AS FAZENDAS UNIVERSITÁRIAS EXPERIMENTAIS COMO INFRAESTRUTURAS DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA NO BRASIL

UNIVERSITY EXPERIMENTAL FARMS AS CLIMATE RESILIENCE INFRASTRUCTURE IN BRAZIL

Caio Frederico e Silva[1]; Elaine Saraiva Calderari[2]; Lucídio Avelino Filho[3] ; Potira Hermuche[4]; Carolina Pescatori[5] ; Valmor Cerqueira Pazos[6]

[1]Doutor | caiosilva@unb.br | UnB | Brasília, Brasil | [2]Doutora | elaine.ufu@ufu.br | UFU | Uberlândia, Brasil; [3]Mestre | lucidio.arquitetura@gmail.com | PPGFAU-UnB | [4]Doutora | pescatori@unb.br | UnB | [5]Doutora | potira@unb.br | PPGEA-UnB | [6]Mestre | pazos@unb.br | UnB | Brasília, Brasil

Resumo:
As fazendas experimentais vinculadas a Universidades e Institutos Federais, tradicionalmente voltadas às atividades acadêmicas nas áreas das ciências agrárias e ambientais, passam a assumir novas funções ao serem inseridas no contexto urbano. Nessas condições, destacam-se como infraestruturas verdes capazes de contribuir para a resiliência climática urbana. Este artigo avalia o desempenho ambiental dessas áreas em Brasília e Uberlândia (Brasil), considerando sua contribuição para a mitigação do calor extremo via conservação vegetal e oferta de serviços ecossistêmicos. Com imagens do satélite *Landsat* 9 e técnicas de sensoriamento remoto, investigou-se a relação entre o NDVI e a temperatura de superfície observada nessas áreas em comparação aos entornos urbanos no verão. As fazendas atuam como reguladoras microclimáticas, com temperaturas entre 26,2 °C e 41,1 °C, contrastando com os contextos urbanos, onde a menor cobertura vegetal se associa a temperaturas mais elevadas (28,6 °C a 44,7 °C). Conclui-se que representam infraestruturas verdes estratégicas no enfrentamento dos desafios climáticos urbanos contemporâneos.

Palavras-chave:
Fazendas Experimentais; Sensoriamento Remoto; Áreas Verdes; Mudanças Climáticas; Adaptação Climática.

Abstract:
Experimental farms linked to Universities and Federal Institutes, traditionally focused on academic activities in the fields of agricultural and environmental sciences, have begun to take on new roles when integrated into urban contexts. In such settings, they stand out as green infrastructures capable of contributing to urban climate resilience. This article assesses the environmental performance of these areas in Brasília and Uberlândia (Brazil), considering their contribution to mitigating extreme heat through vegetation conservation and the provision of ecosystem services. Using imagery from the Landsat 9 satellite and remote sensing techniques, the study investigated the relationship between the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface temperature in these institutional green areas compared to surrounding urban environments during the summer. The experimental farms act as microclimatic regulators, with temperatures ranging from 26.2 °C to 41.1 °C, in contrast to urban areas, where reduced vegetation cover is associated with higher temperatures (28.6 °C to 44.7 °C). It is concluded that these farms represent strategic green infrastructures in addressing urban climate challenges.

Keywords:

Experimental Farms; Remote Sensing; Green Areas; Climate Change; Climate Adaptation.

1. INTRODUÇÃO

As fazendas universitárias experimentais podem funcionar como oásis térmicos no contexto periurbano. Vinculadas a universidades e institutos federais no Brasil, esses equipamentos constituem espaços estratégicos de ensino, pesquisa e extensão. Tradicionalmente associadas às ciências agrárias e ambientais, essas áreas vêm adquirindo novas funções em meio aos desafios contemporâneos das cidades, tornando-se também importantes infraestruturas verdes. Ao oferecerem suporte a práticas pedagógicas, produção científica e transferência de tecnologias sociais, elas se consolidam como laboratórios a céu aberto para a formação crítica e aplicada de estudantes, além de polos de inovação e sustentabilidade territorial.

O papel dessas unidades extrapola o campus acadêmico, articulando-se com políticas públicas de desenvolvimento rural, inclusão produtiva, segurança alimentar, conservação do meio ambiente e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, suas características físicas — grandes extensões contínuas de terra, áreas preservadas de vegetação nativa, infraestrutura produtiva instalada — as tornam atrativas para captação de recursos e parcerias institucionais, incluindo editais de fomento, convênios com entes governamentais e apoio de organizações da sociedade civil.

O fortalecimento das fazendas universitárias está diretamente alinhado ao cumprimento de metas institucionais relacionadas à qualidade do ensino, à interiorização do conhecimento, à sustentabilidade ambiental e à promoção da justiça social. Esses espaços assumem também papel de infraestrutura verde essencial para o ordenamento territorial e a integração entre universidade e sociedade. Elas estão totalmente alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, essas fazendas contribuem especialmente para alguns dos ODS como por exemplo: Educação de qualidade (ODS 4); Inovação e infraestrutura (ODS 9), Cidades sustentáveis (ODS 11), Ação climática (ODS 13) e Vida terrestre (ODS 15).

