Cidades e Sustentabilidade Ambiental

Diogo Neto[1], João Gonçalves[2], Liliana Ferreira[3], Maëlla Castiglione [4], Rui Paulo Santos[5]

up202005270@edu.up.pt[1]| up202005964@edu.up.pt[2]| up202009246@edu.up.pt[3]
|up202300250@edu.up.pt[4]| up200902730@edu.up.pt[5]

O impacto do ruído e das ondas de calor no desenvolvimento cognitivo das crianças e adolescentes em Campanhã

Docentes: Helena Madureira; Ana Monteiro; Maria Silva

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Ano letivo: 2023/2024

CONTEÚDO

Introdução……2-3

Objetivos e Metodologias…….4

Apresentação e Importância do Tema ……...4-9

Caraterização da área de estudo ……10-14

Resultados……..14-25

Soluções……..25-29

Conclusão ……..30

Referencias Bibliográficas……..31-32

Sites de relevância……33

Introdução

O estudo territorial que aqui se apresenta foi realizado no âmbito da unidade curricular de Cidades e Sustentabilidade Ambiental. De acordo com a proposta apresentada neste estudo considera-se pertinente fazer referência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda de 2030 promovida pela Organização das Nações Unidas. Em particular, é de destacar então o objetivo número 13 "Combater as alterações climáticas"

Num primeiro momento, encontramos *A Estratégia Nacional* para o Clima 2050 (ENC 2050) de Portugal tem como objetivo alcançar a neutralidade carbónica até 2050, com uma redução de 85-90% nas emissões de gases com efeito de estufa (GEE) em relação a 2005 e o fortalecimento dos sumidouros naturais de carbono. A estratégia centra-se em vários eixos principais: transição energética para energias renováveis, mobilidade sustentável com a eletrificação dos transportes e a promoção dos transportes públicos, desenvolvimento sustentável na agricultura e gestão florestal, e economia circular para reduzir resíduos e incentivar a inovação verde. Portugal dá ênfase à sensibilização cidadã, à educação e à participação ativa de todos os atores. A estratégia é suportada por mecanismos de financiamento e está alinhada com os objetivos climáticos europeus e internacionais. Para garantir o sucesso desta transição, são essenciais uma governança sólida e um acompanhamento rigoroso dos progressos.

A Estratégia Nacional para o Clima 2050 (ENC 2050) de Portugal inclui vários projetos importantes para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e promover uma economia sustentável :

1. Hidrogénio Verde: Portugal está a desenvolver a indústria do hidrogénio verde, especialmente através do projeto de Sines, para produzir hidrogénio a partir de energias renováveis, reduzindo as emissões industriais e dos transportes.
2. Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030: Este plano visa aumentar a capacidade das energias renováveis e melhorar a eficiência energética, reduzindo a dependência das energias fósseis.
3. Renovação Energética de Edifícios: Incentivar a renovação de edifícios para melhorar a sua eficiência energética, reduzindo assim os custos e as emissões de GEE.
4. Modernização da Rede Ferroviária: Modernizar e eletrificar as infraestruturas ferroviárias para promover um transporte mais ecológico de passageiros e mercadorias.
5. Mobilidade Urbana Sustentável: Expansão das redes de metro em Lisboa e Porto e promoção da mobilidade suave para reduzir o uso de automóveis e as emissões urbanas.
6. Agricultura Sustentável e Gestão Florestal: Adoção de práticas agrícolas sustentáveis e gestão proativa das florestas para aumentar a captura de carbono e prevenir incêndios.
7. Economia Circular: Promover as compras públicas de produtos ecológicos e incentivar as práticas de reutilização e reciclagem para reduzir os resíduos.
8. Gestão da Água: Melhorar a gestão dos recursos hídricos para enfrentar os desafios climáticos, incluindo a modernização dos sistemas de irrigação e a gestão das bacias hidrográficas.

Estas iniciativas refletem o compromisso de Portugal em alcançar a neutralidade carbónica, estimulando o crescimento económico verde e melhorando a qualidade de vida dos cidadãos.

O ruído é uma das principais causas da degradação da qualidade de vida das populações, em especial, em ambiente urbano. O ruído urbano é definido como os sons indesejáveis ou prejudiciais criados pelas atividades humanas e por isso pode partir de imensas atividades. As principais fontes de ruído

são os modos de transporte, que colocam cerca de metade da população europeia que vive em áreas urbanas expostas a níveis prejudiciais de ruído causado pelo tráfego rodoviário.

Aliás, o ruído provocado pelos transportes é considerado como a segunda causa ambiental mais significativa para a causa de problemas de saúde na Europa Ocidental, com o número de pessoas expostas a ruído proveniente dos transportes na Europa a ser estimado em 113 milhões para o tráfego rodoviário, 22 milhões para o ferroviário e 4 milhões para o aéreo (Agência Ambiental Europeia, 2020).

A exposição ao ruído ambiental tem vários efeitos na saúde das populações mas também nos restantes seres vivos. Normalmente a exposição ao ruído ambiental não é tão elevada que conduza dano biológico dos ouvidos, no entanto, também é possível que ocorram consequências desse tipo como a deficiência auditiva ou tinnitus. Ainda assim, quando são excedidos limites por períodos prolongados existem vários efeitos não auditivos na saúde como dores de cabeça, stress, diminuição da capacidade de concentração, perturbação do sono, mudanças de estado de humor ou hipertensão arterial. Para além dos impactos nos seres humanos estes podem também afetar o meio ambiente interferindo com a fauna e flora locais. Por exemplo, ruídos excessivos podem afugentar animais de forma a alterar os seus padrões de comportamento e interferir nos seus ciclos reprodutivos.

« É preciso fazer referência à transição societal para um futuro mais sustentável e à reconceção de estilos de vida inteiros. Baseia-se na compreensão da interdependência dos sistemas sociais, económicos, políticos e naturais. Deve-se enfatizar a necessidade de um "localismo cosmopolita", um estilo de vida baseado no local onde as soluções para os problemas são concebidas para se adaptarem às condições sociais e ambientais locais.» Thomas Watkin, professor e investigador em Design Urbano e Sociologia na Universidade de Nîmes (França) no âmbito da sua aula magistral « Globalização e consumo » em outubro de 2021.

De facto, se queremos responder ao objetivo n.º 13, devemos produzir de forma sustentável, e isto obtém-se quando cruzamos o social e a economia para obter o justo, o social e o ambiente para obter o vivível, e a economia e o ambiente para obter o viável. A conjugação destes fatores permite-nos então estabelecer estratégias sustentáveis.

O foco deste trabalho encontra-se assim voltado para avaliar o impacto que o ruído e as ondas de calor desempenham no desenvolvimento cognitivo das crianças. De facto, isto permite-nos focar no social ao nos dedicarmos a uma categoria específica, no económico, uma vez que o objetivo é melhorar as condições de aprendizagem nas zonas escolares para educar crianças e jovens em melhores condições de conforto, e no ambiental, através da implementação de soluções vegetais para reduzir o impacto negativo das alterações climáticas, como o aumento das temperaturas, e também o resultado da nossa demografia crescente que provoca fluxos de tráfego ruidosos.

Assim, questionamo-nos: em que medida podemos melhorar as condições ambientais de aprendizagem das crianças, agindo de forma sustentável e vegetal? Este estudo focar-se-á em melhorar o conforto bioclimático, social e psicológico ao abordar as questões das perturbações sonoras e das temperaturas.

Objetivos e Metodologias

Este estudo encontra-se direcionado para a freguesia de Campanhã. O objetivo geral deste trabalho encontra-se, por isso, ligado à possibilidade de avaliar as mudanças que ocorreram na freguesia de Campanhã ao longo dos últimos anos, no que respeita às alterações climáticas e a forma como estas podem ter efeitos indesejados nas crianças e pré-adolescentes que habitam e/ou frequentem a freguesia.

No que concerne aos objetivos específicos deste trabalho, pretende-se observar e avaliar de que forma as ondas de calor e o ruído constituem entraves a uma correta formação e aprendizagem das crianças e pré-adolescentes, por poderem constituir dificuldades para uma boa concentração e desenvolvimento de capacidades por parte das mesmas.

A realização deste estudo visa abordar e avaliar como as ondas de calor e o ruído afetam em particular as crianças da freguesia da Campanhã.
Para a realização deste trabalho foram essenciais três etapas:

1. **Pesquisa bibliográfica**, de modo a adquirir mais conhecimentos sobre a relação das ondas de calor e do ruído no desempenho cognitivo das crianças e também para ajudar a encontrar e a pensar em soluções inovadoras que permitam de certa forma mitigar os impactos da exposição das crianças a estes dois fatores ambientais;
2. **Trabalho de campo,** para analisar as condições envolventes aos espaços onde há uma maior concentração de crianças.
3. **Realização de mapas temáticos que caracterizam o território em estudo**, para demonstrar as características do mesmo quanto aos locais onde existe uma maior concentração de crianças e se estes se encontram como áreas problemáticas na questão de elevados níveis de ruído e de ilhas de calor.

Apresentação e Importância do Tema

Após várias pesquisas e estudos no bairro de Campanhã, notamos que dois fatores são frequentemente recorrentes: de um lado, o calor devido ao ambiente meteorológico e, do outro, o ruído proveniente do ambiente e do planeamento urbano. Essas duas características parecem-nos interessantes de relacionar, já que veremos que os efeitos sobre os indivíduos apresentam grandes semelhanças. Uma solução poderia então abordar dois desafios importantes que afetam consideravelmente o conforto das pessoas.

Após o estudo dos dados sociodemográficos, percebemos que o bairro inclui três complexos escolares e é principalmente habitado por famílias com crianças e pessoas ativas. O bairro também é delimitado pela rodovia e pela linha de comboio, que são fatores que agravam o ruído. Além disso, Campanhã está muito exposta a temperaturas elevadas no solstício de verão. Sabendo que um ano escolar geralmente ocorre entre setembro e julho, as crianças e adolescentes estão expostos a altas temperaturas durante o ano letivo e também estão sujeitos ao ruído ao longo do ano. Portanto, decidimos focar nosso projeto na influência do ruído e do calor sobre as performances cognitivas das populações mais jovens, devido à presença das escolas. Focar nos mais jovens visa prioritariamente ajudar as pessoas mais vulneráveis, que podem apresentar problemas psicológicos, comportamentais ou déficits intelectuais se esses problemas não forem resolvidos a tempo, resultando num desenvolvimento inadequado, o que pode levar a problemas económicos e sociais a longo prazo, como uma redução na produtividade.

A) Compreensão da performance cognitiva, essencial nas escolas

Uma das consequências observadas comuns ao ruído e à temperatura é a alteração da performance cognitiva. Antes de tudo, precisamos entender o que é a performance cognitiva. Esta refere-se à capacidade de um indivíduo de realizar tarefas mentais, como resolução de problemas, tomada de decisões, memória, atenção, percepção, compreensão e raciocínio. Essa capacidade é influenciada por diversos fatores, como habilidades cognitivas inatas, aprendizagem, experiência, saúde mental e física, bem como o ambiente em que as tarefas são realizadas. Portanto, essa performance cognitiva está no cerne da aprendizagem nas escolas e devemos preservá-la intacta.

A performance cognitiva engloba um amplo espectro de funções mentais essenciais para o nosso quotidiano: a memória, que nos permite armazenar, recuperar e utilizar informações de maneira eficaz, sejam elas recentes ou antigas; a atenção, que nos permite nos concentrar em uma tarefa específica apesar das distrações externas, o que favorece a qualidade do nosso trabalho e nossa eficácia; a percepção, para interpretar e entender as informações sensoriais que recebemos do nosso ambiente, o que nos ajuda a reagir de maneira adequada; a resolução de problemas, que nos permite identificar, analisar e resolver problemas de maneira eficaz, usando o nosso raciocínio e habilidades cognitivas; o raciocínio, para pensar logicamente e tirar conclusões com base nas informações de que dispomos, o que é crucial para tomar decisões informadas. Essas funções mentais são influenciadas por uma variedade de fatores internos e externos:

Fatores internos: Eles incluem as nossas características individuais, como inteligência, nível de educação, saúde mental, hábitos de vida e traços de personalidade. Esses fatores podem ter um impacto significativo na nossa performance cognitiva e nossa capacidade de lidar com desafios de forma eficaz.

Fatores externos: Eles incluem o ambiente físico em que estamos, como o ruído, a temperatura, bem como interações sociais, stress e exigências da tarefa. Esses fatores externos também podem influenciar nossa performance cognitiva, alterando os nossos níveis de atenção, concentração e reatividade.

Em resumo, a performance cognitiva depende de um equilíbrio complexo entre as nossas habilidades mentais intrínsecas e as influências externas de nosso ambiente. Uma compreensão aprofundada desses fatores é essencial para maximizar a nossa eficácia e nosso bem-estar em diversos contextos da vida quotidiana. Agora podemos entender a importância desse assunto em relação às escolas e às crianças, já que a escola é o local por excelência do desenvolvimento e uso da percepção cognitiva.

B) As temperaturas e o ruído: principais causas da alteração da performance cognitiva

O impacto que as temperaturas e o ruído podem ter nas capacidades mentais das pessoas é significativo. As temperaturas extremas, sejam muito altas ou muito baixas, podem afetar a concentração, a memória e a resolução de problemas. Da mesma forma, o ruído excessivo pode perturbar a atenção, prejudicar a memória e tornar mais difícil a resolução de

tarefas complexas. Essa alteração na performance cognitiva pode ter repercussões em diversos domínios da vida quotidiana, como trabalho, educação e tomada de decisões. Portanto, é crucial levar em consideração esses fatores ambientais no design de espaços de trabalho, escolas e ambientes urbanos para promover um funcionamento cognitivo ótimo e melhorar o bem-estar das pessoas.

Depois de analisar vários estudos, incluindo *Temperatures and Low-Stakes Cognitive Performance*, de Zhang, Xin, Xi Chen e Xiaobo Zhang, no IZA Discussion Paper No. 15972, 2023, os autores chegam a conclusões semelhantes na sua maioria. Nesse caso, os autores tentam, por meio de uma abordagem experimental, coletar dados sobre o desempenho cognitivo dos sujeitos em diferentes condições de temperatura. Os sujeitos realizam um teste que requer memória, atenção e resolução de problemas. Os resultados observados afirmam que há de fato uma relação entre as temperaturas e o desempenho cognitivo. Quando a temperatura está acima do limite de conforto (20-22°C), os sujeitos perdem sua capacidade de resolver problemas, a atenção é reduzida e ocorre uma afetação da memória. Isso explica-se pelo facto de que o corpo, ao não estar em conforto, sente-se cansado e tenta regular a sua temperatura, o que pode resultar em sonolência nos indivíduos, levando à diminuição do desempenho cognitivo. Os autores destacam, portanto, que a regulação da temperatura em ambientes educacionais e profissionais pode ter importantes implicações para maximizar o desempenho cognitivo. Eles sugerem que os empregadores e instituições educacionais devem prestar atenção às condições térmicas para promover um ambiente ideal para aprendizagem e trabalho.

