



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

CARTOGRAFIA MORFOLÓGICA DO RELEVO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS (RS)

MORPHOLOGICAL CARTOGRAPHY OF THE RELIEF OF THE MUNICIPALITY OF PELOTAS (RS)

(Recebido em 19-02-2021; Aceito em 30-07-2021)

Moisés Ortemar Rehbein

Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo
Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pelotas - Pelotas, Brasil
moises.rehbein@ufpel.edu.br

Anderson Rodrigo Estevam da Silva

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pelotas
Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Paraná – União da Vitória,
Brasil
anderson.silva@ies.unespar.edu.br

Danilo da Silva Dutra

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Professor da Rede Municipal de Ensino de Morro Redondo – Morro Redondo, Brasil
danilodasilvadutra@hotmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir dados morfométricos, morfográficos e apresentar cartografia morfológica da área do município de Pelotas (RS) e, desse modo, disponibilizar bases para investigações morfogenéticas e morfodinâmicas do relevo. A pesquisa se desenvolve pelo reconhecimento e validação em campo e atividades em gabinete, com a sobreposição de diferentes planos de informações (curvas de nível, pontos cotados, hidrografia, anaglifo de fotografias aéreas, modelo sombreado, clinografia, hipsometria, cobertura e uso da terra) para identificação de divisores d'água, talwegues, vetorização de rupturas de aclives e ou declives e definição de padrões morfológicos de relevo. O modelado de Pelotas possui cotas que variam de 1 a 398 m de altitudes, distribuídas em oito padrões de relevo: planícies (predominantemente, com altitudes entre 1 a 4 m, declividades menores que 3 % e área de 307 km²); três níveis de terraços (5 a 29 m, > 3 %, 400 km²); planícies alveolares (30 a 59 m, > 3 %, 57 km²); Colinas (30 a 59 m, 3 a 7 %, 99 km²); Morrotes (90 a 149 m, 8 a 19 %, 114 km²) e Morros (90 a 269 m, 8 a 19 %, 632 km²). A cartografia morfológica do relevo constitui plano de informação fundamental para o mapeamento geomorfológico de Pelotas.

Palavras-chave: Classes hipsométricas; Classes clinográficas; Formas de relevo; Mapeamento geomorfológico; Geomorfologia de Pelotas.

Abstract

This article aims to discuss morphometric, morphographic data and present morphological cartography of the area of the municipality of Pelotas (RS) and, thus, provide bases for morphogenetic and morphodynamic investigations of the relief. The research is developed through recognition and validation in the field and activities in the office, with the overlapping of different information plans (contour lines, spot elevation, hydrography, anaglyph of aerial photographs, shaded model, clinography, hypsometry, land use and land cover) for identification of drainage divides, thalwegs, vectorization of uphill and downhill slopes ruptures and definition of morphological patterns of relief. The relief has elevations ranging from 1 to 398 m of altitudes distributed in eight morphological patterns: plains (predominantly, with altitudes between 1 to 4 m, slopes less than 3 % and an area of 307 km²); three levels of terraces (5 to 29 m, > 3 %, 400 km²); alveolar plains (30 to 59 m, > 3 %, 57 km²); Hillocks (30 to 59 m, 3 to 7 %, 99 km²); intermediate hills (90 to 149 m, 8 to 19 %, 114 km²) and Hills (90 to 269 m, 8 to 19 %, 632 km²). The morphological cartography of the relief is a fundamental information plan for the geomorphological mapping of Pelotas.

Key words: *Hypsometric classes; Clinographic classes; Landforms; Geomorphological mapping; Pelotas Geomorphology.*

Introdução

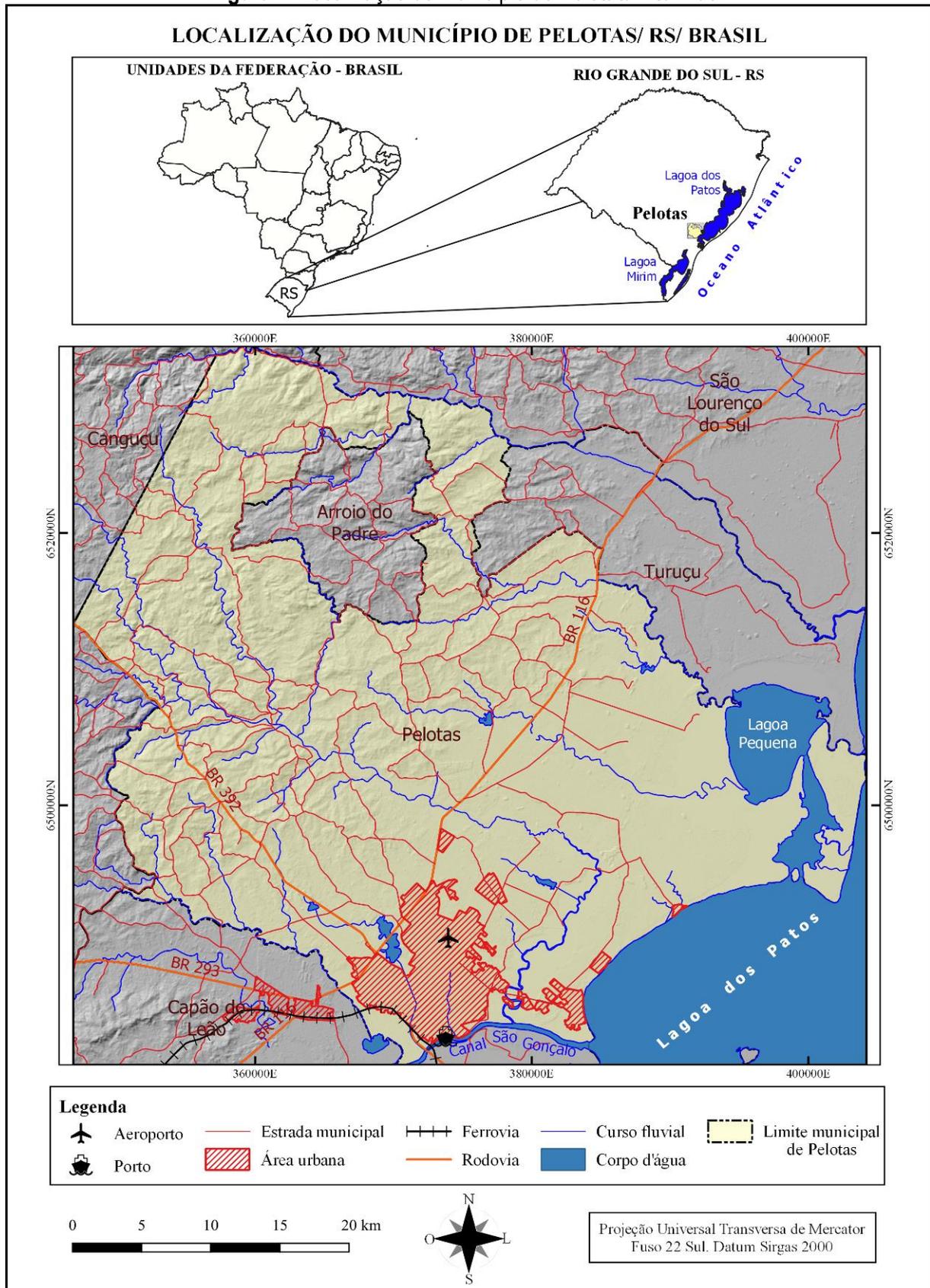
Os estudos geomorfológicos envolvem a compreensão de formas, materiais e processos do relevo terrestre. É consagrado na literatura que um dos principais métodos e produtos desses estudos são as cartografias geomorfológicas que, em diferentes escalas espaciais e taxonômicas, primam pela sistematização e integração de variáveis morfométricas e morfográficas (morfológicas), morfogenéticas e morfodinâmicas do relevo (TRICART, 1965; AB'SÁBER, 1969; DEMEK, 1972; KLIMASZEWSKI, 1982; ROSS, 1992, 2014; CASSETI, 2005; ARGENTO, 2009; REHBEIN, 2011; TORRES, NETO, MENEZES, 2013; SIMON e LUPINACCI, 2019).

Este trabalho tem como objetivo discutir dados morfométricos, morfográficos e apresentar cartografia morfológica da área do município de Pelotas e, desse modo, disponibilizar bases para investigações morfogenéticas e morfodinâmicas do relevo, contribuindo para o projeto de mapeamento geomorfológico da área do município.

O município de Pelotas está localizado na porção sudeste do estado do Rio Grande do Sul (RS) e, com área de aproximadamente 1.610 km², estabelece limites político administrativos com os municípios de Turuçu, Canguçu, Capão do Leão, Rio Grande e com o município enclave de Arroio do Padre. Comporta importantes modais rodoviários (BR 116, 293 e 392), hidroviários (Canal São Gonçalo e Lagoa dos Patos), ferroviário e aeroviário (Figura 1). Os diferentes modais de transporte condicionam importantes logísticas de circulação de pessoas, escoamento da produção, sobretudo agrícola, e importação para o estado do RS.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010) Pelotas possui população de 328.275 habitantes, ocupando a terceira posição no ranking de municípios em número de habitantes do estado do RS. A cidade se destaca como polo prestador de serviços no sul do estado.

