

*Cidades e Sustentabilidade Ambiental*

*A Vegetação:  
Uma Aliada Essencial para o Futuro  
bioclimático em Campanhã*

**Docentes:**

Ana Monteiro

Helena Madureira

**Discentes**

Carlos Malheiro

Manuel Rodrigues

Marco Moreira

Tiago Brito

Tiago Lopes

## Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>Metodologia.....</b>	<b>3</b>
<b>Caracterização da área de estudo.....</b>	<b>5</b>
<b>Análise da cartografia .....</b>	<b>6</b>
<b>Análise dos valores do NDVI e do SAVI: .....</b>	<b>6</b>
<b>Relação dos valores de NDVI com as Cartas Térmicas .....</b>	<b>8</b>
<b>Relação dos valores de SAVI com as Cartas Térmicas .....</b>	<b>8</b>
<b>Medida a implementar na área de estudo .....</b>	<b>10</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>10</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>12</b>

## Introdução

A vegetação em áreas urbanas desempenha um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ecológico e na qualidade de vida das populações. As árvores, plantas e espaços verdes contribuem de uma forma muito positiva para a mitigação dos impactos provocados pelas alterações climáticas, para a redução da poluição atmosférica e para a melhoria da saúde da população, tanto física como psicológica. Além disso, a presença de vegetação em meio urbano é fundamental para a regulação da temperatura, a conservação da biodiversidade e potenciar a criação de ambientes agradáveis e sustentáveis.

A promoção e a manutenção de áreas verdes nas cidades são essenciais para o desenvolvimento de um meio urbano mais saudável e resiliente, sendo assim um assunto que requer especial atenção no planeamento e ordenamento de território urbano. Considerando todos estes elementos, o grupo optou por analisar e trabalhar a questão da vegetação e espaços verdes na área de estudo proposta pelas docentes, tendo sido esta a freguesia de Campanhã, na cidade do Porto. De referir ainda que toda a cartografia elaborada pelo grupo estará evidenciada nos anexos, com a devida menção ao longo do relatório.

## Metodologia

Numa primeira fase do trabalho, realizou-se uma procura por informações relativas à temática que o grupo queria abordar na área de estudo. Após esta busca, seguiu-se uma síntese de ideias principais através da realização de uma revisão bibliográfica. Numa segunda fase, procedeu-se à elaboração de cartografia da área de estudo, que permitisse uma melhor compreensão da mesma. De forma a obter um contexto térmico da área de estudo, foi utilizada a banda 10 das imagens do Landsat 8, para criar cartas térmicas que representassem 3 dias diferentes de inverno e 6 dias diferentes de verão. Em seguida, procedeu-se ao cálculo dos valores do NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada) e do SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) para a área de estudo. Para o cálculo do NDVI e do SAVI, foram utilizadas as bandas 4 e 5 das imagens de Landsat 8. O cálculo foi feito para os mesmos dias das cartas térmicas, de forma a comparar a saúde da vegetação com as temperaturas da superfície.

Analisou-se toda a cartografia, fazendo comparações entre mapas de NDVI, SAVI e cartas térmicas. Por fim, e após analisar toda a informação disponível, o grupo reuniu para a elaboração de um plano de intervenção para melhorar a situação na área de estudo, tendo como base as

NBS's (*New Base Solutions*). Após reunir todos os indicadores numa base de dados, procedeu-se à elaboração da cartografia utilizando o software ARCGIS PRO.

## Revisão bibliográfica

Até ao fim do século XXI, a temperatura média global à superfície vai exceder em 1,5°C os valores registados no período de 1850-1900 (Araújo et al., 2020). Assim, torna-se mais provável que se ultrapasse o limite estipulado de um aumento de 2°C em relação ao período pré-industrial. Esta margem foi estabelecida como o ponto em que os sistemas naturais e humanos começam a enfrentar consequências perigosas (Araújo et al., 2020).

As consequências das alterações climáticas sobre a saúde são cada vez mais evidentes e preocupantes. Eventos climáticos extremos, mudanças na distribuição de doenças sensíveis ao clima e alterações nas condições ambientais e sociais estão a afetar diretamente a saúde humana (Agência Europeia do Ambiente, 2017).

Nos últimos anos, milhões de pessoas na Europa foram afetadas por cheias fluviais e costeiras, resultando em lesões, infeções e exposição a perigos químicos. Além disso, estes eventos extremos têm impactos significativos na saúde mental das comunidades afetadas (Agência Europeia do Ambiente, 2017).

As ondas de calor tornaram-se mais frequentes e intensas, levando a dezenas de milhares de mortes prematuras na Europa. É previsto que essa tendência aumente e se intensifique, a menos que medidas de adaptação adequadas sejam implementadas urgentemente (Agência Europeia do Ambiente, 2017). Portugal não é exceção sendo um dos países europeus com grande potencial para as vulnerabilidades às alterações climáticas (Araújo et al., 2020).

Estas alterações podem resultar num aumento considerável do desconforto térmico, principalmente em áreas densamente povoadas. Durante o verão, com a possibilidade de ocorrência de ondas de calor, essa situação tende a agravar-se ainda mais (Silva et al., 2022).

Um dos exemplos mais evidentes dos desequilíbrios criados pelo Homem, durante o processo de urbanização, pode ser visto na cidade do Porto (Monteiro & Madureira, 2009). A área de estudo em questão situa-se na cidade do Porto, que possui um clima temperado mediterrâneo, que é condicionado pela sua localização geográfica, pela diferenciação morfológica e, cada vez mais, pelas opções de localização da população e das atividades económicas (Monteiro et al.,

2012). A grande concentração de solo impermeabilizado e a vasta variedade de usos, geram alterações no balanço energético, que modificam o sistema climático local (Monteiro et al., 2012).

As áreas verdes em meios urbanos têm-se tornado cada vez mais atrativas para os “stakeholders”. Assim, o valor destas áreas tem vindo a aumentar. A definição do valor da vegetação urbana tem-se tornado uma parte cada vez mais importante do planeamento urbano (Halecki W. et al. 2023).

O NDVI e o SAVI são índices que permitem estudar a quantidade de vegetação e saúde da mesma. O NDVI varia de -1 a 1, com valores mais altos que indicam maior densidade de vegetação. O NDVI é uma ferramenta valiosa para monitorizar a saúde das plantas, a cobertura vegetal e as mudanças na vegetação ao longo do tempo (Rouse, J. W. et al., 1974). O SAVI normaliza o NDVI pela adição de um termo de correção para a influência do solo, tornando-o mais adequado para áreas com diferentes proporções de solo exposto e vegetação (Huete, A. R., 1988).

A variação do NDVI é maioritariamente influenciada por fatores climáticos, nomeadamente a temperatura e a precipitação. Segundo Mihretab, G. et al. (2023), este índice é proporcional à precipitação e inversamente proporcional à temperatura.

Os estudos das respostas da saúde humana ao espaço verde urbano são de especial importância para os governos, organizações e comunidades, que estão a fazer esforços para introduzir novos espaços verdes ou preservar os já existentes. O planeamento urbano está cada vez mais a abordar não só as prioridades económicas e ambientais, mas também os objectivos de saúde pública e o impacto destes espaços na mesma (Michelle Kondo, C. et al., 2018).

## **Caracterização da área de estudo**

A área de estudo proposta pelas docentes localiza-se na freguesia de Campanhã, no município do Porto. Esta freguesia possui 29666 habitantes e a sua densidade populacional é de 3649 hab./km<sup>2</sup>, com uma população mais concentrada no centro e a oeste (ver figuras 1 e 2 nos anexos). A altitude mínima da área de estudo é de 10,5 metros e a máxima é de 148,4 metros. A sul e a leste da área de estudo predominam áreas de baixa altitude entre os 10 e os 32 metros. A noroeste dominam áreas de grandes declives entre os 103 e os 148 metros (ver figuras 3 e 4 nos anexos).

Na área de estudo predominam declives suaves entre os 0º e os 18º de declives, contudo, no centro da área de estudo prevalecem declives entre os 50º e os 86º. As vertentes encontram-se, na sua maioria, expostas a este e a sul. Relativamente ao uso e ocupação do solo, segundo o Urban Atlas, dominam sobretudo áreas urbanas, como é possível ver no mapa da COS (Uso e Ocupação do Solo), onde se destacam sobretudo as áreas de tecido edificado (ver figuras 5 e 6 nos anexos).

Na área de estudo predominam áreas com grande *sky view factor*, ou seja, as ruas são largas, o que possibilita a entrada de bastante luz solar nas mesmas (ver figura 7 nos anexos).

Quanto aos acessos, esta área está bem servida em termos de rede viária. Apresenta ligação às linhas de metro e às de comboio, uma vez que a estação de Campanhã está localizada dentro da área de estudo (ver figura 8 nos anexos).

## **Análise cartográfica**

Esta parte do trabalho apresenta uma análise da cartografia elaborada pelo grupo, com dados relativos ao NDVI e ao SAVI na área de Campanhã, bem como a análise de cartas térmicas para a mesma área.

### **NDVI Verão (2020, 2021, 2022) (ver figuras 9, 10 e 11 nos anexos)**

Tendo em comparação os valores de NDVI de verão, é possível concluir que a saúde das coberturas vegetais tem vindo a diminuir, apresentando valores na tipologia “0,4 ; 0,6”, mais baixos consecutivamente. Este cenário pode ser explicado por diversos fatores, mas a principal causa para alterações do NDVI são fatores climáticos, nomeadamente alterações nos níveis de precipitação e temperatura (Ghebrezgabher, M. et al., 2020).

### **NDVI Inverno (2021, 2023) (ver figuras 12 e 13 nos anexos)**

Neste exemplo, Inverno de 2023, é claramente visível a redução de áreas com valores negativos. Para além disso, em comparação com o inverno de 2021, as áreas de vegetação são superiores, bem como as áreas de vegetação saudável.

