

## **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO URBANA NA TEMPERATURA LOCAL E NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM ERECHIM / RS**

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF URBAN CONFIGURATION ON LOCAL TEMPERATURE AND FORMATION OF HEAT ISLANDS IN ERECHIM / RS**

**ERNESTINA RITA MEIRA ENGEL**

Graduada em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS  
ernestinaengel@gmail.com

**PEDRO HENRIQUE GONÇALVES**

Docente da Universidade Federal de Goiás - UFG  
pedrogoncalves@ufg.br

**Resumo:** Atualmente, na área de planejamento urbano e regional, os estudos climáticos assumem importância fundamental, auxiliando na definição de diretrizes para melhorias ambientais urbanas, principalmente nas questões de conforto e eficiência. Um dos principais fenômenos observados nos centros urbanos, com cada vez mais frequência, é a formação de ilhas de calor, a qual interfere diretamente no conforto ambiental urbano. Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar a possibilidade de ocorrência desse fenômeno em uma cidade de pequeno porte, decorrente das dinâmicas territoriais e elementos da forma urbana. A cidade abordada no estudo é Erechim, localizada na região Noroeste do Rio Grande do Sul. O estudo visa apresentar dados que, posteriormente, possam vir a servir como base para ações de planejamento e gestão urbana da cidade. Para a análise, foram definidos dois recortes de estudo, os quais estão delimitados na área central. Um dos recortes localiza-se próximo ao Parque Longines Malinowski, o qual possui área vegetada de aproximadamente 22 hectares, influenciando de forma direta no microclima urbano. O outro recorte elencado engloba a Praça da Bandeira, considerada um marco central, e as avenidas importantes que estão localizadas em seu entorno. Como método, analisou-se questões referentes às superfícies que formam a área urbanizada dos recortes e o uso do solo, categorizando as áreas que possuem cobertura vegetal, as áreas pavimentadas e as áreas edificadas. Como resultados, pode-se observar que as características das áreas contribuem para a formação de ilhas de calor.

**Palavras-chaves:** Ilhas de calor; Análises urbanas; Conforto ambiental urbano; Estudos climáticos.

**Abstract:** Currently, in the area of urban and regional planning, climate studies assume fundamental importance, assisting in the definition of guidelines for urban environmental improvements, especially in issues of comfort and efficiency. One of the main phenomena observed in urban centers, with increasing frequency, is the formation of heat islands, which directly interferes with urban environmental comfort. In this sense, the present work sought to analyze the possibility of occurrence of this phenomenon in a small city, resulting from territorial dynamics and elements of urban form. The city addressed in the study is Erechim, located in the Northwest region of Rio Grande do Sul. The study aims to present data that can later serve as a basis for urban planning and management actions in the city. For the analysis, two study clippings were defined, which are delimited in the central area. One of the clippings is located near the Longines Malinowski Park, which has a vegetated area of approximately 22 hectares, directly influencing the urban microclimate. The other is the Praça da Bandeira (Flag Square), considered a central landmark, and the important avenues that are located around it. As a method, questions regarding the surfaces that

form the urbanized area of the clippings and the use of the soil were analyzed, categorizing the areas with vegetation cover, the paved areas, and the built-up areas. As results, it can be observed that the characteristics of the areas contribute to the formation of heat islands.

**Keywords:** Heat islands; Urban analysis; Urban environmental comfort; Climate studies.

## INTRODUÇÃO

Os estudos de climatologia urbana vêm, ao longo do tempo, mostrando sua importância como ferramenta para a área de planejamento urbano e regional, dada sua relevância para compreensão e previsão de cenários, dando suporte a futuras proposições de melhorias ambientais urbanas. Dentro da temática, está se percebendo, cada vez mais, a importância dos estudos climáticos e as consequências de seus efeitos nas áreas urbanas.

Atualmente, a maioria da população mundial encontra-se em áreas urbanizadas, estando em foco a preocupação com o clima e seus efeitos na vida cotidiana das cidades e de seus moradores. Em sua maioria, as cidades são resultado da falta de planejamento, com a presença de infraestruturas que degradam e impactam o meio ambiente. Dessa forma, os centros urbanos configuram-se como agentes transformadores do meio natural e de suas dinâmicas. Como exemplo dessas transformações, podem ser citadas a retirada de vegetação, impermeabilização do solo, transformações no relevo natural, construções e emissão de gases poluentes (AMORIM, 2010).

As transformações decorrentes do processo de urbanização geram grandes impactos, dentre eles os fenômenos de alterações do clima nas cidades. Dentro dos fenômenos estudados na área de climatologia urbana, destaca-se o efeito da formação de ilhas de calor. O fenômeno de ilha de calor diz respeito à diferenciação de temperatura entre áreas urbanizadas e seus entornos rurais/não urbanizados, decorrentes das dinâmicas de uso e ocupação do solo. O efeito pode ser sentido por variações na temperatura do ar, podendo interferir também na medida de temperatura do solo e das superfícies (LUCENA, 2013).

Segundo Romero et al. (2019), diversos fatores podem levar a ocorrência do fenômeno de ilha de calor, podendo-se citar como principais o adensamento urbano -

com construções que barram os ventos e aumentam a taxa de absorção de calor-, solo com pavimentação impermeável, além de outras ações antrópicas, como a remoção de vegetação da área urbana, que altera e reduz a evapotranspiração, diminuindo a umidade relativa do ar.