Figura 1: Localização do município de Pelotas/ RS/ Brasil



Fonte: Os autores (2021)

No município se identificam diferentes coberturas e usos da terra, destacando-se as classes de lavouras temporárias e áreas descobertas associadas a cultivos agrícolas de ciclo anual, as quais equivalem a 51% da área do município (NÖRNBERG e REHBEIN, 2020).

Do ponto de vista das paisagens naturais Pelotas se insere no contexto do bioma pampa, caracterizado pelo predomínio de campos nativos, formações arbustivas, matas ciliares, de encostas e vegetação adaptada às áreas úmidas. O Pampa apresenta flora e fauna endêmicas, notória biodiversidade, ainda não totalmente descrita pela ciência. Em relação às áreas naturais protegidas no Brasil o Pampa é o bioma de menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). A vegetação do bioma tem importante contribuição para o sequestro de carbono e controle da erosão (PILLAR et al., 2009).

Na classificação de Köeppen, o clima predominante é o subtropical úmido (Cfa) ou tipo climático temperado (C), com chuvas durante todos os meses do ano (f) e verões amenos (a). Para o mês mais quente este tipo climático apresenta temperatura média superior a 22°C e para o mês mais frio média superior a 3°C. No período de 1971 a 2000 a média anual de precipitação mensurada na Estação Agroclimatológica de Pelotas (371.665 mE; 6.473.541 mN e altitude de 13,24 m) foi de 126,56 mm (EMBRAPA, UFPEL, INMET, 2020).

Na área também se sucedem eventos meteorológicos associados aos fenômenos climáticos *La Niña* e *El Niño*, os quais condicionam anomalias na precipitação, resultando períodos de estiagens e ou enxurradas. As enxurradas acentuam os processos erosivos nas encostas de superfícies onduladas e fortemente onduladas do município, com coberturas vegetais esparsas ou solos desnudos, em pousios ou preparos agrícolas (REHBEIN e DUTRA, 2020). Também, as enxurradas promovem recorrentes inundações em áreas rurais e urbanas de Pelotas (SILVA e REHBEIN, 2018; MEGIATO, MOURA e REHBEIN, 2019; REHBEIN e DUTRA, 2020).

Em contexto geológico a área do município é embasada pelo Batólito Pelotas, unidade litológica do Escudo Sulriograndense formada por diferentes suítes graníticas (PHILIPP, 1998), porém, na porção sudeste do município há formação de sistemas de Leques Aluviais e de Lagunas-Barreiras, de diferentes episódios de glacio-eustatismo, constituindo-se a porção emersa da Bacia Sedimentar de Pelotas (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000). Sobre as suítes graníticas ocorrem associações de Neossolos Litólicos e Argissolos e sobre os depósitos sedimentares Argissolos, Gleissolos, Espodossolos, Neossolos Flúvicos, Planossolos e Organossolos (CUNHA e SILVEIRA, 1996).

Material e Métodos

O mapeamento geomorfológico é, ao mesmo tempo, método e produto de investigação do relevo (TRICART, 1965), logo, enquanto importante etapa do mapeamento geomorfológico, assim também se entende a cartografia morfológica. Desse modo, os parâmetros morfográficos e morfométricos na definição dos diferentes padrões de relevo, assim como referências operacionais para cartografia morfológica, evidenciam-se também como os resultados da pesquisa.

Este estudo adota como pressupostos teórico e metodológicos as definições taxonômicas para a cartografia do relevo apresentadas por ROSS (1992), que traz, entre outras fundamentações, as contribuições de Demek *et al* (1972). Essa investigação se desenvolve na perspectiva de inventariação e cartografia dos padrões de formas semelhantes do relevo, ou seja, terceiro táxon da proposta de ROSS (1992). Contribui para a definição de materiais (Planos de Informações - PIs) e procedimentos operacionais os trabalhos de Rehbein (2011); Silva e Rehbein (2018) e Rehbein e Dutra (2020).

a. Materiais

Seleção de PIs, de bases vetoriais e matriciais georreferenciadas (Quadro 1) e o seu recorte espacial para área de estudo, constituindo um Sistema de Informações Geográficas, a partir do programa computacional QGIS 3.10.7. Para os diferentes PIs se adotou a projeção UTM (fuso 22) e o datum SIRGAS2000.

Quadro 1: Planos de Informações

Planos de Informações	Tipo de Representação	Escala Cartográfica ou Resolução Espacial	Referência Bibliográfica
Limite municipal de Pelotas/ RS/ Brasil.	Vetorial	1:250.000	IBGE (2019)
Base cartográfica vetorial contínua: curvas de nível (equidistâncias de 20m), pontos cotados, hidrografia e sistema viário, digitalizados das cartas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército.	Vetorial	1:50.000	HASENACK & WEBER (2010)
Fotografias aéreas: 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), digitalizadas (com resolução de 300dpi) e referenciadas pelo Laboratório de Ensino em Geotecnologias da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).	Matricial	1:40.000	FAB & ALM (1953).
Imagem <i>SRTM - Shuttle Radar Topography Mission</i> - cena S32W053.	Matricial	1' de arco ou 30m	USGS-EDC (2017)
Mapa de Cobertura e Uso da Terra do município de Pelotas	Matricial	_*1	NÖRNBERG & REHBEIN (2020)
Composições coloridas naturais de imagens de satélites do complemento <i>QuickMapServices/Google/Google Satellite</i>	Matricial	1:25.000 *2	GOOGLE SATELLITE (2020)
Mapa dos solos do município de Pelotas (classes de 1º e 2º níveis categóricos)	Vetorial	1:100.000	CUNHA & SILVEIRA (1996)

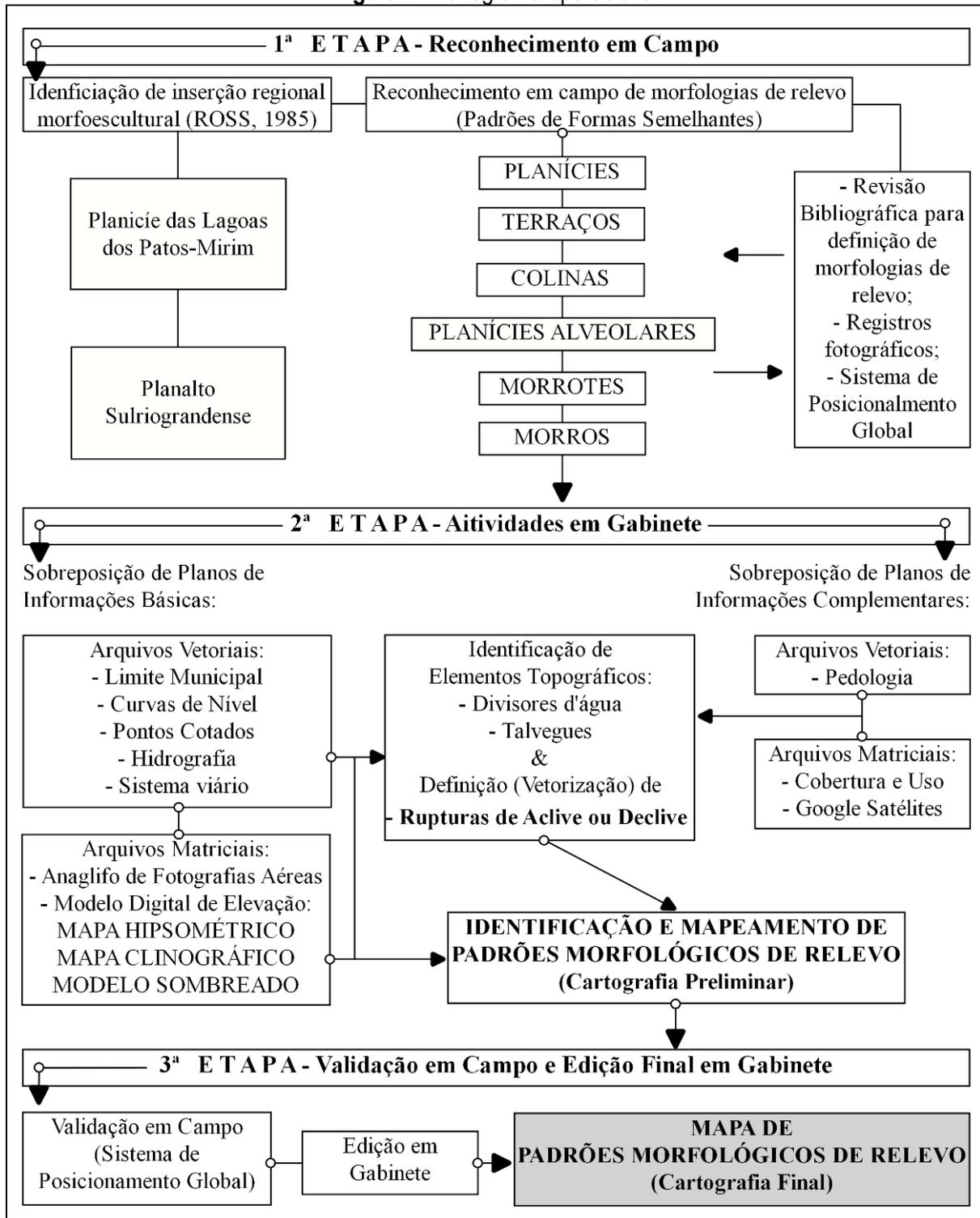
*1 O mapa de cobertura e uso da terra do município de Pelotas resulta da classificação digital supervisionada de imagens do satélite *Landsat 8* sensor *Operational Land Imager (OLI)*, cena da órbita/ponto 221/082 de 25/08/2017, com resolução espacial de 30m. Utilizaram-se as bandas 4 (faixa visível do vermelho, 0.630 - 0.680 µm), 5 (infravermelho próximo, 0.845 - 0.885 µm) e 6 (Infravermelho médio, 1.560 - 1.660 µm), disponibilizadas pelo USGS (2017).