Isto pode justificar-se pelo facto de ter existido um fortalecimento da cobertura vegetal, ou pelo facto do inverno ter sido menos exigente, permitindo que a vegetação não tenha sofrido consequências típicas desta época do ano, mantendo-se presente o ano inteiro.

Ao analisar a evolução do NDVI nestas duas estações do ano, verifica-se um cenário interessante, apesar da saúde da vegetação estar a diminuir de um verão para o outro. No inverno, o cenário tem sido positivo, como já referido, estando as áreas negativas a diminuir desde 2021 o que sugere a ideia de invernos menos agressivos com redução dos níveis de precipitação.

#### **SAVI Verão (2020, 2021, 2022) (ver figuras 14, 15 e 16 nos anexos)**

Analisando agora os valores do SAVI no verão, verifica-se uma certa estagnação dos valores intermédios entre os 0 e os 0,4. É de salientar cenários positivos e negativos simultaneamente. De facto, verifica-se positivamente a redução dos valores negativos do verão de 2020 para o verão de 2022 e também se verifica uma diminuição dos valores próximos de 1, nomeadamente no sudeste da área, que corresponde ao parque oriental. Este cenário pode indicar um solo mais adaptado às alterações a que é sujeito e menos refletor de luz solar mas, ao mesmo tempo, indica uma diminuição da saúde da vegetação na área mais verde deste território.

#### **SAVI Inverno (2021- 2023) (ver figuras 17 e 18 nos anexos)**

Analisando agora a estação do inverno entre os anos de 2021 e 2023, verifica-se um cenário positivo com a diminuição das partes do território em situação de valores negativos. Por outro lado, volta-se a verificar uma ligeira diminuição dos valores próximos de 1 na área do parque oriental, tal como se verificou no verão. Este cenário sugere, por um lado, uma diminuição da saúde da vegetação e da atividade da mesma em algumas áreas do território, mas dá a ideia de invernos menos agressivos e intensos uma vez que são cada vez menos as áreas que apresentam valores negativos.

## **Relação dos valores de NDVI com as Cartas Térmicas**

Estando conscientes, como já referido, de que os fatores climáticos são aqueles que mais impacto têm nestes indicadores, segue-se agora uma análise que relaciona os níveis do NDVI com as cartas térmicas para a mesma área e nos mesmos períodos de tempo.

É claramente visível que, no verão, os valores de temperatura mais baixos coincidem com as áreas onde os valores de NDVI são mais elevados, o que confirma o que já seria esperado: a presença de vegetação influencia a temperatura, tendo esta tendência a baixar. Os locais onde as temperaturas atingem valores mais elevados localizam-se a Norte e Oeste. Isto porque, tal como está representado nos valores de NDVI, trata-se de áreas artificializadas onde o território

não apresenta capacidade para absorver a temperatura, ao mesmo tempo que a falta de vegetação faz com que tenhamos as temperaturas mais altas de toda a área de estudo.

No inverno não se verifica uma relação direta, estando as áreas de temperaturas mais baixas situadas principalmente no centro da área de estudo. No geral, as temperaturas não variam significativamente dentro do território no Inverno, mas é de assinalar que as ligeiras oscilações que existem na mesma, coincidem maioritariamente com as áreas onde existe mais vegetação. Temperaturas mais extremas, neste caso mais baixas, apresentam-se nas áreas com valores de NDVI compreendidos entre 0 e 0,2 o que indica territórios urbanizados e sem proteção vegetativa.

## **Relação dos valores de SAVI com as Cartas Térmicas**

Ao analisar a carta térmica para o verão de 2021, comparando-a ao mapa do SAVI para o mesmo espaço temporal, verifica-se uma relação entre as áreas de maior vegetação e as temperaturas mais baixas. Ao analisar a carta térmica, verifica-se uma clara diminuição da temperatura na área do parque oriental, coincidindo com a área onde se encontra mais vegetação. Em sentido oposto, a área norte tem as temperaturas mais altas, uma vez que se trata de uma área urbanizada com escassez de vegetação.

No inverno, verifica-se que as temperaturas são na generalidade baixas, não ultrapassando os 10 graus. Contudo, na direção centro-sul as temperaturas são extremamente baixas, coincidindo com as áreas com mais presença de vegetação. A área norte, mais urbanizada e com edificado mais denso, acaba por fazer com que as temperaturas aumentem ligeiramente. Na análise feita aos mapas relativos ao NDVI, SAVI e temperatura no verão de 2022 (ver figura 19 nos anexos), é possível retirar algumas ilações interessantes. Nomeadamente o facto de as temperaturas se apresentarem elevadas (acima de 37 graus), exceto em pequenas “ilhas” que apresentam temperaturas mais amenas. Estas são a Oeste, na margem do parque Oriental do Porto, e no centro da área de estudo, áreas estas que apresentam os valores de NDVI mais elevados, e onde os valores de SAVI elevados ocupam mais preponderância. É então legítimo dizer que a vegetação existente nestes locais é responsável para que, em dias de calor intenso, como é o caso deste exemplo, a vegetação detenha um papel amenizador na intensidade da temperatura, formando pequenas áreas onde a temperatura é mais baixa e agradável. Por outro lado, as temperaturas mais elevadas (chegando a atingir os 42 graus) apresentam-se a norte da área de estudo, onde encontramos sobretudo território artificializado e maior extensão de área com



valores de NDVI e SAVI próximos de 0, fazendo com que uma área considerável onde não exista a presença de vegetação, ou vegetação saudável, fique exposta a temperaturas altas e se torne um foco de calor extremo. Estas são também chamadas de *ilhas de calor*.

Analisando os valores de SAVI, NDVI e temperaturas relativas ao inverno de 2023 (ver figura 20 nos anexos), retiramos algumas conclusões que influenciaram o decurso do trabalho. Inicialmente e analisando os resultados, é possível verificar que o mapa de temperatura apresenta variações de temperatura curiosas, sendo que as temperaturas mais altas estão mais junto às margens da área de estudo nomeadamente a Norte, Este e Oeste, localizando-se ao centro uma área considerável onde as temperaturas se apresentam mais baixas (cerca de 1/2 graus). Estes valores não parecem estar relacionados com os valores de SAVI e NDVI, uma vez que não existe considerável correspondência entre estas variações de temperatura e os valores dos mesmos, podendo assim estas variações estarem relacionadas com outros fatores e não apresentar tanta preponderância a presença de vegetação nesta época do ano. É por esse facto que nos centraremos na análise e aplicação de medidas, bem como soluções para os meses de verão, onde aí sim, se verificam mais variações da temperatura em função da existência e saúde da vegetação presente.

## **Medida a implementar na área de estudo**

Como medida a aplicar para melhorar a situação na área de estudo, propõem-se um processo de arborização em locais estratégicos da mesma.

A arborização é uma solução de base natural excelente para dar resposta a diversos problemas urbanos, nomeadamente a redução da poluição atmosférica, o aumento da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida e bem-estar humano. Assim, propõe-se implementar coberturas verdes (*green rooftops*) nos armazéns localizados nas proximidades do Estádio do Dragão. Essas coberturas verdes podem ajudar a reduzir o número de ilhas de calor provocadas pela aglomeração de edifícios, melhorar a eficiência energética dos edifícios, fornecer habitat para vida selvagem urbana e até mesmo ajudar na gestão e escoamento das águas pluviais.

As coberturas verdes podem criar espaços adicionais para recreação e relaxamento, proporcionando um ambiente mais agradável para as pessoas que vivem e trabalham na área. No entanto, é importante considerar alguns fatores como o custo inicial de instalação, a manutenção e a necessidade de garantir que a estrutura dos edifícios seja adequada para

suportar o peso adicional das coberturas verdes.

A combinação de arborização e coberturas verdes pode ser uma estratégia muito eficaz para melhorar a qualidade de vida em áreas fortemente urbanizadas, como a área em redor do Estádio do Dragão. Essas soluções não só contribuem para a saúde e a resiliência do ambiente urbano, mas também criam espaços mais agradáveis e sustentáveis para as comunidades locais. No mapa da figura 21 (ver anexos) é possível verificar a área destinada à intervenção já descrita.

A arborização é uma solução de base natural excelente para dar resposta a diversos problemas urbanos, nomeadamente a redução da poluição atmosférica, o aumento da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida e bem-estar humano. Assim, propõe-se implementar coberturas verdes (green rooftops) nos armazéns localizados nas proximidades do Estádio do Dragão. Essas coberturas verdes podem ajudar a reduzir o número de ilhas de calor provocadas pela aglomeração de edifícios, melhorar a eficiência energética dos edifícios, fornecer habitat para vida selvagem urbana e até mesmo ajudar na gestão e escoamento das águas pluviais. As coberturas verdes podem criar espaços adicionais para recreação e relaxamento, proporcionando um ambiente mais agradável para as pessoas que vivem e trabalham na área. No entanto, é importante considerar alguns fatores como o custo inicial de instalação, a manutenção e a necessidade de garantir que a estrutura dos edifícios seja adequada para suportar o peso adicional das coberturas verdes. A combinação de arborização e coberturas verdes pode ser uma estratégia muito eficaz para melhorar a qualidade de vida em áreas fortemente urbanizadas, como a área em redor do Estádio do Dragão. Essas soluções não só contribuem para a saúde e a resiliência do ambiente urbano, mas também criam espaços mais agradáveis e sustentáveis para as comunidades locais. No mapa da figura 21 (ver anexos) é possível verificar a área destinada à intervenção já descrita.