Assim, nesse fenômeno, diversas variáveis podem ser consideradas para análise, dentre elas o uso e cobertura do solo e a morfologia urbana, que juntos, determinam as condições de formação do efeito nos centros urbanos. Segundo Amorim (2010, p. 72), as cidades são geradoras de um clima próprio, decorrente dos fatores que influenciam sobre os limites urbanos e que alteram o clima na escala local. Os efeitos gerados pelo fenômeno de ilhas de calor causam impactos negativos sobre as pessoas, principalmente com relação ao conforto observado.

O estudo das variáveis climáticas e de seus fenômenos permite uma melhor gestão do território e a posterior proposição de diretrizes para a melhora do conforto ambiental urbano. Segundo Teixeira e Amorim (2018), em cidades classificadas como de pequeno e médio porte a escala de urbanização ainda possibilita maior maleabilidade que grandes centros consolidados, possibilitando intervenções no planejamento dos espaços de expansão da mancha urbana, visando uma redução na ocorrência de fenômenos climáticos futuramente. A maioria dos estudos relacionados aos temas trata de grandes cidades, porém, os fenômenos citados também ocorrem em cidades médias e pequenas, onde, apesar da escala e das relações serem diferentes, o efeito merece atenção (AMORIM, 2010; GONÇALVES; CARDOSO, 2017; IVAJNSIC; KALIGARIC; ZIBERNA, 2014).

Considerando a relevância dos estudos climáticos em cidades pequenas e médias, a cidade escolhida como foco deste trabalho é Erechim, localizada na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (figura 1). A cidade possui 105.862 habitantes, segundo estimativa do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - para o ano de 2019 (IBGE CIDADES, 2020).

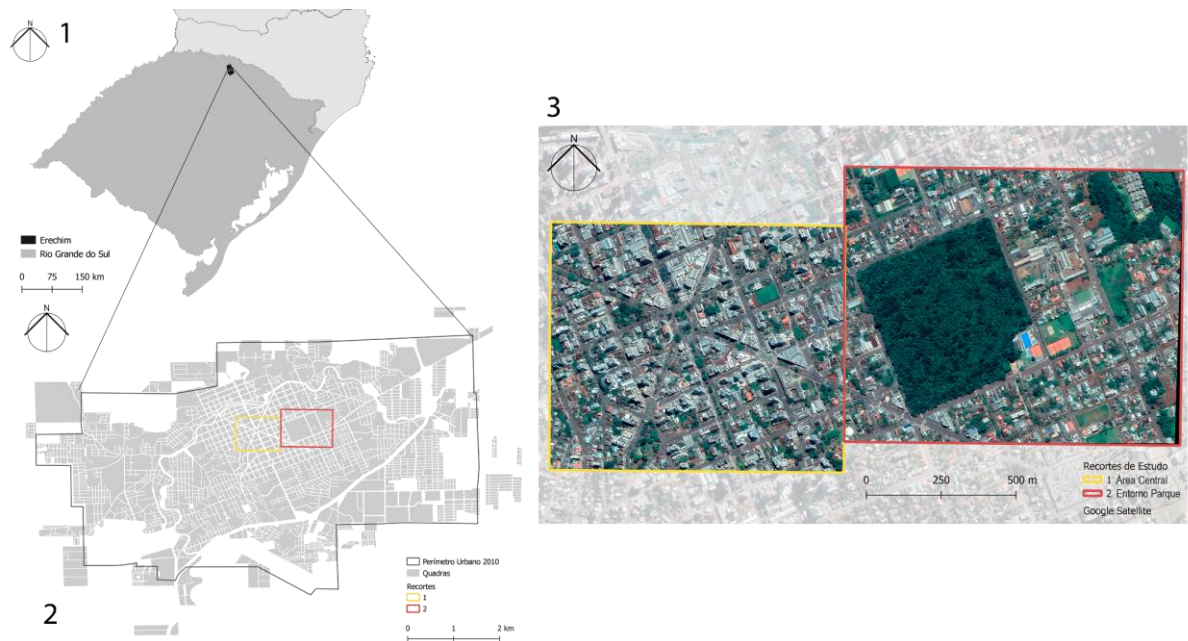


Figura 1: Localização de Erechim no Rio Grande do Sul (1). Área Urbana e recortes de estudo (2). Recortes de estudo (3). Fonte: desenvolvido pelos autores, 2020, com base em banco de dados de HASENAK, H.; WEBER E. (org.), 2010; Prefeitura Municipal de Erechim, 2019; Satélite Google Earth, 2019.

Para o trabalho, será analisada a possibilidade de ocorrência do fenômeno de ilhas de calor na área urbana da cidade, especificamente em dois recortes, entendendo que as cidades médias / pequenas ainda carecem de estudos sobre o tema, sendo de grande relevância sua análise, a qual poderá subsidiar futuras decisões quanto a ações de planejamento e gestão urbana do local.

## METODOLOGIA

A metodologia de análise utilizada consiste na classificação e análise do uso do solo urbano, através da categorização das áreas do recorte. O software utilizado para o processo de geração da imagem classificada foi o Quantum GIS (QGis), software livre e de código-fonte aberto, que constitui uma multiplataforma que possibilita a edição, visualização e análise de dados georreferenciados.

Por seu caráter colaborativo, existem diversos *plugins* para criar maiores possibilidades de utilização dentro do programa. Assim, para o estudo, utilizou-se um

*plugin*, denominado *Semi-Automatic Classification Plugin - SPC*, o qual possibilita a coleta de amostras de treinamento em imagens raster para a posterior classificação de uso do solo.