*2 Escala definida no painel navegador do programa *QGIS* para visualização de imagens do complemento *QuickMapServices* do provedor *Google/Google Satellite*.

b. Procedimentos operacionais

A pesquisa se desenvolve a partir de três etapas: 1º) Reconhecimento de Campo; 2º) Atividades em Gabinete; 3º) Validação em Campo e Edição Final em Gabinete. A Figura 2, enquanto fluxograma, evidencia a síntese operacional.

Figura 2: Fluxograma operacional



Fonte: Os autores (2021)

1ª Etapa – Reconhecimento em campo

Compreende a identificação da inserção do relevo do município de Pelotas em contexto morfoescultural brasileiro (ROSS, 1985) e o reconhecimento prévio, em campo, de padrões de formas

semelhantes de relevo (ROSS, 1992), embasado em revisões bibliográficas sobre morfologias de relevo. Adotou-se Guerra e Guerra (2008), Florenzano (2008), IBGE (2009) e Rehbein (2011). Esta etapa consisti também em registros fotográficos com o apoio de Sistema de Posicionamento Global (GPS) para aferição de coordenadas e altitudes de pontos de visadas. As incursões ocorreram em diferentes datas no período de 2015 a 2019.

2ª Etapa – Atividades em Gabinete

Compreende a sobreposição de Planos de Informações (PIs) Básicas e Complementares para versão preliminar de mapa de padrões morfológicos do relevo. Consistem PIs Básicas os arquivos vetoriais do Limite Municipal, Curvas de Nível, Pontos Cotados, Hidrografia e Sistema Viário e os arquivos matriciais Anaglifo de Fotografias Aéreas e Modelo Digital de Elevação (MDE). Consistem PIs Complementares os arquivos vetoriais da Pedologia e os arquivos matriciais de Cobertura e Uso da Terra e imagens do *Google Satellite*.

Para obtenção do Anaglifo de Fotografias Aéreas se seguiram as orientações de Santos e Dias (2011), as quais, a partir do uso do aplicativo *Stereo Photo Maker* (<http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>) e óculos 3D, resultam na estereoscopia em pares de fotografias aéreas parcialmente sobrepostas.

O MDE resulta do pré-processamento da imagem SRTM, com correção de valores negativos, preenchimento de pixels sem dados e remoção de depressões espúrias. Da reclassificação do MDE obteve-se o Modelo Sombreado, Classes Clinográficas e Hipsométricas. O Modelo sombreado adquiriu-se da simulação de diferentes ângulos de iluminação, proporcionando-se texturas e realce do relevo. Considerou-se para melhor visualização do modelado o azimute de insolação de 315° e a altura de insolação de 45°. A definição das classes clinográficas e hipsométricas se fundamenta em ensaios de agrupamentos dos dados da área, buscando-se a identificação de padrões morfométricos através da aplicação de transparência e sobreposição de modelo sombreado, obtenção de perfis topográficos e se considerando intervalos de classes adaptados de ROSS (1994), consagrados em estudos de capacidade de uso (aptidão agrícola) e limites críticos geotécnicos, indicadores do vigor de processos erosivos.

No exercício de sobreposição desses PIs Básicas se buscou pela identificação dos elementos topográficos Divisores d'água, Talvegues e a definição (vetorização) de Rupturas de Aclives e ou Declives. Essas discontinuidades morfológicas balizaram as delimitações de possíveis diferentes unidades de padrões de relevo, as quais, posteriormente, classificadas se avaliando aspectos morfológicos. Os parâmetros morfográficos e morfométricos que orientaram a definição de cada unidade de padrão de formas são apresentados como resultados da pesquisa.

Por sua vez, os Pls Complementares de Cobertura e Uso da Terra e imagens do *Google Satellite* serviram para identificação de informações de superfície observadas no MDE, de inferências altimétricas e clinográficas, não condizentes às curvas de nível da cartografia de base. Nesse sentido, citam-se as supressões das inferências de superfície no MDE das classes de Vegetação Natural Florestal, Silvicultura e Área Urbanizada.

Os Pls Complementares também serviram para distinção entre padrões de formas quando superfícies morfométricamente e morfograficamente contínuas, de baixos gradientes hipsométricos e clinográficos, sem notória percepção de rupturas morfológicas. Nesse sentido, cita-se a classe de Áreas Úmidas, adjacentes aos cursos e corpos d'água, para melhor definição de áreas de influências de sistemas fluviais, lacustre e lagunar. Do mesmo modo se prestaram as informações das diferentes naturezas pedológicas, auxiliando na determinação de planícies pela existência de superfícies paludiais, com ocorrências de solos mal drenados, hidromórficos.

3ª Etapa – Validação em Campo e Edição Final em Gabinete

Compreende o reconhecimento *in loco*, com o uso de GPS e registros fotográficos, para validação de versão cartográfica preliminar e edição final em gabinete do mapeamento de padrões morfológicos de relevo. As incursões ocorreram em diferentes datas do ano de 2019.

Resultados e Discussão

O município de Pelotas possui cinco importantes redes de drenagem, associadas aos arroios Corrientes, Contagem, Pelotas, Santa Bárbara e Fragata. Os arroios Corrientes e Contagem possuem como foz a Lagoa Pequena e os demais cursos d'água o Canal São Gonçalo. O nível de base da rede de drenagem é a laguna dos Patos, de toponímia Lagoa dos Patos. As menores cotas altimétricas no município ocorrem em sentido sudeste, nas confluências do Arroio Pelotas com o Canal São Gonçalo e deste com a Lagoa dos Patos, com 01 metro (m) de altitude. As maiores cotas ocorrem em sentido noroeste, próximas aos limites com o município de Canguçu, atingindo até 398 m. Portanto, o relevo do município é caracterizado por uma amplitude altimétrica de 397 m (Figura 3).

Entre as orientações sudeste-noroeste se pode observar em perfil topográfico dois padrões morfométricos e morfográficos de relevo no município, os quais, são definidos por cotas inferiores e superiores aos 60 m de altitude: 925,98 Km² (57,5 %) da área de Pelotas está em cotas altimétricas inferiores a 60 m e possui superfícies planas à suavemente onduladas e 684,29 km² (42,5 %) em cotas superiores a 60 m e possui superfícies suavemente onduladas à escarpadas. Respectivamente, esses dois padrões morfológicos denotam superfícies de influência de duas unidades morfoesculturais do

