

## ANÁLISE TEMPORAL DOS ÍNDICES DE IMPERMEABILIZAÇÃO URBANA EM LOTEAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS - RS

EVERTON RODRIGUES ZIRBES<sup>1</sup>; TIAGO SCHWINGE<sup>2</sup>; ANELISE MORAES DOS SANTOS<sup>3</sup>; MARIA EDUARDA SILVEIRA DOS ANJOS<sup>4</sup>; DIULIANA LEANDRO<sup>5</sup>; ANDRÉA SOUZA CASTRO<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – thor.zirbes@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – tiago.schwingel@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – eng.anelisemoraes@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – me.silveiradosanjos@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – diuliana.leandro@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – andreascastro@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano no município de Pelotas-RS nos últimos anos tem se mostrado aparente no número de novos loteamentos e habitações que são disponibilizados no mercado imobiliário da cidade. Com essa expansão, tornam-se motivos de preocupação os possíveis problemas com alagamentos e inundações, tendo em vista as características topográficas do município. De acordo com dados do IBGE (2015), mais de 85% da população brasileira vive em centros urbanos. Em Pelotas, segundo o censo de 2010, 93% da população reside no perímetro urbano. CHRISTOFIDES (2019) comenta que esse crescimento abrupto na urbanização, se não bem planejado, pode causar diversos problemas ambientais, sanitários e materiais. Em decorrência da ausência de planejamento, comumente são ocupadas e desmatadas margens de rios e encostas, rios são canalizados, o solo é impermeabilizado devido à construção de imóveis e à pavimentação. Todos esses fatores tornam-se problemas críticos em eventos de chuvas intensas, causando alagamentos e inundações.

Para TUCCI (2002), o crescimento da população urbana ocorrido nos últimos anos tem impactado de forma direta as infraestruturas de recursos hídricos. Nesse sentido, um dos pontos mais afetados é o sistema de drenagem urbana, o que causa um aumento na extensão e os casos de alagamentos. O autor salienta ainda que as mudanças na cobertura do solo e a visão higienista, aplicada em grande parte dos países subdesenvolvidos, associados ao aumento da poluição, causam alterações no ciclo hidrológico urbano. Da mesma forma, de acordo com CHRISTOFIDES (2019), a visão higienista caracteriza-se pelo envio imediato das águas pluviais para jusante, por meio de canais e tubulações, preferencialmente subterrâneos ou escondidos da população. Todavia, essa ideia é atualmente considerada antiquada, tendo sido parcialmente abandonada por países desenvolvidos, devido à redução no tempo de concentração e ao aumento no pico das cheias em cursos de água. De acordo com GARATTI (2010), dimensionar o impacto causado por essas obras envolve diversas variáveis, muitas vezes de difícil acesso, incompletas ou imprecisas.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso e cobertura do solo causados pela urbanização durante o período entre os anos de 2010 e 2021 do bairro Cruzeiro/Shopping/Parque Una, localizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

## 2. METODOLOGIA

Inicialmente, definiu-se a área de interesse do estudo a aplicar-se o método de classificação de imagens. A área do estudo aparece destacada na figura 1, poligonizada em vermelho. Ela possui aproximadamente 88 hectares, a qual compreende o bairro Cruzeiro, incluindo áreas verdes adjacentes (2010) e Cruzeiro, Parque Una e Shopping, incluindo áreas verdes adjacentes (2021).

A partir de imagens orbitais da área do estudo definida, georreferenciadas, com 8 bits de resolução espectral, de 65x65 cm e 41x41 cm de resolução espacial, disponibilizadas pelo *Google Earth PRO*, foi possível realizar-se uma análise temporal, entre os anos de 2010 e 2021, com o auxílio da ferramenta de SIG *MultiSpec Application*, o qual consiste em um sistema de processamento para analisar interativamente dados de imagens multiespectrais observacionais da Terra e dados de imagens hiperespectrais de sistemas aéreos e espaciais atuais e futuros, como por exemplo o AVIRIS, sendo essa uma excelente opção para a realização de classificação de uso e ocupação da superfície terrestre incluindo os processos de crescimento urbano, a impermeabilização do solo e suas possíveis interações com o ciclo hidrológico local, sobre a área de estudo. Dentre os múltiplos métodos de classificação existentes na ferramenta, o escolhido foi o método *Gaussian Maximum Likelihood* (classificação por aproximação máxima Gaussiana) em virtude de sua alta performance observada durante testes de classificação preliminares sobre as imagens analisadas no estudo.