No que diz respeito aos efeitos do ruído, são semelhantes, conforme observado por Jafari, Mohammed Javad, Reza Khosrowadi, Soheila Khodokarim e Farough Mohammadian em *The Effect of Noise Exposure on Cognitive Performance and Brain Activity Patterns,* no Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences 7 (2019): 2924-2931. Os autores exploram como o ruído afeta o desempenho cognitivo e os padrões de atividade cerebral. Os sujeitos são expostos a diferentes níveis de ruído enquanto realizam tarefas cognitivas, e também são submetidos a eletroencefalografia para observar padrões neurológicos. Os resultados mostram que o ruído pode afetar o desempenho cognitivo, com indivíduos expostos apresentando tempos de reação mais lentos e aumento da taxa de erros (Fig.2). Tarefas como atenção sustentada, memória de trabalho e resolução de problemas são afetadas. As eletroencefalografias mostram uma modificação na atividade cerebral nessas condições, levando a um aumento nas bandas sonoras como beta ou gama, associadas ao stress. Essas mudanças são observadas nas regiões frontal e temporal do cérebro, que são as mais importantes no processo cognitivo.

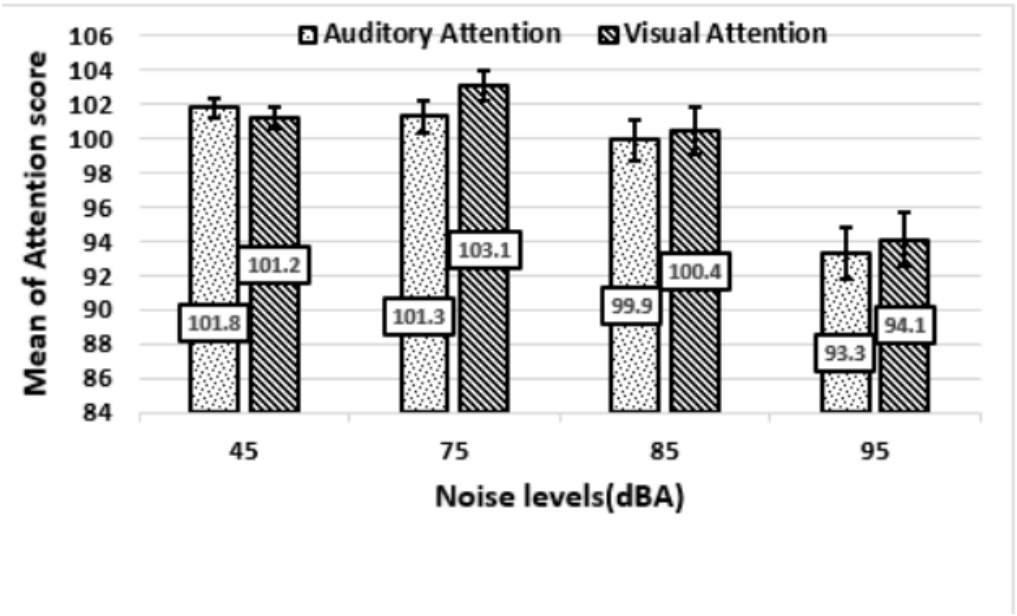


Fig.2 O efeito dos níveis de ruído na atenção visual e auditiva

Portanto, vimos que os efeitos da temperatura e do ruído são semelhantes e que o conforto térmico e sonoro são importantes para não prejudicar nosso processo cognitivo. As investigações analisadas acima foram realizadas em adultos, então, como isso afeta as crianças? Com uma área que possui três escolas, potencialmente quentes e barulhentas, é legítimo fazer essa pergunta.

C) Alteração do Desempenho Cognitivo em Crianças

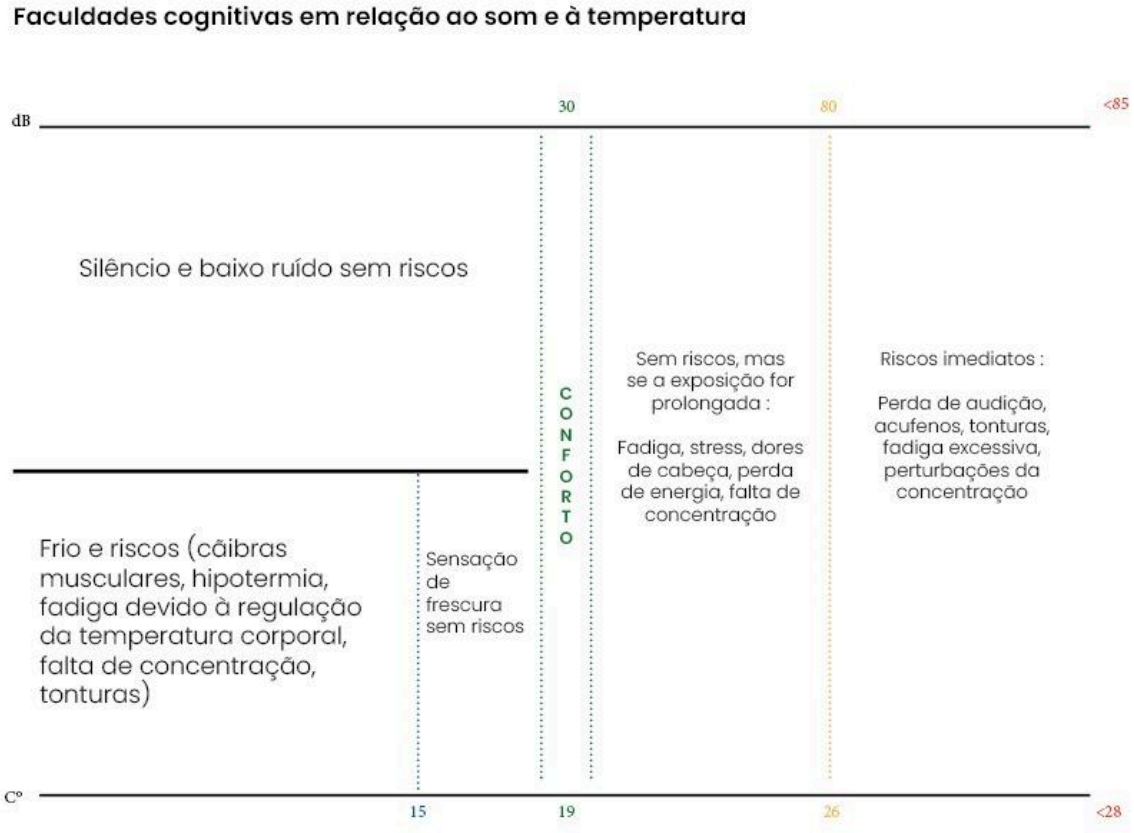
Para abordar este tema, analisamos vários estudos, incluindo um notável e abrangente intitulado O desconforto térmico na sala de aula: dificuldades de aprendizagem, por Jane Oliveira da Silva Santos, como parte de sua tese académica em educação em 2018. Neste estudo, a autora explora como as condições térmicas inadequadas podem afetar a concentração, o desempenho académico e o bem-estar dos estudantes. Ela conduziu pesquisas de campo em várias escolas. Quando as temperaturas estão altas, observa-se uma diminuição na concentração dos alunos, juntamente com um aumento da fadiga. De facto, o desconforto afeta a capacidade de concentração e, portanto, o desempenho académico. Quando as temperaturas diminuem, o desconforto físico persiste e o risco de doenças e absenteísmo é maior. A autora afirma que o fator térmico é crucial para o bem-estar e o bom desempenho académico.

Numa abordagem semelhante, Betty Lala e Aya Hagishima relatam a sua investigação em escolas em Impact of escalating heat waves on students, well-being and overall health: a survey of primary school teachers, publicado no Journal of Environmental Health 35, no. 2 (2023): 45-58. As investigações examinaram relatos de professores que indicaram que durante ondas de calor, os alunos apresentam fadiga, falta de concentração e sintomas físicos como dores de cabeça. Isso resulta em queda no desempenho académico, com alunos podendo exibir comportamentos disruptivos. Manter temperaturas confortáveis é crucial para a boa aprendizagem em ambientes escolares.

Quanto aos ruídos, observamos efeitos semelhantes. Maria Klatte, Kirstin Bergström e Thomas Lachmann abordaram isso em 2013 em *Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children*, publicado em Psychology, 4, 578. Eles estudaram como o ruído influencia a capacidade das crianças de se concentrar, processar informações e aprender eficazmente. Eles observaram que o ruído afeta a atenção, contribuindo para a queda na concentração e dificuldade na absorção de novas informações. Também há efeitos na memória de trabalho, com dificuldades na manipulação de informações. Eles também observaram dificuldades para os alunos resolverem problemas e tomarem decisões lógicas. As estratégias cognitivas avançadas são afetadas, embora sejam essenciais no processo de aprendizagem.

Fora do ambiente escolar, esses mesmos alunos estão sujeitos a ruídos após o término das aulas. De facto, os alunos das escolas vivem nos bairros vizinhos, como observado em Campanhã. Charlotte Clark e Stephen Stanfeld exploraram isso em *Health effects of noise exposure in children*, em 2007, publicado pela World Health Organization em Londres. O artigo examina as consequências da exposição ao ruído na saúde das crianças, com pesquisas e experimentos epidemiológicos sobre capacidades cognitivas, distúrbios do sono, impacto cardiovascular, bem-estar psicológico e comportamental. Os resultados mostram que as capacidades cognitivas são prejudicadas após a exposição ao ruído, com crianças enfrentando dificuldades em leitura, memória e atenção. Há, portanto, uma interferência real na aprendizagem. Além disso, o ruído afeta a qualidade do sono, fundamental para o desenvolvimento adequado de crianças e adolescentes. Uma diminuição na duração do sono é observada, afetando o desempenho cognitivo e o comportamento durante o dia, levando à irritabilidade. Os ruídos também expõem as crianças ao stress, levando à hipertensão e, a longo prazo, a consequências cardiovasculares. Tudo isso afeta o bem-estar psicológico e comportamental, essenciais no processo de aprendizado e desenvolvimento social.

Portanto, vimos que os ruídos e o desconforto térmico têm muitos efeitos semelhantes (Fig.3), sendo a performance cognitiva a primeira a ser afetada. Após a análise de vários estudos, os diferentes autores chamam a atenção para a necessidade de ação. Todos esses resultados devem ser considerados ao desenvolver estratégias de melhoria. É importante abordar soluções de adaptação climática e políticas de gestão de ambientes de trabalho e aprendizagem para melhorar o bem-estar e o desempenho cognitivo. Também é necessário implementar políticas educacionais e de saúde pública no planejamento urbano para promover boas condições de vida e aprendizagem para os alunos. Assim, o objetivo do nosso trabalho torna-se significativo, pois a procura por soluções nesse campo é mais urgente do que nunca e está de acordo com as nossas observações em Campanhã.



(Fig.3) Desenho de pesquisas

Caraterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no quadrante este do município do Porto, muito próximo da fronteira com o município de Gondomar. Esta área é relativamente pequena com cerca de 1,7 km^2.

A nível físico a área de estudo carateriza-se por alguma diversidade apesar da sua área reduzida. O mapa hipsométrico demonstra uma área com variações de altitude que influenciam a ocupação do solo e a morfologia existente. As altitudes têm uma amplitude de 137 metros, partindo dos 10 metros a máximas de 147 metros. No entanto, a grande maioria da área é caraterizada por altitudes na ordem dos 60,1 aos 100 metros.

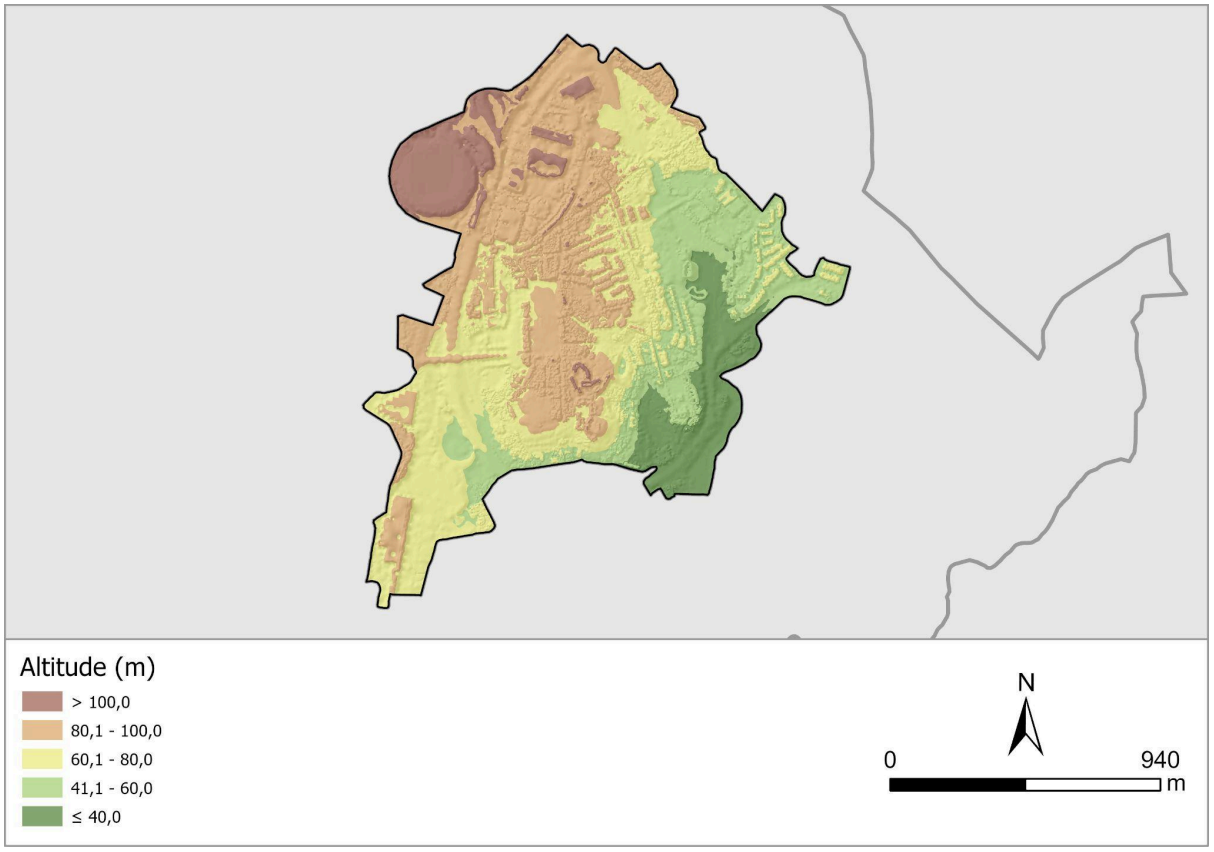


Figura 4 - Mapa hipsométrico da área de estudo

Fruto da diversidade orográfica existem desafios relativamente aos declives, com apenas 31,5% da área a corresponder a áreas com declives inferiores a 10%. No caso desta área existem vários pontos onde os declives dificultam a deslocação, em modos suaves particularmente, no entanto esses também tendem a existir em locais mais afastados das principais concentrações populacionais.

