

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS DE TADEU

MOOCA

ILHAS DE CALOR

Bruno Henrique Almeida Santos 825142649

Carlos Eduardo Santos Gimenes 825154398

Eduardo de Oliveira dos Reis Barbosa 825137370

Guilherme Garcia lenke 824222500

Gustavo Ferreira Cavalcante 82512399

Hugo Diniz 82515555

São Paulo SP

2025

Bruno Henrique Almeida Santos 825142649

Carlos Eduardo Santos Gimenes 825154398

Eduardo de Oliveira dos Reis Barbosa 825137370

Guilherme Garcia Ienke 824222500

Gustavo Ferreira Cavalcante 82512399

Hugo Diniz 82515555

ILHAS DE CALOR

Trabalho apresentado ao curso de Sistemas Computacionais e segurança da Universidade

São Judas de Tadeu

Orientador: Prof. Robson Calvetti

São Paulo

2025

RESUMO

O fenômeno das ilhas de calor urbanas (ICU) é agravado pela urbanização desordenada, com a substituição de áreas verdes por materiais impermeáveis, resultando em aumento da temperatura, desconforto térmico e impactos na saúde e no consumo energético. Para enfrentar esse desafio, o sistema CoolCity utiliza tecnologias como Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) para monitorar e mitigar, em tempo real, os efeitos do aquecimento urbano. Por meio de ações automatizadas, como irrigação inteligente e controle de estruturas verdes, busca-se promover cidades mais sustentáveis e adaptáveis às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Ilhas de calor urbanas; urbanização; sustentabilidade; IoT.

SUMÁRIO

RESUMO	3
SUMÁRIO	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1 Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes A Internet das Coisas (IoT)	6
2.2 Ilhas de Calor Urbanas As ilhas de calor urbanas (ICU)	6
2.3 Aplicações de IA e IoT na Gestão Urbana	7
3 METODOLOGIA.....	7
4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO	7
4.1 Sensores IoT Distribuídos	8
4.2 Drones Autônomos com Câmeras Térmicas	8
4.3 Plataforma de Inteligência Artificial	8
4.4 Atuadores Inteligentes	9
4.5 Interface para Gestores e Cidadãos	9
4.6 Resumo da Solução	9
5 CONCLUSÃO	11
REFERÊNCIAS	12

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno das ilhas de calor urbanas (ICU) representa um dos principais desafios ambientais enfrentados pelas cidades contemporâneas. Esse efeito ocorre quando áreas urbanizadas registram temperaturas significativamente mais elevadas do que as zonas rurais ao seu redor, resultado direto da substituição de áreas vegetadas por estruturas artificiais como concreto, asfalto e edifícios. A perda de superfícies permeáveis e a escassez de vegetação reduzem a evapotranspiração, ao mesmo tempo em que os materiais urbanos retêm e irradiam calor, agravando o desconforto térmico. Esse cenário é ainda mais crítico em regiões densamente povoadas, onde o uso intenso de ar-condicionado aumenta o consumo energético e contribui para a emissão de gases de efeito estufa. Como consequência, há impactos diretos na saúde pública, como o aumento de doenças respiratórias, cardiovasculares e episódios de exaustão térmica, especialmente entre populações vulneráveis.

Diante desse contexto, o sistema CoolCity surge como uma solução inovadora baseada em tecnologias emergentes como a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA). O objetivo central do sistema é monitorar variáveis climáticas em tempo real, identificar padrões de aquecimento urbano e implementar ações automatizadas para mitigar os efeitos das ICU. Entre essas ações estão o acionamento de sistemas de irrigação inteligentes, o controle de fachadas verdes e telhados vivos, além do redirecionamento de fluxos de ventilação urbana. A integração entre sensores ambientais, algoritmos preditivos e infraestrutura urbana conectada visa promover cidades mais resilientes, sustentáveis e preparadas para os efeitos das mudanças climáticas, tornando o ambiente urbano mais habitável e saudável para a população.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes A Internet das Coisas (IoT)

É uma tecnologia emergente que conecta dispositivos físicos à internet, permitindo a coleta, o compartilhamento e a análise de dados em tempo real. Essa conectividade promove a automação e a tomada de decisões mais eficazes em diversas áreas, como saúde, indústria e, especialmente, nas cidades inteligentes. No contexto urbano, a IoT permite o gerenciamento eficiente de serviços públicos, como transporte, iluminação, saneamento e segurança. Ao integrar sensores, atuadores e sistemas computacionais, a IoT contribui significativamente para a melhoria da qualidade de vida da população, otimizando recursos e promovendo um ambiente urbano mais sustentável, seguro e funcional. Nas cidades inteligentes, essa tecnologia possibilita ainda o desenvolvimento de soluções para desafios ambientais complexos, como o monitoramento e mitigação das ilhas de calor urbanas, por meio da coleta de dados climáticos e ambientais em tempo real, permitindo intervenções rápidas e assertivas.