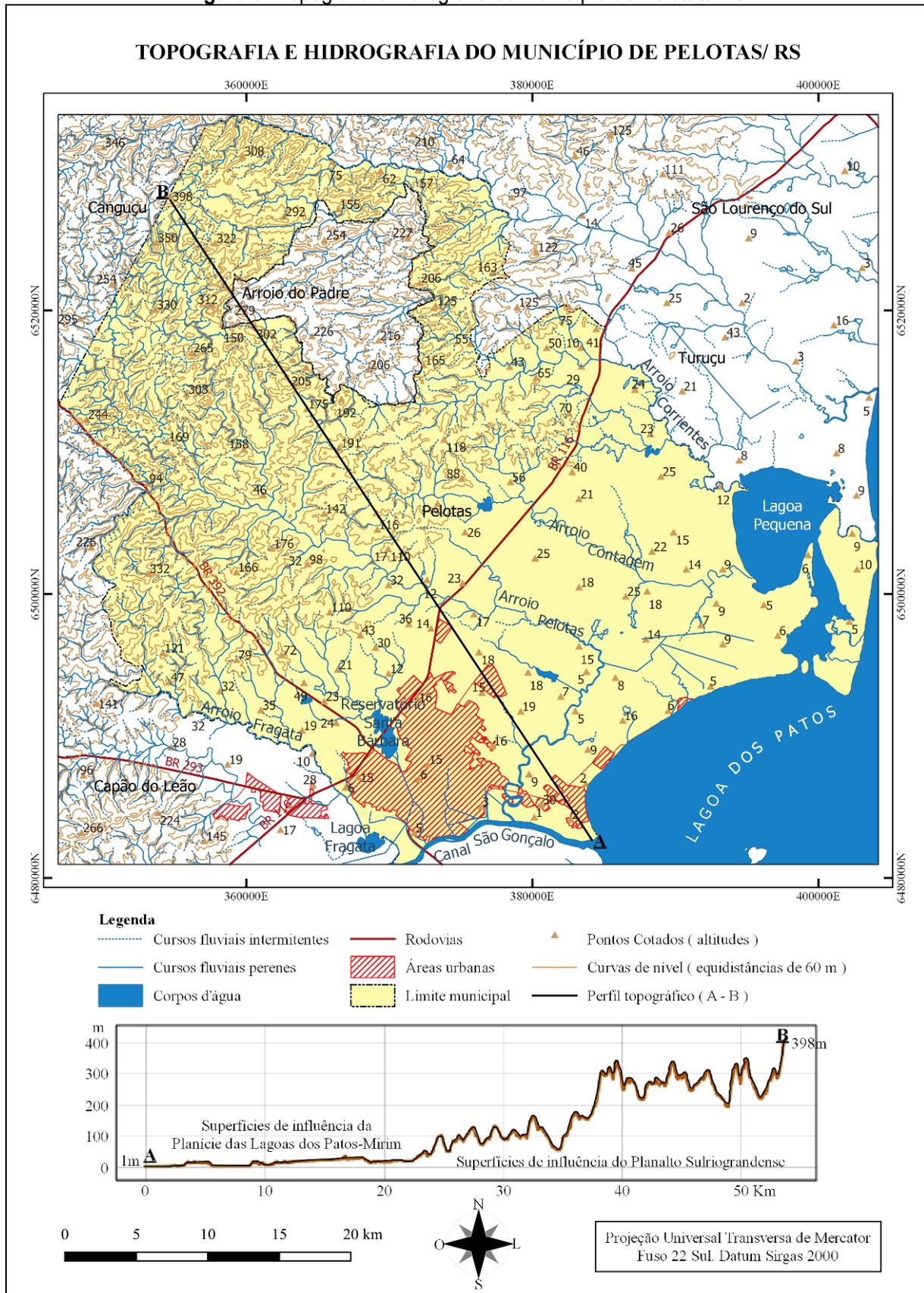
relevo brasileiro (ROSS, 1985): a Planície das Lagoas dos Patos-Mirim (superfícies de acumulação) e do Planalto Sulriograndense (superfícies de dissecção) (Figura 3).

Para uma melhor compreensão da distribuição da hipsometria e clinografia no município de Pelotas se apresentam os Quadros 2 e 3. Em Pelotas predominam as classes hiposométricas de cotas altimétricas de 15 a 29 m e menores que 5 m que, respectivamente, representam 16,5 % e 13,9 % da área do município. Em relação as classes clinográficas predominam as superfícies de inclinações inferiores a 3 %, indicadoras de modelados planos, correspondendo a 44,1 % da área do município. Para espacialização das altitudes e inclinações do relevo se apresentam os mapas de classes hipsométricas e clinográficas, conforme Figuras 4 e 5.

Observando-se as variáveis morfométricas e morfográficas do modelado, na área do município de Pelotas foram cartografados oito padrões morfológicos de relevo, os quais, dois tipos de planícies, três níveis de terraços, colinas, morrotes e morros, conforme Figura 6. A distribuição percentual dessas morfologias de relevo são apresentadas no Gráfico 1. Por sua vez, os Gráficos 2 e 3 organizam as informações de área das classes hipsométricas e clinográficas do município de acordo com as diferentes unidades morfológicas.

As planícies (Figura 7.A. e 7.B.) compreendem superfícies planas com declividades inferiores a 3 % e altitudes inferiores a 60 m, sobretudo com altitudes entre 1 e 4 m. Ocorrem associadas a rede hidrográfica fluvial, lacustre e lagunar.

Figura 3: Topografia e hidrografia do município de Pelotas/ RS



Fonte: Os autores (2021)

Quadro 2: Distribuição das classes hipsométricas do município de Pelotas/ RS

Classe (Altitudes)	Área (km ²)	Percentual (%)	Classe (Altitudes)	Área (km ²)	Percentual (%)
> 5 m	223,54* ¹	13,9* ¹	150 – 179 m	73,96	4,6
5 – 9 m	122,42	7,6	180 – 209 m	69,79	4,3
10 – 14 m	117,37	7,3	210 – 239 m	64,74	4,0
15 – 29 m	266,20	16,5	240 – 269 m	51,57	3,2
30 – 59 m	196,48	12,2	270 – 299 m	30,76	1,9
60 – 89 m	164,41	10,2	300 – 349 m	15,64	1,0
90 – 119 m	121,31	7,5	≥ 350 m	2,32	0,1
120 – 149 m	89,81	5,6	TOTAL	1610,32	100

*¹ Nesses valores está computada a área de superfície da Lagoa Pequena, de 59,07 km². **Fonte:** Os autores (2021).

Quadro 3: Distribuição das classes clinográficas do município de Pelotas/ RS

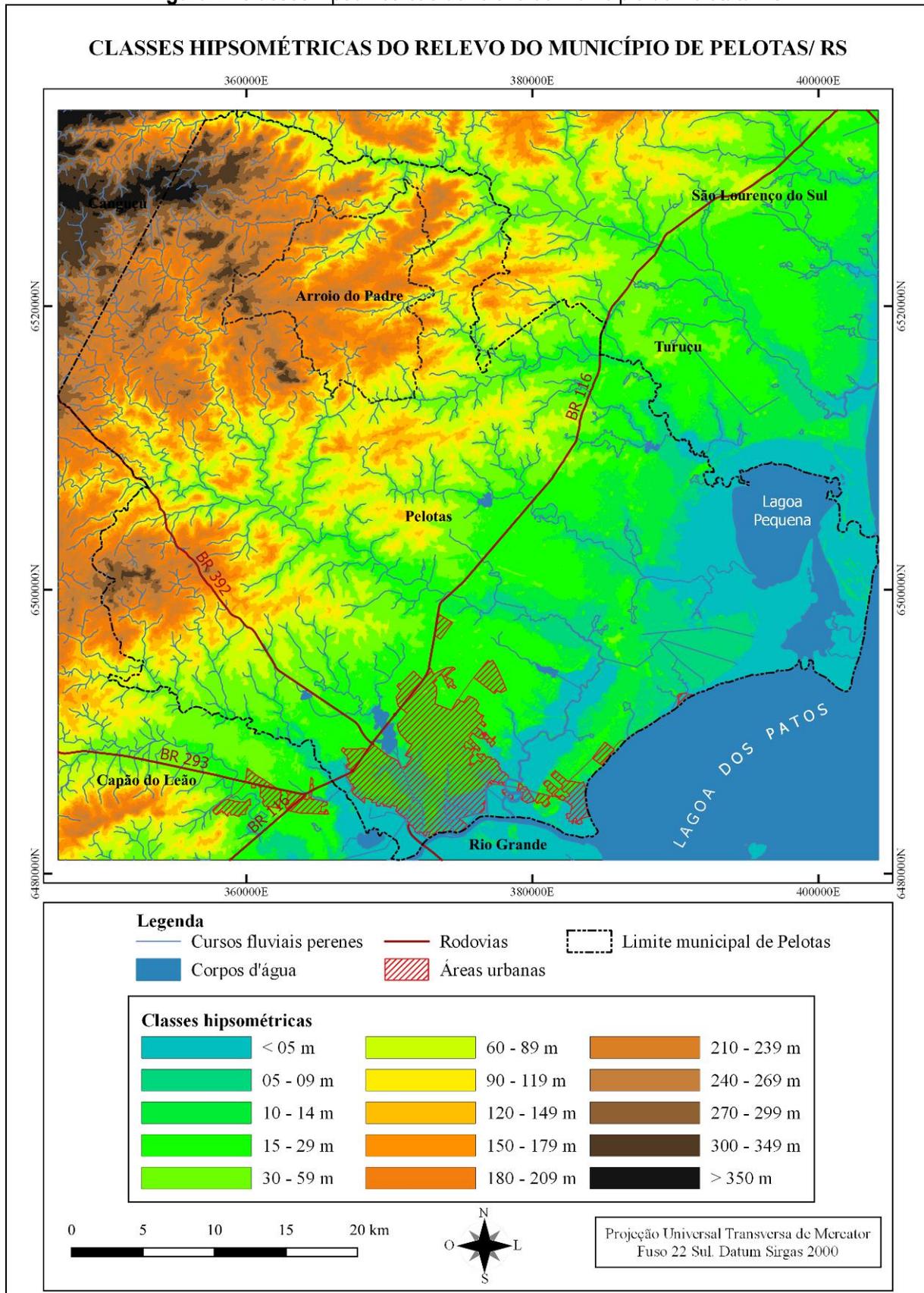
Classe Clinográfica	Área (km ²)	Percentual (%)
< 3 % (Plano)	710,86* ¹	44,1* ¹
3 – 7 % (Suave Ondulado)	352,56	21,9
8 – 19 % (Ondulado)	438,56	27,2
20 – 44 % (Forte Ondulado)	105,38	6,5
≥ 45 % (Escarpado)	2,96	0,2
TOTAL	1610,32	100

*¹ Nesses valores está computada a área de superfície da Lagoa Pequena, de 59,07 km². **Fonte:** Os autores (2021).