Figura 5 - Mapa de declives da área de estudo

A orientação das vertentes revela uma área exposta predominantemente a este e a sul, ainda que as vertentes orientadas para oeste se revelem também ter alguma significância nesta pequena área. Assim, a área de estudo deverá ser marcada por incidências solares significativas, com várias horas de radiação, numa área alargada deste território devido ao movimento aparente do sol.

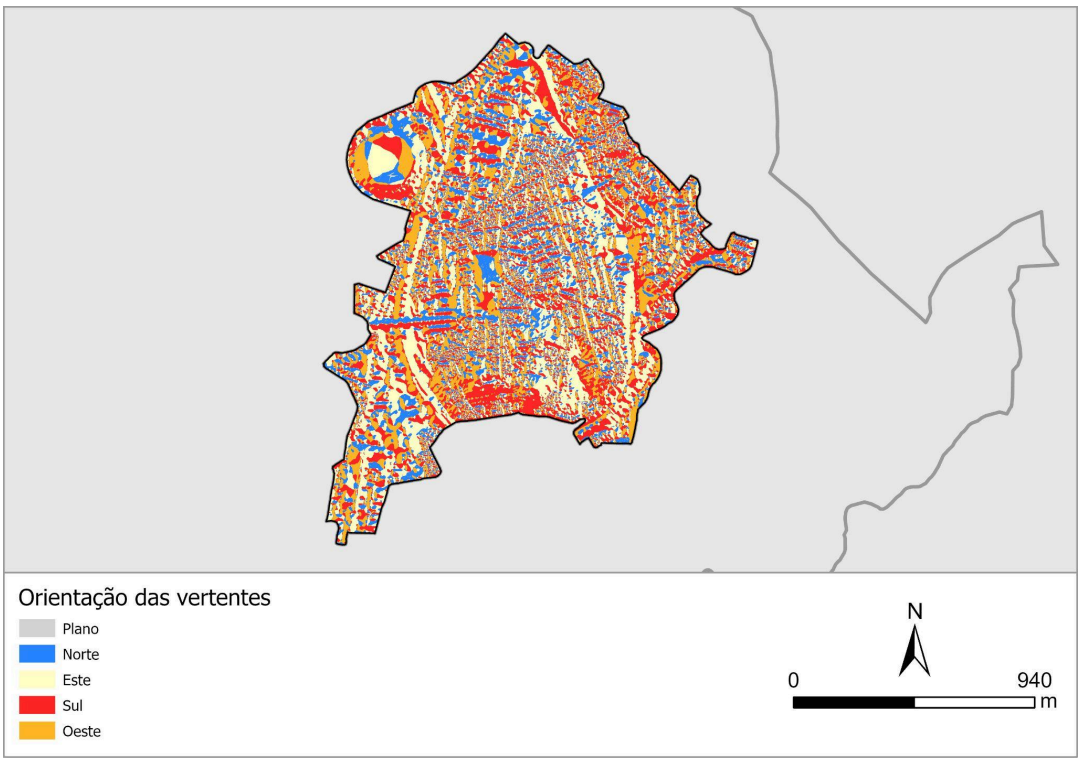


Figura 6 - Mapa de orientação de vertentes da área de estudo

No que diz respeito à ocupação da área de estudo, esta está essencialmente artificializada com habitações, serviços, comércio, equipamentos e redes de transporte. As redes de transportes têm nesta área um papel muito preponderante, definindo juntamente com os declives os limites gerais da ocupação populacional.

Ainda assim existem algumas áreas naturais como parques, jardins, áreas agrícolas, bem como alguns espaços verdes de uso indefinido. Estes espaços tendem a concentrar-se na parte sul da área de estudo, com as maiores áreas localizadas junto ao rio ou zonas marcadamente mais declivosas.

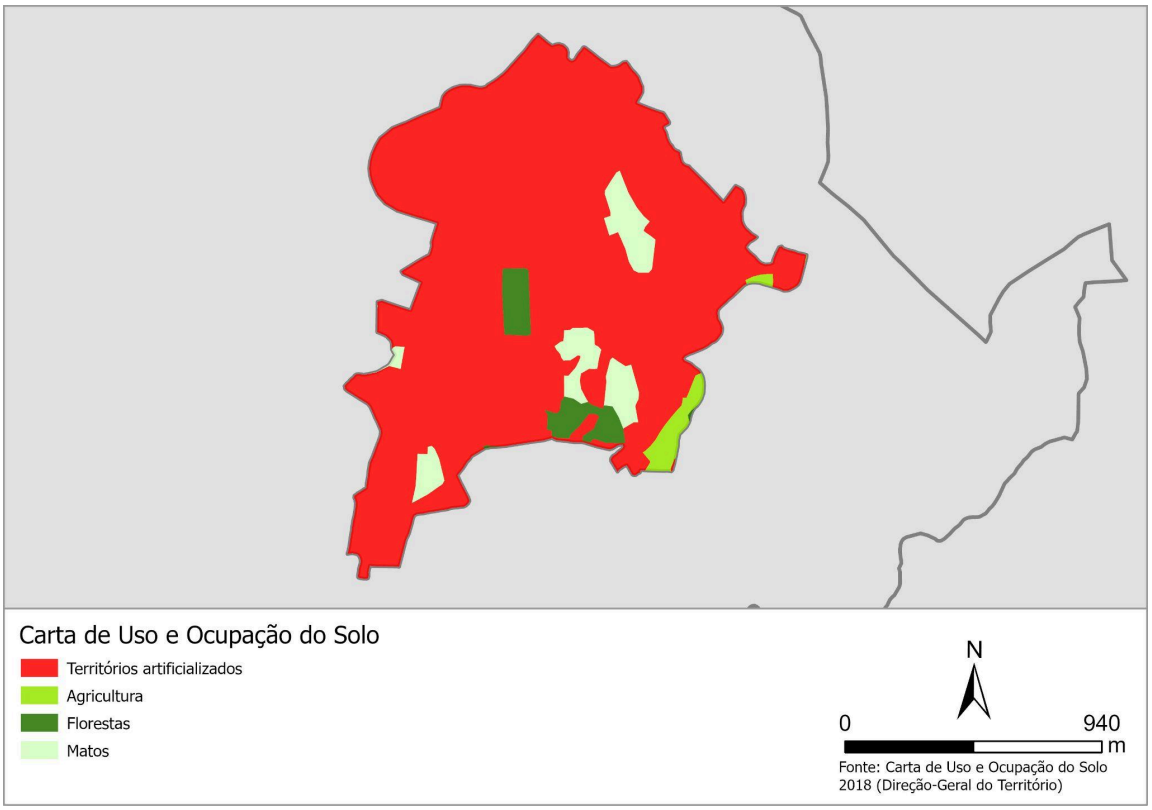


Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo

Relativamente à composição demográfica a área, apesar de pequena, é composta por um número significativo de pessoas com uma população total de 8 mil pessoas. Destacam-se neste pequeno espaço dois locais onde a densidade populacional é mais significativa, no centro da área ao redor do Jardim da Corujeira e no Bairro do Cerco. No entanto, se observarmos a densidade populacional dos jovens (dos 0 aos 14 anos) verifica-se uma maior distribuição pela área de estudo e uma menor concentração no centro da área, no entanto, continua-se a observar no Bairro do Cerco uma elevada densidade.

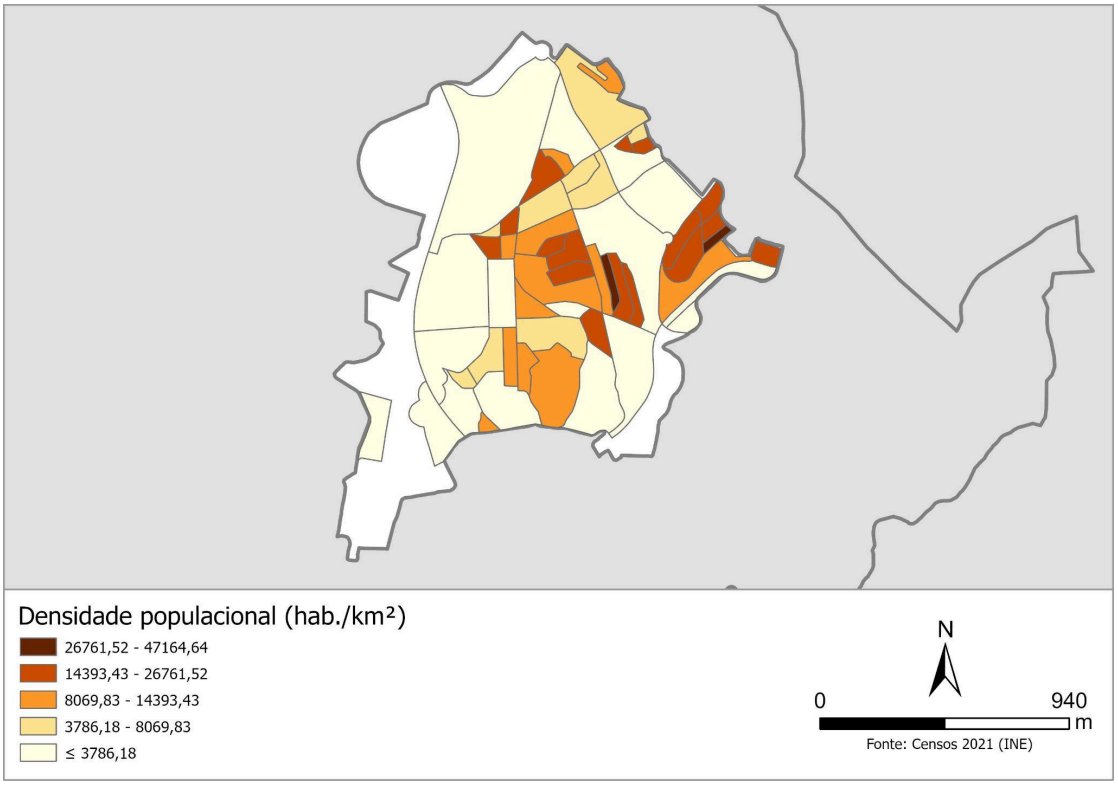


Figura 8 - Mapa de densidade populacional na área de estudo

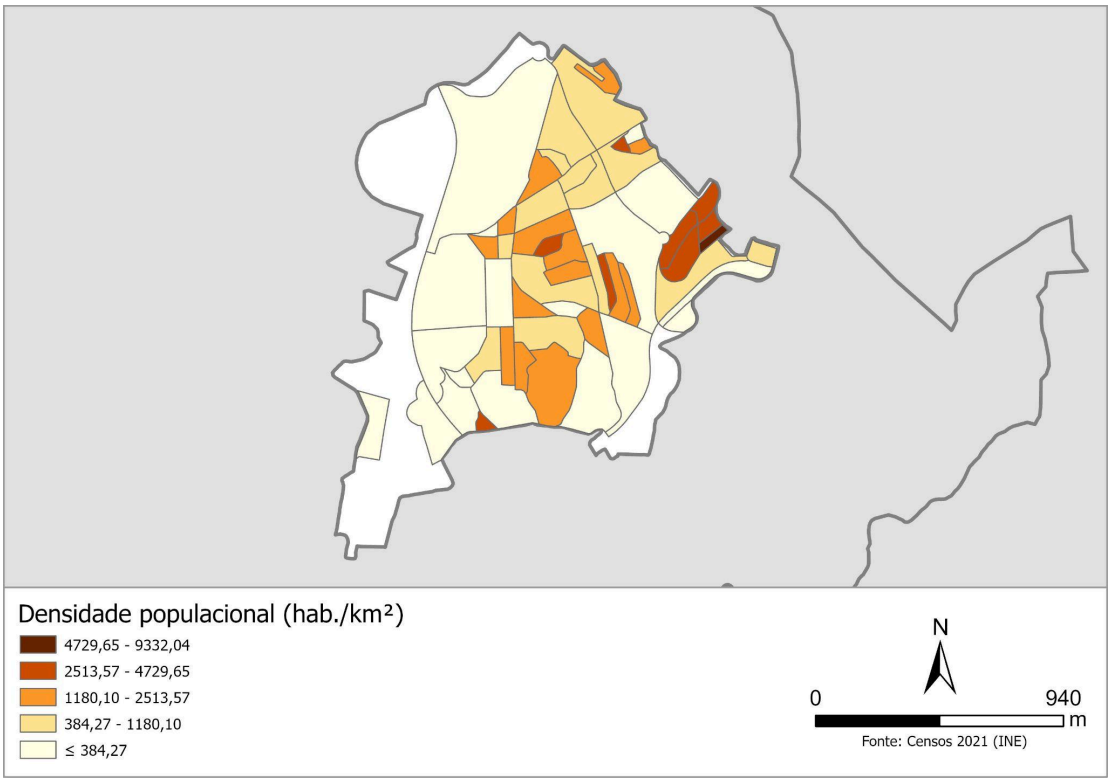


Figura 9 - Mapa de densidade populacional de indivíduos entre 0 e 14 anos na área de estudo

Na área de estudo é possível encontrar três escolas, tendo todas elas jardim de infância com duas a disporem também de escolaridade básica. A que tem apenas creche é a que se localiza mais a este, pertencente à Obra Diocesana de Promoção Social. As outras duas escolas, a Escola da Corujeira no centro da área de estudo, a sul do Jardim da Corujeira, e a Escola do Falcão, também no centro da área de estudo, entre as duas outras escolas, conjugam então dois ciclos e são parte das escolas públicas no Porto.