A imagem utilizada foi retirada do Google Earth PRO e georreferenciada posteriormente dentro do QGIS, utilizando coordenadas de pontos determinados. Como forma de evitar a grande quantidade de sombras, que pode ocasionar interferência nos dados apresentados, priorizou-se imagens que se encontram no horário das 12h, devido às sombras nesse horário serem pontuais. Optou-se por esse tipo de imagem devido a maior qualidade, comparada com imagens de outros satélites disponíveis.

Para a classificação, foram geradas classes de duas categorias principais, sendo a cobertura vegetal, através das classes de áreas verdes e vegetação, e a classe de áreas impermeáveis, representada pela pavimentação e telhados. Além disso, adicionou-se a classe de sombras, a qual se justifica pela possível interferência gerada no cálculo de áreas, sendo importante existir a diferenciação dessa classe das demais.

Dessa forma, chegou-se ao número de 7 classes de estudo, as quais foram categorizadas individualmente a partir da coleta de amostras dos pixels representativos da predominância de tons de cada uma das classes. As classes visam abranger a maior quantidade possível de cores e materiais detectáveis na imagem de satélite, fornecendo dados que contribuam com a melhor compreensão das dinâmicas impostas no local. A classe de áreas verdes corresponde a locais de vegetação rasteira e áreas permeáveis, como terrenos sem uso e quintais, enquanto a classe de vegetação corresponde a áreas com arborização de porte médio a alto. A classe de telhados foi dividida em telhados claros, escuros e coloridos, buscando englobar a diversidade de materiais de cobertura, entendendo as diferenças quanto ao índice de aquecimento de cada material. O telhado colorido corresponde, principalmente, aos telhados cerâmicos. Os telhados claros englobam telhas metálicas. Já os telhados escuros correspondem a telhados de fibrocimento, que possuem índice de absorção de calor maior em comparação com outros materiais.

O processo de categorização dos dados para visualização da cobertura do solo, realizada através do Plugin SPC, exige a coleta manual de amostras de treinamento,



onde são informados a classe alvo e selecionado polígonos e/ou formas livres que melhor representam cada uma das áreas. Após a coleta das amostras, o plugin interpreta os dados, através da identificação das cores de pixels predominantes em cada seleção, e gera a imagem classificada, com dados espaciais vetoriais. No caso deste estudo, optou-se pela geração de dados vetoriais e não em forma de raster, pois os vetores permitem melhor manipulação e análise dos resultados. Os dados gerados permitem a visualização espacial das classes, além de possibilitarem o cálculo de áreas de cada uma das classes, e sua porcentagem com relação ao recorte como um todo.

Como objetos de estudo, foram selecionados dois recortes em área urbana consolidada e densificada (figura 2). A escolha de recortes visa estudar a possibilidade de ocorrência do fenômeno de ilhas de calor urbano em duas áreas com diferenciação notável com relação a quantidade de áreas verdes e pavimentadas, e as implicações dessas condições no conforto ambiental urbano da cidade e a possível modificação no microclima desses locais em específico.

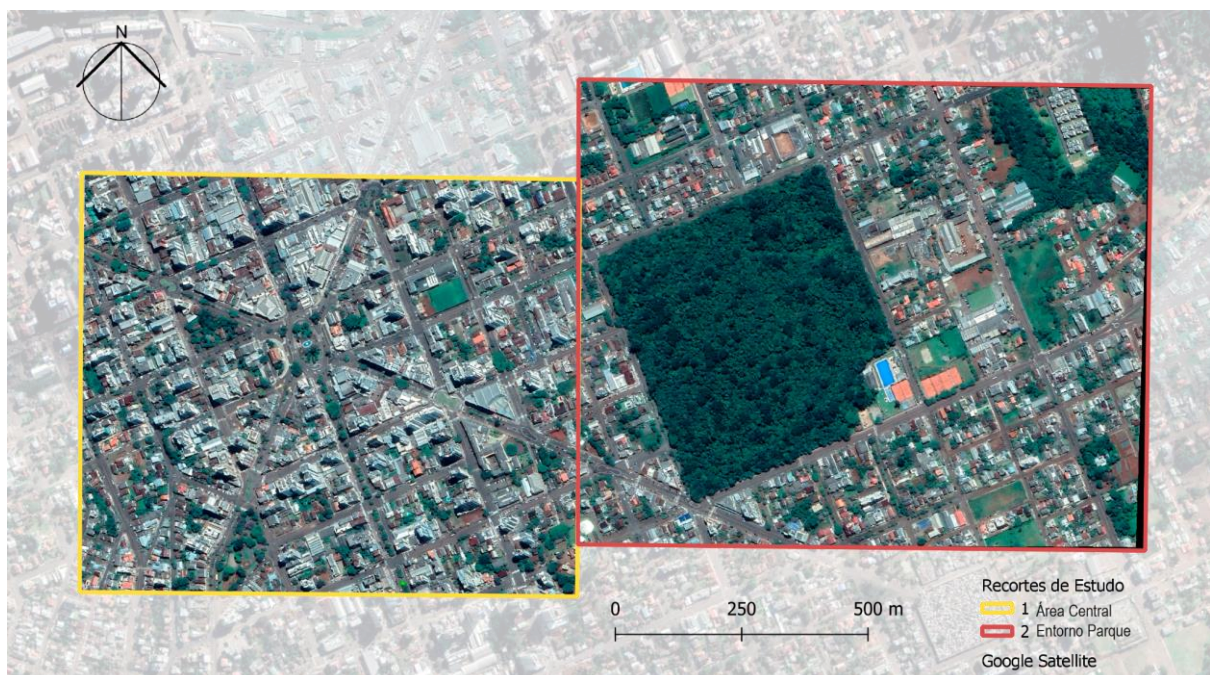


Figura 2: Localização dos Recortes na Malha Urbana de Erechim - RS. Fonte: elaborada pelos autores, 020, com base em Satélite Google Earth, 2019.