As planícies são superfícies de contato, através de aclives, com todos os demais padrões de formas semelhantes de relevo do município de Pelotas. Envolver áreas de influência da unidade morfoescultural da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim. Elas ganham dimensões em orientação sudeste no município, no sentido das jusantes dos principais canais fluviais e Lagoa Pequena, acompanhando o aumento na capacidade e no ordenamento da rede fluvial. Ocupam 307 km² ou 19 % da área do município de Pelotas.

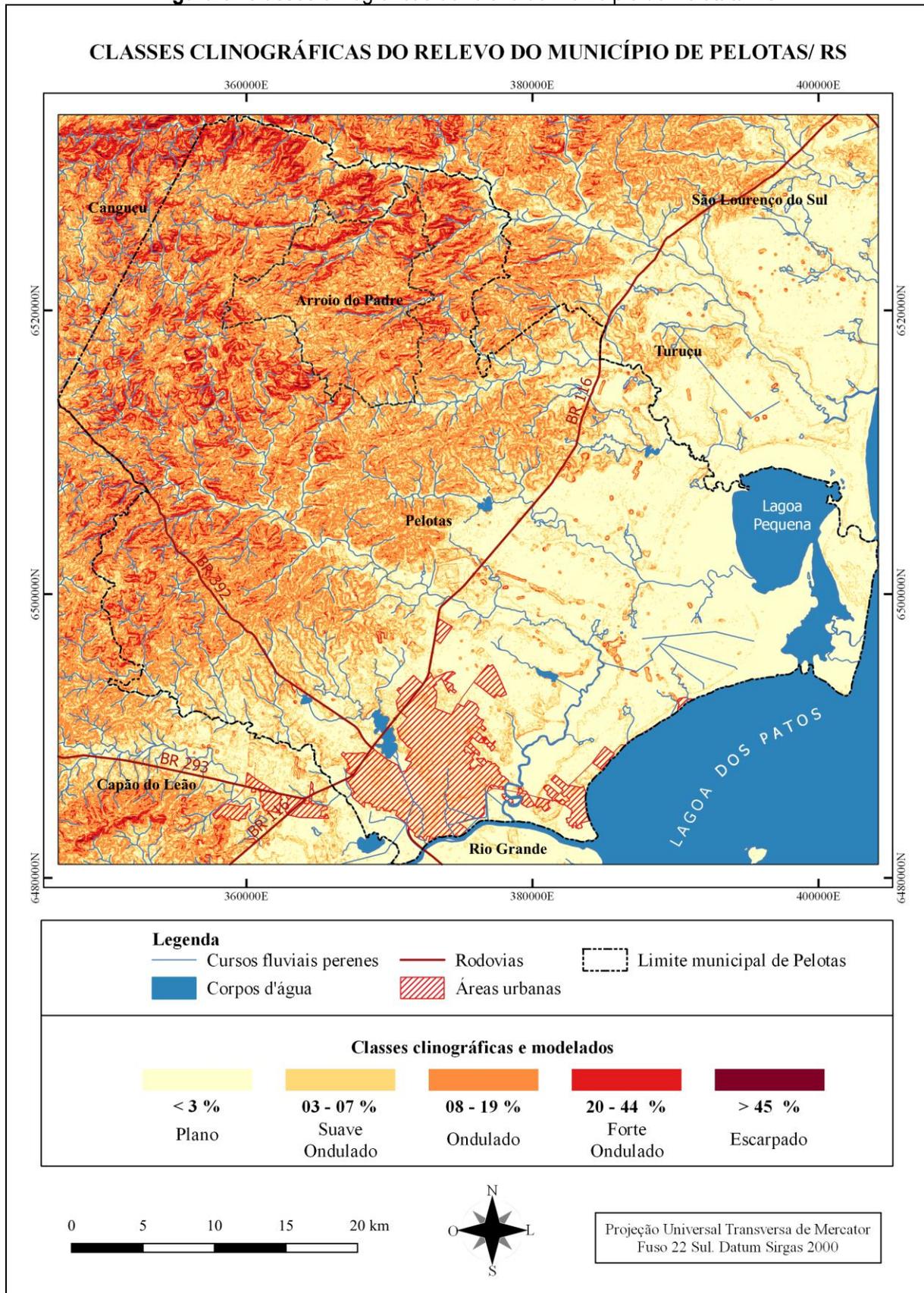
Os terraços compreendem superfícies amplamente planas, com declividades predominantemente inferiores a 3 % e perímetros de até 122 Km de extensão. Envolver modelados associados a três degraus de taludes e patamares de diferentes níveis altimétricos, o nível I (Figura 7.A.) com predominância de altitudes entre 5 e 9 m, o nível II (Figura 7.B.) entre 10 e 14 m e o nível III (Figura 7.C.) entre 15 e 29 m.

Figura 4: Classes hipsométricas do relevo do município de Pelotas/ RS



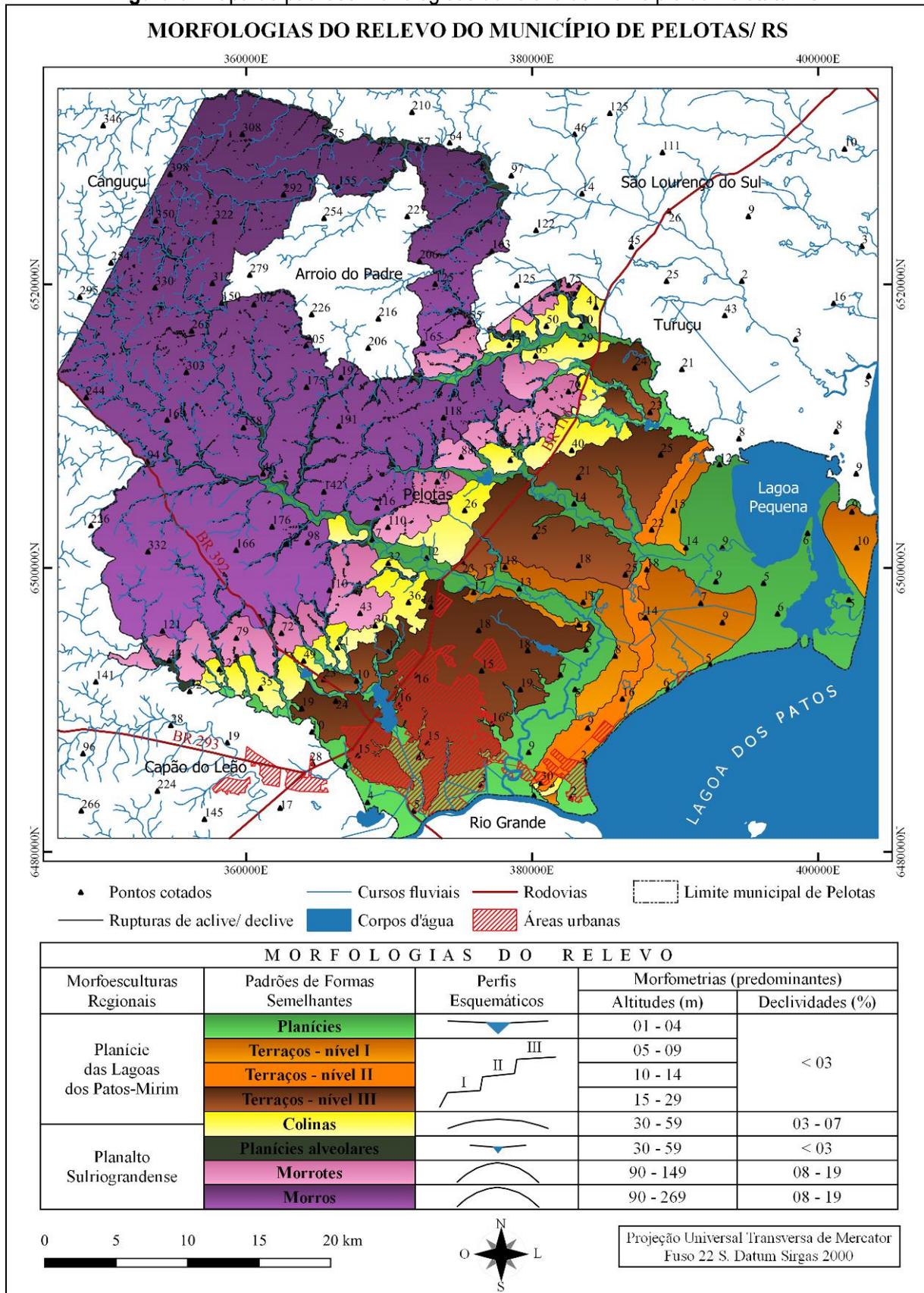
Fonte: Os autores (2021)