Ao aprofundar a análise da função ambiental e de resiliência térmica dessas áreas, pretende-se compreender como oásis térmicos em meio à expansão metropolitana. Em um cenário marcado pela expansão das ilhas de calor e escassez de vegetação contínua, essas fazendas podem contribuir significativamente para a regulação microclimática, conservação da biodiversidade e oferta de serviços ecossistêmicos fundamentais à qualidade de vida urbana. Por sim, ao reconhecê-las como elementos estruturantes da paisagem e do planejamento territorial universitário, destaca-se seu papel na construção de cidades mais resilientes, ambientalmente equilibradas e integradas às agendas climáticas globais.

Neste contexto, este artigo parte da análise comparativa de duas experiências: a Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB) e a Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Os estudos de caso apresentados neste trabalho pretendem evidenciar a importância das fazendas universitárias como espaços vivos na promoção da sustentabilidade ambiental. Mais do que áreas de uso agrícola, essas fazendas se configuram como grandes equipamentos públicos de inovação, capazes de integrar ensino, pesquisa e extensão com impacto direto na sociedade, nas políticas públicas e no setor produtivo. Pela sua escala, as fazendas representam áreas de resiliência climática para as cidades onde estão instaladas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As fazendas experimentais têm sido amplamente reconhecidas na literatura acadêmica como instrumentos fundamentais para a consolidação do tripé universitário — ensino, pesquisa e extensão. Autores como Matos et al. (2018) e Silva et al. (2020) destacam essas estruturas como ambientes pedagógicos aplicados, que favorecem a aprendizagem ativa, o desenvolvimento de competências técnicas e científicas, e a inserção dos estudantes em realidades produtivas e socioambientais diversas.

Além de seu papel acadêmico, as fazendas experimentais têm sido cada vez mais valorizadas como infraestruturas verdes no contexto urbano e periurbano. No Brasil, pesquisadores como Romero

(2022) e Pellegrino et al. (2017) contribuem significativamente para o aprofundamento conceitual sobre o tema. Romero propõe uma abordagem que integra arquitetura e planejamento urbano com base nas condições climáticas locais, orientando o desenho de espaços confortáveis, sustentáveis e resilientes. A autora enfatiza a importância de variáveis como ventilação natural, sombreamento e vegetação nativa para mitigar ilhas de calor, promover conforto térmico e adaptar as cidades às mudanças climáticas.

Complementarmente, Pellegrino et al. (2017) abordam a infraestrutura verde como uma rede estratégica de espaços naturais e seminaturais, articulada ao tecido urbano e capaz de fornecer serviços ecossistêmicos múltiplos, como conservação da biodiversidade, regulação hídrica, moderação térmica e promoção do bem-estar social. Para os autores, a inclusão dessas estruturas nos instrumentos de gestão territorial oferece alternativas mais integradas e eficazes às soluções tradicionais de infraestrutura urbana.

No campo do sensoriamento remoto e da climatologia urbana, estudos como os de Huete et al. (2002), Gorelick et al. (2017) e Ponzoni et al. (2015) reforçam a função estratégica dessas áreas na regulação térmica, no sequestro de carbono e na conservação de nascentes e da cobertura vegetal. Em regiões densamente urbanizadas, tais espaços atuam como oásis térmicos, contribuindo para a qualidade ambiental, a mitigação de extremos climáticos e a proteção de recursos naturais essenciais.

Esse entendimento é incorporado também em iniciativas institucionais. Em 2020, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) lançou o Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde, com o objetivo de apoiar gestores públicos na identificação e priorização de áreas urbanas para implementação de soluções baseadas na natureza. O documento propõe uma metodologia escalonada — regional, local e pontual — com indicadores ambientais que orientam o planejamento urbano sustentável, destacando os serviços ambientais e os benefícios sociais da infraestrutura verde. A publicação reforça sua integração aos instrumentos de gestão urbana e às políticas públicas de adaptação climática.

Neste contexto, as soluções baseadas na natureza (SbN) têm ganhado destaque como estratégias integradas que abordam simultaneamente os desafios ambientais, sociais e econômicos enfrentados por cidades e instituições. Diferentemente das infraestruturas convencionais, as SbN promovem a regeneração dos ecossistemas ao mesmo tempo em que oferecem benefícios diretos às populações humanas, como o aumento da resiliência climática, a redução de riscos hidrológicos e a melhoria da saúde urbana. Estudos recentes destacam que essas abordagens, ao incorporarem processos ecológicos no planejamento e na gestão territorial, contribuem de forma significativa para a mitigação das mudanças climáticas e para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável — especialmente em áreas urbanas e periurbanas, onde frequentemente se localizam fazendas experimentais (Kabisch et al., 2017; Frantzeskaki, 2021; Raymond et al., 2017).

