia. In: \_\_\_\_\_. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*, pp.12-30, São Paulo: Oficina de Textos. (ISBN 9788586238659).



- G1 – globo.com. 2013. Chuva alaga ruas e invade casas no interior do Rio Grande do Sul. (disponível em <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/02/chuva-alaga-ruas-e-invade-casas-em-pelotas-e-uruguaiana.html>). Pelotas, Brasil.
- GOOGLE EARTH PRO. 2018. Imagem de Satélite. (disponível em <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>)
- GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. 2008. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6.ed. 652p. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. (ISBN 978-85-286-0625-6).
- GUERRA, A. J. T. & MENDONÇA, J. K. S. 2014. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil, pp. 225-256, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. (ISBN 8528610497).
- HANSMANN, H. Z. 2013. Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas-RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 63p.
- HASENACK, H. & WEBER, E. J. (Eds.). Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000. Porto Alegre, UFRGS-IB- Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
- ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2017. Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN. (disponível em <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/698/>)
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. Banco de Dados Cidades@. (disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440&search=rio-grande-do-sullpelotas>)
- \_\_\_\_\_. 2013. Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala de 1:250.000. (disponível em [ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistematico/base\\_vetorial\\_continua\\_escalas\\_250mil/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/base_vetorial_continua_escalas_250mil/))
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2016. Projeto TOPODATA – Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil. Altitude (Folha 31S525 e 31S54). Resolução 30m. (disponível em <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>)
- \_\_\_\_\_. 2011. Imagens do satélite Landsat, instrumento TM5. Brasil, Pelotas. Órbita/ Ponto 221/ 82. Obtidas em: 23 out. 2011. Resolução 90m. (disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>)
- \_\_\_\_\_. 2000. Imagens do satélite Landsat, instrumento TM5. Brasil, Pelotas. Órbita/ Ponto 221/ 82. Obtidas em: 23 jun. 2000. Resolução 90m. (disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>)
- \_\_\_\_\_. 1986. Imagens do satélite Landsat, instrumento TM5. Brasil, Pelotas. Órbita/ Ponto 221/ 82. Obtidas em: 01 jun. 1986. Resolução 90m. (disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>)
- \_\_\_\_\_. 1985. Imagens do satélite Landsat, instrumento TM5. Brasil, Pelotas. Órbita/ Ponto 221/ 82. Obtidas em: 11 abr. 1985. Resolução 90m. (disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>)
- MENEGAT, R.; FERNANDES, L. A.D.; KOESTER, E. & SCHERER, C. M. S. 1998. Porto Alegre antes do homem: evolução geológica. In: \_\_\_\_\_. Atlas Ambiental de Porto Alegre, pp. 11-20, Porto Alegre: Editora da Universidade (ISBN 8570259123)
- PELOGGIA, A. U. G. & OLIVEIRA, A. M. S. 2005. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. In: X CONGRESSO ABEQUA, Guarapari, *Anais...Guarapari*. (disponível em [http://www.abequa.org.br/trabalhos/0268\\_tecnogeno.pdf](http://www.abequa.org.br/trabalhos/0268_tecnogeno.pdf))
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS. 2008. III PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE PELOTAS. Mapa temático: bacias hidrográficas e área de nascentes. Pelotas: Secretaria Municipal de Urbanismo. Escala 1:100.000. Projeção UTM. DATUM Sad-69.



- ROSA, M. 1985. Geografia de Pelotas. 333p. Pelotas: UFPel.
- ROSS, J. L. S. 1992. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia – USP. São Paulo, 6: 17-29. (disponível em <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>)
- RUTZ, E. C. 2015. Análise histórica das enxurradas no município de Pelotas e as consequências da enxurrada de 2009 na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, Pelotas/ RS. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 124p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. & OLIVEIRA, J. B. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 333p. Brasília: EMBRAPA.
- SQA – SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL. 2013. Plano Ambiental de Pelotas. Pelotas: Prefeitura de Pelotas. 120p.
- SELMO, F. S. & ASMUS, M. L. 2006. Análise ambiental da ocupação urbana do Pontal da Barra, Praia do Laranjal, Pelotas, RS. Revista Eletrônica: Cadernos de Ecologia Aquática, Rio Grande, 1 (2): 30-37. (ISSN 1980-0223)
- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. 2000. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: Holz, M. & De Ros, L. F. (Eds). Geologia do Rio Grande do Sul, pp. 375-406, Edição CIGO/ UFRGS, Porto Alegre.
- VENZKE, T. S. L.; HERTER, G. K. & MATTEI, V. L. 2015. Fitossociologia em uma mata de restinga paludosa na Mata do Totó, Pelotas, RS. Pesquisa Florestal Brasileira, 82:101-110 (disponível em <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/download/648/413>)
- WILDNER, W. & LOPES, R. C. 2010. Evolução Geológica: do Paleoproterozóico ao Recente. In: VIERO, A. C. & SILVA, D. R. A. (Eds.). Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul, pp. 15-34, Porto Alegre: CPRM. (ISBN 978-85-7499-083-5).