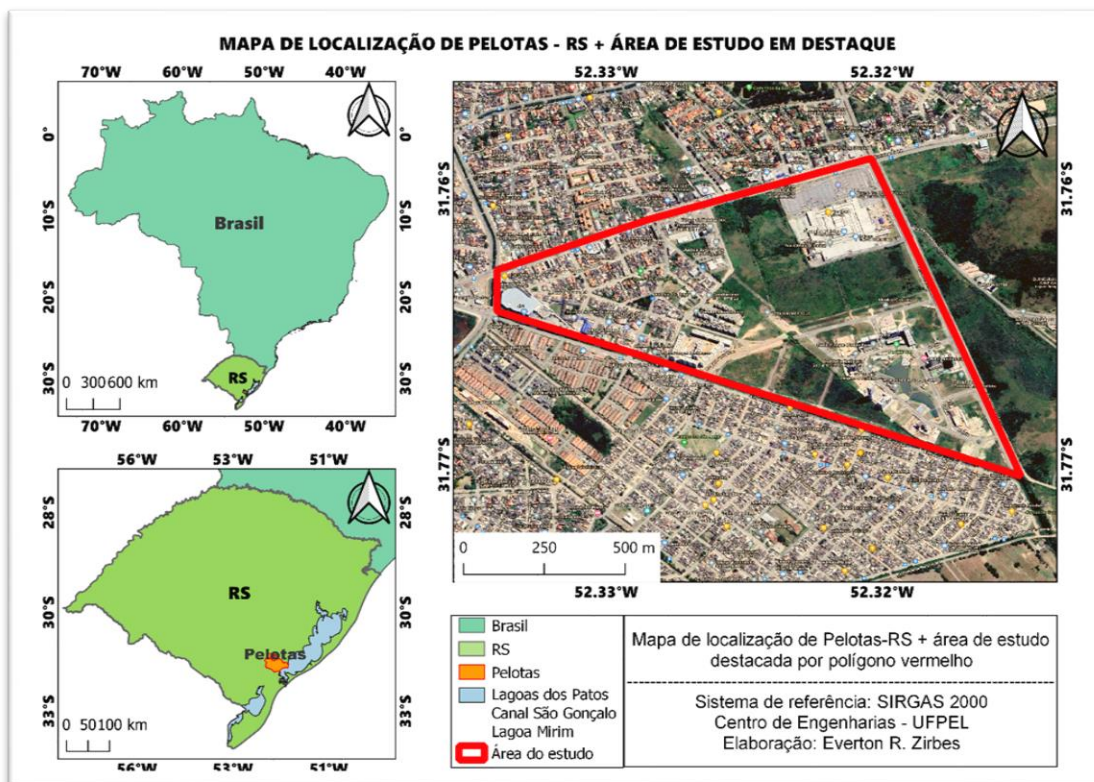


Figura 1 – Mapa de localização de Pelotas + área de estudo em destaque.  
 Fonte: Autores, 2022.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2, podemos observar as imagens já classificadas referentes aos anos de 2010 e 2021.

A) 2010



B) 2021



Figura 2 – Classificação das imagens utilizando o software MultiSpec. Fonte: Autores, 2022.

Visualmente, é perceptível uma grande diferença na imagem obtida em 2010 (Figura 2A) para a imagem de 2021 (Figura 2B). A urbanização foi bem intensificada na região durante os 12 anos, período que ocorreram construções de grandes empreendimentos como o Shopping Pelotas e o Parque Una. As diferenças em percentuais de uso e cobertura do solo para a área estudada são apresentadas a seguir, na figura 2. Os dados estatísticos foram obtidos por meio da classificação de uso e ocupação da região, usando o software *MultiSpec Application*.