2.2 Ilhas de Calor Urbanas As ilhas de calor urbanas (ICU)

Representam um fenômeno climático característico de regiões urbanizadas, nas quais as temperaturas são significativamente mais altas em comparação com as áreas rurais próximas. Esse fenômeno é causado, principalmente, pela substituição da vegetação por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, que absorvem e retêm calor. A ausência de cobertura vegetal reduz a evapotranspiração, processo natural que ajuda a resfriar o ambiente. Além disso, a concentração de edificações e o tráfego intenso contribuem para o aumento das temperaturas. As consequências das ICU são diversas e impactam diretamente a qualidade de vida da população: aumento no consumo de energia elétrica (especialmente com o uso de ar-condicionado), maior incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares, desconforto térmico e intensificação das mudanças climáticas locais. Compreender as causas e os efeitos das ICU é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e soluções tecnológicas que reduzam seu impacto e tornem as cidades mais resilientes.

2.3 Aplicações de IA e IoT na Gestão Urbana

A combinação entre Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) tem revolucionado a gestão urbana contemporânea. A IA permite o processamento e a análise de grandes volumes de dados gerados por sensores conectados à IoT, possibilitando a tomada de decisões baseada em evidências. No contexto das ilhas de calor urbanas, essa integração tecnológica torna possível o monitoramento contínuo de variáveis ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar e qualidade do ar. A IA é capaz de identificar padrões, prever eventos extremos, como ondas de calor, e sugerir ou executar automaticamente medidas de mitigação, como acionamento de sistemas de irrigação, nebulizadores e sombreamento. Dessa forma, a aplicação dessas tecnologias promove uma gestão urbana mais inteligente, proativa e eficiente, contribuindo para a criação de cidades mais sustentáveis e preparadas para os desafios das mudanças climáticas.

3 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem aplicada, exploratória e experimental. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o fenômeno das ilhas de calor urbanas, seus impactos e as tecnologias emergentes, com foco na IoT e IA. Em seguida, foi feita uma análise comparativa de soluções tecnológicas existentes aplicadas em cidades inteligentes para o enfrentamento de problemas ambientais semelhantes. Após essa análise, foram definidos os requisitos técnicos necessários para a estruturação do sistema CoolCity. A etapa seguinte consistiu na modelagem da arquitetura do sistema, detalhando suas camadas funcionais e interações. Com base nessa arquitetura, desenvolveu-se uma proposta de integração entre sensores IoT, drones autônomos, plataforma de IA e atuadores inteligentes. Por fim, foi elaborado um estudo de caso simulado, representando a aplicação do sistema em um bairro urbano com características típicas de alta densidade populacional e escassez de cobertura vegetal, para demonstrar a viabilidade e a eficácia da solução proposta.

4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A proposta do sistema CoolCity baseia-se em um modelo de cidade inteligente que utiliza tecnologias emergentes para enfrentar o problema das ilhas de calor urbanas de maneira sistêmica, integrada e eficiente. A estrutura do sistema é composta por seis componentes principais que trabalham de forma coordenada para monitorar, prever e mitigar os efeitos do calor excessivo nas áreas urbanas. O objetivo é transformar o espaço urbano em um ambiente mais inteligente, sustentável, resiliente e agradável para todos os cidadãos.

4.1 Sensores IoT Distribuídos

A primeira camada do sistema consiste na instalação de sensores ambientais baseados em tecnologia IoT, estrategicamente distribuídos em regiões-chave da cidade. Esses sensores realizam medições contínuas de variáveis ambientais relevantes, como temperatura do ar e do solo, umidade relativa, radiação solar e qualidade do ar, incluindo níveis de dióxido de carbono (CO_2), material particulado (MP), dióxido de nitrogênio (NO_2), entre outros. Os dados são transmitidos em tempo real para um sistema central de monitoramento e análise, que permite a identificação de padrões e a tomada de decisões baseadas em dados concretos. Essa camada é essencial para a construção de um diagnóstico preciso e dinâmico da situação térmica urbana.

4.2 Drones Autônomos com Câmeras Térmicas

Como complemento à rede de sensores fixos, o sistema CoolCity incorpora drones autônomos equipados com câmeras térmicas e sensores ambientais. Esses drones realizam voos programados sobre áreas urbanas para mapear extensivamente o território, identificando pontos críticos de calor, regiões com baixa cobertura vegetal e locais com concentração elevada de poluentes. A análise aérea oferece uma visão abrangente da dinâmica térmica da cidade, inclusive em locais de difícil acesso. Os dados capturados pelos drones são integrados ao sistema central, ampliando a capacidade de diagnóstico e permitindo intervenções mais direcionadas.