Entre os benefícios ambientais, destaca-se a redução da poluição atmosférica, já que as árvores e plantas nas coberturas verdes absorvem dióxido de carbono e outros poluentes, além de libertarem oxigênio, que acabam por contribuir para a melhoria da qualidade do ar. O aumento da biodiversidade é outro ponto relevante, pois as coberturas verdes e áreas arborizadas fornecem habitats para uma variedade de espécies de aves, insectos e outras formas de vida, promovendo a biodiversidade urbana. Além disso, a vegetação ajuda a reduzir a temperatura ambiente, combatendo as ilhas de calor urbanas que resultam da absorção e retenção de calor pelos edifícios e pavimentos. As plantas e o solo das coberturas verdes também podem absorver grandes quantidades de água da chuva, reduzindo a carga sobre os sistemas de drenagem urbanos e diminuindo o risco de inundações.

Os benefícios sociais e de saúde incluem a melhoria da qualidade de vida, uma vez que áreas verdes e coberturas com vegetação proporcionam espaços de recreio e relaxamento, melhorando assim o bem-estar mental e físico dos residentes. Espaços verdes incentivam atividades ao ar livre, como caminhadas, corridas e exercícios, promovendo um estilo de vida mais saudável. A presença de vegetação e espaços naturais também têm efeitos comprovados na redução do stress e mais uma vez na saúde mental.

Entre os benefícios económicos, destaca-se o aumento do valor imobiliário, pois áreas bem arborizadas e com coberturas verdes tendem a ter maior valor imobiliário, beneficiando os proprietários de imóveis. Coberturas verdes melhoram a eficiência energética dos edifícios, isolando-os termicamente, o que pode resultar em economias significativas nos custos de aquecimento e refrigeração. Além disso, a implementação e manutenção de áreas verdes e coberturas vegetadas criam oportunidades de emprego em jardinagem, paisagismo e manutenção de edifícios.

No entanto, é necessário considerar alguns desafios e fatores importantes. O custo inicial de instalação das coberturas verdes pode ser alto, mas os benefícios a longo prazo geralmente compensam. É essencial considerar também os custos de manutenção regular para garantir a saúde das plantas e a integridade estrutural das coberturas. É crucial realizar uma avaliação estrutural dos edifícios antes de instalar coberturas verdes, para garantir que possam suportar o peso adicional do solo e da vegetação. A escolha das espécies vegetais deve considerar o clima local, a exposição ao sol e o tipo de solo disponível, garantindo a sustentabilidade das coberturas verdes.

Exemplos de sucesso incluem cidades como Copenhaga, na Dinamarca, que implementou uma estratégia abrangente de infraestrutura verde, incluindo telhados verdes, resultando numa significativa melhoria na gestão das águas pluviais e na qualidade de vida urbana. Singapura, conhecida como a "Cidade no Jardim", investiu em projetos de coberturas verdes e paredes vivas, integrando a natureza ao ambiente urbano de forma exemplar.

Para fortalecer a proposta, pode-se considerar a formação de parcerias com a comunidade local em programas de plantio e manutenção de árvores, aumentando o senso de responsabilidade ambiental. Implementar programas educativos sobre os benefícios das áreas verdes e a importância da biodiversidade pode aumentar o apoio e a participação da comunidade. Conectar as áreas verdes com ciclovias e caminhos pedonais pode incentivar o uso de transportes alternativos e reduzir a dependência de automóveis.

A proposta de arborização e implementação de coberturas verdes nas proximidades do Estádio do Dragão oferece uma abordagem multifacetada para enfrentar os desafios urbanos. Ao melhorar a qualidade ambiental, promover a saúde pública e estimular a economia local, estas soluções naturais criam um ambiente urbano mais sustentável e resiliente. A combinação de esforços na arborização e coberturas verdes pode transformar a área, beneficiando tanto o ecossistema quanto a comunidade local.

## Conclusão

Através da análise de indicadores como NDVI, SAVI e cartas térmicas, foi possível observar uma clara influência da presença de vegetação na mitigação do calor, especialmente durante o verão.

Em áreas de maior cobertura vegetal são visíveis temperaturas mais baixas, demonstrando o papel crucial da vegetação como regulador natural do clima. Por outro lado, áreas com pouca ou nenhuma vegetação sofreram com calor excessivo, intensificando o efeito de ilhas de calor.

Os resultados do estudo também revelam uma tendência preocupante para o declínio na saúde da vegetação entre os verões de 2020 e 2022, sendo difícil de apurar a verdadeira causa para o acontecimento, possivelmente, este será causado pelas alterações climáticas como a diminuição da precipitação e o aumento da temperatura. Apesar disso, observou-se uma melhora na cobertura vegetal durante o inverno, sugerindo invernos menos rigorosos.

Diante dos desafios identificados, este estudo propõe medidas estratégicas para promover a arborização e a implementação de coberturas verdes na área de Campanhã. A arborização em locais específicos e a instalação de telhados verdes em armazéns próximos ao Estádio do Dragão são medidas promissoras para reduzir as ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar, aumentar a biodiversidade e contribuir para o bem-estar da população.

Ao investir em soluções baseadas na natureza, como a arborização e coberturas verdes, é possível criar cidades mais saudáveis, resilientes e sustentáveis, combatendo assim efeitos negativos das ilhas de calor, de forma a promover o bem-estar das comunidades. A combinação destas medidas com outras iniciativas, como a educação ambiental e a conscientização da população sobre a importância da preservação ambiental, é fundamental para garantir um futuro mais verde e próspero para as cidades e principalmente, as pessoas.

## Referências Bibliográficas

Agência Europeia do Ambiente (EEA) (2017). Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/highlights/as-alteracoes-climaticas-representam-riscos>

Araújo, P. R., Silva, E. P., Costa, T., Cruz, M. J., Avelar, D., & Pulquério, M. (2020). Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.

Halecki, W., Stachura, T., Fudała, W., Stec, A., & Kuboń, S. (2022). Assessment and planning of green spaces in urban parks: A review. *Sustainable Cities and Society*, 104280. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104280>

Kondo, M., Fluehr, J., McKeon, T., & Branas, C. (2018). Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 445. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>

Monteiro, A., & Madureira, H. (2009). A forma e magnitude da ilha de calor do Porto como indicador de sustentabilidade. 1–15.

Monteiro, A., Almeida, M., Velho, S., Fonseca, L. (2012). A (in)eficácia das políticas europeias e nacionais para prevenir os riscos causados pelas manifestações de mudança climática nos espaços urbanos. III série. Vol. I. 45-58. -----

Silva, H., Remoaldo, P. C., Ribeiro, V., & Martín-vide, J. (2022). Clima Urbano exterior na cidade turística do Porto (Portugal).

# Anexos

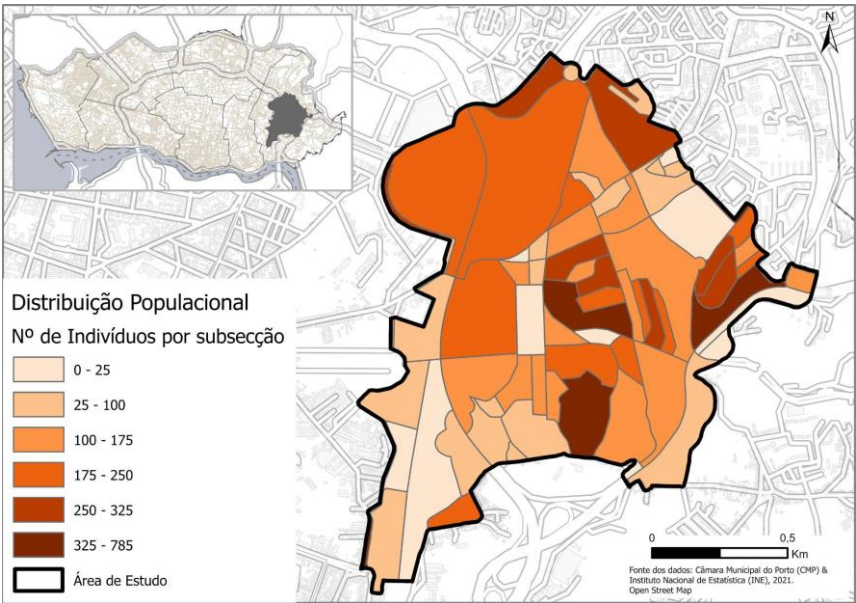


Fig.1- Mapa da Distribuição Populacional, da freguesia de Campanhã.

Fonte: Elaboração própria.