Adicionalmente, pesquisas têm enfatizado a relevância das SbN no contexto das instituições de ensino superior, uma vez que integram práticas pedagógicas inovadoras a ações voltadas à sustentabilidade territorial. A implementação de corredores ecológicos, sistemas agroflorestais, wetlands construídos e hortas urbanas em fazendas universitárias exemplifica o potencial dessas soluções para promover a biodiversidade, reforçar a segurança alimentar e criar ambientes imersivos de aprendizagem. Tais experiências demonstram que as SbN podem atuar como catalisadoras da inovação e do engajamento comunitário, reforçando o papel das universidades como agentes de transformação (Oral, 2022; Pinto et al., 2022; Pineda-Martos et al., 2022).

A revisão evidencia, portanto, que o planejamento das fazendas universitárias por meio de planos diretores bem estruturados é essencial para alinhar vocações locais, compromissos institucionais e agendas globais de desenvolvimento. Além de espaços de ensino e pesquisa, essas unidades vêm se consolidando como plataformas de captação de recursos institucionais, especialmente quando associadas a programas interinstitucionais, redes de pesquisa aplicada e parcerias com setores públicos e privados (Universidade Federal de Uberlândia, 2023; UFSCar, 2019). Essa

multifuncionalidade fortalece sua posição como equipamentos estratégicos para a inovação, o impacto social e a sustentabilidade financeira das instituições de ensino superior.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados envolveram a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para analisar as disparidades entre as áreas das fazendas experimentais e os setores urbanizados das cidades nas quais estão inseridas. A investigação foi conduzida em três etapas: (1) descrição do contexto climático das áreas selecionadas, com base em dados meteorológicos locais; (2) caracterização de dois recortes urbanos — Fazenda Água Limpa, em Brasília e a Fazenda do Glória, em Uberlândia — por meio de mapas elaborados a partir de bases cartográficas disponibilizadas; e (3) cálculo de índices espectrais, com ênfase no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e na Temperatura de Superfície (LST), a partir de imagens do satélite *Landsat* 9.

3.1. SENSORIAMENTO REMOTO

Este estudo emprega técnicas de sensoriamento remoto para investigar a relação entre infraestruturas verdes e o clima local em áreas experimentais. A partir de dados multiespectrais e termais, foram calculados o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura de Superfície da Terra (LST), permitindo a análise da cobertura vegetal e da distribuição térmica em escala local. Utilizaram-se imagens do satélite *Landsat* 9, lançado em 2021, que fornece resolução espacial de 30 metros nas bandas ópticas e termais.

As imagens orbitais foram selecionadas com base em dois critérios principais: representar um período do ano com vegetação sadia e apresentar a menor cobertura de nuvens possível. Para Brasília, utilizou-se a imagem de 30 de abril de 2024, com apenas 0,36 % de cobertura de nuvens. Para Uberlândia, foi empregada a imagem de 26 de fevereiro de 2024, com 7 % de cobertura. Essas condições favoreceram a minimização de interferências atmosféricas e aumentaram a confiabilidade dos dados espectrais.

Todo o processamento foi realizado na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), que oferece recursos de computação em nuvem, acesso ao acervo *Landsat* e ferramentas de análise geoespacial. Os scripts foram desenvolvidos em *JavaScript*, com automação das etapas de pré-processamento, cálculo de índices espectrais e exportação dos resultados (GORELICK et al., 2017).

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Área Construída por Diferença Normalizada (NDBI)

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é amplamente utilizado como indicador da presença, densidade e vigor da vegetação, sendo particularmente relevante em análises ambientais e urbanas. Em áreas com uso misto do solo, como nas fazendas experimentais, esse índice permite avaliar a cobertura vegetal e seu papel na modulação microclimática. Neste estudo, o NDVI foi calculado com base nas reflectâncias das bandas do infravermelho próximo (Banda 5) e do vermelho (Banda 4) do satélite Landsat 9, conforme expressa a Equação 1.

Equação 1:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde:

NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;
NIR = Reflectância da banda do infravermelho próximo;
RED = Reflectância da banda do vermelho (m/s).

Um dos principais desafios em ambientes heterogêneos é a resolução espacial de 30 metros do sensor, que pode resultar em pixels mistos contendo diferentes alvos espectrais, como vegetação, solo exposto, edificações e corpos d'água (PONZONI et al., 2015). Essa heterogeneidade compromete a precisão na identificação de alvos em pequena escala, especialmente em zonas com alta densidade de infraestrutura. Para aprimorar a distinção entre superfícies vegetadas e áreas urbanizadas, utilizou-se o NDBI (N*ormalized Difference Built-up Index*), conforme proposto por Zha et al. (2003). Esse índice foi calculado a partir das bandas do infravermelho de ondas curtas (SWIR – Banda 6) e do infravermelho próximo (NIR – Banda 5), segundo a Equação 2.

Equação 2:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Onde:

NDBI: Índice de Áreas Urbanizadas por Diferença Normalizada;
SWIR: Reflectância da banda do infravermelho de ondas curtas;
NIR: Reflectância da banda do infravermelho próximo.