4.3 Plataforma de Inteligência Artificial

A plataforma central do sistema CoolCity é baseada em Inteligência Artificial, sendo responsável por processar e interpretar os dados provenientes dos sensores e dos drones. Essa IA é treinada para identificar padrões ambientais, prever situações de risco, como ondas de calor, e acionar automaticamente protocolos de resposta. Além disso, permite a personalização de ações de mitigação conforme as necessidades de cada região da cidade, otimizando os recursos disponíveis. A plataforma também pode fornecer relatórios analíticos para os gestores públicos e gerar alertas preventivos à população.

4.4 Atuadores Inteligentes

A quarta camada do sistema é composta por atuadores inteligentes, dispositivos distribuídos em áreas críticas da cidade que são acionados automaticamente pela plataforma de IA. Esses atuadores executam medidas de mitigação, como ativação de nebulizadores urbanos, estruturas retráteis de sombreamento em locais públicos (praças, paradas de ônibus, vias com grande fluxo), irrigação automatizada da vegetação urbana e sistemas de alerta em tempo real, como painéis informativos e notificações em aplicativos móveis. Essa camada garante uma resposta rápida e eficaz aos efeitos das ilhas de calor, promovendo maior conforto térmico e segurança para a população.

4.5 Interface para Gestores e Cidadãos

A solução também contempla o desenvolvimento de uma interface digital acessível via aplicativo móvel e painel online, destinada a gestores públicos e cidadãos. Para os gestores, a plataforma oferece visualização em tempo real dos dados ambientais, mapas térmicos, recomendações automatizadas e a possibilidade de ajustar os protocolos definidos pela IA. Para os cidadãos, o aplicativo fornece informações sobre o conforto térmico em suas regiões, alertas sobre eventos climáticos extremos, sugestões de rotas com menor exposição ao calor e canais para participação social. Essa interface promove transparência, engajamento cívico e corresponsabilidade na gestão ambiental urbana.

4.6 Resumo da Solução

Em resumo, o sistema CoolCity representa uma proposta inovadora, modular e escalável para o enfrentamento das ilhas de calor urbanas. Ao integrar sensores IoT, drones autônomos, Inteligência Artificial, atuadores inteligentes e interfaces digitais, a solução proporciona uma abordagem coordenada e eficiente para a gestão ambiental das cidades. Sua estrutura flexível permite adaptação a diferentes contextos urbanos, promovendo maior resiliência climática, bem-estar da população e sustentabilidade a longo prazo.

5 CONCLUSÃO

O enfrentamento das ilhas de calor urbanas constitui um dos grandes desafios das cidades contemporâneas frente às mudanças climáticas e à intensificação do processo de urbanização. A proposta do sistema CoolCity representa uma alternativa tecnológica, inovadora e sustentável para mitigar esse fenômeno, integrando ferramentas como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), sensores ambientais, drones autônomos, plataformas digitais e atuadores inteligentes.

Ao permitir o monitoramento contínuo de variáveis climáticas, a análise preditiva de riscos e a tomada de decisões automatizadas e orientadas por dados, o CoolCity oferece não apenas uma solução técnica, mas também uma nova perspectiva sobre a gestão urbana, mais inteligente, proativa e participativa. A inclusão de cidadãos no processo, por meio de interfaces acessíveis e informativas, fortalece o senso de corresponsabilidade e amplia a eficiência das ações implementadas.

Os estudos de caso demonstram que intervenções baseadas em infraestrutura verde, materiais permeáveis, arborização e tecnologia resultam em reduções significativas de temperatura, melhoria na qualidade do ar e aumento no conforto térmico. Além disso, experiências internacionais, como os corredores verdes de Medellín, comprovam a viabilidade de integrar planejamento urbano, sustentabilidade e justiça climática.

Em suma, o CoolCity não é apenas um projeto tecnológico, mas um modelo replicável de cidade inteligente voltado ao bem-estar coletivo. Sua aplicação em ambientes urbanos pode contribuir de forma decisiva para tornar as cidades mais resilientes, inclusivas e preparadas para os desafios do século XXI. Investir em soluções como essa é investir em um futuro urbano mais equilibrado entre inovação, meio ambiente e qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

1. ILHA de calor. Toda Matéria, 2024. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ilha-de-calor/>. Acesso em: 12 jun. 2025.
2. ILHAS de calor. Mundo Educação, UOL Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/ilhas-calor.htm>. Acesso em: 12 jun. 2025.
3. IBERDROLA. Ilhas de calor: por que as cidades estão ficando mais quentes? Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/ilha-de-calor>. Acesso em: 12 jun. 2025.