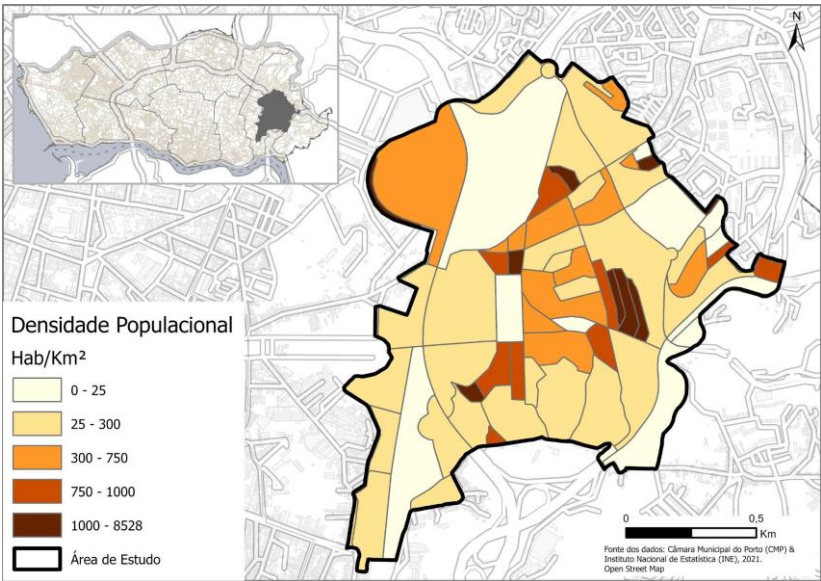
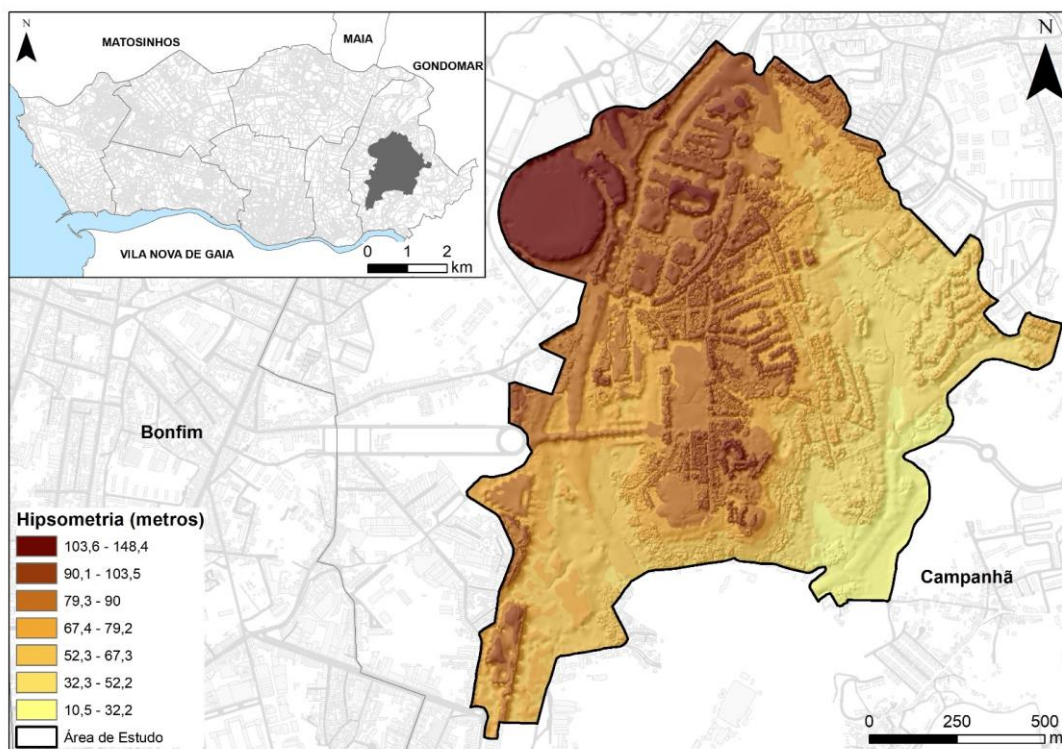


Fig.2- Mapa da Densidade Populacional, da freguesia de Campanhã.

Fonte: Elaboração própria.