O primeiro recorte localiza-se na área central da cidade, englobando equipamentos públicos importantes - como a prefeitura municipal, o centro histórico e ponto inicial de formação da cidade, as principais avenidas e ruas da hierarquia viária local. Pode-se perceber no recorte a grande quantidade de áreas impermeáveis e pavimentadas, e a pouca presença de áreas verdes. Por sua localização central, a área recebe, diariamente, grande fluxo de pedestres e veículos, tendo grandes influências de fatores antropogênicos na conformação da sensação térmica no local.

Já o segundo recorte, engloba a área urbana no entorno do Parque Municipal Longines Malinowski, criado em 1970 e que possui aproximadamente 22 hectares de área vegetada, que inclui vegetações de diversos portes. Devido ao seu tamanho, entende-se que a área do parque municipal pode influenciar de forma direta no microclima urbano de seu entorno. Em seu entorno, predominam edificações residenciais de altura baixa, e alguns equipamentos públicos pontuais, como escolas.

Os dois polígonos - recortes - não possuem as mesmas áreas; entretanto, a análise levou em consideração a porcentagem em relação à área total, estabelecendo uma relação que cria a possibilidade de comparação entre as duas áreas.

A partir da compreensão que o fenômeno de ilhas de calor depende de múltiplos fatores, entende-se que é necessário analisar, além do uso do solo, a geometria urbana dos recortes, devido a sua influência direta na forma em que o fenômeno ocorre.

O estudo da morfologia urbana permite a identificação das edificações e como influenciam no clima, seja como elemento que gera aprisionamento de calor ou boa ventilação nos espaços livres. Essa transição de objetos de estudos permite uma maior aproximação com as dinâmicas do local (GONÇALVES; CARDOSO, 2017). O estudo da forma urbana gera dados para o entendimento de diversas dinâmicas na escala local urbana, como as taxas de ocupação e impermeabilização dos solos, dinâmicas dos ventos, áreas vegetadas, entre outros. Dessa forma, elementos como os recuos e afastamentos, incluídos nos padrões urbanísticos, são condicionantes importantes e impactam na formação do fenômeno de ilhas de calor. Tais dados podem ser espacializados através de mapas de cheios e vazios e áreas verdes, a fim de gerar um panorama da ocupação urbana na escala micro.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 ilustra os resultados da classificação para o primeiro recorte. Pode-se perceber na imagem que as cores predominantes são o cinza, representado pelas áreas com pavimentação e impermeáveis, compostas, principalmente, de materiais como concreto e cobertura asfáltica. Quanto aos telhados, em sua maioria, são compostos com cores claras, determinadas por materiais como fibrocimento e zinco, além dos telhados escuros, em menor quantidade. A presença de telhados cerâmicos - coloridos - possui menor expressão nessa área, onde predominam edificações em altura e de uso misto, além de grãos maiores. Com relação a cobertura vegetal do recorte, as áreas verdes ocorrem em alguns canteiros e espaços residuais do sistema viário e espaços pontuais dos lotes, enquanto as áreas com vegetação arbórea se localizam nas vias e miolos de quadras, além de algumas praças.