O NDBI é eficaz na detecção de áreas construídas, uma vez que superfícies urbanas tendem a refletir mais no SWIR do que no NIR. Neste estudo, a combinação entre NDVI e NDBI possibilitou a implementação de uma classificação temática integrada, segmentando os dados em sete classes distintas: água, áreas construídas densas, áreas construídas esparsas ou solo exposto, e diferentes níveis de cobertura vegetal, variando de rala a muito densa.

A lógica da classificação seguiu a seguinte estrutura: áreas com máscara de água foram identificadas por meio da banda de qualidade QA_PIXEL (bit 7), sendo atribuídas à Classe 1. Em seguida, pixels com NDVI < 0.1 ou com NDBI superior ao NDVI foram classificados como áreas construídas (Classe 2). As demais classes foram definidas por faixas progressivas de NDVI, de acordo com referências consolidadas na literatura científica (HUETE et al., 2002; ZHA et al., 2003; XU, 2008; SOBRINO et al., 2008). Essa abordagem permitiu não apenas a discriminação espacial da vegetação, mas também a identificação das áreas urbanizadas e corpos hídricos, sendo representada por uma paleta cromática específica no mapa temático gerado (Tabela 1).

Classe	Intervalo NDVI	Descrição
1	-	Água
2	< 0.10	Construções Densas / Sem Vegetação
3	0.10 – 0.19	Construções Esparsas / Solo Exposto
4	0.20 – 0.29	Vegetação rala
5	0.30 – 0.39	Vegetação moderada
6	0.40 – 0.49	Vegetação densa
7	≥ 0.50	Vegetação muito densa

Tabela 1: Classificação do NDVI.
Fonte: os autores (2025).

Temperatura de Superfície da Terra (LST)

A estimativa da LST foi realizada com base nas imagens do satélite *Landsat* 9, especificamente na banda termal ST_B10 do sensor TIRS-2. Embora essa banda tenha resolução original de 100 metros, foi reamostrada para 30 metros a fim de manter compatibilidade espacial com os demais dados espectrais. O cálculo térmico adotou o algoritmo de código aberto proposto por Ermida et al. (2020), baseado no método *Statistical Mono-Window* (SMW), que modela a emissividade da superfície em função do NDVI e utiliza a temperatura de brilho derivada da radiância para estimar a temperatura da superfície.

A LST foi representada em classes de 1 °C, com intervalo de 27 °C a 44 °C, utilizando uma paleta contínua do verde ao vermelho, passando por tons de amarelo e laranja. Essa representação facilita a visualização dos gradientes térmicos nos territórios analisados.

3.2. OBJETOS DE ESTUDO

As fazendas experimentais analisadas neste estudo correspondem a duas unidades universitárias de ensino, pesquisa e extensão voltadas às ciências agrárias e ambientais.

A Fazenda Água Limpa (FAL), vinculada à Universidade de Brasília (UnB), localiza-se na Região Administrativa do Park Way, no Distrito Federal, e abrange uma área total de aproximadamente 4.500 hectares, dos quais cerca de 2.340 hectares são destinados à conservação ambiental. Suas atividades compreendem experimentação agropecuária, produção vegetal, zootecnia, agroecologia e ações educativas voltadas à sustentabilidade (UnB, 2022; MATOS et al., 2018). Para fins comparativos, a Região Administrativa da SCIA foi selecionada como área urbana de referência no contexto do DF, por representar uma configuração urbana contrastante à da FAL. Essas áreas são representadas na Figura 1, à esquerda.

A Fazenda do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), está localizada na zona rural de Uberlândia, Minas Gerais, às margens do km 78 da Rodovia BR-050, com uma área aproximada de 410 hectares. A unidade abriga setores voltados à cafeicultura, bovinocultura de leite, aquicultura, forragicultura e irrigação, desempenhando papel estratégico no apoio à formação acadêmica e à extensão universitária nas ciências agrárias (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 2023a; 2023b). Como área urbana de referência em Uberlândia, foi selecionado o bairro Centro, por sua centralidade e representatividade das características de adensamento urbano da cidade. Figura 1, à direita.