**Fig. 3- Mapa de Hipsometria, da freguesia de Campanhã.**

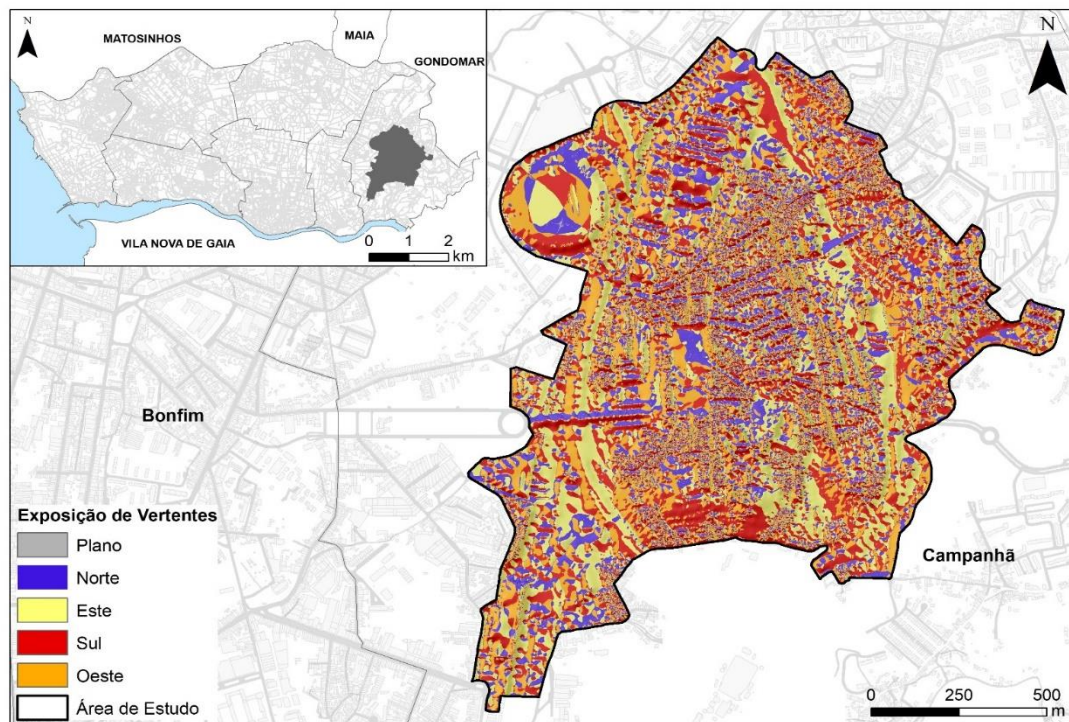
**Fonte: Elaboração própria.**



**Fig. 4- Mapa de Declives (em graus), da freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria**

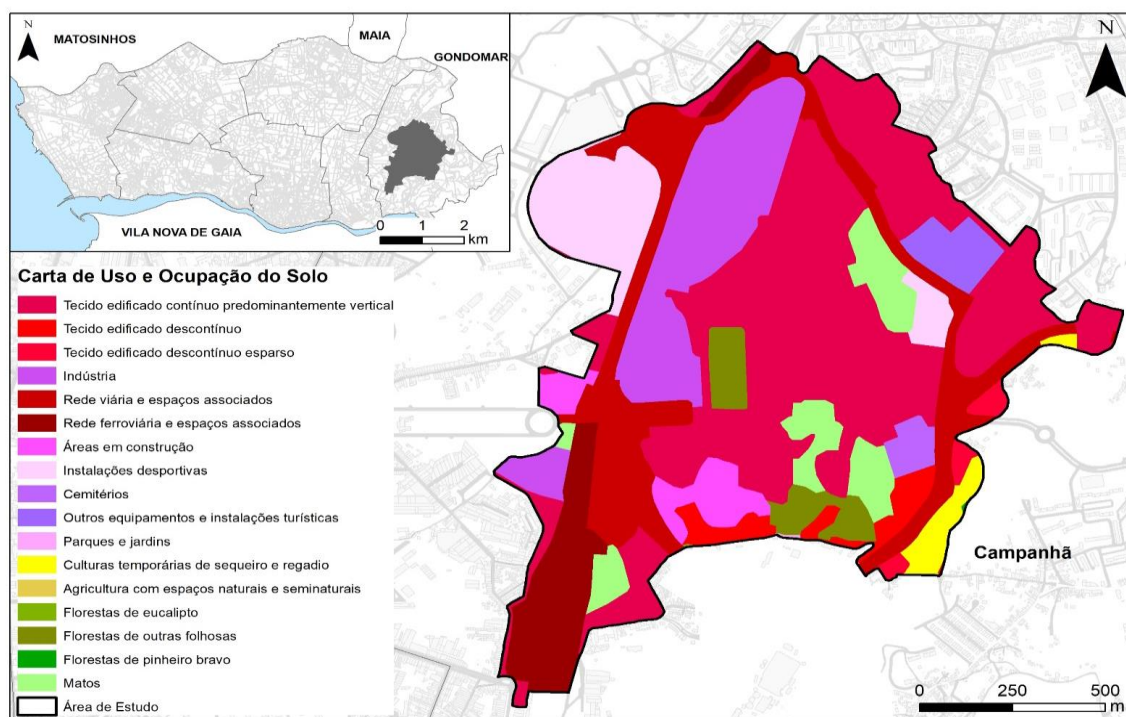




**Fig5- Mapa de Exposição de Vertentes, da freguesia de Campanhã.**

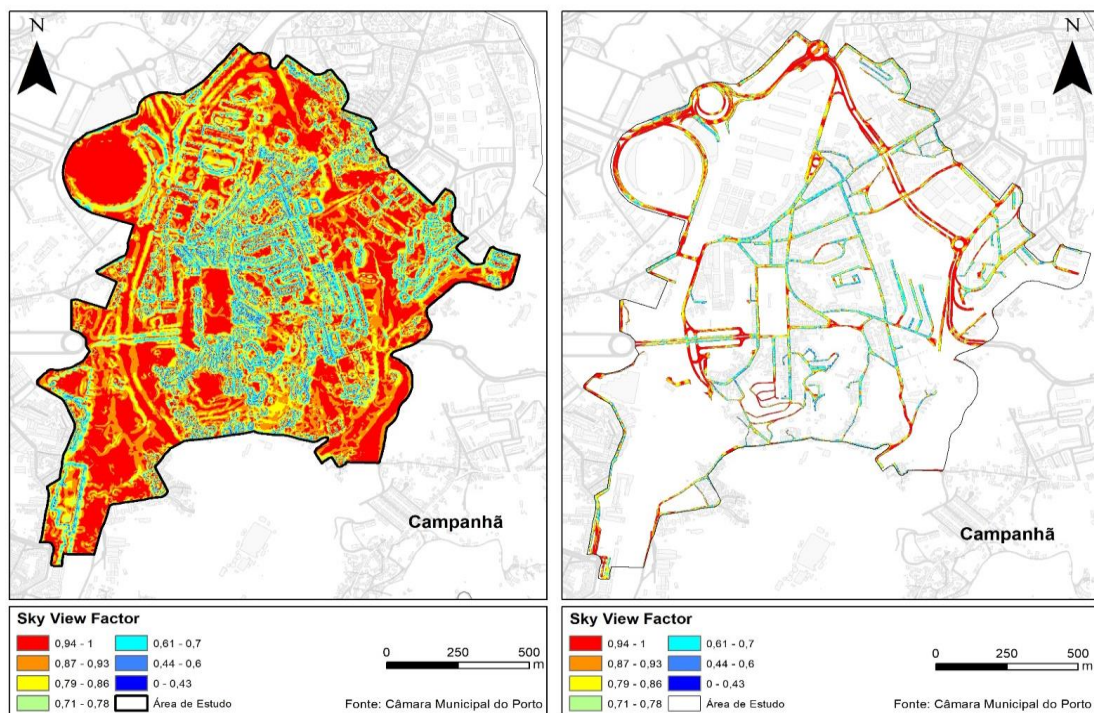
**Fonte: Elaboração própria**





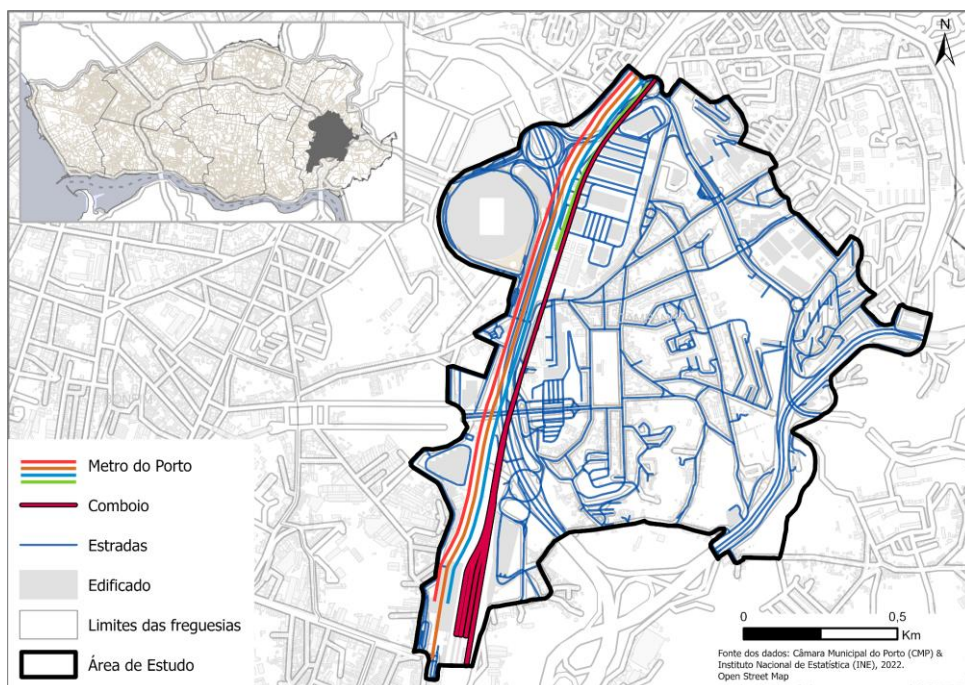
**Fig6- Carta da COS, da freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria**



**Fig7- Mapa de “Sky View Factor”, da freguesia de Campanhã.**

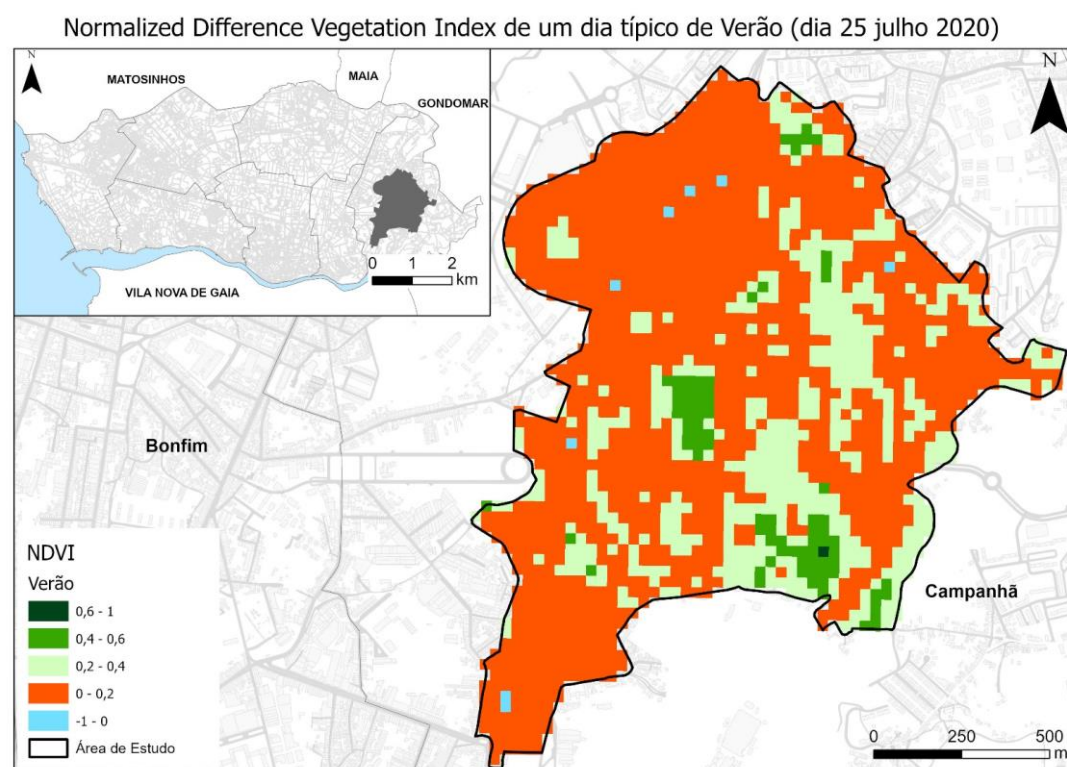
**Fonte: Elaboração própria**



**Fig8- Vias de Comunicação da freguesia de Campanhã.**

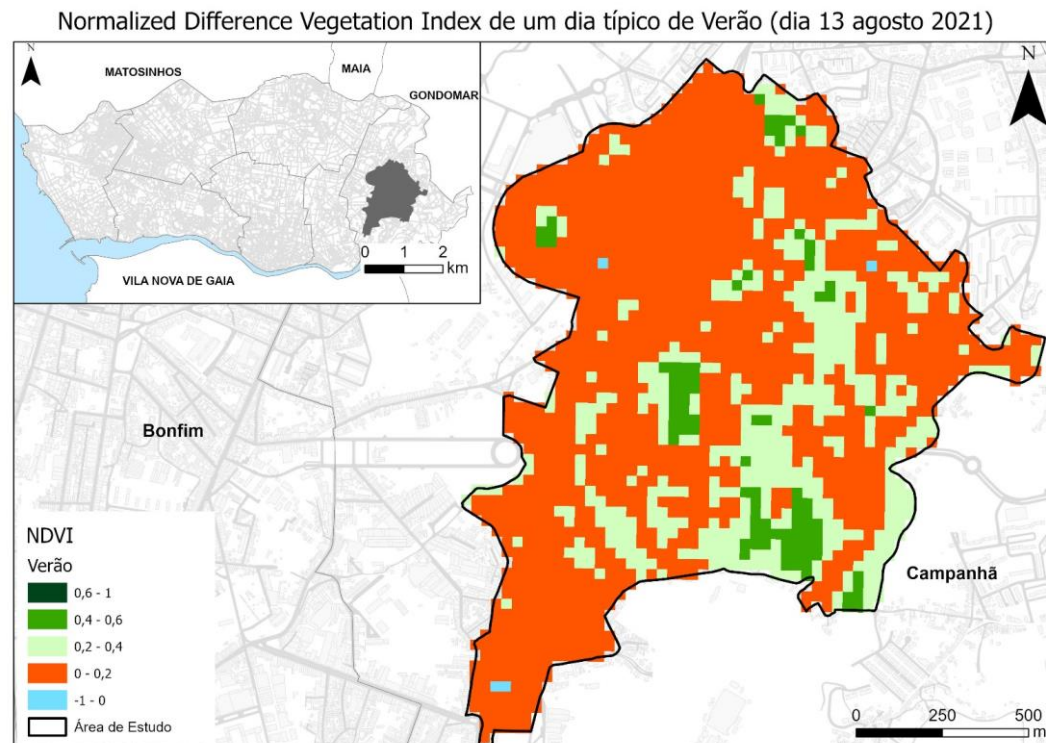
**Fonte: Elaboração própria.**





**Fig9- NDVI (25 julho de 2020), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**



**Fig10- NDVI (13 agosto de 2021), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**

Normalized Difference Vegetation Index de um dia típico de Verão (dia 31 julho 2022)

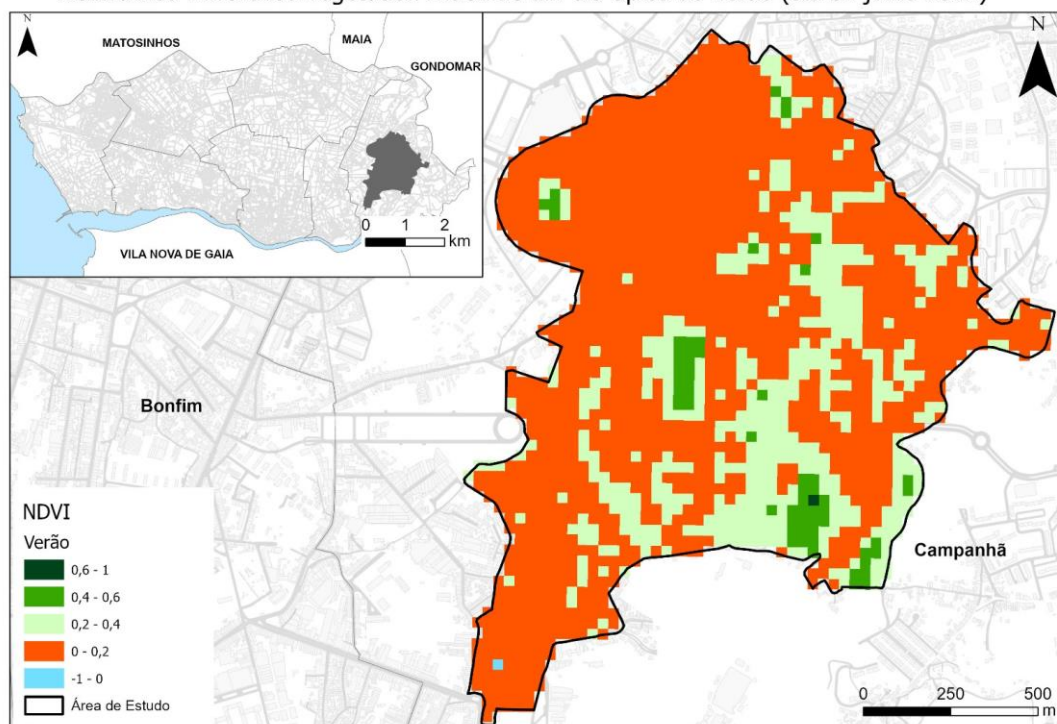


Fig11- NDVI (31 julho de 2022), na freguesia de Campanhã.