Figura 10 - Mapa das escolas na área de estudo

Resultados

Como parte do diagnóstico da área de estudo foram utilizadas uma série de ferramentas e métodos que nos permitissem entender fenómenos na área de estudo de forma a avaliarmos a viabilidade e dimensão do problema do trabalho que nos propúnhamos a realizar.

Dessa forma procuramos entender o número de horas de radiação solar que incidia sobre a área de estudo, tendo realizado para os solstícios e equinócios cálculos que nos permitissem perceber como era a realidade nesta área de estudo.

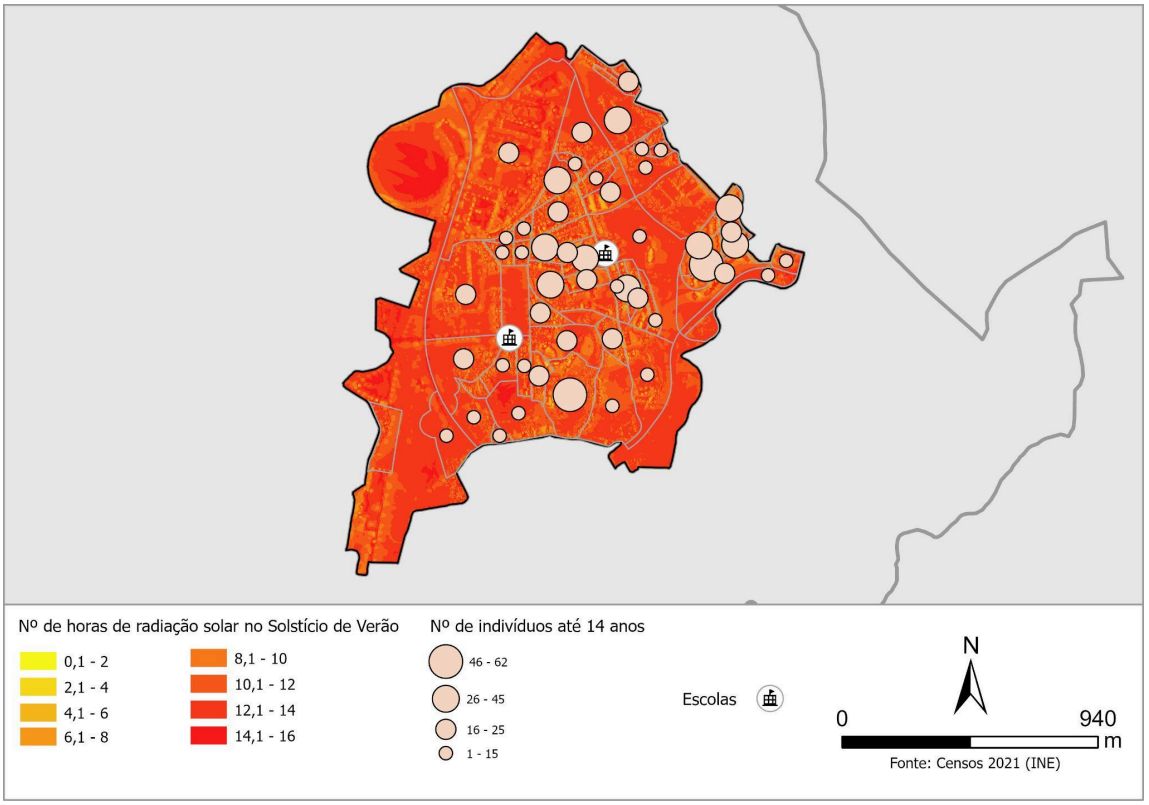


Figura 11 - Mapa de número de horas de radiação solar no Solstício de Verão na área de estudo

No Solstício de Verão percebe-se que praticamente toda a área tem mais de meio dia com radiação solar e são poucos os espaços que menos de quatro horas de sol, ainda que estes existam pelo facto de naturalmente ocorrerem sombras durante o dia, aliados às construções em altura, morfologia e orografia do território. Desta forma, as variações espaciais são reduzidas, observando-se que os locais onde o número de horas de sol são menores no centro da área de estudo e no Bairro do Cerco, locais onde a maioria da população jovem reside e também onde se localizam as escolas.

Por outro lado, nos equinócios os locais onde o número de horas é superior a 12 horas já é reduzido e é mais comum ter até dez horas de radiação, naturalmente também com um aumento do número de locais onde a radiação diária é reduzida. Quer nos equinócios como no Solstício de Verão as áreas onde surgem menor número de horas com radiação localizam-se em locais onde há abundância de edifícios em altitude mas também em áreas onde é a própria orografia a providenciar sombras durante alguma parte do dia e por isso a maioria das áreas de residência e escolares localizam-se em espaços que têm uma incidência solar reduzida. Por outro lado, outras áreas destacam-se com maior exposição ao sol pelo facto de não terem cobertura vegetal ou edifícios que façam sombra e ainda por terem uma orientação e altitudes que conduzem a esse efeito, como é o caso do loteamento a sul da Escola Básica e Jardim de Infância da Corujeira, algumas das áreas que compõem o Parque da Cidade Oriental, as traseiras da Escola Básica e Jardim de Infância do Falcão e ainda no extremo norte da área de estudo, onde há um importante número de crianças a residir.

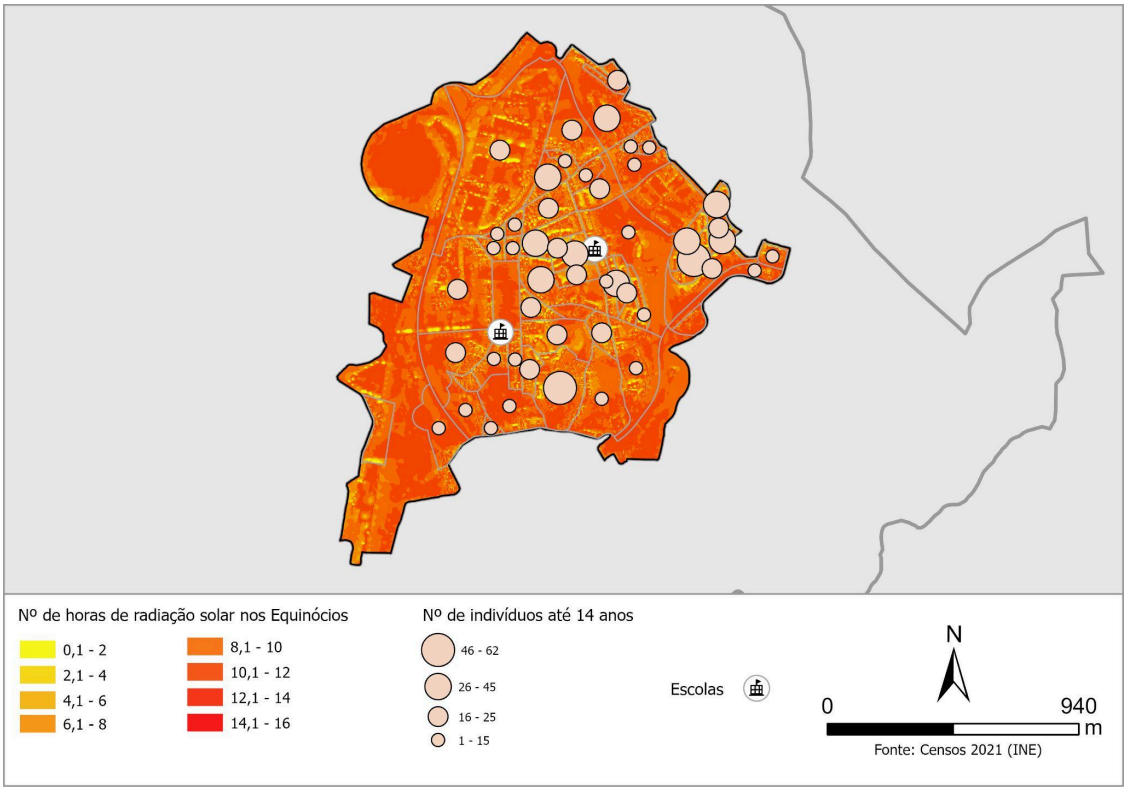


Figura 12 - Mapa de número de horas de radiação solar nos Equinócios na área de estudo

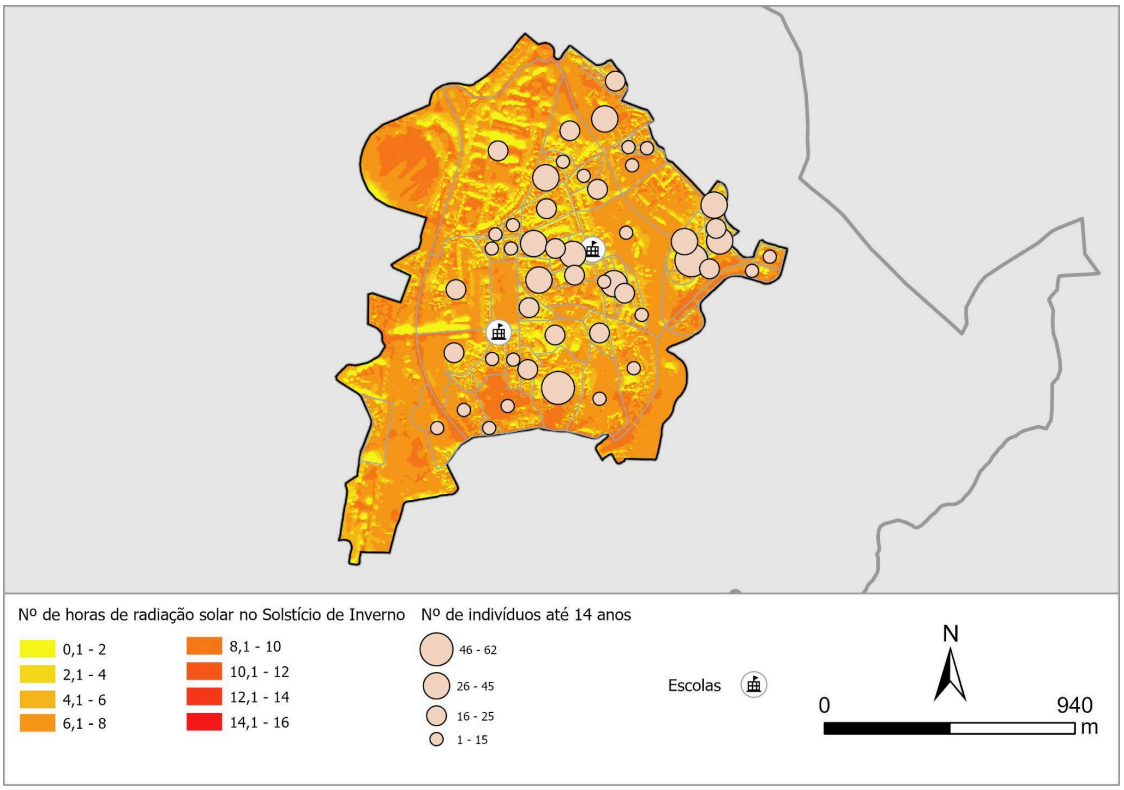


Figura 13 - Mapa de número de horas de radiação solar no Solstício de Inverno na área de estudo

Naturalmente, no Solstício de Inverno a radiação solar diária volta a ser inferior em todo o território, com poucos locais a terem mais de oito horas de sol e uma maior generalização de áreas com muito poucas horas de radiação solar. Por outro lado, nos resultados para o solstício de inverno são mais notórias as áreas que estão mais expostas à radiação, em áreas do Parque da Cidade Oriental, na via rápida e no loteamento vago a sul do Jardim da Corujeira.

Numa fase seguinte do trabalho e para obter informação mais precisa sobre a energia incidente na área de estudo, calculou-se para os solstícios e equinócios a radiação solar incidente.

Naturalmente os resultados demonstram uma relação com o número de horas de sol com as áreas onde o sol incide mais tempo a corresponderem a locais com maior radiação solar, sendo o contrário também naturalmente verdade.

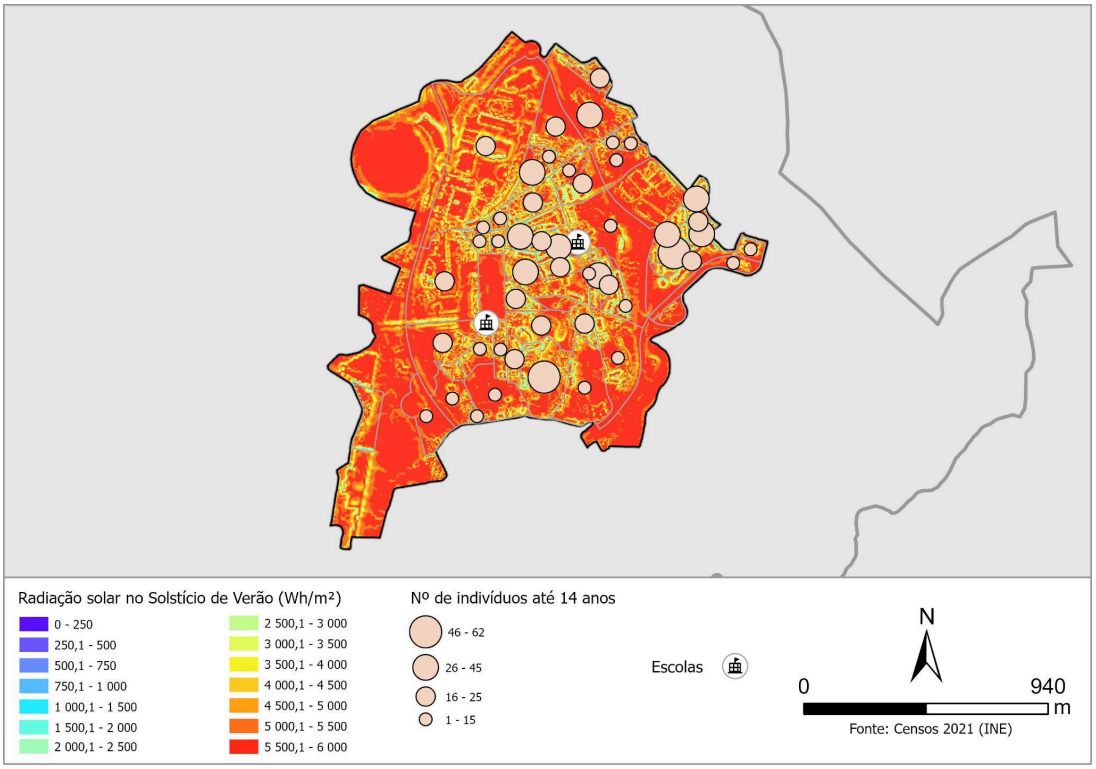


Figura 14 - Mapa de radiação solar no Solstício de Verão na área de estudo

Assim, no Solstício de Verão é natural que a maioria da área de estudo se caraterize por receber grande energia de radiação solar, com valores entre os 5000 e 6000 Wh/m^2 a ser bastante comuns em grande parte do território, verificando-se as mesmas tendências de menor energia onde o número de horas de sol é menor, novamente destacando-se junto dos locais com edifícios em altura valores mais reduzidos, na ordem dos 1000 a 3000 Wh/m^2 na imediata proximidade das fachadas e na área envolvente a observarem-se valores na ordem dos 3000 a 4000 Wh/m^2. Assim, os locais onde a radiação será menos problemática é a zona central da área de estudo, ainda que isso possa não corresponder a uma realidade mais agradável ou significativamente mais agradável no interior das habitações e escolas que se situam nestes espaços.