Figura 5: Classes clinográficas do relevo do município de Pelotas/ RS



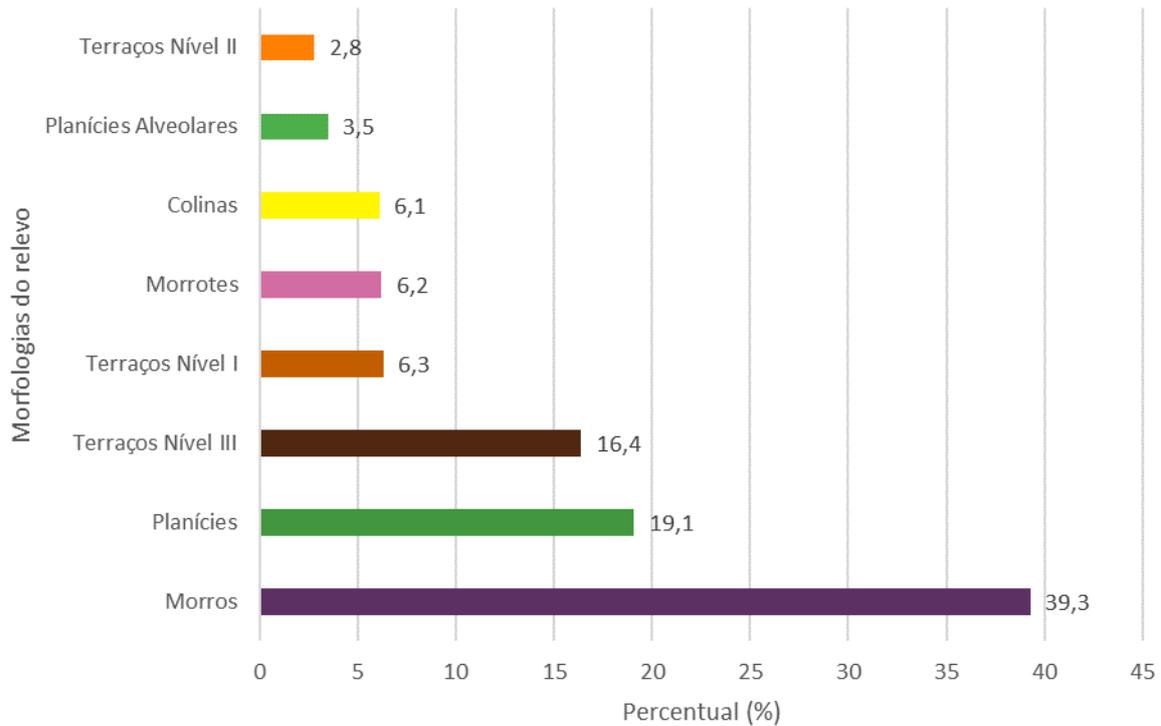
Fonte: Os autores (2021)

Figura 6: Mapa de padrões morfológicos do relevo do município de Pelotas/ RS



Fonte: Os autores (2021)

Gráfico 1: Distribuição (%) das morfologias de relevo do município de Pelotas/ RS



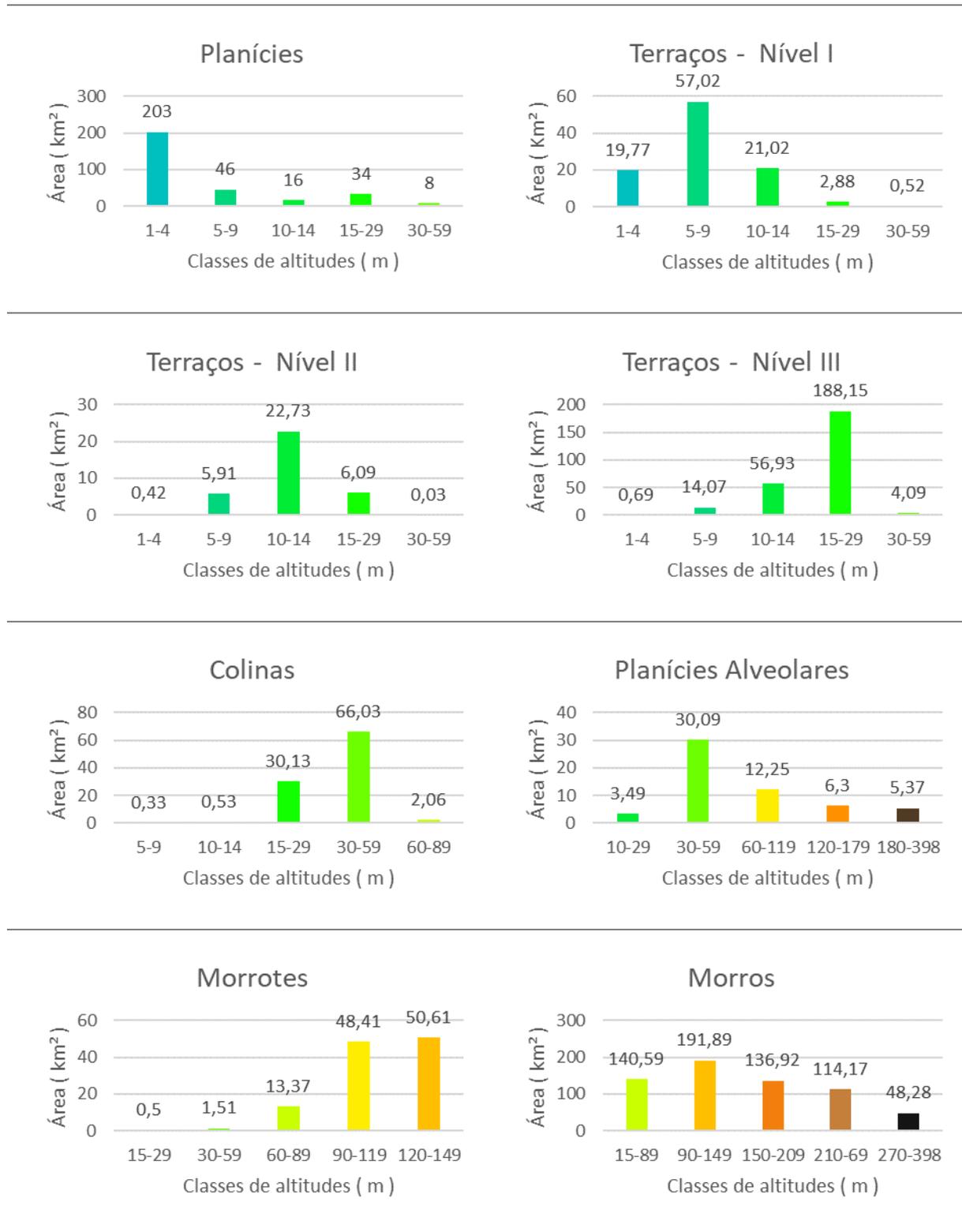
Fonte: Os autores (2021)

Os terraços (Figura 7) estão atrelados a área de influência da morfoescultura da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim e se limitam por rupturas de declives com as planícies e de aclives com as colinas, ocupando área total de 400 km². Suas morfologias estão relacionadas a evolução do baixo curso dos principais canais fluviais que drenam a região, da Lagoa Pequena e dos Patos.

As colinas (Figuras 7.C. e 8) compreendem superfícies suavemente onduladas, com topos arredondados a quase planos. Elas representam modelados de altitudes e declividades predominantemente entre 30 e 59 m e 3 e 7 %. São formas de relevo transicionais entre as unidades morfoesculturais da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim com o Planalto Sulriograndense. Elas são delimitadas a montante por rupturas de aclives ou colos de flancos com morrotes e a jusante com sutis discontinuidades de declives com terraços e planícies. Na área do bioma pampa no RS as colinas são conhecidas como coxilhas. Ocupam 99 km² ou 6,1 % da área do município de Pelotas.