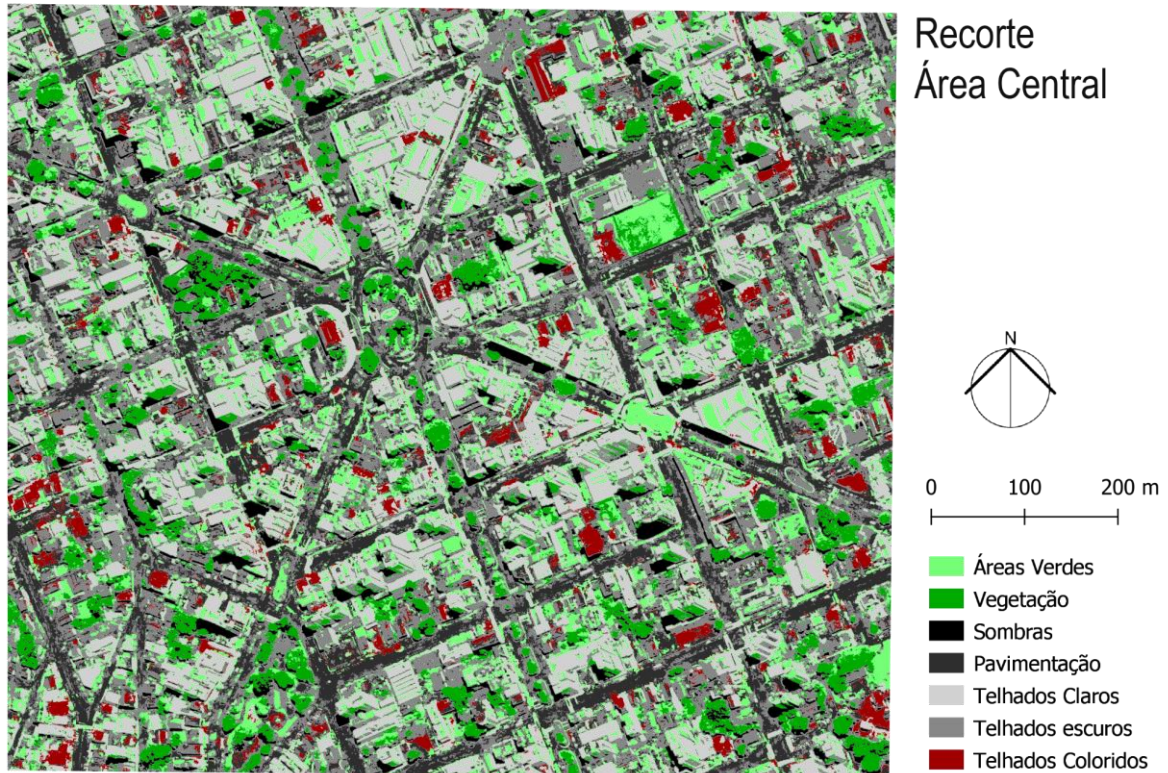


Figura 3: Resultado da Categorização do Recorte 1 através do software QGis e Plugin SPC. Fonte: Autores, 2020.



A partir dos dados vetoriais da classificação, foi realizado o cálculo das áreas de todas as classes, como forma de comparar a porcentagem de cada uma em relação à área total do recorte. As áreas do recorte 1 (figura 3) estão expressos na tabela 1. O recorte possui área total de 80,43 hectares.

TABELA DE ÁREAS - RECORTE 1 - ÁREA CENTRAL			
	CLASSE	ÁREA (ha)	PORCENTAGEM (%)
01	Áreas Verdes	13,22	16,43
02	Vegetação	6,3	7,83
03	Sombras	4,81	5,98
04	Pavimentação	16,51	20,52
05	Telhados Claros	16,34	20,31
06	Telhados Escuros	20,06	24,94
07	Telhados Coloridos	3,19	3,96
ÁREA TOTAL DO RECORTE			80,43 ha

Tabela 1: Resultado das áreas de cobertura do solo obtidas através da classificação: Recorte 1. Fonte: Autores, 2020.

A partir dos resultados, é possível perceber que aproximadamente 70% da área de recorte encontra-se pavimentada ou com construções, mostrando o baixo índice de áreas permeáveis e vegetação, a qual, em sua maioria, está em vias ou miolos de quadra.

As áreas verdes representam apenas 16,43% do recorte, sendo importante ressaltar que devido a qualidade das imagens de satélites gratuitas, nem sempre é possível chegar a precisão total das áreas, tendo, nesse caso específico, a clara interferência entre áreas edificadas, que não correspondem totalmente a situação real.

A figura 4 ilustra os resultados da classificação para o segundo recorte. A diferença com relação às áreas verdes e vegetadas é visível, devido à presença do Parque Municipal Longines Malinowski, que possui, aproximadamente, 22 hectares, com vegetação de espécies variadas, e com portes que variam de médio a alto.

Apesar disso, pode-se ver que na área existe maior existência de telhados escuros, e as áreas impermeáveis continuam existindo em grande quantidade. Em alguns locais, o solo exposto foi interpretado como telhado colorido, gerando uma interferência na percepção das áreas, mas que pode ser percebido comparando com a imagem de satélite.

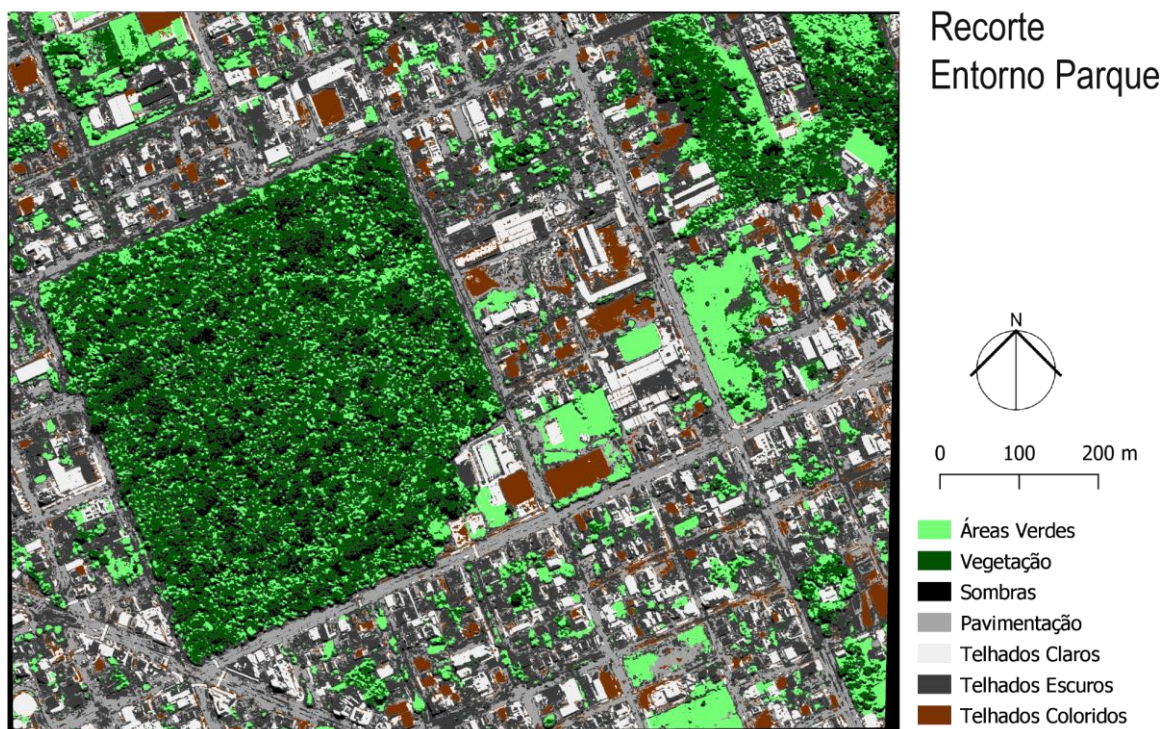


Figura 4: Resultado da Categorização do Recorte 2 através do software QGis. Fonte: Autores, 2020.