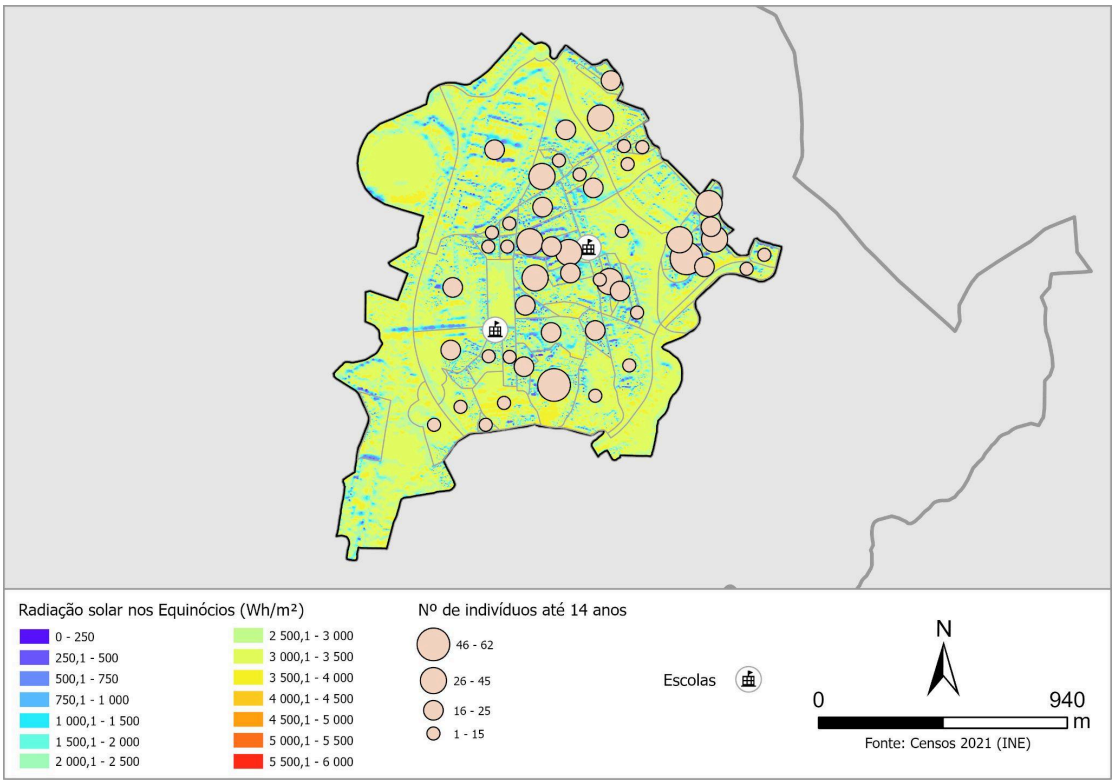


Figura 15 - Mapa de radiação solar nos Equinócios na área de estudo

Nos equinócios volta a notar-se o mesmo padrão de radiação solar mais baixa na generalidade com os valores a estarem compreendidos entre os 0 aos 4000 Wh/m^2. Os mesmos padrões anteriormente vistos voltam a verificar-se. Nos equinócios já é possível ver também uma maior variação de radiação solar entre alguns locais que, novamente, pela sua exposição conduz a valores ligeiramente mais elevados.

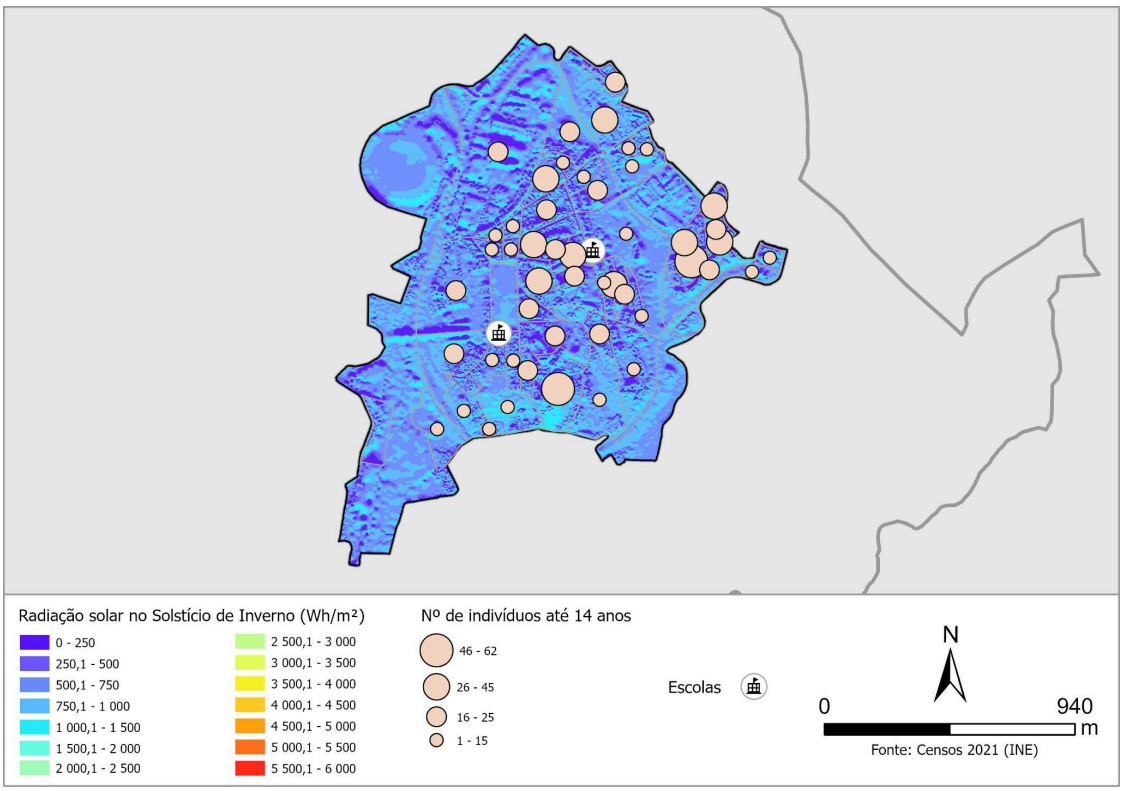


Figura 16 - Mapa de radiação solar no Solstício de Inverno na área de estudo

No Solstício de Inverno a radiação solar que incide na área é muito menor que aquela que se tinha observado nas outras épocas do ano, com valores de radiação a não passar dos 2000 Wh/m^2. As áreas com menores valores de radiação localizam-se onde há menos horas de sol, tendencialmente ao redor de áreas de habitação em altura. No entanto as diferenças de energia registadas com as áreas envolventes, e o total da área de estudo, são significativamente menores que aquelas que se observam nos equinócios e Solstício de Verão.

Estes fatores que vimos anteriormente têm uma relação muito grande, como já foi sendo referido, com a exposição a que estão sujeitos os locais. Essa relação pode ser percebida facilmente ao interpretar o mapa do Sky View Factor, ou seja, a porção de céu visível do solo. Com esta informação passa a ser mais fácil perceber a razão pela qual a maioria da área de estudo ser sujeita a valores pouco distintos de número de horas de sol e de radiação solar mas verificar valores consideravelmente mais baixos na proximidade de locais com edifícios em altura, particularmente no verão. Assim, os valores de radiação mais baixos no centro da área de estudo e a este, onde o Sky View Factor atinge dos valores mais reduzidos na área, podem ser explicados em boa parte pela reduzida radiação direta durante todas as estações.

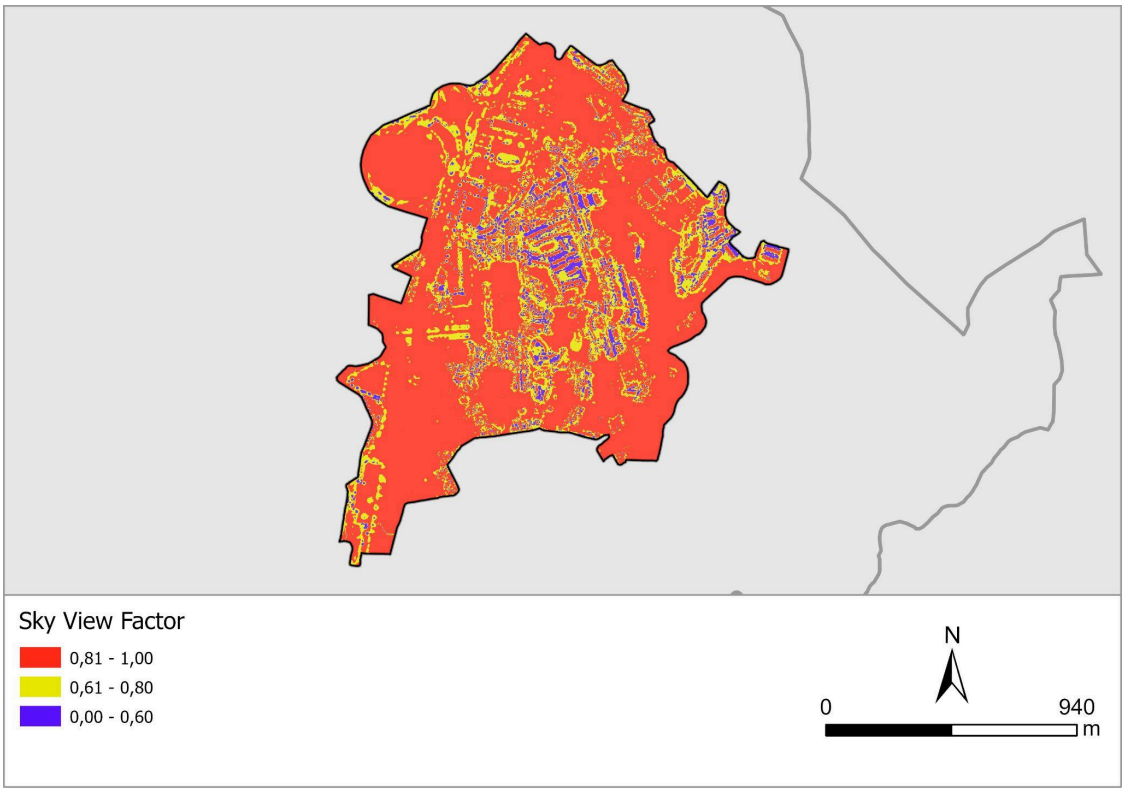


Figura 17 - Mapa de Sky View Factor da área de estudo

Numa outra fase do trabalho, através de imagens de satélite do Landsat 8, com informação da temperatura no solo, obtidas a partir da USGS foi-nos possível obter a temperatura sentida na superfície da nossa área de estudo facilitando a perceção e análise da realidade vivenciada neste território.

Na área de estudo foi possível ver que num dia de verão, no caso a imagem utilizada é do dia 27 de julho de 2023, as temperaturas à superfície não estarão abaixo dos 24ºC, temperatura que não comportará riscos imediatos para as pessoas mas que perante exposição prolongada

pode ter consequências desagradáveis, no melhor dos casos. No entanto, a área de estudo carateriza-se por temperaturas a partir dos 24ºC para cima. Os únicos locais onde a temperatura ronda os 24ºC são aqueles onde há uma densidade vegetal, particularmente árvores de médio e grande porte, arbustos e relvados não rasteiros, mas também corpos de água, no Jardim da Corujeira, o Parque da Cidade Oriental e um espaço verde aparentemente privado entre estas duas localizações. As restantes áreas onde a temperatura é mais baixa e que não chega a atingir o limite de temperatura em que as consequências se tornam mais imediatas localizam-se em grande parte nos locais de ligação entre os espaços referidos anteriormente, onde existem habitações mas surgem também algumas áreas menos impermeabilizadas, algumas com espécies arbóreas, que poderão ajudar a essas temperaturas.

No entanto, a maior parte da área de estudo carateriza-se por temperaturas ainda superiores e com valores que podem ter efeitos mais graves e imediatos nas pessoas, particularmente crianças e pessoas idosas. Esses espaços são caraterizados essencialmente pelo tecido urbano mais denso, espaços industriais e grandes vias de transportes onde há pouco espaço para corpos azuis e verdes. Ainda assim destaca-se um local com temperaturas a rondar os 28ºC que à partida é uma surpresa, principalmente se visto à distância das fotografias de satélite, e que diz respeito ao loteamento a sul do Jardim da Corujeira com temperaturas a rondar os 28ºC, mas que fará sentido pelo facto de ser pouco mais de um espaço com terra e relva seca, sem coberturas e que pela sua orientação e exposição recebe um grande número de horas de sol que não consegue dissipar facilmente.