Fonte: Elaboração própria.

Normalized Difference Vegetation Index de um dia típico de Inverno (dia 10 janeiro 2021)

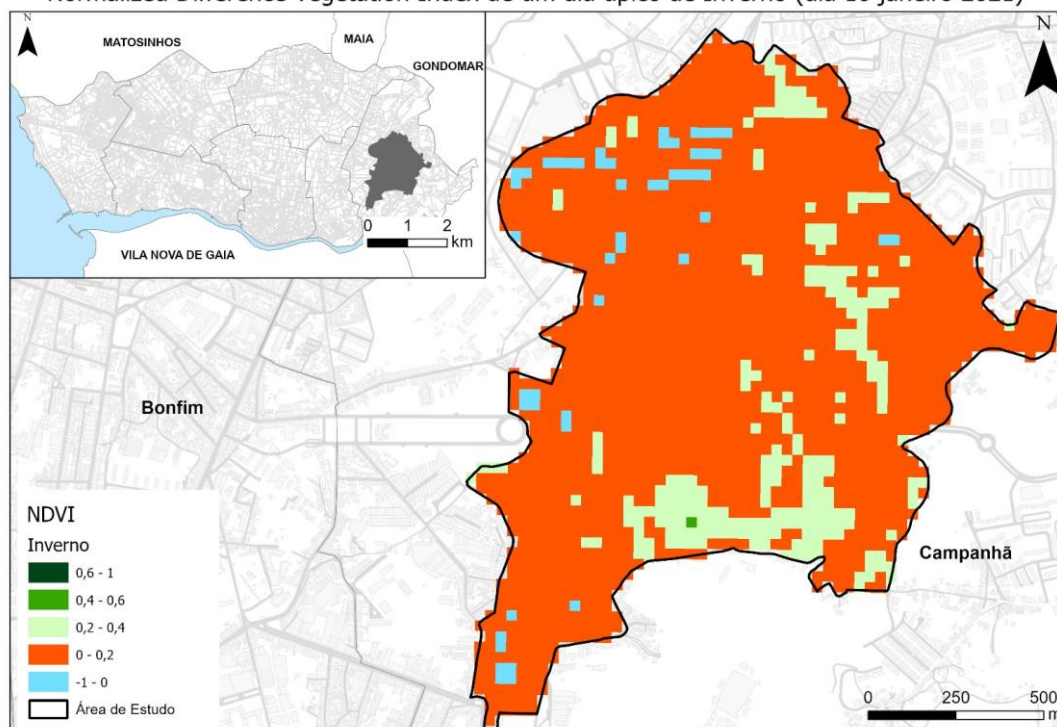
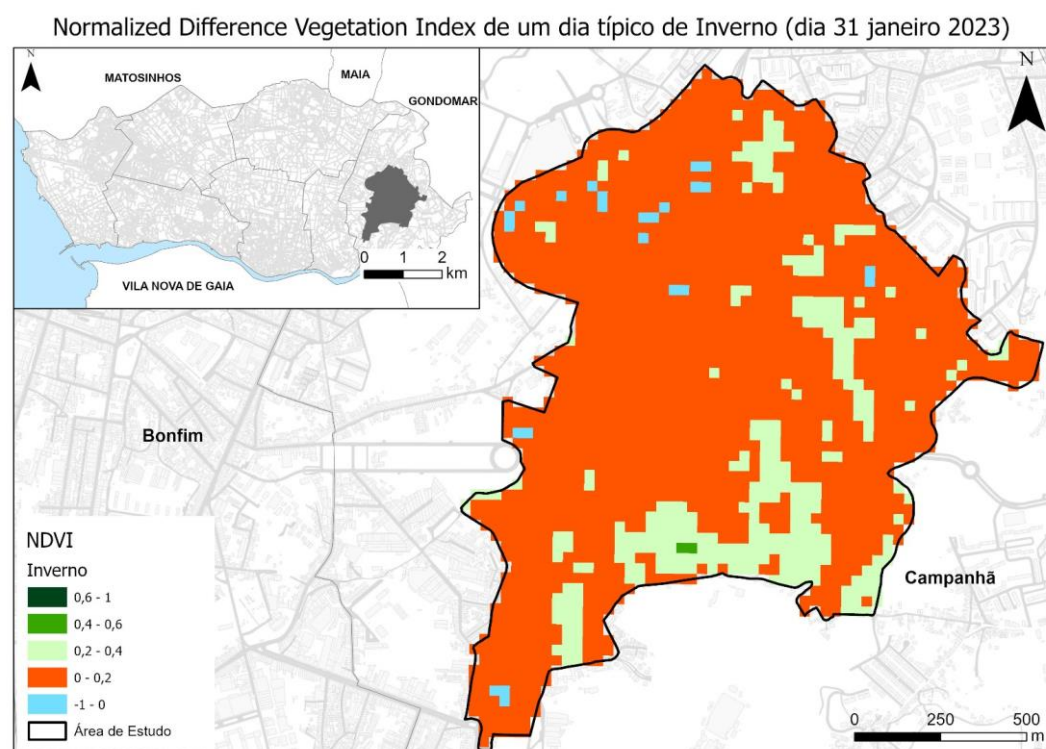


Fig12- NDVI (10 janeiro de 2021), na freguesia de Campanhã.

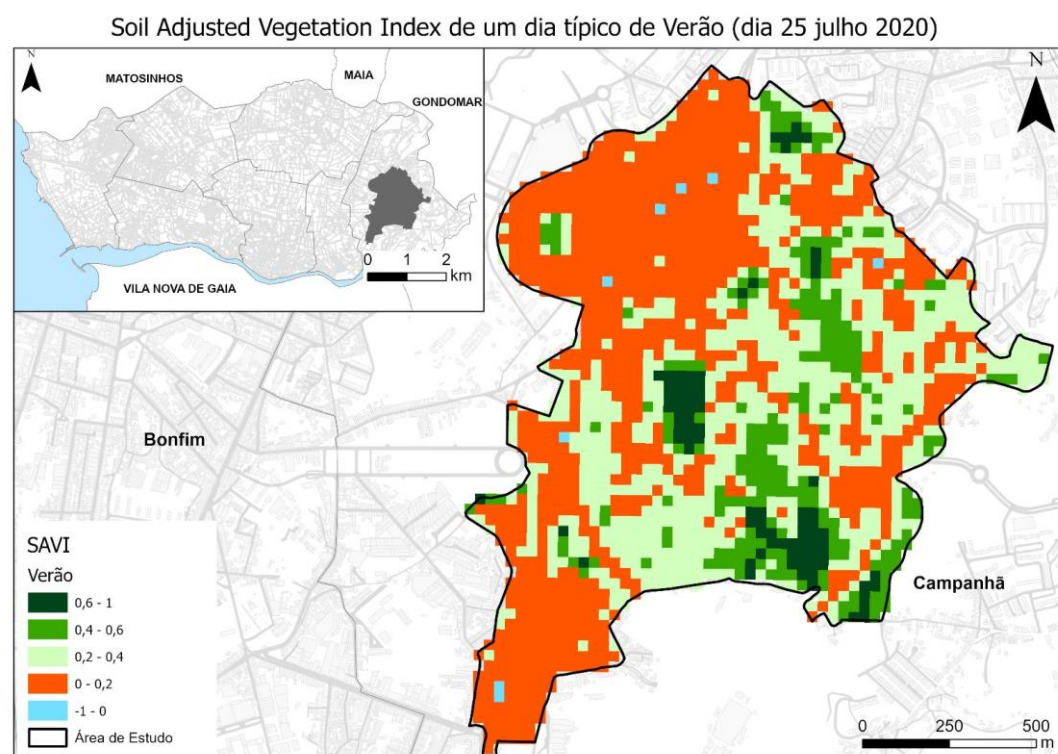
Fonte: Elaboração própria.