Assim, a partir dos dados vetoriais gerados na classificação, realizou-se o cálculo das áreas das classes do recorte 2, para a comparação e relação das classes com a área total do recorte. As áreas e porcentagens do recorte 2 (figura 4) estão expressos na tabela 2. O recorte possui 101,4 hectares, maior que o anterior. Pode-se perceber, previamente, que as dinâmicas funcionam de maneira distinta, o que contribui para uma possível diferenciação da forma de ocorrência do fenômeno nas duas áreas de estudo.

TABELA DE ÁREAS - RECORTE 2 - ENTORNO PARQUE			
CLASSE		ÁREA (ha)	PORCENTAGEM (%)
01	Áreas Verdes	12,85	12,67%
02	Vegetação	19,53	19,26%
03	Sombras	9,74	9,60%
04	Pavimentação	11,67	11,50%
05	Telhados Claros	10,14	10%
06	Telhados Escuros	32	31,55%
07	Telhados Coloridos	5,48	5,40%
ÁREA TOTAL DO RECORTE			101,4 ha

Tabela 2: Resultado das áreas de cobertura do solo obtidas através da classificação: Recorte 2. Fonte: Autores, 2020.

A partir dos dados apresentados na tabela, pode-se perceber que aproximadamente 31,9% da área é composta pela categoria de cobertura vegetal, representada pelas classes de áreas verdes e vegetação. Nesse recorte, o total de áreas impermeáveis é menor, representando o total de 58,45%, menor em comparação ao recorte anterior, que possui, aproximadamente, 70% da área total impermeável. Além da área de parque, o recorte 2 apresenta maior quantidade de vegetação em lotes e áreas verdes, e menor quantidade de vias com arborização em canteiros centrais.

Na realização de classificações de imagens de área urbana, a interferência de cores entre as classes trabalhadas ocorre devido a escala dos dados de análise. As imagens de satélite utilizadas no trabalho correspondem a recortes espaciais em escala aproximada, a qual possui grande quantidade de cores e detalhes a serem considerados na classificação, ocasionando as interferências citadas. Outro fator importante para a classificação de áreas urbanas é a qualidade das imagens encontradas, sendo difícil a disponibilização de imagens de boa qualidade em uma escala aproximada, configurando um obstáculo para uma boa coleta de dados e geração de mapas.



De acordo com dados do IBGE (IBGE CIDADES, 2020), o município de Erechim possui uma porcentagem de 78,4% de arborização de vias públicas, e conta com 39,3% de vias públicas urbanizadas. A grande quantidade de arborização nas vias contribui para um melhor conforto em alguns pontos do ambiente urbano, porém, somente esse fator não é efetivo, visto que a maior parte das vias do centro e bairros são pavimentadas com materiais impermeáveis e que refletem calor.

O índice de vegetação urbana e áreas permeáveis é um item que deve ser observado com atenção nas cidades, devido a realidade da maior parte das áreas urbanas, atualmente, possuírem materiais impermeáveis e pouca preocupação com a destinação de espaços verdes.

De acordo com Akbari *et al.* (2001, *apud* CHOI; LEE, 2012), os espaços verdes urbanos podem ajudar a minimizar as consequências do efeito de ilhas de calor urbano, na medida em que contribuem para a diminuição dos efeitos da radiação solar, resfriam o ar, além de diminuir a velocidade dos ventos.

Neste estudo, a tentativa de compreensão dos fenômenos partiu da análise do uso do solo e das áreas impermeáveis e vegetadas que conformam os recortes urbanos elencados. No caso da geometria urbana, será analisada a relação entre cheios e vazios no recorte urbano, utilizando dados do perímetro das edificações, juntamente com os fragmentos de vegetação com maior predominância na área de estudo, como ilustrado na figura 5.

Com o mapa de geometria urbana, representado pelos cheios e vazios das edificações, pode-se destacar que a ocupação das áreas de estudo é baixa. Entretanto, a relação de superfícies impermeáveis (asfalto, calçadas e áreas com concreto) é maior do que as áreas verdes, como percebido anteriormente nas imagens de classificação. Assim, mesmo que as edificações possuam afastamentos e os lotes não estejam ocupados em sua totalidade, estão, em sua maioria, com pavimentação impermeável em suas áreas livres.