Assim, no geral haverá uma preocupação justificada com as temperaturas que se fazem sentir nesta área pois quer a curto ou a longo prazo praticamente todos os espaços provocarão consequências às pessoas que habitam estes espaços. Esta preocupação redobra-se quando se pensa que as crianças frequentam e habitam estes espaços e verificando a cartografia que cruza as temperaturas de superfície com os locais de residência e escolas percebe-se que será preciso atuar para prevenir afetar a vivência e desenvolvimento das crianças. Como já se percebeu todos os locais de habitação e equipamentos escolares estão inseridas numa área onde a longo prazo têm consequências nas crianças. A Escola Básica e Jardim de Infância do Falcão situa-se na proximidade de um dos focos com maiores temperaturas, a rondar os 30ºC, sendo que esse foco se deverá à existência de um campo de futebol de relvado artificial. No entanto as temperaturas na área mais próxima da escola ronda os 28ºC, o que mantém uma necessidade relativamente urgente de perceber o que pode ser feito para reduzir as temperaturas sentidas neste espaço. Nesta escola até têm havido desenvolvimentos, com a colocação de telhados verdes, espaços naturais ao redor, que têm sido fruto de maior desenvolvimento mas é preciso perceber que mais medidas poderão contribuir para um maior impacto neste local. Relativamente à Creche e Pré-escolar da Obra Diocesana de Promoção Social, também relativamente próxima do mesmo campo de futebol, sente temperaturas ligeiramente inferiores, no entanto continua a ser também de grande importância reduzir as temperaturas nesta área que é marcada por uma menor envolvente vegetal. Por fim a Escola Básica e Jardim de Infância da Corujeira é a que se localiza num dos locais mais agradáveis da área de estudo, no entanto ainda é vítima de temperaturas superiores ao ideal pelo que também aí será importante agir de forma a tornar plenamente agradável a vivência nesse espaço durante as várias horas que as crianças passam na escola.

Assim, no que diz respeito às temperaturas que se sentem à superfície percebe-se que essencialmente todo o espaço da área de estudo preocupa, mas prestando ainda atenção ao norte da área de estudo percebe-se que há um outro caso particular de preocupação com zonas com temperatura superior aos 30 graus que incide sobre a área industrial e que apesar

de se focar aí tem nas imediações habitações onde habitam crianças que poderão ser especialmente impactadas pelo efeitos que também se poderão propagar para a vizinhança.

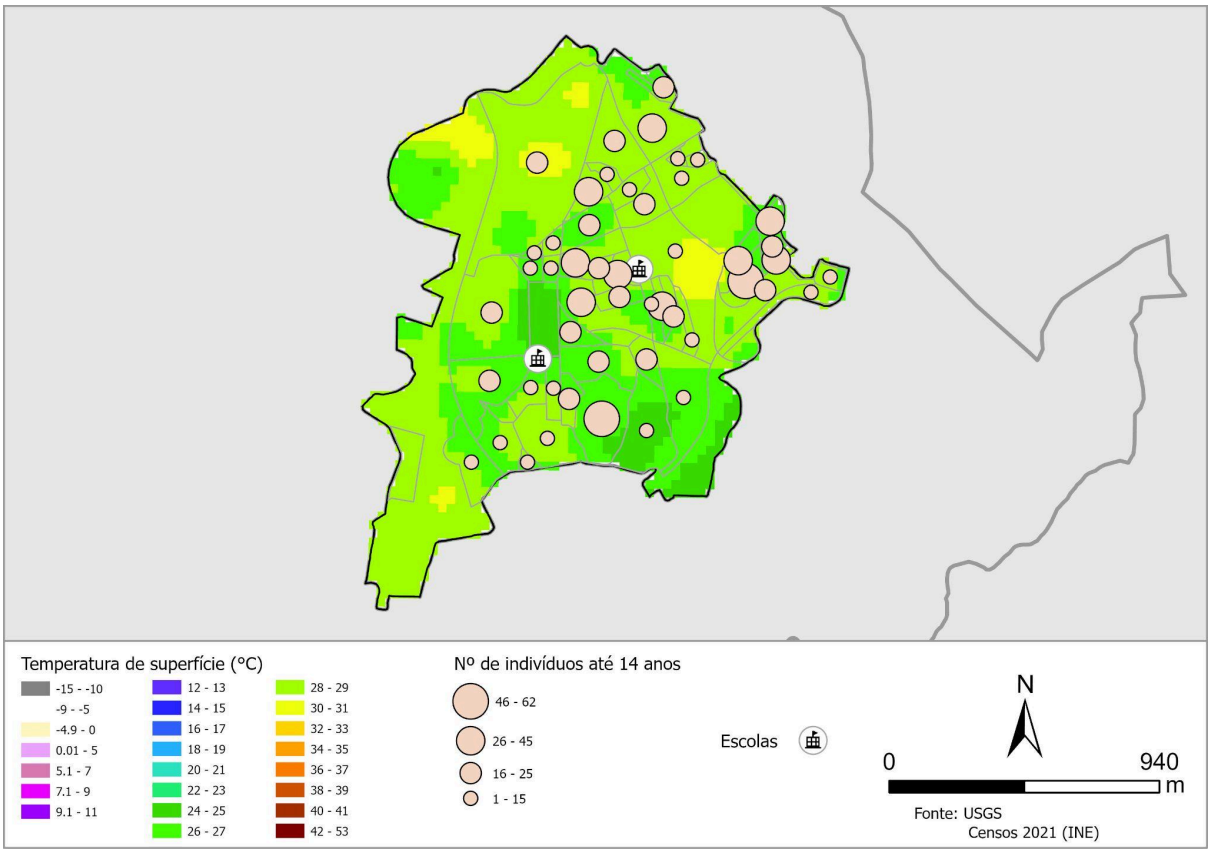


Figura 18 - Mapa de temperaturas de superfície na área de estudo

Para além da temperatura também nos importou perceber como o ruído poderia afetar as populações locais, designadamente as crianças e dessa forma, através das cartas de ruído publicadas pela Câmara Municipal do Porto.

Neste aspeto a cartografia é muito clara a identificar os locais onde há problemas graves com ruído acima dos 70 décibeis, que se concentram na rede viária principal (autoestradas e vias rápidas) e nas linhas de comboio, fruto da velocidade de deslocação destes veículos e da infraestrutura onde estes circulam. Apesar destes valores mais elevados se cingirem às próprias vias de deslocação existe uma propagação desse ruído que passa para as áreas envolventes destas vias e como tal as áreas adjacentes são vítimas da poluição sonora aí produzida.

Os locais que mais sofrem com esta produção de ruído localizam-se de norte a sul de toda a área de estudo no seu quadrante oeste mas também nas fronteiras a sudeste. A que acaba por ter mais efeitos para a área urbana é autoestrada A20 que produz um grande efeito sobre a área industrial/comercial, sobre as habitações e ainda sobre a Escola Básica e Jardim de Infância da Corujeira, com valores que atingem até aos 65 dB(A), impactando assim o descanso e desenvolvimento das pessoas que aí habitam, trabalham e das crianças que fazem também aí a sua vida. Já a outra via também afeta a população local apesar de haver uma menor propagação do ruído na sua extensão. Ainda assim, ao percorrer na proximidade de

habitações e comércio de pequena dimensão afeta a vida das pessoas que aí fazem vida. Existe ainda uma escola na proximidade desta via que apesar de afastada dos maiores valores de ruído poderá sofrer de consequências importantes, questão que nos leva à falta de informação mais detalhada nas cartas de ruído que têm normalmente como classe mais baixa antes dos valores maiores que zero nos 55 dB(A), não permitindo perceber as diferentes dinâmicas que se estabelecem na generalidade da área de estudo. Isto é importante não só para perceber quão menos ruidosas serão os outros locais mas também para perceber se se poderão apontar problemas noutros locais uma vez que mesmo ruídos a partir dos 40 dB(A) podem causar efeitos negativos se ocorrerem de forma continuada.

O Decreto-Lei que estabelece o Regulamento Geral do Ruído enfatiza estes problemas ao identificar que as áreas vocacionadas para uso habitacional ou para escolas deverão ser tidas como zonas sensíveis e por isso não deverão ficar expostas a ruído superior a 55 dB(A) pelo indicador L(den), aquele que aqui analisamos e que diz respeito ao ruído durante o período diurno, entardecer e noturno.

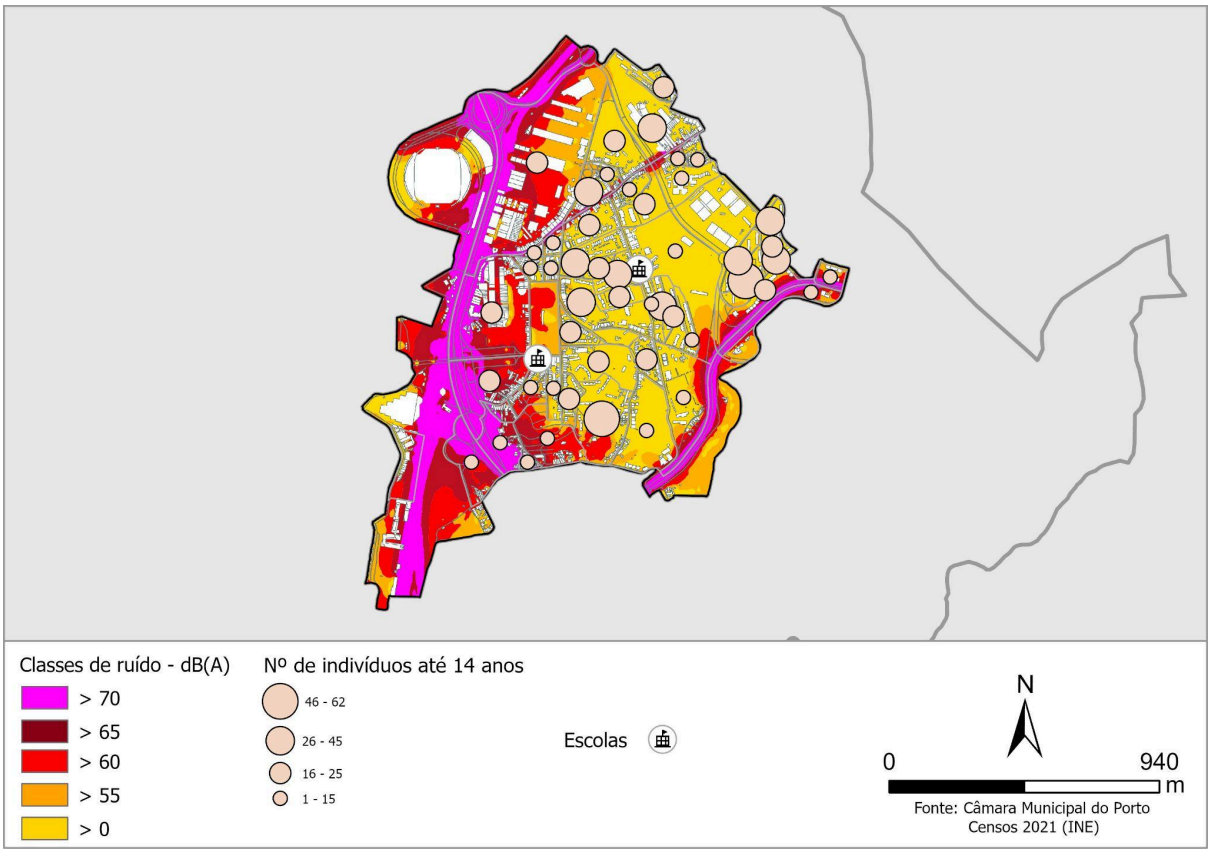


Figura 19 - Mapa de ruído na área de estudo

Concluindo percebe-se que a área de estudo tem problemas graves que precisam de ser resolvidos quer quanto às temperaturas que se fazem sentir no verão mas também quanto ao ruído. A espacialização dos problemas é diferente, o ruído a estar quase restrito à envolvência das grandes vias de transportes que passam pela área de estudo, enquanto que as temperaturas elevadas se fazem sentir em toda a área de estudo, ainda que existam áreas mais problemáticas que outras. Com os resultados que vimos anteriormente fizemos uma mapa de resumo das áreas onde nos pareceu mais importante agir tendo em conta as duas problemáticas.

Estas áreas passaram essencialmente por todas as áreas onde o ruído é muito intenso, já que aí existe não só esse problema como também se observam temperaturas que são demasiado elevadas para a saúde das crianças. Decidimos ficar apenas por estas áreas já que é onde ocorrem os dois problemas em conjunto e se aumentássemos as áreas a todos os lugares onde se dão temperaturas muito elevadas ficaríamos com toda a área de estudo definida. Ainda assim, através da técnica de areal weighting para estimar da forma mais precisa quantos jovens estariam no interior das áreas de destaque, percebemos que 432 dos jovens habitam dentro destas áreas que consideramos ser as mais urgentes na área de estudo. Relembrando que existem 941 jovens a habitar a área de estudo, o número que está incluído nas áreas de destaque é significativo e preocupante.

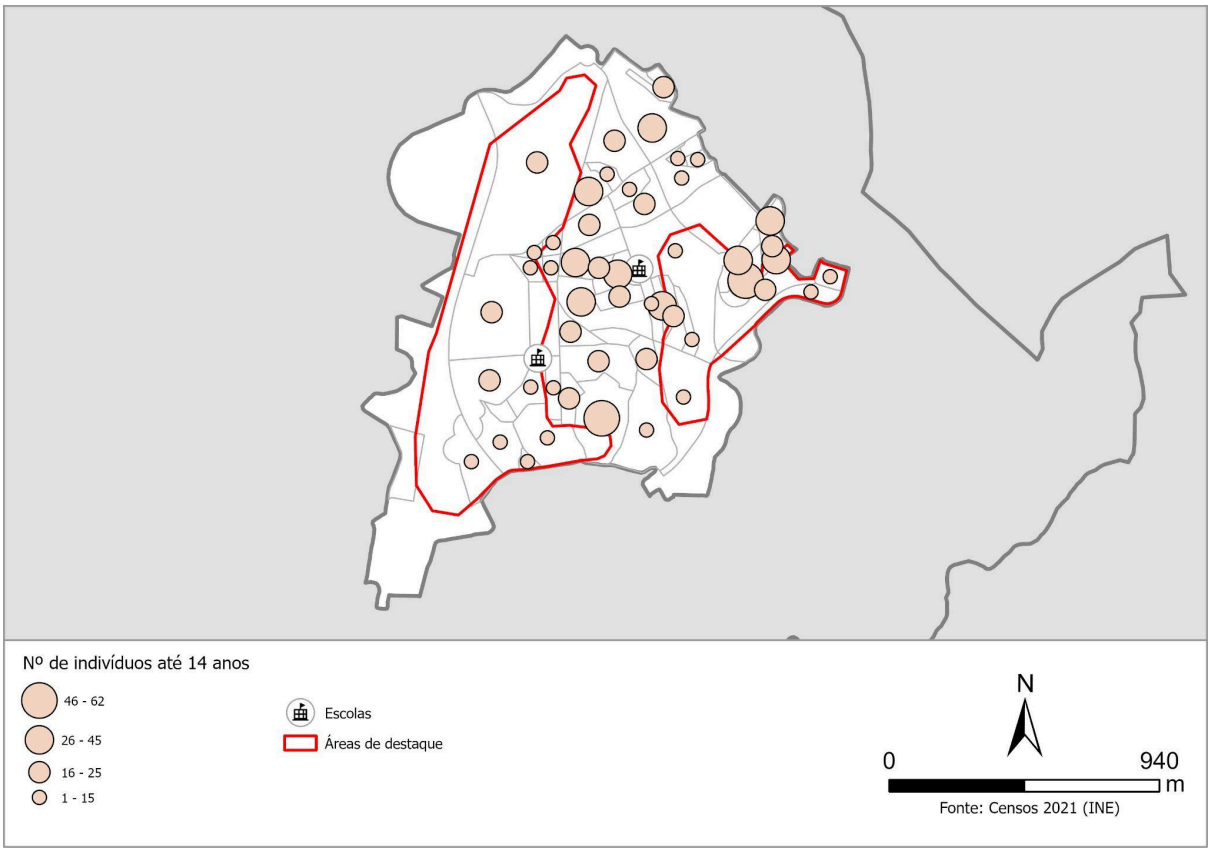


Figura 20 - Mapa de destaques das áreas afetadas por temperaturas e ruído elevados na área de estudo

No interior da área de estudo procedeu-se ainda a uma análise das secções dos três recintos escolares incluídos para uma avaliação da situação da vegetação no interior dos recintos e área envolvente.