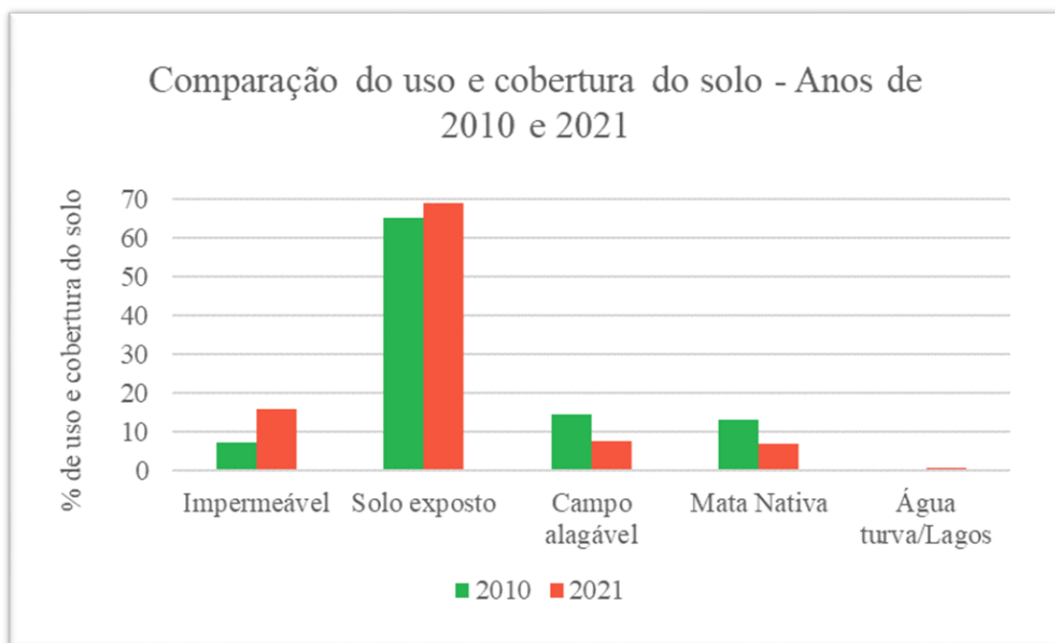


Figura 3: Gráfico de percentual de uso e ocupação do solo na área de estudo. Fonte: Autores, 2022.

Na construção do percentual da área impermeável considerou-se o somatório das classes de áreas de telhados e coberturas de edificações, e pavimentação. Os resultados obtidos mostram que a área impermeável da região aumentou mais de 120% no período analisado. Ao mesmo tempo, a mata nativa da região foi expressivamente reduzida a praticamente metade, ou seja 53% do tamanho que anteriormente observava-se em 2010. Já área de solo exposto teve um aumento de mais de 10% no percentual de uso e ocupação de solo da região.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados através deste estudo demonstram que durante o período analisado ocorreu diminuição da permeabilidade da região analisada podendo assim, proporcionar aumento nos volumes escoados superficialmente durante ocorrências de eventos hidrometeorológicos extremos que possivelmente venham a atingir esta localidade. Portanto, destaque-se a importância de um planejamento adequado implementado, idealmente integrado junto ao plano diretor municipal, para um sistema de drenagem urbana eficiente capaz de conter alagamentos e que estes não tenham sua frequência e magnitude aumentados, tendo em vista o histórico de ocorrências já observadas no município de Pelotas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHRISTOFIDIS, D. et al. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde Debate**, V. 43, N. ESPECIAL 3, P. 94-108, DEZ 2019.

GAROTTI, L.M.; BARBASSA, A.P. Estimativa de área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial. **Eng Sanit Ambient**, v.15 n.1 P. 19-28, jan/abr 2010.

IGBE. **População Rural e Urbana**. Acesso em: ago. 2022. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** V. 7 n.1, P. 5-27 Jan/Mar 2002.