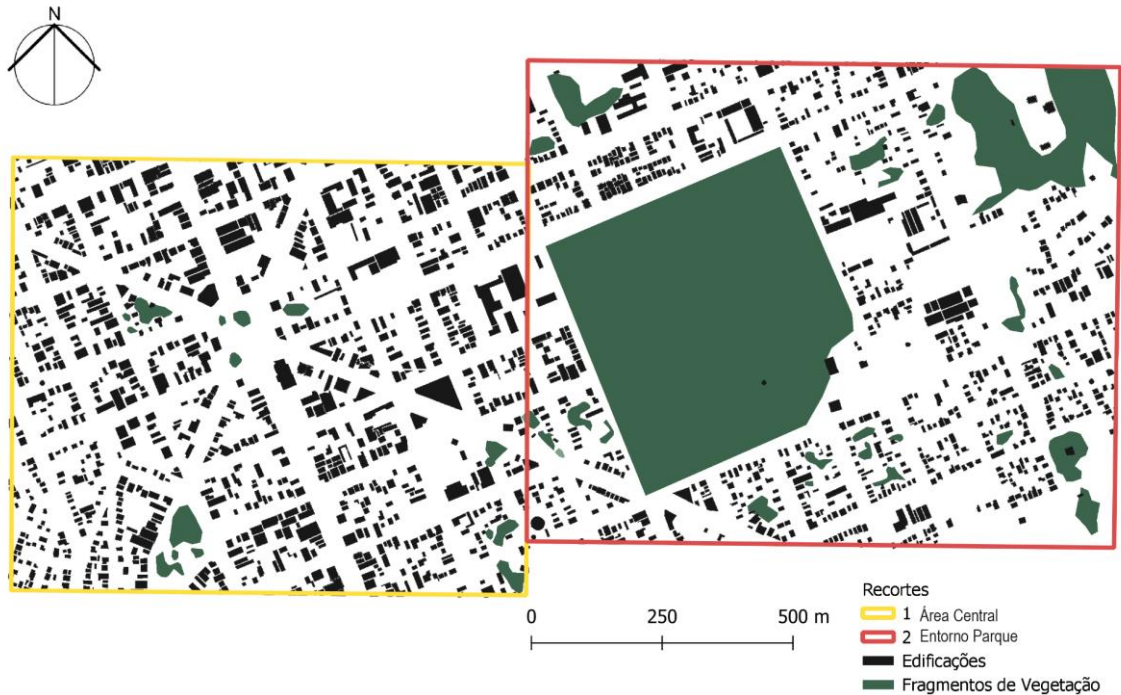


Figura 5: Cheios e Vazios e Fragmentos de Vegetação dos Recortes. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de banco de Dados desenvolvido por GOETTEMS; TODERO E ENGEL, 2019.

Com relação ao uso do solo, a área do recorte 1 concentra os principais usos cívicos da cidade, centro comercial e histórico, além de constituir o marco central do início da ocupação de Erechim. Por esse motivo, é uma área com grandes influências antrópicas, desde o grau de ocupação do solo, até a maior circulação de veículos, o que contribui para que a área sofra influência de diversos fatores na formação de efeitos climáticos, que contribuem nos efeitos das ilhas de calor.

Destaca-se também que a parte central do recorte 1 encontra-se em processo de adensamento e verticalização, sendo uma área em que o plano diretor prevê o aumento da quantidade de pavimentos do que existe atualmente - no máximo 15 pavimentos - , para 30 pavimentos ou 93m de altura, de acordo com a Lei complementar nº 010, de 02 de dezembro de 2019. A alteração dos índices, apesar de garantir um melhor adensamento e utilização das infraestruturas do entorno, altera as dinâmicas dos ventos e circulação de ar na área, o que, aliado os poucos recuos e falta de permeabilidade do solo, pode vir a contribuir com uma piora das condições de conforto urbano locais.

O recorte 2 constitui-se como uma área de caráter de transição da área de centro comercial a bairros residenciais, contando com diversos equipamentos públicos e comerciais que direcionam o fluxo para a área, como o caso de hospitais e escolas. O principal fator que pode contribuir para a amenização do calor e melhora do microclima da área é a presença do Parque Municipal. A área também possui ocupação menor em relação ao recorte 1, com um aumento considerável nas áreas permeáveis e de espaços livres nos lotes.

Com as vivências e percepções dos recortes, empiricamente, no recorte 2, o parque exerce uma influência positiva na melhora do conforto térmico da área, seja pelo sombreamento gerado pelo porte da vegetação, e também pela melhora nas condições de umidade do ar, sentida pelos pedestres em seu entorno. Já no recorte 1, a grande quantidade de áreas impermeáveis, edificações com pouco recuo e de grandes alturas, além do grande fluxo de veículos, gera um ambiente desconfortável ao pedestre.

Os aspectos abordados no estudo incluíram dados importantes para a identificação do fenômeno a partir das questões morfológicas e de conformação dos espaços urbanos, mostrando que as características das áreas de estudo contribuem para a formação de ilhas de calor urbana. Entretanto, somente esses dados não são suficientes para a verificação da ocorrência do efeito de maneira precisa, sendo necessários estudos mais aprofundados de outras condicionantes. As questões a serem abordados em trabalhos futuros incluem as variáveis climáticas, como temperatura, velocidade dos ventos, e as características topológicas e geometria urbana do local, que direcionam e contribuem para o entendimento de como o efeito gera influência nas dinâmicas locais (GONÇALVES; CARDOSO, 2017).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os estudos indicam, cada vez mais, que as cidades de porte pequeno a médio também devem ter preocupação quanto aos fenômenos climáticos ocasionados pela forma de ocupação e ações antrópicas, visto que os efeitos não se restringem a grandes centros urbanos. Em geral, nas cidades de pequeno porte, existe pouca preocupação com



a mitigação de problemas futuros com relação a variáveis climáticas, com propostas de planejamento que não respeitam totalmente as dinâmicas locais e geram problemas a curto e longo prazo, os quais poderiam ser evitados com análises mais detalhadas. Dessa forma, destaca-se a importância dos estudos climáticos, principalmente os que possuem em suas análises diversas variáveis, buscando compreender a interrelação entre as condicionantes locais e propor soluções em diversas escalas.