**Fig13- NDVI ( 31 janeiro de 2023), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**



**Fig14- SAVI (25 julho de 2020), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**

Soil Adjusted Vegetation Index de um dia típico de Verão (dia 13 agosto 2021)

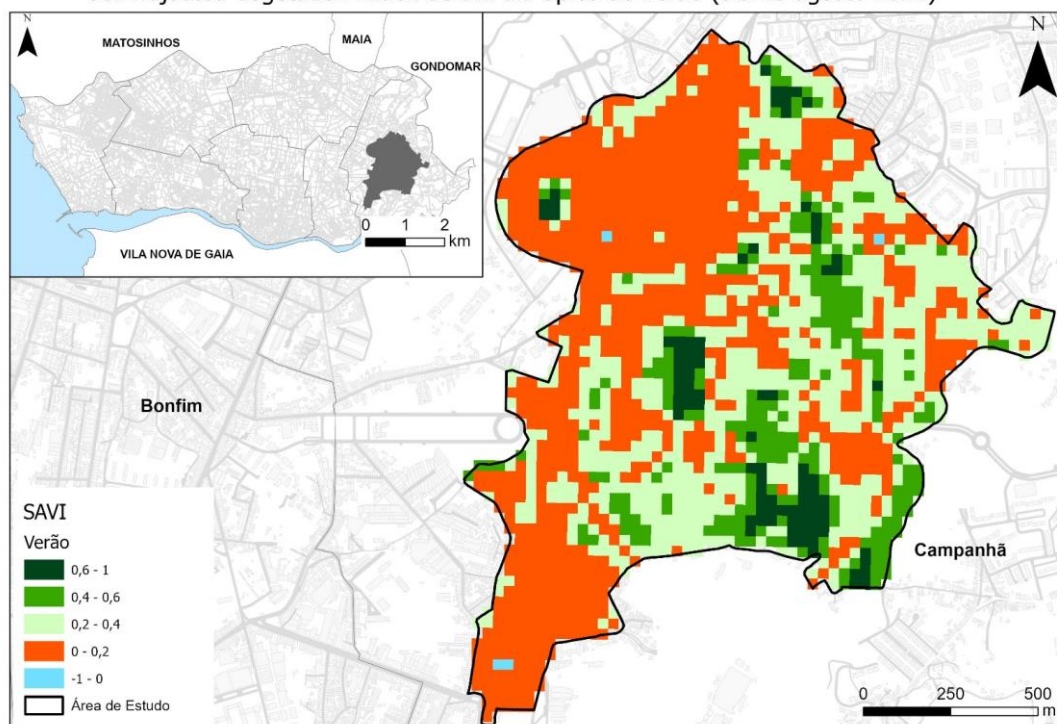


Fig15- SAVI (13 agosto de 2021), na freguesia de Campanhã.

Fonte: Elaboração própria.

Soil Adjusted Vegetation Index de um dia típico de Verão (dia 31 julho 2022)

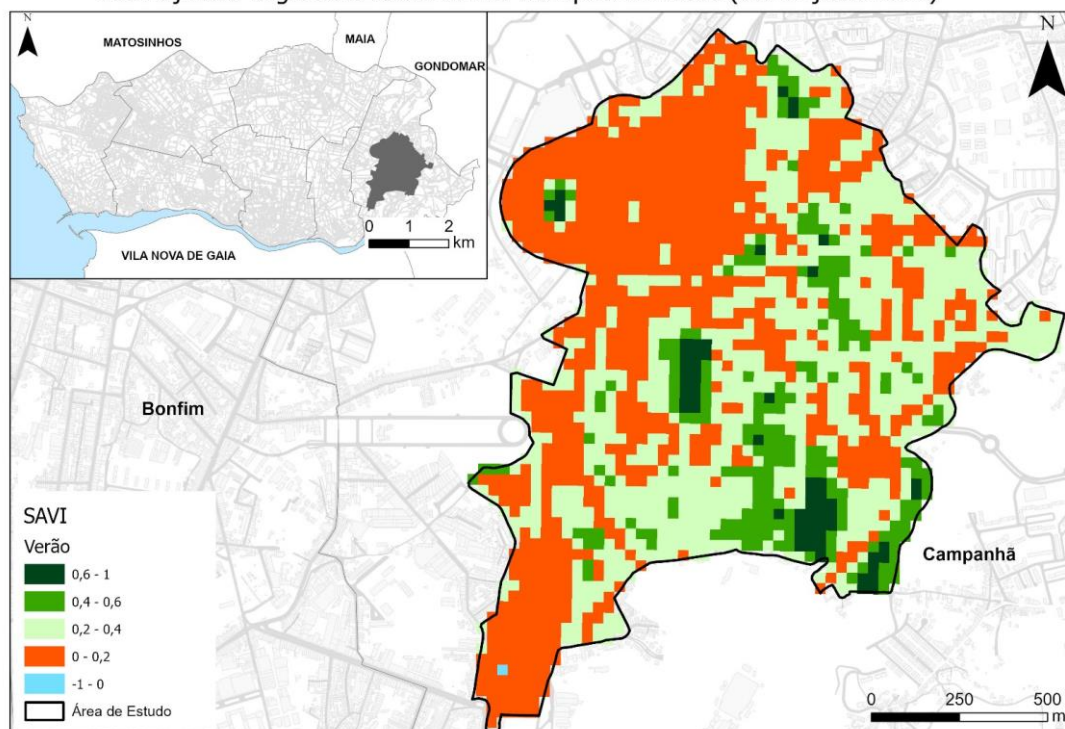
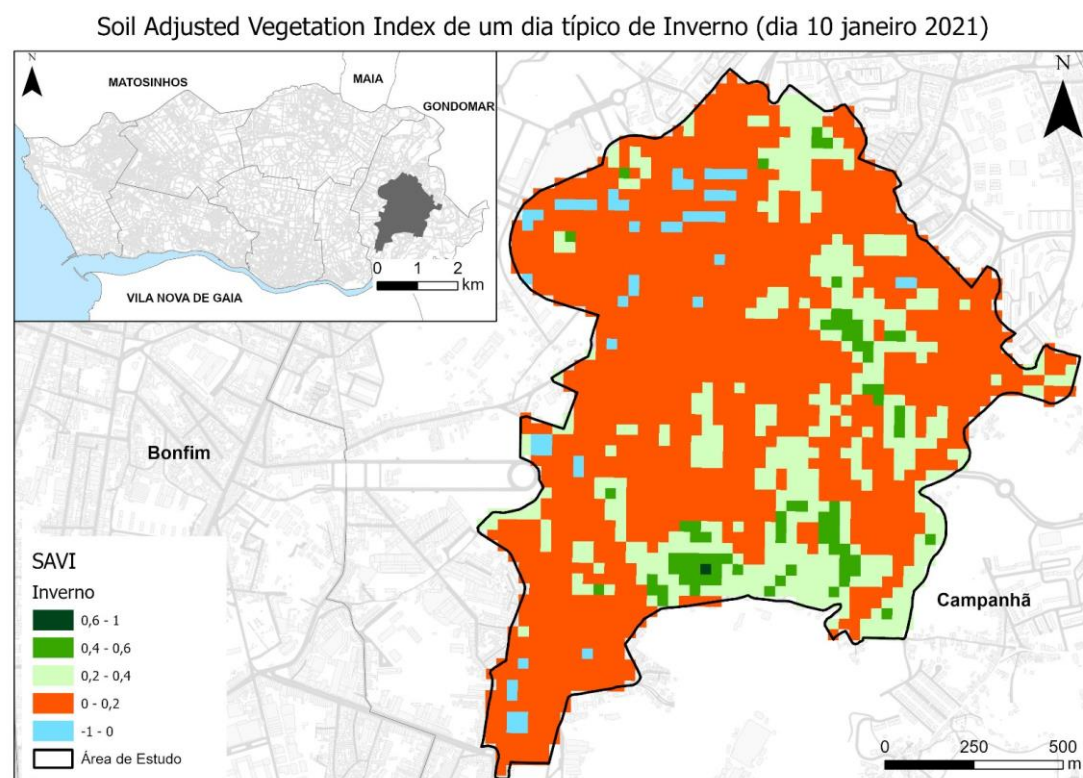


Fig16- SAVI (31 julho de 2022), na freguesia de Campnahã.

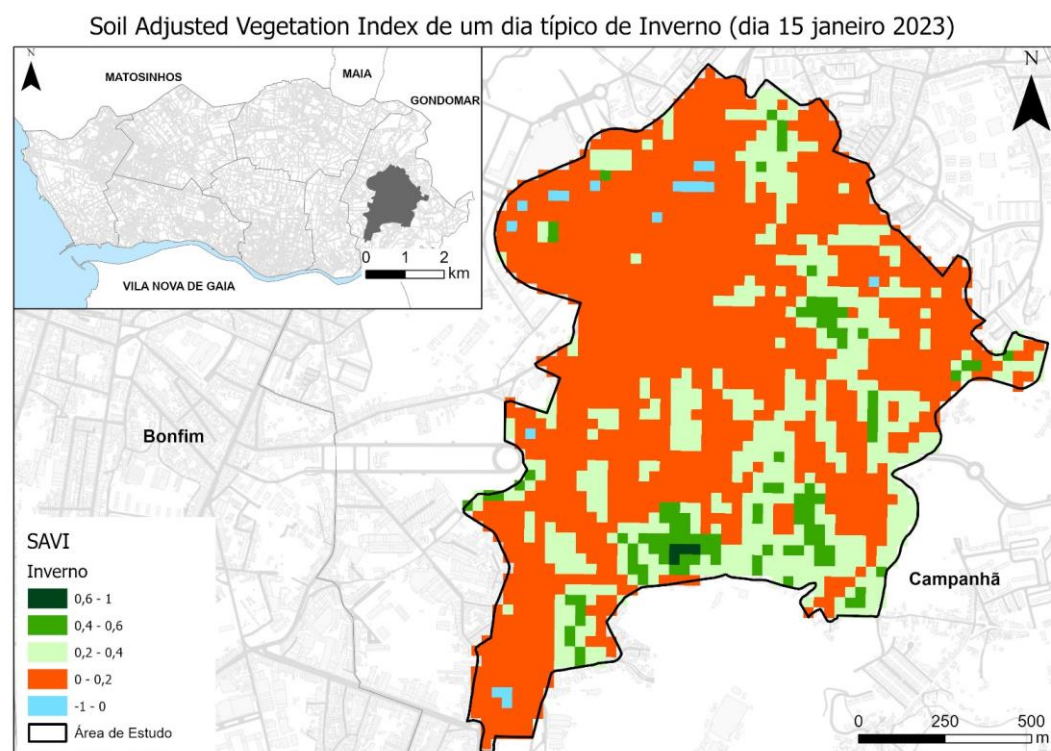
Fonte: Elaboração própria.