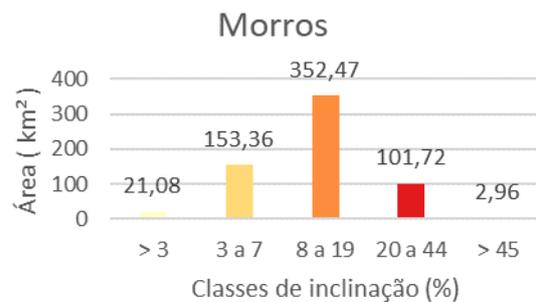
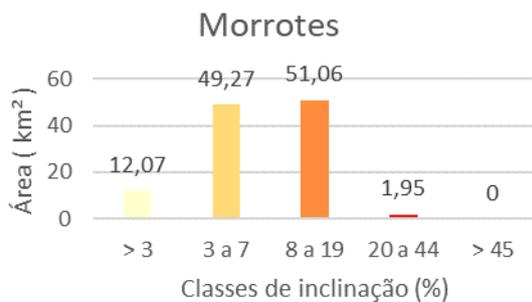
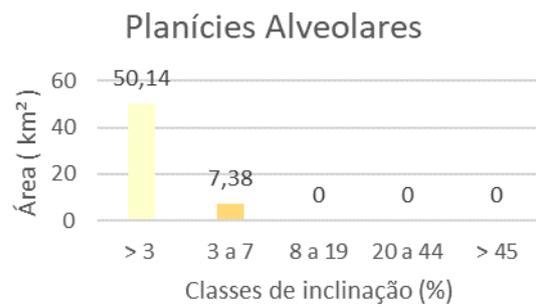
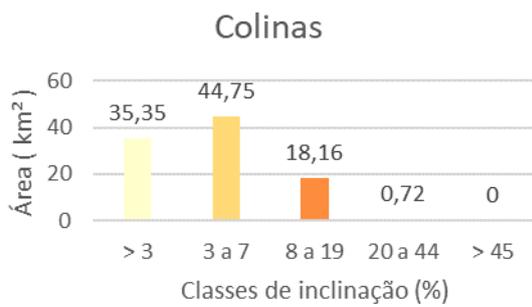
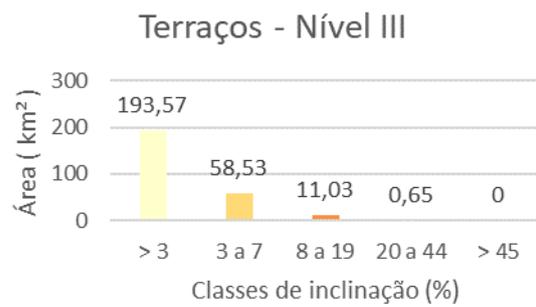
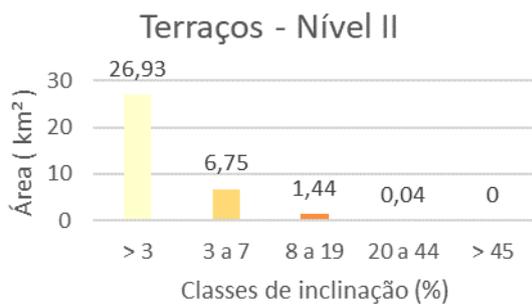
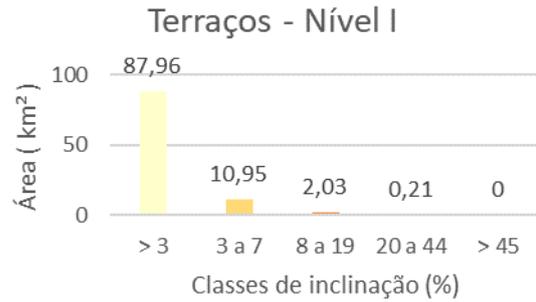
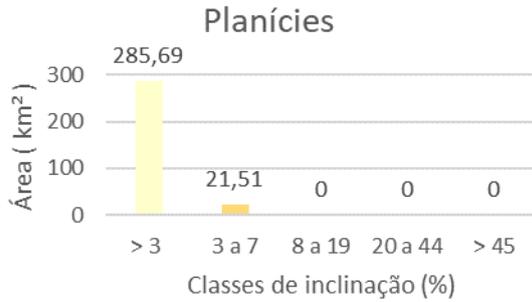
As planícies alveolares (Figura 8) ou alvéolos, também reconhecidos como planícies intermontanas ou serranas conforme Guerra e Guerra (2008, p. 40.), na área de estudo, correspondem a superfícies planas com declividades majoritariamente inferiores a 3 %, ocorrendo em altitudes variadas, mas predominantemente entre os 30 e 59 m.

Gráfico 2: Distribuição das classes hipsométricas das morfologias de relevo



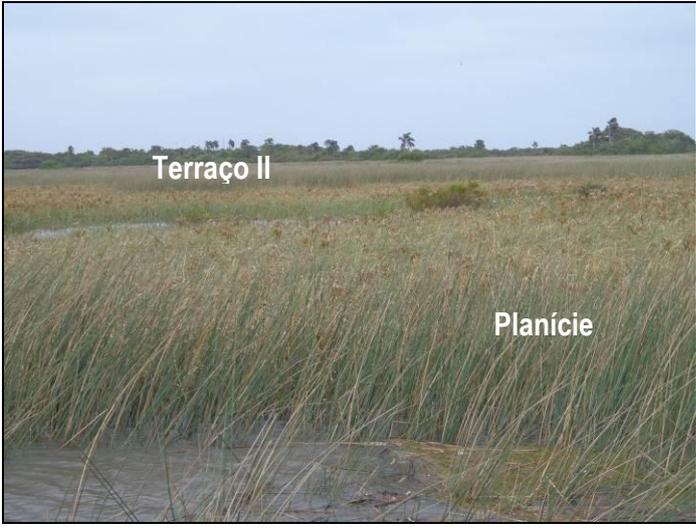
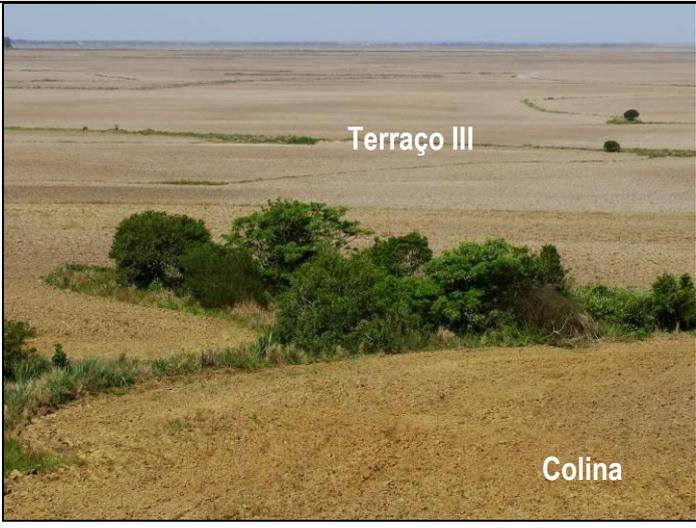
Fonte: Os autores (2021)

Gráfico 3: Distribuição das classes clinográficas das morfologias de relevo



Fonte: Os autores (2021)

Figura 7: Morfologias de relevo do município de Pelotas em áreas de influência da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim

 <p>Planície</p> <p>Terraço I</p>	<p>A.</p> <p>Transição de Planície para Terraço nível I</p> <p>Coord. X UTM: 388.410 mE Coord. Y UTM: 6.490.625 mN SIRGAS2000 - FUSO 22 Orientação do ponto de visada: Sudoeste Altitude do ponto de visada: 03 m Data: 16/05/2019</p>
 <p>Terraço II</p> <p>Planície</p>	<p>B.</p> <p>Transição de Planície para Terraço nível II</p> <p>Coord. X UTM: 384.226 mE Coord. Y UTM: 6.483.412 mN SIRGAS2000 - FUSO 22 Orientação do ponto de visada: Oeste Altitude do ponto de visada: 02 m Data: 29/10/2015</p>
 <p>Terraço III</p> <p>Colina</p>	<p>C.</p> <p>Transição de Terraço nível III para Colina</p> <p>Coord. X UTM: 382.762 mE Coord. Y UTM: 6.508.390 mN SIRGAS2000 - FUSO 22 Orientação do ponto de visada: Leste Altitude do ponto de visada: 44 m Data: 11/10/2016</p>

Fonte: Os autores (2021)

Figura 8: Morfologias de relevo do município de Pelotas em áreas de influência do Planalto Sulriograndense



Superfícies de transição de Planície alveolar para Colina, Morrote e Morro (Coord. UTM: 366.414 mE; 6.502.420 mN - SIRGAS2000 - FUSO 22. Orientação e altitude da visada: Sudoeste à 56 m. Data: 10/10/2016.

Fonte: Os autores (2021)

As planícies alveolares (Figura 8) estão associadas a lineamentos estruturais e a rede fluvial, contemplando desde cabeceiras de drenagem com formação de *hollows* a fundos de vales seccionados, ora mais largos, ora mais estreitos, possivelmente denotando a resistência diferencial do material adjacente. A montante se limitam por rupturas de aclave com colinas, morrotes e morros e a jusante se coadunam com planícies de maiores dimensões. Ocorrem em superfícies de influência do Planalto Sulriograndense e ocupam 57 km² ou 3,5 % da área do município.

Os morrotes (Figura 8), ou outeiros conforme Guerra e Guerra (2008, p. 457), compreendem os modelados transicionais entre os morros e as colinas, com valores de amplitudes e cotas altimétricas intermediárias, majoritariamente entre os 60 e 149 m. As inclinações das suas vertentes são bastante variáveis, conforme baixa à alta encosta, predominando inclinações entre 8 % a 19 %. Os segmentos

de topos são majoritariamente convexos e próximos a eles ocorrem as classes de vertentes com maiores inclinações. A montante são delimitados por colos de flancos com o padrão em morros e a jusante por descontinuidades de declives com as colinas e planícies. Ocupam 114 km² ou 6,2 % da área do município.