No caso desta pesquisa, o foco voltou-se a entender como as características morfológicas podem ajudar a compreender e contribuir em análises do fenômeno de ilhas de calor. Os resultados preliminares, a partir das análises abordadas no estudo, mostram que as condições de uso do solo e geometria urbana dos recortes possivelmente contribuem para a formação do fenômeno de ilhas de calor. Em ambos os recortes, foi possível notar que a maioria das áreas livres encontram-se impermeabilizadas e com materiais com grande capacidade de absorção de calor, o que, aliado com a pouca quantidade de cobertura vegetal e áreas verdes, gera a intensificação dos efeitos do fenômeno citado. Ainda que os recortes apresentem diferenças quanto à cobertura vegetal, deve-se ter atenção nas duas áreas, devido ao fato de que ambas se conformam como áreas urbanas consolidadas e com grande influência de ações antrópicas.

Para além disso, verificou-se que a geometria urbana é um fator que também pode contribuir com a intensificação dos efeitos do fenômeno de estudo, na medida em que as mudanças na legislação local permitem uma ocupação ainda maior do que a existente nas áreas, o que poderá gerar, a longo prazo, mudanças significativas nas dinâmicas climáticas locais, quando consolidadas as condições previstas nas diretrizes de ocupação do solo.

Segundo Amorim (2010, p.88), as cidades que se encontram com características favoráveis a geração do efeito de ilhas de calor devem investir em planejamento e gestão com foco nas questões ambientais, através de diversas estratégias, das quais pode-se citar a revitalização da vegetação arbórea, não somente em pontos específicos, como parques e praças, mas também em menor escala, como ruas, calçadas e lotes.

Assim, destaca-se que, na cidade de estudo, os fatores de ocupação urbana contribuem para a formação do fenômeno de ilhas de calor. Dessa forma, mostra-se importante que as diretrizes urbanísticas e de planejamento urbano sejam direcionadas a encontrar maneiras de incentivar formas de ocupação que garantam melhores níveis de permeabilidade, além de encontrar maneiras de aumentar a quantidade de cobertura vegetal no centro urbano consolidado. Além disso, deve-se ter atenção especial para as áreas de expansão do perímetro urbano, as quais devem ter, desde sua implantação, preocupação com estratégias que buscam a conciliação da ocupação urbana e gestão ambiental eficiente e responsável.

O método utilizado para a análise, baseado na coleta de dados, categorização e posterior e análise da cobertura das superfícies e da geometria urbana, mostra-se como uma ferramenta útil no planejamento urbano, podendo ser incorporado em diversas análises, gerando proposições de legislações urbanísticas adequadas à realidade local e que buscam a solução e mitigação de problemáticas importantes no contexto atual, mesmo em cidades de pequeno e médio porte.

Como próximos passos, para trabalhos futuros, deve-se ter a preocupação com a análise de variáveis mais abrangentes, em uma escala mais aproximada, buscando a coleta e análise que indiquem como ocorre e se comporta o fenômeno de ilhas de calor na área urbana e em seu entorno, e como os seus efeitos interferem nas características determinantes do conforto ambiental urbano.

## **REFERÊNCIAS**

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. "Climatologia e gestão do espaço urbano". **Mercator - Revista de Geografia da UFC**. UFC, vol. 9, núm. 1, 2010.

CHOI, Hyun-Ah, LEE, Woo-Kyun, BYUN, Woo-Hyuk. Determining the effect of green spaces on urban heat distribution using satellite imagery. **Asian Journal of Atmospheric Environment**. Seoul: 2012.

ERECHIM. Lei Complementar nº 010, de 02 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre o desenvolvimento urbano, sobre o zoneamento de uso do solo urbano e revoga a lei nº 6.256/2016 e suas alterações**. Erechim, RS, 2019.

GOETTEMS, Renata Franceschet; TODERO, Ana Andrieli; ENGEL, Ernestina Rita Meira. Projeto de pesquisa intitulado: Conformação de espaços livres públicos e morfologia urbana de Erechim/RS. PES 0003/2019 vinculado a Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.

GONÇALVES, Pedro Henrique; CARDOSO, Carina Folena. “Avaliação da formação de ilhas de calor em Goiás/GO”. **Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo**. IX Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, Junio 2017. Barcelona: DUOT, 2017.

HASENAK, H.; WEBER E.(org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/dados-espaciais/250-base-cartografica-vetorial-continua-do-rio-grande-do-sul-escala-1-50-000>>. Acesso em 26 ago. 2020.

IBGE CIDADES. **Rio Grande do Sul, Erechim: Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/erechim/panorama>. Acesso em: 14 ago. 2020.

IVAJNSIC, Danijel; KALIGARIC Mitja; ZIBERNA, Igor. Geographically weighted regression of the urban heat island of a small city. **Applied Geography**. Maribor: 2014.

LUCENA, Andrews José de. “Notas Conceituais e metodológicas em clima urbano e ilhas de calor”. **Revista Continentes**. UFRRJ, ano 2, nº 2, 2013.

ROMERO, Marta Adriana Bustos, *et al.* **Mudanças Climáticas e Ilhas de Calor Urbanas**. 1ª edição. Brasília: Editora ETB, 2019.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. “O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas contribuições”. **Revista Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v.30, nº 2, 2018.