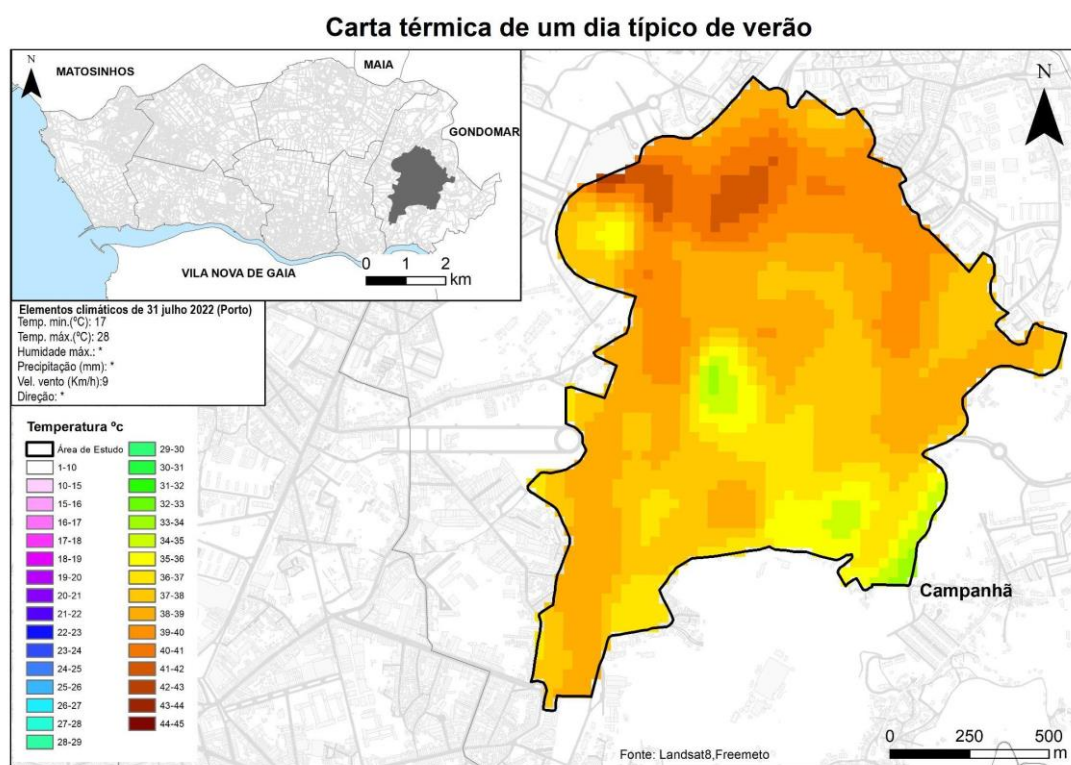
**Fig 17- SAVI (10 janeiro de 2021), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**



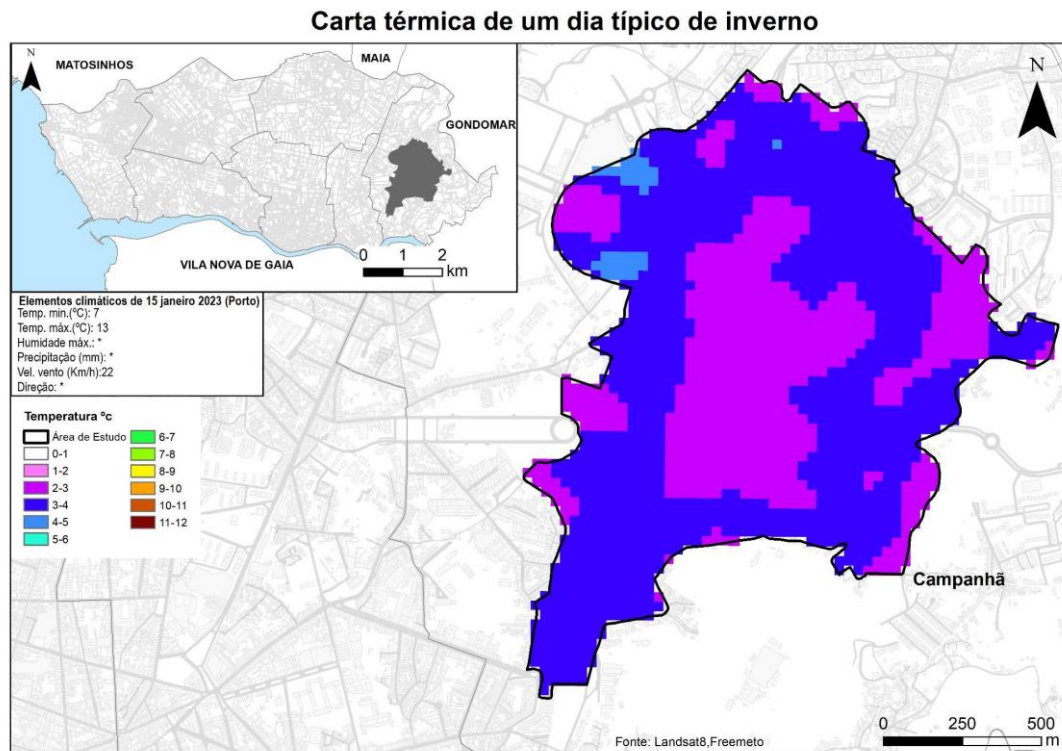
**Fig18- SAVI (15 janeiro de 2023), na freguesia de Campanhã.**

**Fonte: Elaboração própria.**



**Fig19- Carta térmica da freguesia de Campanhã (31 julho de 2022)**

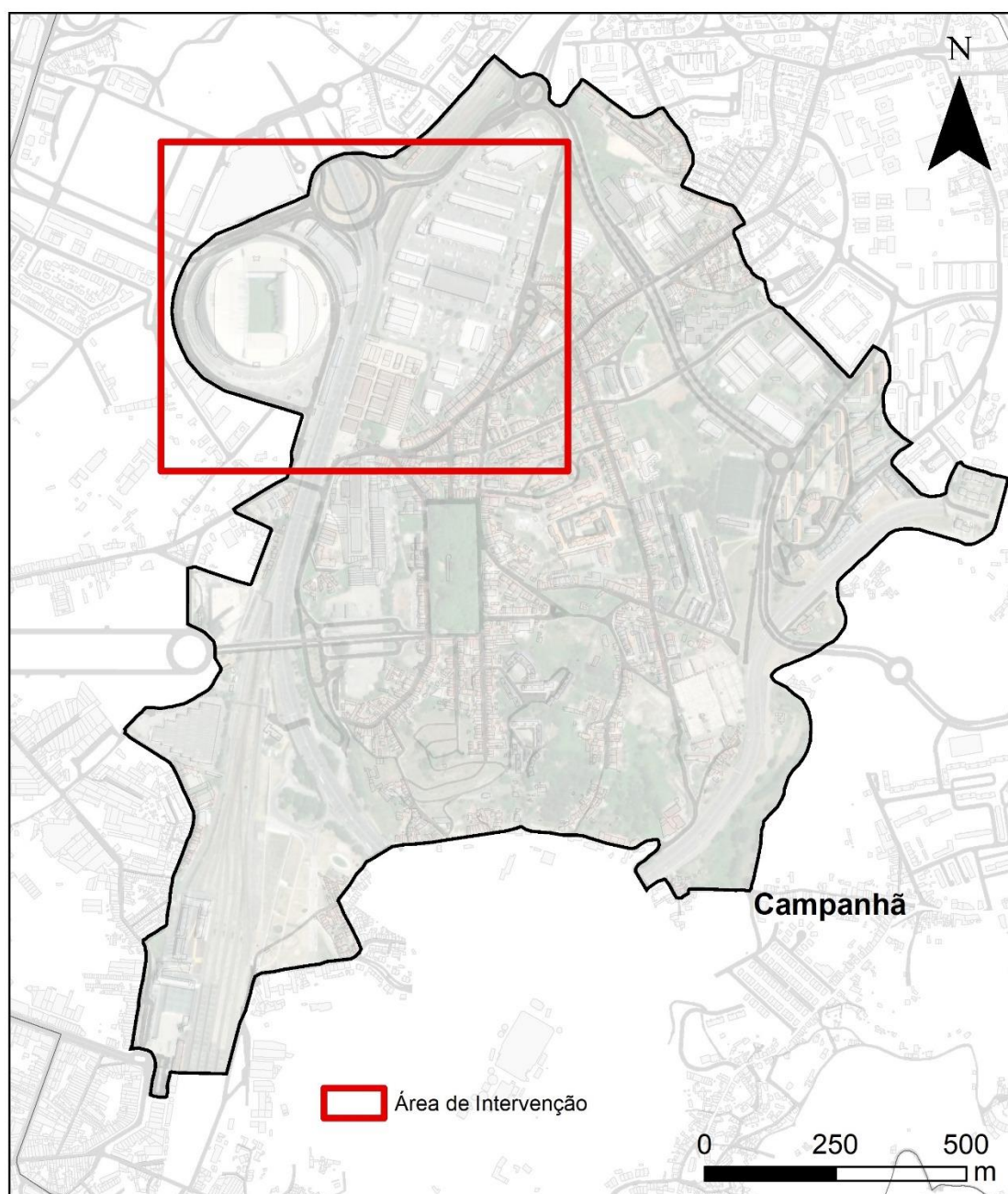
**Fonte: Elaboração própria.**



**Fig20- Carta térmica da freguesia de Campanhã (15 janeiro de 2023)**

**Fonte: Elaboração própria.**





**Figura21- Mapa com a identificação da área de intervenção**

**Fonte: Elaboração própria.**