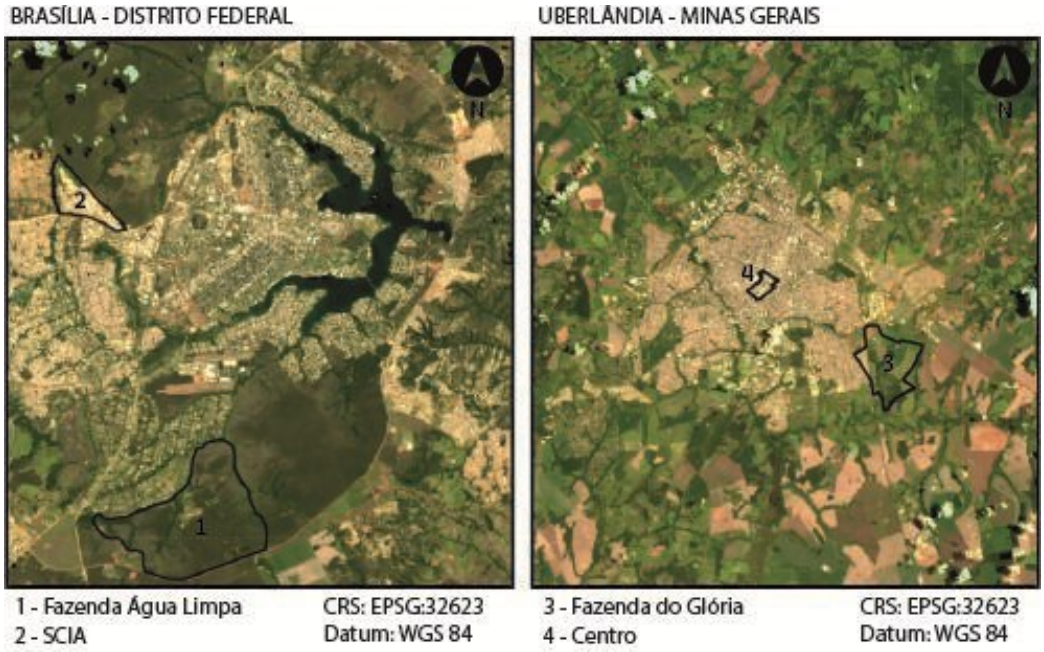


Figura 1: Localização das Fazendas Experimentais e áreas de referência analisadas.
Nota: FAL/SCIA em Brasília – DF a esquerda e Fazenda do Glória/Centro em Uberlândia – MG à direita.
Fonte: os autores (2025).

3.3. CONTEXTO CLIMÁTICO DAS ÁREAS EM ESTUDO

No contexto do bioma Cerrado, distintas regiões podem apresentar variações climáticas relevantes, mesmo sob a mesma classificação segundo Köppen. Brasília e Uberlândia, ambas caracterizadas como clima tropical com estação seca (Aw), exemplificam essas nuances. A seguir, apresentam-se os principais indicadores climáticos dessas cidades, onde estão as áreas de estudo, evidenciando

diferenças em padrões de temperatura e umidade relativa do ar, que são determinantes para estudos ambientais, planejamento territorial e arquitetura bioclimática.

Brasília apresenta clima tropical de altitude com estação seca, classificado como Aw segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). A temperatura máxima média varia de 25,5 °C no mês de junho a 29,5 °C em setembro. As temperaturas mínimas médias oscilam entre 14,7 °C em julho e 19,3 °C em outubro. A umidade relativa do ar acompanha a sazonalidade climática, atingindo seu valor mais baixo em agosto, com 42%, e o mais elevado em março, com 78% (CLIMATE-DATA.ORG, 2025).

Uberlândia apresenta clima tropical com estação seca, igualmente classificado como Aw (ALVARES et al., 2013). A temperatura máxima média alcança 29,9 °C em setembro e reduz-se para 25,5 °C em junho. As temperaturas mínimas médias variam de 14,6 °C em julho a 19,9 °C em outubro. A umidade relativa do ar apresenta comportamento semelhante ao observado em Brasília, com o menor índice registrado em agosto, de 45%, e o maior em março, de 79% (CLIMATE-DATA.ORG, 2025).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

A abordagem utilizada neste estudo segue a estratégia já adotada em estudos anteriores, como o de Zhou et al. (2011), que utilizam estatísticas descritivas para caracterizar os contrastes térmicos e de vegetação entre áreas urbanizadas e não urbanizadas. A comparação permitiu avaliar os contrastes entre ambientes verdes e urbanos em Brasília e Uberlândia.

No contexto urbano de Brasília, vê-se que a Fazenda Experimental Água Limpa, representada à esquerda na Figura 3, apresentou valores de NDVI entre -0,06 e 0,51, com média de 0,30. A análise mostra que a vegetação rala e moderada predomina em grande parte da área, enquanto faixas de vegetação mais densa se concentram próximas aos cursos d'água. São poucos os trechos onde se observa vegetação muito densa ou sinais de construções esparsas e solo exposto.

Na região do SCIA, os valores de NDVI variaram entre -0,38 e 0,89, com uma média de 0,24. Embora essa média se aproxime da observada na fazenda, o padrão espacial é bastante diferente. O cenário é marcado por áreas com construções densas, pouca vegetação e presença de solo exposto. Pontos isolados com vegetação densa e muito densa elevam a média geral, mas não alteram significativamente o caráter predominantemente urbano da paisagem.

No contexto urbano de Uberlândia, a análise da Fazenda Experimental do Glória, localizada à direita na Figura 3, indica valores de NDVI entre 0,06 e 0,49, com média de 0,30. A cobertura vegetal predominante é composta por áreas de vegetação rala e moderada, enquanto manchas de vegetação mais densa aparecem em regiões afastadas das zonas urbanizadas.

No núcleo central da cidade, os valores de NDVI variam entre 0,00 e 0,37, com uma média de apenas 0,09. O cenário é marcado pela forte presença de construções densas e baixa cobertura vegetal. Núcleos esparsos de vegetação ainda existem, mas surgem de forma isolada e discreta, o que reforça o caráter intensamente urbanizado da área central (Tabela 2 e Figura 2).