Na Escola Básica de 1.º CEB / JI da Corujeira, a árvore que existente no interior do recinto da escola proporciona uma sombra significativa e pode ajudar a reduzir a temperatura à superfície. Desempenha um papel crucial na criação de um ambiente urbano equilibrado, atenuando assim os efeitos do calor extremo. No entanto, embora contenha alguma vegetação, esta não é suficiente para atenuar totalmente estes efeitos.

Figura 21 - Secção da Escola Básica de 1.º CEB / JI da Corujeira (1:500)

Na creche ODPS recinto as árvores de grande porte à esquerda proporcionam uma cobertura substancial, o que pode ser benéfico para proporcionar sombra ao edifício e as áreas adjacentes. Estas árvores de grande porte proporcionam ainda benefícios significativos em termos de sombra, arrefecimento e qualidade do ar. No entanto, o recinto exterior da escola tem falta de vegetação, especialmente de grande porte, que poderia ser benéfico para a criação de sombra, reduzindo assim a temperatura da superfície e proporcionando sombra durante o tempo de atividades no exterior.

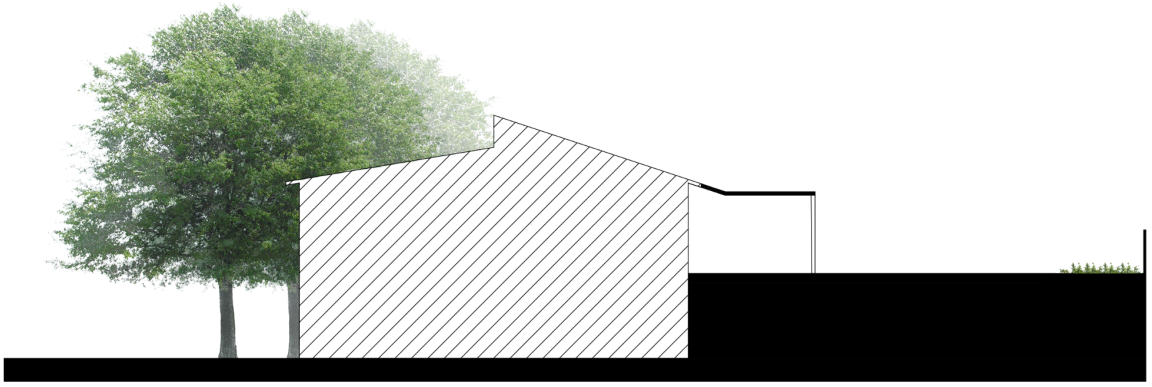


Figura 22 - Secção da Creche ODPS (1:500)

Na Escola Básica do 1.º CEB / JI do Falcão, as árvores de grande porte proporcionam uma cobertura de copa extensa, o que é benéfico para proporcionar sombra no edifício e das áreas circundantes. As coberturas verdes existentes ajudam a isolar os edifícios, mantendo-os mais frescos no verão e mais quentes no inverno. Isto poderá, por sua vez, reduzir a necessidade de aquecimento e arrefecimento, levando a um menor consumo de energia. Estas coberturas funcionam também em sinergia com as outras árvores para criar uma infraestrutura verde mais abrangente. Em conjunto, melhoram o desempenho ambiental do

edifício e ajudam a criar uma atmosfera mais fresca e agradável, sendo este um bom exemplo do uso de vegetação para mitigar os efeitos negativos do calor extremo.

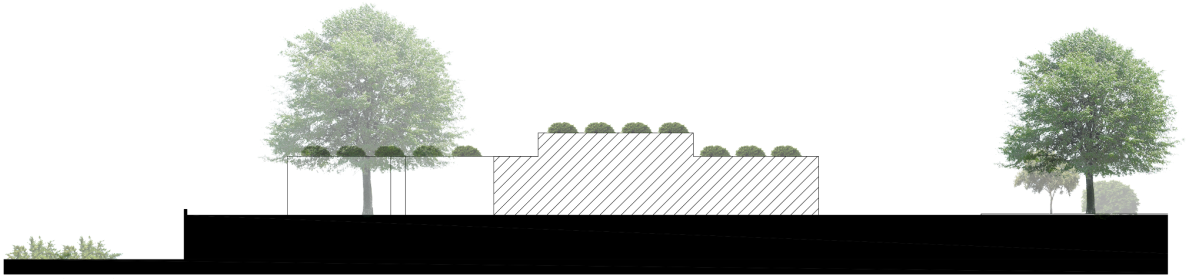


Figura 23 - Escola Básica do 1.º CEB / JI do Falcão (1:500)

Soluções

No contexto deste trabalho académico, o conceito de Sustentabilidade tem vindo a ganhar crescente relevância como uma possível estratégia para enfrentar e mitigar os problemas associados às cidades. Movimentos, protocolos e iniciativas como a Nova Agenda Urbana (2017) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (2016) têm aumentado a visibilidade de pesquisas que procuram soluções para a organização urbana, com o objetivo de promover cidades mais resilientes. Estas cidades sustentáveis procuram neutralizar os impactos da urbanização e atenuar os efeitos das alterações climáticas, onde as soluções baseadas na natureza são fundamentais. Assim, as SBN surgem de um conjunto de iniciativas voltadas para encontrar soluções inovadoras que priorizem a gestão dos sistemas naturais, promovendo um equilíbrio entre a sociedade e a natureza.

Os desafios do ambiente urbano criam um cenário onde as soluções baseadas nos serviços ecossistêmicos são, conforme a definição da União Internacional para a Conservação da Natureza (UCNI), "ações para proteger, gerir e restaurar de forma sustentável os ecossistemas naturais" (UCNI, 2016, p. 12). A UCNI estabelece sete princípios orientadores do conceito:

1. As intervenções devem proporcionar uma solução eficaz para os desafios globais, utilizando a natureza.

2. Devem beneficiar a biodiversidade.

3. Ser mais econômicas em relação a outras soluções.

4. Serem conceitos que possam ser facilmente e convincentemente comunicados.

5. Serem mensuráveis, verificáveis e replicáveis.

6. Respeitar e reforçar os direitos das comunidades sobre os recursos naturais.

7. Aproveitar fontes de financiamento públicas e privadas.

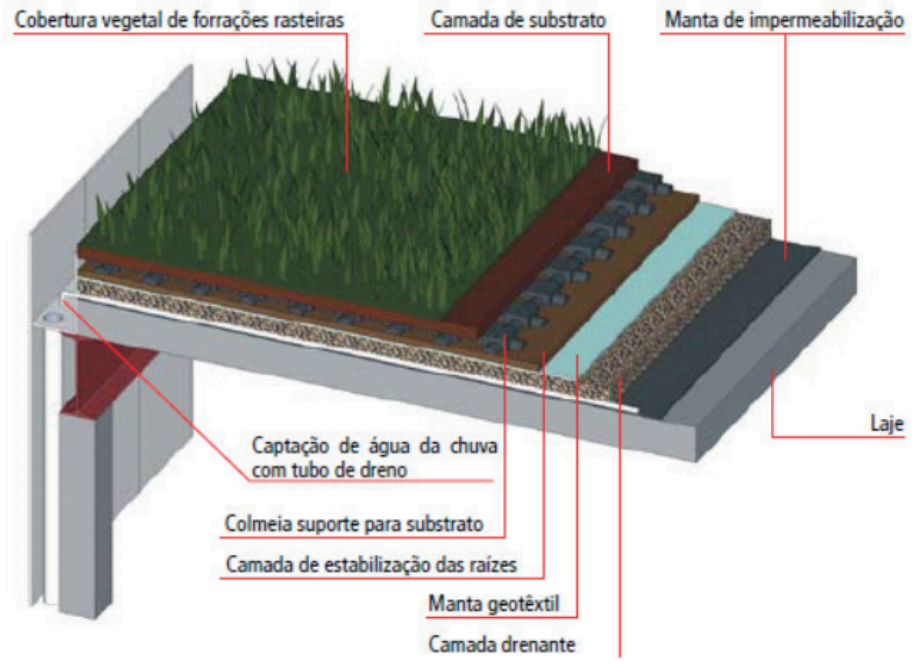
Partimos do objetivo de compreender onde estão as áreas prioritárias para a implementação de Soluções de Base Natural. Assim, este capítulo é direcionado à análise dos fatores ambientais que

podem impactar significativamente a saúde e o bem-estar das crianças, especificamente as ondas de calor e o ruído. Na freguesia da Campanhã, estes problemas são particularmente evidentes em ambientes escolares, onde as crianças passam grande parte do seu tempo. Este trabalho tem como objetivo propor soluções de base natural para mitigar os efeitos negativos das ondas de calor e do ruído sobre as crianças, com base em dados coletados e na análise de diferentes estudos.

Calor

Dado que as crianças passam a maior parte do seu tempo na escola, que é muitas vezes considerada uma segunda casa, é sensato que qualquer solução proposta esteja diretamente relacionada a esse ambiente. Nesse sentido, propomos a instalação de **telhados verdes** nas escolas de Campanha.

Assim, os telhados verdes, também conhecidos como coberturas ecológicas, são sistemas que utilizam vegetação sobre as coberturas dos edifícios, combinando benefícios ambientais e estéticos. Estes sistemas consistem em várias camadas: uma laje estrutural, uma camada impermeabilizante, um isolante térmico, uma camada drenante, uma camada filtrante, um substrato e a vegetação.



Fonte: Ambiente Gaia (2013).

Os telhados verdes contribuem para a sustentabilidade ao melhorar o isolamento térmico, reduzir a temperatura urbana, aumentar a biodiversidade e gerenciar águas pluviais. Além disso, eles promovem a eficiência energética e o conforto ambiental, sendo uma solução viável para áreas urbanas densamente povoadas. Os telhados verdes podem ser classificados em extensivos e intensivos, dependendo da profundidade do substrato e do tipo de vegetação utilizada. A implementação desses sistemas requer planejamento cuidadoso para garantir a viabilidade estrutural e a manutenção adequada.

Santos, L. R. L. dos, Lima, J. V. F. de, Neto, L. T., Rolemberg, R. R., & Gonzaga, G. B. M. (2017). Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. Ciências Exatas e Tecnológicas, 4(2), 195-206.

Este método já está em prática em diversos locais, incluindo uma das escolas da área de estudo, assim, a Escola Básica do Falcão, localizada em Campanhã, Porto, apresenta-se como um excelente exemplo de como instituições de ensino podem integrar práticas sustentáveis de maneira eficaz. Esta escola implementou diversas soluções verdes que não só promovem a sustentabilidade ambiental, mas também enriquecem o processo educativo e envolvem a comunidade escolar de forma ativa.

Um dos destaques das iniciativas sustentáveis na Escola Básica do Falcão é a instalação de um telhado verde. Esta solução inovadora envolve a cobertura do telhado com vegetação, proporcionando uma série de benefícios ambientais, económicos e educacionais. O telhado verde ajuda a mitigar o efeito das ilhas de calor urbano, melhora a qualidade do ar e reduz o escoamento de águas pluviais. Além disso, proporciona um isolamento térmico adicional ao edifício, resultando em economias significativas nos custos de aquecimento e refrigeração. A vegetação protege ainda a superfície do telhado dos raios UV e das condições climáticas extremas, prolongando a sua vida útil.

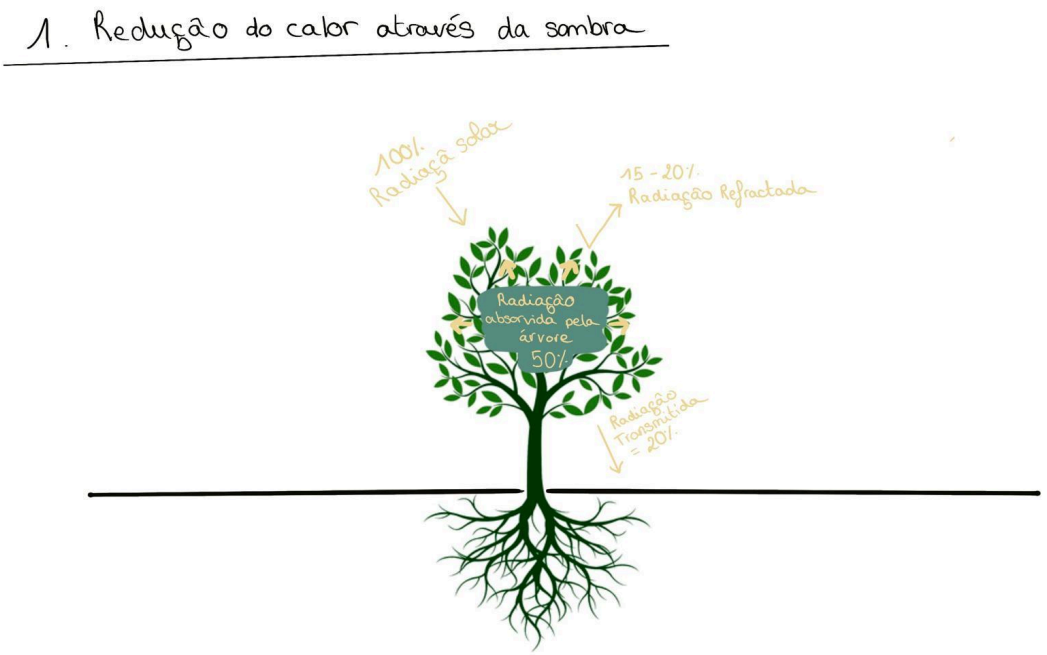
O telhado verde da Escola Básica do Falcão serve também como uma ferramenta educativa valiosa. Os alunos têm a oportunidade de participar em aulas práticas no telhado, aprendendo sobre ecologia, biologia e sustentabilidade de uma forma envolvente e interativa. Esta iniciativa não só promove a educação ambiental, mas também incentiva o engajamento da comunidade escolar, envolvendo pais, professores e alunos na manutenção e cuidados do telhado verde.