Os morros (Figura 8) são as formas de relevo de maior representatividade em Pelotas, ocupando 632 km² ou 39,3 % da área do município. Assim como os morrotes, as inclinações das suas vertentes são bastante variáveis, conforme baixa à alta encosta, predominando a classe clinográfica de 8 a 19 %. Esse padrão de formas compreende o maior conjunto de superfícies fortemente onduladas e aquele que apresenta superfícies escarpadas na área do município. Os segmentos de topos são majoritariamente convexos e próximos a eles é que ocorrem as classes de vertentes com maiores inclinações, de 20 a mais de 45 %. Os morros se destacam dos morrotes em função de agregar vertentes com faixas de altitudes superiores aos 149 m, atingindo até 398m. Podem ser descritos como feições serranas no conjunto da morfoescultura do Planalto Sulriograndense, enquanto superfícies de dissecação a partir de lineamentos e encaixe da rede de drenagem, formando cabeceiras e *hollows*. Os morros são delimitados por rupturas de declives com as planícies e os morrotes.

Considerações Finais

Os materiais e métodos utilizados nesta pesquisa possibilitaram a identificação e o mapeamento de diferentes padrões de formas semelhantes de relevo associados às unidades morfoesculturais da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim e do Planalto Sulriograndense no município de Pelotas. Na área de domínio da primeira unidade morfoescultural ocorrem os terraços e planícies e na da segunda os morros, morrotes e superfícies alveolares, e, como intersecção dessas unidades morfoesculturais as colinas.

A cartografia morfológica do relevo estrutura plano de informação necessário para análises de morfogêneses e morfodinâmicas do modelado e, desse modo, base para o mapeamento geomorfológico do município de Pelotas. Os dados morfológicos são importantes no agrupamento ou individualização de informações morfogenéticas para melhor compreensão das morfodinâmicas do relevo, das naturezas dos processos erosivos e deposicionais recentes. A integração das informações morfométricas e morfográficas às morfogenéticas e morfodinâmicas do relevo possibilitará investigações sobre a evolução do modelado, em perspectivas geológicas e atreladas às transformações nas coberturas e usos da terra. Desse modo, a pesquisa pode subsidiar à gestão e o planejamento ambiental, por meio, por exemplo, de estudos de suscetibilidades à erosão, aptidões agrícolas, riscos de inundação, orientação para expansão urbana, etc. Ademais, esta pesquisa fornece

dados para construção de materiais paradidáticos sobre a Geomorfologia do município, corroborando para projetos de educação ambiental.

Por fim, considerando-se a abrangência espacial da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim e do Planalto Sulriograndense, esta pesquisa pode ser utilizada como referência em estudos geomorfológicos em áreas de municípios ou bacias hidrográficas inseridas nestes recortes morfoesculturais, fomentando novos estudos nesta perspectiva e subsequentes, aplicados ao reconhecimento de fragilidades e potencialidades ambientais locais e ou regionais.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, n. 18, p.1-23, 1969.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. P. 365 – 92.
- CASSETI, V. *Geomorfologia*. [S.l.]: [2005]. Disponível em: (<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>).
- CONGALTON, R.; GREEN, K. *Assessing the accuracy of Remotely Sense data: Principles and practices*. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2009. 183p.
- 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. *Geomorfologia e solos – Pelotas*. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, Editora UFPEL, 1996. Escala 1:100.000.
- CUNHA, N. G.; SILVEIRA, J. C. *Estudo dos solos do município de Pelotas*. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, Editora UFPEL, 1996. 50p.
- DEMEK, J.; EMBLETON, C.; GELLERT, J. F. & VERSTAPPEN, H. T. (Eds.). *Manual of detailed geomorphological mapping*. Prague: International Geographical Union – IGU, Commission on Geomorphological Survey and Mapping, 1972. 320p.
- EMBRAPA Clima Temperado; UFPEL; INMET (Convênio). *Precipitação Pluviométrica (mm) - Período: 1971/2000 (Estacional/ Anual)*. Estação Agroclimatológica: Capão do Leão – RS. Disponível em: (<http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/normais/estacional/EPrecPluv.pdf>) Acesso em 31 de março de 2020.
- FAB - Força Aérea Brasileira; ALM - Agência da Lagoa Mirim. *Levantamento aerofotogramétrico de 1953 - Escala 1:40.000*. Pelotas, 1953.
- 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. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 2° ed. de Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- FLORENZANO, T. G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 6° ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2008. 652p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. J. (Orgs.). *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000*. Porto Alegre, UFRGS - IB - Centro de Ecologia. 2010. 1 DVDROM (Série Geoprocessamento, 3).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base cartográfica contínua do Brasil na escala de 1:250.000 (2019)*. Disponível em: (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>).

_____. *Censo Demográfico – 2010*. Resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. *Manual técnico de Geomorfologia*. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. In: Manuais técnicos em Geociências. Nº 5. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: (<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>)

_____. *Manual técnico de uso da terra*. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. In: Manuais técnicos em Geociências. Nº 7. 3º ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171p. Disponível em: (<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615>)

KLIMASZEWSKI, M. Detailed geomorphological maps. *ITC Journal*. P. 265-71. 1982.

LANDIS, J.R., KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n.1, p. 159-174, 1977.

MARTH, J. D.; KOESTER, E.; ARNDT, A. L. Mapa geológico-geomorfológico do município de Pelotas, RS. In: XVII Congresso de Iniciação Científica (CIC) e X Encontro de Pós-Graduação (ENPOS), 2008. *Anais de Ciências Exatas e da Terra*. Pelotas: UFPel. 2008. p. 1-5.

MEGIATO, E. I.; MOURA, N. S. V. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Pelotas, RS. *Geografia (Londrina)*. Londrina, v. 28, n. 1, p. 151-63, fev. de 2019. Disponível em: (<http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2019v28n1p151>)

MEGIATO, E. I.; MOURA, N. S. V.; REHBEIN, M. O. Histórico dos processos de inundação no município de Pelotas no período de 1898 a 2015. In: VI SEMPGeo (Seminário da Pós-Graduação em Geografia). Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia: Identidades, desafios e protagonismo científico. *Anais*. Pelotas: PPGeo/ UFPel, 2019. P. 198-209. Disponível em: (<https://wp.ufpel.edu.br/ppgeo/files/2019/12/ANAIS-VI-SEMPGeo-2019.pdf>)

NÖRNBERG, S. O.; REHBEIN, M. O. Avaliação da fragilidade ambiental no município de Pelotas/ RS. *Geosul*. Florianópolis, v. 35, n. 76, p. 210-31, out. de 2020. Disponível em: (<https://doi.org/10.5007/2177-5230.2020v35n76p210>)

PHILIPP, R. P. *A evolução geológica e tectônica do Batólito de Pelotas no Rio Grande do Sul*. 1998. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo 1998. 255p.

PILLAR, V. de P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. *Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. 403 p. Disponível em: (<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>)

REHBEIN, M. O. *Mapeamento geomorfológico aplicado na análise de impactos ambientais urbanos: contribuições ao (re) conhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó – RS*. 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 339p.

REHBEIN, M. O.; DUTRA, D. S. Mapeamento geomorfológico da área de influência do Escudo Sul-riograndense no município de Pelotas. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, Rio Claro, vol. 18, maio de 2020. Disponível em:

(<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/13844>)

ROSA, M. *Geografia de Pelotas*. Pelotas: UFPel, 1985. 333p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, vol. 08, p. 63-74, 1994. Disponível em: (<https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>)

_____. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. Coleção Repensando a Geografia, 9º ed. São Paulo: Editora Contexto, 2014. 89p.

- _____. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 17-29, 1992. Disponível em: (<http://dx.doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>)
- _____. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, vol. 04, p.25-39, 1985. Disponível em: (<https://doi.org/10.7154/RDG.1985.0004.0004>)
- SANTOS, D. S.; DIAS, F. F. Uso de anaglifos como alternativa para práticas de estereoscopia em Sensoriamento Remoto. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Niterói*, v. 34, n. 2, 2011. P. 105 - 11. Disponível em: (<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5813>)
- SILVA, A. R. E. da; REHBEIN, M. O. Análise e mapeamento geomorfológico da área de influência da Planície Costeira de Pelotas (Rio Grande do Sul, Brasil). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v. 19, n 3. p.567-585, 2018. Disponível em: (<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i3.1342>)
- SIMON, A. L. H. *A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfologia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007, 187p.
- SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Org.). *A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento*. 1º ed. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 2019. v. 01. 172p.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O Cenozoico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: HOLZ, M. & DE ROS, L. E. (Orgs.) *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana – Instituto de Geociências, UFRGS, 2000. P. 375 – 406.
- TORRES, F. T. P.; NETO, R. M.; MENEZES, S. O. *Introdução à Geomorfologia*. 1º ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2013. 336p.
- TRICART, J. *Principes et méthodes de l geomorphologie*. Paris: Masson Ed., 1965, 201p.
- USGS - *United States Geological Survey*. Imagens do satélite Landsat, instrumento OLI 8, Órbita/ Ponto 221/82, de 25 ago. 2017, com resolução espacial de 30m e Imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de 1’de arco ou 30m, cena S32W053. Disponíveis em: (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Acesso em: abril de 2017.

Agradecimentos

Agradece-se à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado, ao Programa de Pós-Graduação e Departamento de Geografia da UFPel pela disponibilidade de auxílio financeiro e equipamentos para realização de trabalhos de campo.