Local	Tipo da Área	NDVI Mínimo	NDVI Máximo	NDVI Médio	Características Dominantes
Fazenda Água Limpa - UnB	Rural	-0,06	0,51	0,30	Vegetação rala/moderada; densa perto de cursos d'água
SCIA-Brasília	Urbana	-0,38	0,89	0,24	Construções densas, solo exposto, pouco verde
Fazenda Glória - UFU	Rural	0,06	0,49	0,30	Vegetação rala/moderada; densa nas bordas urbanas
Centro de Uberlândia	Urbana	0,00	0,37	0,09	Alta urbanização, vegetação muito esparsa

Tabela 2: Classificação do NDVI das Fazendas em comparação com o entorno urbanizado.
Fonte: os autores (2025).

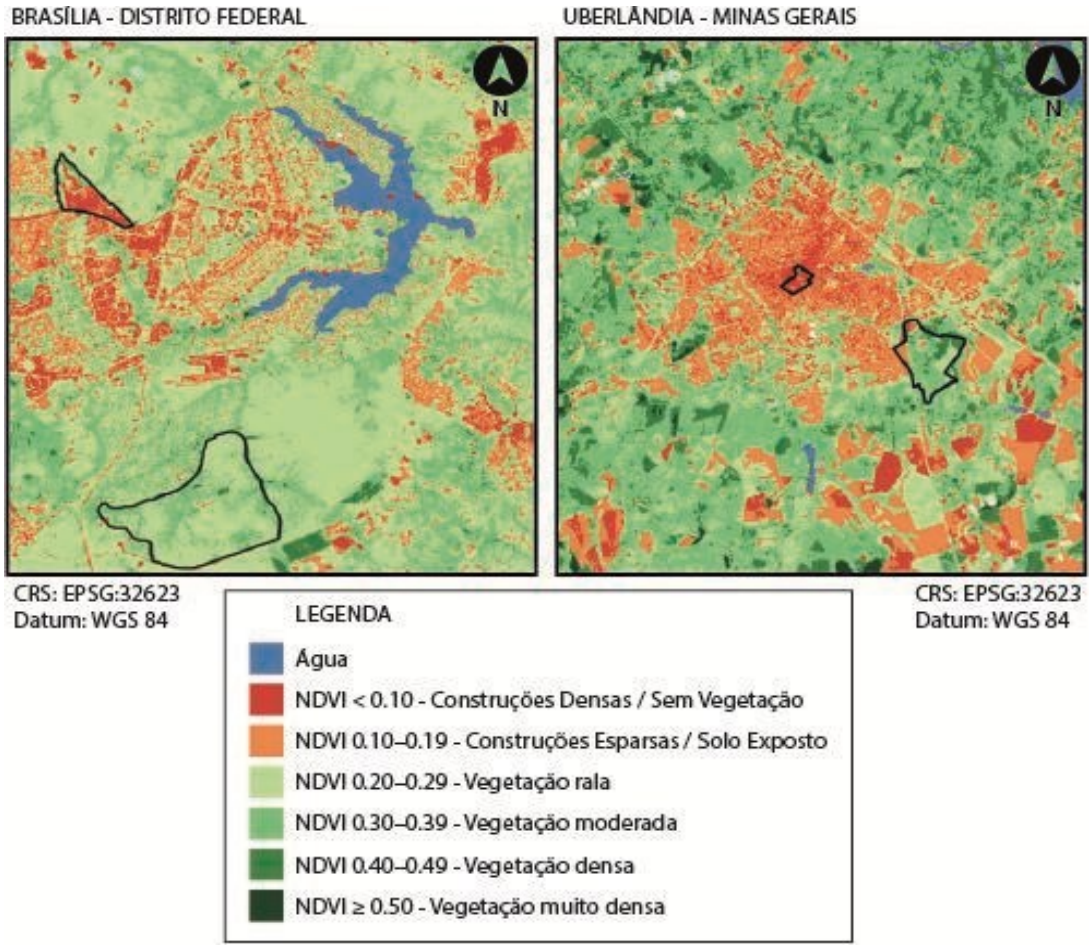


Figura 3: NDVI das Fazendas Experimentais analisadas.
Nota: FAL/SCIA em Brasília – DF a esquerda e Fazenda do Glória/Centro em Uberlândia – MG à direita.
Fonte: os autores (2025).

4.2. ANÁLISE DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

A Fazenda Experimental Água Limpa, representada à esquerda na Figura 4, apresentou valores de LST entre 26,21 °C e 36,25 °C, com média de 29,91 °C. A maior parte da área apresenta temperaturas moderadas, com trechos mais amenos associados à vegetação densa. As temperaturas mais elevadas ocorrem pontualmente em regiões com menor cobertura vegetal, mas ainda dentro de um intervalo característico de áreas predominantemente verdes.