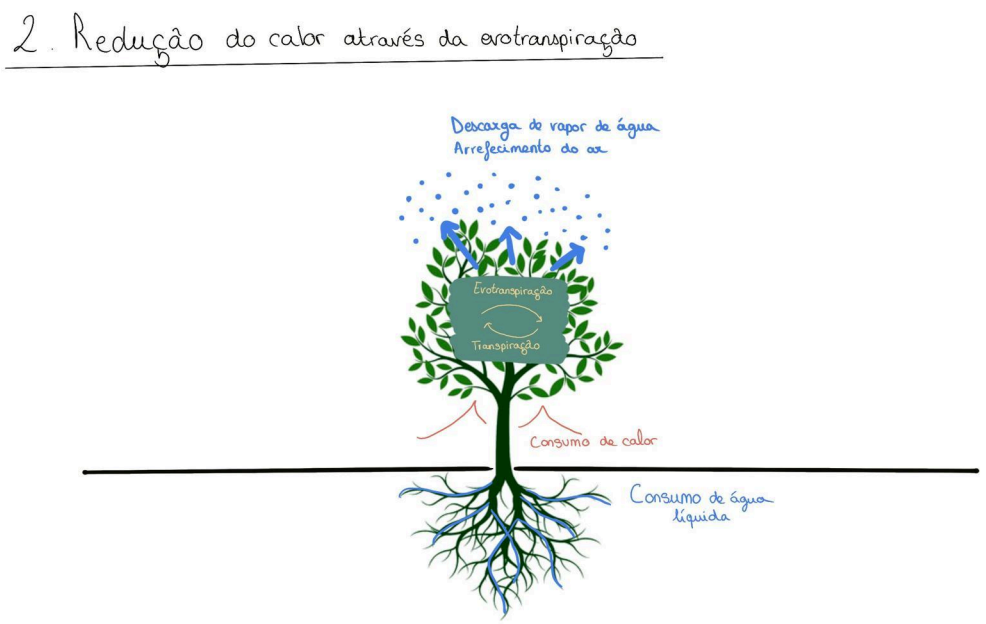
Além do telhado verde, a escola implementou outras soluções sustentáveis, como a instalação de painéis solares para a geração de energia elétrica. Esta medida reduz a dependência de fontes de energia não-renováveis e serve como um recurso educativo, permitindo que os alunos aprendam na prática sobre energias renováveis e suas vantagens. A gestão de resíduos é outra área em que a Escola Básica do Falcão se destaca, com sistemas de reciclagem e compostagem que não só reduzem o impacto ambiental, mas também educam os alunos sobre a importância da separação e reciclagem dos resíduos.

A criação de hortas urbanas é mais uma iniciativa de destaque. Estas hortas são mantidas pelos alunos e pela comunidade escolar, promovendo a agricultura sustentável e a alimentação saudável. Os alunos aprendem sobre o ciclo dos alimentos, desde o cultivo até a colheita, desenvolvendo uma compreensão prática e profunda da sustentabilidade. Para complementar estas práticas, a escola implementou sistemas de captação e reutilização de água da chuva, utilizados para a irrigação das hortas e limpeza das instalações, reduzindo o consumo de água potável e ensinando aos alunos a importância da conservação dos recursos hídricos.

As soluções verdes implementadas na Escola Básica do Falcão têm tido um impacto significativo na comunidade escolar. Os alunos, ao serem expostos a práticas sustentáveis, desenvolvem uma consciência ambiental que pode influenciar positivamente as suas famílias e a comunidade em geral. A escola serve como um exemplo a ser seguido por outras instituições de ensino, promovendo a replicação dessas práticas em outras áreas.

Cmp. (2023, September 18). *Comunidade escolar convidada a conhecer "soluções verdes" da Escola Básica do Falcão*. Portal De Notícias Do Porto. Ponto. https://www.porto.pt/pt/noticia/comunidade-escolar-convidada-a-conhecer-solucoes-verdes-da-escola-basica-do-falcao





Esquema de pesquisa sobre soluções de base vegetal sobre o calor

Ruído

Para problemas diferentes aplicamos propostas de soluções distintas. Uma solução natural e eficaz para reduzir o impacto do ruído em ambientes urbanos, particularmente relevante para a Campanhã, são as cortinas verdes. Estas estruturas verticais são cobertas com plantas trepadeiras que atuam como barreiras acústicas naturais, enquanto melhoram a estética dos edifícios, as cortinas verdes consistem em estruturas de suporte vertical onde plantas trepadeiras são incentivadas a crescer. Estas estruturas podem ser instaladas ao longo das janelas e paredes expostas ao ruído, proporcionando uma camada adicional de isolamento acústico.

Elas funcionam de maneira similar às barreiras verdes, absorvendo e dispersando as ondas sonoras. Além disso, as cortinas verdes oferecem benefícios estéticos significativos, transformando fachadas de edifícios em superfícies verdes agradáveis. Elas também contribuem para a melhoria da qualidade do ar e proporcionam um microclima mais fresco ao redor dos edifícios, ajudando a regular a temperatura interna e externa.

Para implementar cortinas verdes nas escolas de Campanhã, é necessário instalar estruturas de suporte ao longo das paredes e janelas expostas ao ruído. Estas estruturas devem ser robustas o suficiente para suportar o peso das plantas trepadeiras à medida que crescem. As plantas selecionadas para as cortinas verdes devem ser adequadas ao clima local e ter uma boa capacidade de cobertura. Plantas como a hera (Hedera helix) e a glicínia (Wisteria sinensis) são excelentes opções devido à sua capacidade de crescimento rápido e denso.

A aplicação destas soluções de base natural, como as barreiras e cortinas verdes, nas escolas da freguesia de Campanhã, no Porto, pode trazer melhorias significativas no ambiente escolar, tornando-o mais saudável e agradável para as crianças. Estas intervenções não só reduzem o ruído e melhoram a qualidade do ar, como também promovem a biodiversidade e criam um ambiente educativo mais sustentável.

Conclusão

Torna-se evidente que as alterações climáticas pressupõem fenómenos extremos cada vez mais frequentes e intensos, pondo em causa o bem-estar das comunidades e populações dos variados territórios.

No que é respeitante às duas temáticas abordadas neste estudo é evidente que as ondas de calor e o ruído afetam as faixas etárias de diferente forma, assim, através dos resultados obtidos neste estudo destaca-se que a freguesia de Campanhã é particularmente afetada pela questão do ruído e das ondas de calor. A implementação das soluções apresentadas neste trabalho podem revelar-se como algo bastante benéfico e que permite mitigar os efeitos negativos da exposição elevada às ondas de calor e ao ruído.

Através do conhecimento obtido da área de estudo, pudemos verificar com a Escola Básica do Falcão que esta possui referências a soluções implementadas num contexto de requalificação e ampliação da escola, soluções estas que se relacionam com a implementação de coberturas verdes e painéis fotovoltaicos, usados para proporcionar conforto térmico e acústico, controlo de drenagem das águas pluviais (Câmara Municipal do Porto, 2023).

A implementação de medidas inovadoras, práticas, que resultam num bom funcionamento e que permitam mitigar os problemas do ruído e das ondas de calor na freguesia de Campanhã devem ser alvo de escolha por parte dos restantes ambientes de estudo de onde as crianças da freguesia passam a maior parte do seu tempo, uma vez que, permitem melhorar substancialmente a concentração e o desempenho das crianças e adolescentes para que estes possam ter o maior conforto e aproveitamento possível em ambientes de estudo.

Por fim é de reter que conceitos de vulnerabilidade, capacidade de atuar e resiliência, devem ser analisados num modelo integrado de estratégias de perceção e redução do risco, com a finalidade de haver uma forte prevenção e preparação face ao risco (Martins, B, & Nunes, A, 2021).

Soluções base vegetal	
Ruído	Calor
Influências	
Extensão pela configuração do sistema Características do substrato Densidade da vegetação	Capacidade de sombreamento do tipo de vegetação selecionado Evapotranspiração das plantas Presença de substrato
Consequências	
O substrato absorve 80% da energia recebida acima de 1 000 Hz	A sombra e a evotranspiração podem reduzir a temperatura do ar entre 1C° - 3C° (para obter resultados, a radiação solar deve ser, no mínimo, de 500W/m², por isso, funciona no nosso espaço)
Exemplos	
Se o tamanho dos substratos for entre 0,060-0,080 m, a redução de ruído é entre 5-10db Se o tamanho dos substratos for entre 0,0230-0,080 m, a redução de ruído é entre 2-3.9db	O clima do Porto permite uma redução de calor entre 1C°-3C° se o sistema de orientação e configuração for optimizado
Espécies vegetais adaptadas	
Bergénia Cassifolia - Espessura da camada 0.18m - Coeficiente de absorção a= 1.00 Um estudo da Ademe mostra que uma árvore adulta pode evaporar até 450 litros de água por dia, o equivalente a 5 aparelhos de ar condicionado a funcionar durante 20 horas Em 2018, a ONU salientou que uma árvore bem colocada pode reduzir as necessidades de ar condicionado em 30% e arrefecer o ar ambiente em 2 a 8°C	

Tabela de investigação conclusiva

Referencias Bibliográficas

Cedeño Laurent, José-Guillermo., Williams, Augusta., Oulhote, Youssef., Zanobetti, Antonella., Allen, Joseph. G., & Spengler, John. D. (2018). *Reduced cognitive function during a heat wave among residents of non-air-conditioned buildings : An observational study of young adults in the summer of 2016. PLOS Medicine*, *15*(7), Article e1002605. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002605

Croci, Edoardo, & Lucchitta, Benedetta (2019). *Nature-based solutions (nbss) for urban resilience. introduction. Economics and Policy of Energy and the Environment*, (2), 31–42. https://doi.org/10.3280/efe2018-002002

Defrance, Jérôme, Jean, Philippe, & Barrière, Nicolas (2018). *Les arbres et les forêts peuvent-ils contribuer à l'amélioration de l'environnement sonore ? Revue Forestière Française*, (2-3-4), 341. https://doi.org/10.4267/2042/70006

Dong, Jie, Schwartz, Yair, Korolija, Ivan, & Mumovic, Dejan (2023). *The impact of climate change on cognitive performance of children in English school stock : A simulation study. Building and Environment*, *243*, 110607. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110607

Fetting, Constanze (2020), *The european Green Deal, ESDN Report*, December 2020, ESDN Office, Vienna.

Gagliano, M., Mancuso, S., & Robert, D. (2012). *Towards understanding plant bioacoustics. Trends in Plant Science*, *17*(6), 323–325. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.03.002

Jafari, Mohammed. Javad, Khosrowabadi, Reza, Khodakarim, Soheila, & Mohammadian, Farough (2019). *The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns*. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *7*(17), 2924–2931. https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.742

Kabisch, Nadja, Frantzeskaki, Niki, & Hansen, Rieke (2022). *Principles for urban nature-based solutions. Ambio*, *51*(6), 1388–1401. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01685-w

Klatte, Maria, Bergström, Kirstin, & Lachmann, Thomas (2013). *Does noise affect learning ? A short review on noise effects on cognitive performance in children. Frontiers in Psychology*, *4*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00578

Lala, Betty, & Hagishima, Aya (2023). *Impact of escalating heat waves on students' well-being and overall health : A survey of primary school teachers. Climate*, *11*(6), 126. https://doi.org/10.3390/cli11060126

M.Saudreau, Pierre Kastendeuch, Jérôme J.Ngao, Georges Najjar, Thierry Ameglio, *Régulation du climat thermique urbain par les arbres : ombrages et température du couvert,*

CIAg : Ville à haute intensité écologique : place du végétal, Septembre 2015, Angers, France. pp.23-34. hal-02743096 https://hal.inrae.fr/hal-02743096

SANTOS, Jane Oliveira da Silva. *O (Des)conforto térmico na sala de aula: dificuldades de aprendizagem*. 2018. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação no Semiárido) - Unidade Delmiro Gouveia - Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018. http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3643

Söderlund, Göran (2007). *Noise improves cognitive performance in children with dysfunctional dopaminergic neurotransmission /* [Stockholm : Department of Psychology, Stockholm University]. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-7040

Söderlund, Göran, Sikström, Sverker, Loftesnes, Jan M., & Sonuga-Barke, Edmund J. (2010). *The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. Behavioral and Brain Functions*, *6*(1), 55. https://doi.org/10.1186/1744-9081-6-55

Stansfeld, Stephen, & Clark, Charlotte (2015). *Health effects of noise exposure in children. Current Environmental Health Reports*, *2*(2), 171–178. https://doi.org/10.1007/s40572-015-0044-1

Zhang, Xin, Chen, Xi, & Zhang, Xiaobo (2023). *Temperature and low-stakes cognitive performance. SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4372897

Oliveira e Silva, L. F. de. (2022). *Soluções baseadas na natureza: Análise espacial multicritério: O caso de Dublin* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Letras da Universidade do Porto. https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/147271/2/601165.pdf

Decreto-Lei n.º 9/2007

Sites de relevância

Center of the Developing Child (s.d). Extreme Heat Affects Early Childhood Development and Health. Havard University. Consultado a 3 de maio de 2024
https://developingchild.harvard.edu/heat-paper/

https://blogs.iadb.org/desarrollo-infantil/en/extreme-heat-and-its-impact-on-early-child-development-how-can-we-protect-young-children/

https://www.unicef.org/stories/heat-waves-impact-children

https://www.scientificamerican.com/article/heat-waves-affect-children-more-severely/

https://www.news-medical.net/news/20230815/Extreme-heat-can-worsen-cognitive-decline-among-vulnerable-groups.aspx

https://www.collegesidekick.com/study-docs/5451271

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122003689