No SCIA, a LST variou de 28,57 °C a 44,66 °C, com média de 36,19 °C. A imagem revela uma paisagem mais aquecida, com ampla presença de temperaturas elevadas relacionadas à intensa urbanização e à escassa cobertura vegetal. A comparação entre as duas regiões evidencia diferenças significativas: a SCIA registrou temperatura máxima 8,41 °C superior à da fazenda, média 6,28 °C mais alta e mínima 2,36 °C acima do valor mais baixo observado na área verde.

A Fazenda do Glória, representada à direita na Figura 4, apresentou LST entre 29,67 °C e 41,08 °C, com média de 34,59 °C. A distribuição térmica reflete um padrão relativamente moderado, sobretudo nas áreas vegetadas mais afastadas, embora existam porções com aquecimento mais acentuado. Esse comportamento indica a influência da vegetação e da baixa densidade construtiva no controle das temperaturas superficiais.

No centro urbano, os valores oscilaram entre 37,52 °C e 42,70 °C, com média de 40,52 °C. A imagem revela um cenário de forte concentração de calor, característico de áreas densamente construídas, com presença limitada de vegetação e alta retenção térmica. Em comparação com a

fazenda, o centro apresentou temperatura máxima 1,62 °C superior, média 5,93 °C mais alta e mínima 7,85 °C acima, indicando não apenas maior intensidade térmica, mas também menor capacidade de resfriamento nas áreas centrais (Figura 3 e Tabela 3).

Local	Tipo da Área	LST Mínima (°C)	LST Máxima (°C)	LST Média (°C)	Características Térmicas
Fazenda Água Limpa - UnB	Rural	26,21	36,25	29,91	Temperaturas moderadas; trechos mais frios em áreas com vegetação densa
SCIA-Brasília	Urbana	28,57	44,66	36,19	Elevadas temperaturas; urbanização intensa e baixa cobertura vegetal
Fazenda Glória - UFU	Rural	29,67	41,08	34,59	Temperaturas moderadas; variação associada à vegetação e baixa densidade construtiva
Centro de Uberlândia	Urbana	37,52	42,70	40,52	Alta retenção térmica; construções densas e vegetação escassa

Tabela 3: Classificação das TSL das Fazendas em comparação com o entorno urbanizado.
Fonte: os autores (2025).

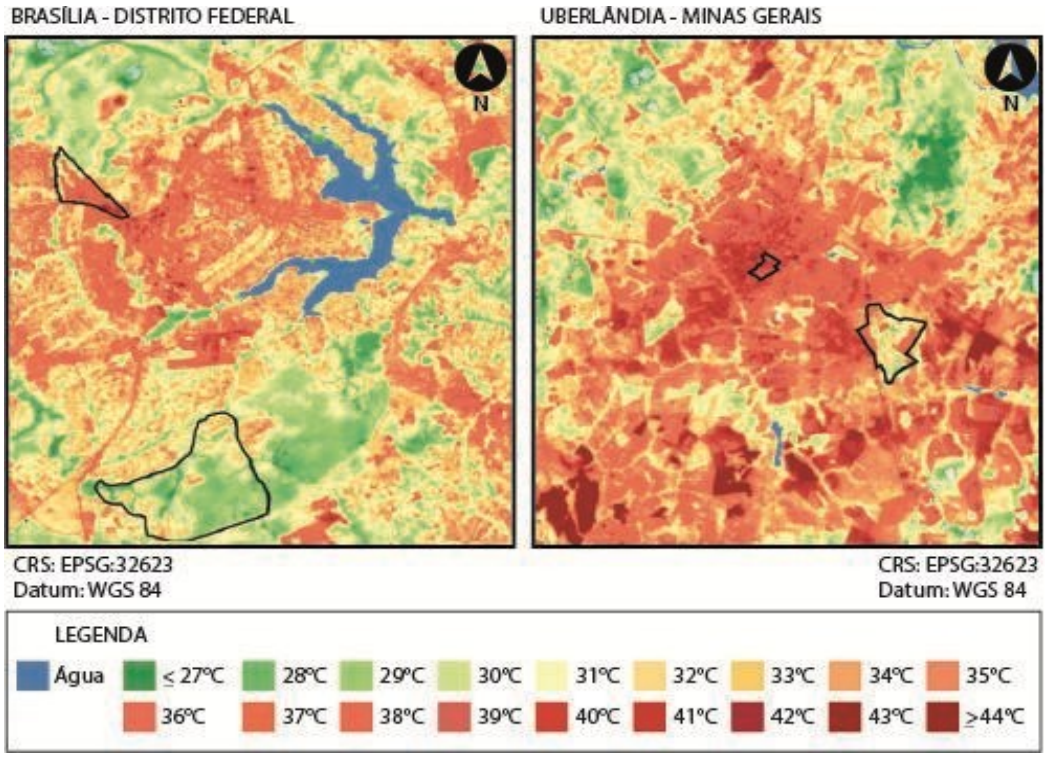


Figura 3: LST das Fazendas Experimentais analisadas.
Nota: FAL – DF a esquerda e Fazenda do Glória em Uberlândia – MG à direita.
Fonte: os autores (2025).

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi alcançado ao aprofundar a análise da função ambiental e de resiliência térmica das fazendas experimentais, destacando-as como espaços estratégicos no enfrentamento dos desafios urbanos como pontos de resiliência climática. Ao comparar as Fazendas Água Limpa (UnB) e do Glória (UFU), observou-se que essas áreas, mais do que simples espaços agrícolas, desempenham um papel fundamental na regulação microclimática e na promoção da sustentabilidade. Elas são, de fato, "oásis térmicos" que contribuem para mitigar os efeitos da expansão das ilhas de calor e da escassez de vegetação nas áreas urbanas.

A abordagem metodológica adotada mostrou-se eficaz para analisar as diferenças entre as áreas das fazendas experimentais e os setores urbanizados, que embora discretas, podem revelar áreas de interesse ecológico nas fazendas. s resultados confirmam os contrastes entre áreas urbanas e rurais, tanto em termos de cobertura vegetal quanto de temperaturas superficiais. As fazendas experimentais, como a Fazenda Água Limpa em Brasília e a Fazenda do Glória em Uberlândia, apresentaram valores médios de NDVI de 0,30 e temperaturas moderadas, com médias de LST variando de 29,91 °C a 34,59 °C, refletindo o efeito regulador da vegetação.

Apresenta-se o o contraste entre as fazendas e as áreas urbanas do entorno, como o SCIA em Brasília e o centro de Uberlândia, que exibiram NDVI mais baixos, de 0,09 a 0,24, e temperaturas mais altas, com médias de LST entre 36,19 °C e 40,52 °C, indicando a forte influência da urbanização na elevação das temperaturas. Embora parte das Fazendas também registrem taxas de NDVI baixas, esses resultados corroboram o potencial e a importância das áreas verdes para a mitigação dos efeitos térmicos nas cidades, ressaltando a necessidade de estratégias urbanísticas que considerem o aumento da cobertura vegetal para reduzir a intensidade térmica nas zonas urbanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Brasília. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/distrito-federal/brasilia-852/. Acesso em: 8 maio 2025.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment, v. 202, p. 18–27, 2017.

HUETE, A. R. et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, v. 83, p. 195–213, 2002.

FRANTZESKAKI, N. et al. *Nature-based solutions for urban climate change adaptation: Linking science, policy, and practice communities for evidence-based decision-making*. **BioScience**, v. 72, n. 5, p. 441–455, 2022.

KABISCH, N. et al. Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice. Cham: Springer, 2018.

MATOS, I. A. A. et al. Práticas sustentáveis na Fazenda Água Limpa da UnB: um estudo de caso. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 13, n. 1, p. 72–89, 2018.

ORAL, H. V. Recommendations for promoting environmental education through nature-based solutions (NbS) perspective at Turkish higher education institutes. In: KILINÇ, N. K.; KOÇ, A. (org.). Sustainability and education in the 21st century. Cham: Springer, 2022. p. 239–258.

PINEDA-MARTOS, R. et al. How nature-based solutions can contribute to enhance circularity in cities. In: RONCHI, S. et al. (org.). Nature-based solutions for more sustainable cities. Cham: Springer, 2022. p. 123–140.

PINTO, L. V.; INÁCIO, M.; FERREIRA, C. S. S. Ecosystem services and wellbeing dimensions related to urban green spaces—a systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, n. 7, p. 4089, 2022.

PONZONI, F. J. et al. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: princípios físicos e métodos de interpretação. São José dos Campos: INPE, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Programa Buriti: plantio de espécies nativas em áreas de preservação. Uberlândia, 2025.

RAYMOND, C. M. et al. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas**.** Environmental Science & Policy**,** v. 77, p. 15–24, 2017.

SILVA, L. F. et al. Planejamento territorial e fazendas experimentais: desafios e perspectivas. Revista Extensão Rural, v. 27, n. 2, p. 55–72, 2020.

SOBRINO, J. A. et al. Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 46, n. 2, p. 316–327, 2008.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Fazenda Água Limpa. Brasília: UnB, 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS. Plano Diretor – Fase Atual. Dourados: UFGD, [2025]. Disponível em: https://portal.ufgd.edu.br/secao/plano-diretor/fase-atual. Acesso em: 5 maio 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Plano Diretor Físico-Ambiental do Campus Lagoa do Sino. São Carlos: UFSCar, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Fazenda do Glória. Uberlândia: UFU, 2023a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Atividades agropecuárias e laboratórios de campo. Uberlândia: UFU, 2023b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Fazenda Capim Branco. Uberlândia: UFU, 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Plano Diretor do Câmpus Glória – Livro 1: Diagnóstico e leituras. Uberlândia: UFU, 2011.

XU, H. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing, v. 27, n. 14, p. 3025–3033, 2006.

ZHA, Y.; GAO, J.; NI, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. International Journal of Remote Sensing, v. 24, n. 3, p. 583–594, 2003.

ZHOU, B.; RYBSKI, D.; KROPP, J. P. On the statistics of urban heat island intensity. Geophysical Research Letters, v. 40, n. 20, p. 5486–5491, 2013. DOI: https://doi.org/10.1002/grl.50939.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da equipe técnica da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília.