

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CDS/FACE-ECO/IB/IG/IQ**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**Natan dos Anjos Amorim**

**ADAPTAÇÃO URBANA AO ESTRESSE TÉRMICO: uma análise da equidade distributiva territorial de vulnerabilidades e capacidades adaptativas “verdes” no DF.**

**Brasília - DF**

**2023**

**Natan dos Anjos Amorim**

**ADAPTAÇÃO URBANA AO ESTRESSE TÉRMICO: uma análise da equidade distributiva territorial de vulnerabilidades e capacidades adaptativas “verdes” no DF.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília como parte dos critérios para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Ambientais. Sob orientação do professor Dr. Diego Pereira Lindoso.

**Brasília - DF**

**2023**

AA524 Amorim, Natan  
/ Natan Amorim, Anjos ; orientador Diego Lindoso. --  
Brasília, 2023.  
66 p.

Monografia (Graduação - Ciências Ambientais) --  
Universidade de Brasília, 2023.

1. Justiça Climática Urbana. 2. Ilhas de Calor . 3. Áreas  
verdes. 4. Ondas de calor. 5. mudança climática. I. , Anjos.  
II. Lindoso, Diego, orient. III. Título.

Natan dos Anjos Amorim

**JUSTIÇA CLIMÁTICA URBANA: ilhas de calor e a desigualdade na distribuição de áreas verdes no DF.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília como parte dos critérios para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Ambientais. Sob orientação do professor Dr. Diego Pereira Lindoso.

Brasília, de de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Diego Pereira Lindoso — Orientador Doutor em Desenvolvimento Sustentável, Professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável (UnB)

---

Gustavo Macedo de Mello Baptista — Membro da Banca Doutor em Geologia, Professor(a) da do Instituto de Geociências (UnB).

**Dedicatória**

Dedico à minha mãe Cleide Helena de Amorim Anjos, ao meu pai Donizete dos Santos Anjos, e à minha irmã Angelita dos Anjos Amorim, que compõem a base da minha vida.

Dedico aos formuladores de políticas públicas do Distrito Federal e Brasil, para que possam compreender a importância da dimensão ambiental para a vida humana.

Dedico esta pesquisa também a todos os habitantes do Distrito Federal, especialmente aqueles que se encontram em estado de vulnerabilidade.

## RESUMO

Os países em desenvolvimento são os mais vulneráveis às mudanças climáticas globais, e dentro deles, os que mais sofrerão, serão os mais pobres. Os impactos atingem de maneira e intensidade diferentes as sociedades. Onda de calor é um período de temperaturas excessivamente altas que causam desconforto, pode durar dias ou até semanas. Ilhas de calor urbanas são as temperaturas mais intensas em um determinado ponto quando comparadas aos seus arredores. As áreas verdes urbanas contribuem para a melhoria do meio ambiente e beneficiam os habitantes. No Plano Piloto existe grande disponibilidade de áreas verdes já que em sua concepção foi entendido como “cidade-parque”. Com a grande expansão urbana, novas áreas foram ocupadas sem levar em conta a dimensão ambiental. Por isso, esse trabalho visa encorajar reflexões para que as populações e os governos tenham conhecimento do problema e possam tornar as cidades mais resilientes. Além de contribuir para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 10, 11 e 13. A hipótese central é que a desigualdade de arborização acompanha a desigualdade socioeconômica das RAs. Construiremos dois índices, um de Vulnerabilidade Socioeconômica, que será baseado nos indicadores de renda, educação e saúde e outro de Áreas Verdes baseado nos indicadores, Jardins, Cerrado e Massa Arbórea. Nos resultados, é possível identificar 4 RAs que se destacam de todas as outras, e possuem não só o melhor desempenho de áreas verdes, como também o menor índice de vulnerabilidade socioeconômica. Nota-se um preocupante acúmulo de RAs com baixo desempenho em ambos os indicadores. Os problemas abordados neste trabalho, podem ser minimizados por meio do uso de Áreas Verdes, que podem ser interpretadas como Soluções Baseadas na Natureza. As ICU possuem relação com os materiais de superfície, então, arborizar uma área de prédios é também evitar que a radiação solar incida sobre o concreto. Já as OC, são eventos atmosféricos cuja intensificação está relacionada às mudanças climáticas. Diminuir a frequência de ocorrência de Ondas de Calor é um passo muito grande, porém, a arborização urbana pode contribuir para que os efeitos deletérios desses eventos sejam sentidos de forma menos impactante pelas sociedades. Ao relacionar o Índice de Áreas Verdes ponderas com o Índice de Vulnerabilidades Socioeconômicas percebemos que existe correlação alta entre ambos. É nessa situação, onde enxergamos a injustiça climática, já que as Regiões Administrativas de baixo desempenho de arborização sofrerão mais e terão menor capacidade adaptativa frente as mudanças climáticas e eventos de onda de calor. As limitações do trabalho ocorrem principalmente na ponderação dos indicadores de Áreas Verdes, sabe-se que possuem valores diferentes quando se trata de adaptação às mudanças climáticas, porém, é necessária uma pesquisa profunda para a definição de pesos adequados. Dessa forma, a pesquisa deverá continuar, em busca de melhorar a precisão dos resultados, para que os formadores de políticas públicas, possam garantir o bem-estar das sociedades, e principalmente daquelas que já se encontram fragilizadas.

Palavras-chave: Justiça Climática, onda de calor, Ilhas de calor, área verde, mudança climática.

## ABSTRACT

Developing countries are the most vulnerable to global climate change, and within them, those who will suffer most will be the poorest. The impacts affect societies in different ways and with different intensity. A heat wave is a period of excessively high temperatures that cause discomfort and can last days or even weeks. Urban Heat Islands are the most intense temperatures at a given point when compared to its surroundings. Urban green areas contribute to improving the environment and benefit inhabitants. In the Plano Piloto there is a large availability of green areas since in its conception it was understood as a “park city”. With the great urban expansion, new areas were occupied without taking the environmental dimension into account. Therefore, this work aims to encourage reflection so that populations and governments are aware of the problem and can make cities more resilient. In addition to contributing to Sustainable Development Goals 10, 11 and 13. The central hypothesis is that inequality in afforestation accompanies socioeconomic inequality in RAs. We will build two indices, one for Socioeconomic Vulnerability, which will be based on income, education and health indicators and another for Green Areas based on the indicators, Gardens, Cerrado and Tree Mass. In the results, it is possible to identify 4 RAs that stand out from all the others, and have not only the best performance in terms of green areas, but also the lowest level of socioeconomic vulnerability. There is a worrying accumulation of RAs with low performance in both indicators. The problems addressed in this work can be minimized through the use of Green Areas, which can be interpreted as Nature-Based Solutions. ICU are related to surface materials, so afforestation of a building area also prevents solar radiation from falling on the concrete. OC, on the other hand, are atmospheric events whose intensification is related to climate change. Reducing the frequency of occurrence of Heat Waves is a very big step, however, urban afforestation can contribute to ensuring that the harmful effects of these events are felt in a less impactful way by societies. When relating the Green Areas Index weights with the Socioeconomic Vulnerabilities Index we realize that there is a high correlation between the two. It is in this situation where we see climate injustice, as Administrative Regions with low afforestation performance will suffer more and have less adaptive capacity in the face of climate change and heat wave events. The limitations of the work occur mainly in the weighting of Green Area indicators, which are known to have different values when it comes to adapting to climate change, however, in-depth research is necessary to define appropriate weights. Therefore, research must continue, seeking to improve the accuracy of results, so that public policy makers can guarantee the well-being of societies, and especially those that are already fragile.

Keywords: Climate Justice, heat wave, heat islands, green area, climate change.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Metodologia de criação dos indicadores de uso do solo para o Distrito Federal.....	34
<b>Figura 2:</b> Renda média per capita mensal da população do Distrito Federal, separado por Região Administrativa.....	35
<b>Figura 3:</b> Escolaridade das pessoas com 25 anos ou mais de idade, por Regiões Administrativas Distrito Federal, 2021 (%) .....	36
<b>Figura 4:</b> Distribuição dos domicílios por situação de insegurança alimentar, por Regiões Administrativas, Distrito Federal, 2021 (%).....	37
<b>Figura 5:</b> Índice socioeconômico das RAs do Distrito Federal.....	38
<b>Figura 6:</b> Porcentagem de Massa Arbórea, Cerrado, Jardins, soma de todos esses componentes e a dimensão, separados por Região Administrativa do Distrito Federal (33 RAs).....	39
<b>Figura 7:</b> Regiões Administrativas com melhor desempenho no indicador de Áreas Verdes (Plano Piloto Sudoeste, Parway e Lago Sul).....	41
<b>Figura 8:</b> Regiões Administrativas com pior desempenho no indicador de Áreas Verdes (Sol Nascente, São Sebastião, Vicente Pires e SCIA).....	42
<b>Figura 9:</b> Gráfico de dispersão cruzando os dados do Desempenho Socioeconômico (eixo X) e os dados do índice de Áreas Verdes (eixo Y), em azul as RAs do DF.....	44
<b>Figura 10:</b> Índice de Área Verde por habitante por Região Administrativa.....	46
<b>Figura 11:</b> Gráfico de dispersão cruzando os dados de metros quadrados de áreas verdes por habitante com a vulnerabilidade socioeconômica.....	47

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1:</b> Média climática de Brasília. Média feita com dados de 1991 - 2021. Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos (d) e Horas de sol (h).....	24
<b>Tabela 2:</b> Apresentação do Índice Socioeconômico e Índice de Áreas verdes por habitante.....	45

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b> Causas do efeito da ilha de calor urbana.....	21
<b>Quadro 2:</b> Definição de conceitos.....	27

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>CODEPLAN</b>	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
<b>FGV</b>	Fundação Getúlio Vargas
<b>GEE</b>	Gases do efeito estufa
<b>GDF</b>	Governo do Distrito Federal
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IBRAM</b>	Instituto Brasília Ambiental
<b>ICU</b>	Ilha de calor urbana.
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
<b>IRPF</b>	Imposto sobre a renda das pessoas físicas
<b>ISEAV</b>	Índice de Serviços Ecossistêmicos para Áreas Verdes
<b>OC</b>	Onda de calor
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>RA</b>	Região Administrativa
<b>RIDE</b> Entorno	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno
<b>RMSP</b>	Região Metropolitana de São Paulo
<b>SbN</b>	Soluções baseadas na Natureza
<b>SEMA</b>	Secretaria de Meio Ambiente
<b>PDAD</b>	Pesquisa Distrital por Amostragem de Domicílios

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
2. Capítulo 1 – Problema: mudanças climáticas, ondas de calor e ilhas de calor.....	14
3. Capítulo 2 - Solução: Áreas verdes e a adaptação urbana ao estresse térmico.....	24
4. Metodologia.....	30
4.1 Renda.....	31
4.2 Educação.....	31
4.3 Saúde.....	32
4.4 Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica.....	32
4.5 Índice de Áreas Verdes.....	33
4.5 Índice de Metro Quadrado de Área Verde por Habitante.....	34
5. Resultados de Discussão.....	34
5.1 Vulnerabilidade Socioeconômica.....	34
5.2 Áreas Verdes.....	39
6. Conclusão.....	49
Referências.....	52
Apêndice A - Índice de vulnerabilidade socioeconômica das Regiões Administrativas do Distrito Federal.....	58
Apêndice B - Índice de áreas verdes das Regiões Administrativas do Distrito Federal.....	59
Apêndice C - Índice de Área Verde por habitante.....	60
Apêndice D - Área Verde ponderada, por Região Administrativa, Distrito Federal.....	61
Anexo A - Porcentagem de Massa Arbórea, Cerrado, Jardins e a dimensão, separados por Região Administrativa do Distrito Federal.....	62
Anexo B - Distribuição dos domicílios por situação de segurança alimentar, por Regiões Administrativas, Distrito Federal.....	63
Anexo C - Escolaridade das pessoas com 25 anos ou mais de idade, por Regiões Administrativas Distrito Federal.....	64
Anexo D - Renda média per capita mensal por região administrativa, Distrito Federal.....	65
Anexo E - População do Distrito Federal, dividido por Região Administrativa.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

O artigo 225 da Constituição Federal garante que é direito de todos o acesso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, mas, é assegurado a poucos. As mudanças climáticas representam um grande desafio adicional ao cumprimento do artigo 225. Diante da insuficiência e lentidão dos esforços de mitigação das causas (emissões de gases de efeito estufa), algum grau de impacto às sociedades humanas e ecossistemas já é inevitável. Portanto, serão fundamentais ações de adaptação para reduzir perdas e danos. Entre as mudanças climáticas projetadas para as próximas décadas, está a intensificação dos extremos climáticos como os de chuva, seca e calor, com efeitos negativos para a saúde humana, infraestrutura e produção agrícola (IPCC, 2023).

As zonas urbanas ganham relevância neste contexto, pois concentram a maior parte da população mundial. No Brasil, 85% da população se encontra em cidades (IBGE, 2010), frequentemente localizada em áreas que sofreram um processo de urbanização desordenada, crescendo em áreas sem infraestrutura adequada e com risco a desastres (MapBiomias, 2023). Especificamente, o risco à saúde da população urbana ao agravamento das ondas de calor se soma às vulnerabilidades estruturais locais, criada pelo próprio processo de urbanização - como a formação das ilhas urbanas de calor (IUC) - e não menos importante a vulnerabilidade socioeconômica. Essas condições não se distribuem de forma igual pela geografia urbana, que reflete em uma distribuição desigual entre os riscos e as capacidades adaptativas entre segmentos sociais e áreas das cidades. A renda e as áreas verdes (espaços que amenizam o estresse térmico urbano) são bons indicadores para essa análise.

Embora o Distrito Federal (DF) esteja em primeiro lugar quando se trata de renda em todo o Brasil, com a renda média mensal por habitante de R\$3.148 (FGV, 2020), também apresenta um dos maiores índices de Gini do Brasil. Isso significa que possui uma grande desigualdade interna (maior concentração de riqueza), apresentando o resultado de 0,566, o que faz com que o DF seja posicionado melhor somente que os estados do Rio Grande do Norte (0,587); Pernambuco (0,579), e Roraima (0,596) (IBGE, 2023).

Também, no DF, não existe equidade na distribuição de áreas verdes entre as Regiões Administrativas (RAs). Em uma rápida observação de imagens de satélite disponíveis gratuitamente na internet, como o Google Earth ou o GeoPortal, e até mesmo em um passeio entre as diferentes Regiões administrativas, é possível notar a grande diferença de áreas

verdes quando comparamos o Plano Piloto com diversas outras RAs do DF. A falta de arborização, desencadeia problemas socioambientais, e ameaça a integridade humana. Além do DF, muitas outras cidades precisam incorporar em sua gestão, projetos ou programas de arborização na intenção de promover um ambiente urbano mais agradável e resiliente.

É de grande importância instigar representantes políticos e mobilizar as sociedades a fim de construir um meio urbano que considere a importância da dimensão ambiental e que seja equitativo para todos os segmentos sociais. Contribuir para o conhecimento desse determinado assunto é uma motivação do presente trabalho, de forma que, os planejadores urbanos possam se apoiar e levar em conta a relação entre a dimensão ambiental como elemento da justiça social urbana frente à mudança climática, e mais especificamente o conforto térmico, ao planejarem o desenho urbano. Existem poucos trabalhos que tratem sobre essa relação no Distrito Federal.

Dito isso, tem-se ainda, a importância que essas reflexões sejam encorajadas, que as populações e os governos tenham conhecimento do problema e que mudanças sejam planejadas, a fim de tornar as cidades mais resilientes, adicionando assim, mais importância à essa pesquisa. No Plano Piloto existe grande disponibilidade de parques urbanos, e áreas verdes já que em sua concepção, Brasília foi entendida como “cidade-parque”, porém, com a grande expansão urbana, novas áreas foram ocupadas sem levar em conta a dimensão ambiental, surgindo assim, diversas ocupações irregulares e que causam grandes pressões ao meio natural.

Filho & Aleixo (2023) realizou uma revisão sistemática da literatura sobre estudos de caso referentes a tendências climáticas e ilhas de calor urbanas no Brasil para o período de 2001 a 2020. O autor verificou que a região centro-oeste é a região brasileira com o menor número de estudos de caso, compondo apenas 4,3% em relação às outras regiões do Brasil. No caso do Distrito Federal, a revisão sistemática não apresentou nenhum resultado no período analisado (Filho; Aleixo, 2023).

Quanto à pesquisa sobre ilhas de calor, no período de 2003 a 2020, a região centro-oeste apresentou 16,1%, juntamente com Norte e Nordeste, enquanto a região Sudeste apresentou 32,1% dos artigos publicados (Região Sul apresentou 14,3 %). O DF apresentou apenas 3 artigos sobre o assunto (Filho; Aleixo, 2023).

Com isso em mente, pode-se afirmar que esse trabalho dialoga com a agenda da adaptação climática, analisando a equidade da distribuição de riscos e capacidades adaptativas

associadas à cobertura do solo urbano no DF frente ao risco das ondas de calor. Para isso, fica entendido que a arborização de cidades e bairros são de extrema importância para que as populações enfrentem os episódios de ondas de calor com menos desconforto térmico e riscos à saúde. A arborização também atua na redução das ilhas de calor presente na maioria dos centros urbanos, além de contribuir para uma menor vulnerabilidade das populações aos riscos trazidos pela mudança do clima.

Esta pesquisa tem por **objetivo geral** analisar a relação entre a distribuição de áreas verdes e de vulnerabilidades socioeconômicas entre as RAs do DF. Para isso, adotou os seguintes **objetivos específicos**: **1)** compreender a relação entre AV e estresse térmico urbano no contexto das mudanças climáticas e das ICU; **2)** elaborar um índice de área verde por região administrativa; **3)** elaborar um índice de vulnerabilidade socioeconômica; **4)** analisar comparativamente o desempenho dos índices aplicado às RAs; **5)** discutir a equidade distributiva das vulnerabilidades e capacidades adaptativas.

Para cumprir os objetivos, adotou-se como **metodologia** uma revisão narrativa da literatura, nos principais portais de periódicos, usando como palavras-chave: ilhas de calor; onda de calor; áreas verdes urbanas; vegetação urbana; capacidades adaptativas; e mudanças climáticas. Isso permitiu a construção do marco teórico. Posteriormente, foram elaborados dois índices, um de vulnerabilidade socioeconômica e outro que representa as áreas verdes das regiões administrativas do Distrito Federal, isso permitirá a construção de uma comparação entre esses indicadores.

## **2. PROBLEMA: MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ONDAS DE CALOR E ILHAS DE CALOR**

A época geológica atual do planeta está sendo chamada por alguns de Antropoceno, era em que as ações humanas são capazes de mudar os ciclos biogeoquímicos, dentre os quais o ciclo do carbono, interferindo no sistema climático, por meio da intensificação do aquecimento global. A vida humana deve ser respeitada e protegida, então, é de suma importância garantir que as mudanças climáticas não causem grandes impactos nas populações, dito isso, existe a necessidade de nos adaptarmos a essas mudanças.

O efeito estufa é um fenômeno natural de aquecimento do planeta provocado que retém parte da radiação solar convertida em calor pela superfície terrestre, o que por sua vez, contribui para o aquecimento terrestre e emissões humanas de gases de efeito estufa estão

intensificando esse fenômeno, provocando as mudanças climáticas. Essas mudanças climáticas aumentam a força do efeito El Niño, ondas de calor, desequilíbrio de chuvas e de temperaturas, enchentes, entre outros. A atividade antrópica acelera o ciclo do carbono devido ao uso de carvão e petróleo, além da destruição de florestas por queimas e inundações de grandes hidrelétricas, e da criação de gado.

Se os níveis de emissões de GEE (gases do efeito estufa) continuarem no padrão atual, existem grandes chances de ocorrer mudanças climáticas globais de alta magnitude nos próximos 100 anos, como o aumento de temperatura, alteração do regime de chuvas e alterações de extremos climáticos (Nobre, 2001). Uma das consequências do aumento da temperatura global proveniente do agravamento do efeito estufa é a ocorrência mais frequente de efeitos climáticos extremos como as chuvas torrenciais (Bak; Barjenbruch, 2022).

Mudanças climáticas e aquecimento global só começaram a integrar a agenda internacional na década de 80 do último século, isso, devido a notoriedade de pesquisas científicas que previam um aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, além do consequente aumento da temperatura média terrestre (Juras, 2008).

Em 1990 foi lançado o primeiro relatório do IPCC, que confirmou o potencial risco da mudança do clima, além de recomendar um acordo global para tratar do problema. Muitas evidências demonstram que o aumento da temperatura terrestre percebido nos últimos anos se deve às atividades antrópicas. As consequências sociais e econômicas impactarão fortemente todos os países, porém aqueles com menos recursos financeiros terão mais dificuldade em lidar com esses problemas, enfrentando a fome, a falta de água, e precárias condições de saúde (Juras, 2008).

No Brasil, foi encontrado um aumento de temperatura durante o século XX. Existe muita incerteza sobre as mudanças no regime de precipitação, portanto atualmente, é impossível definir os impactos que as mudanças climáticas aplicam sobre os sistemas terrestres. Porém, é fato que com os cenários previstos de aumento de 1 a 6°C devido às emissões, influenciam na evaporação, o que desencadearia perda do balanço hídrico da vegetação (Nobre, 2001).

No Distrito Federal e entorno, os impactos associados às mudanças climáticas já podem ser presenciados. É notório o aumento da ocorrência de ondas de calor e eventos extremos de chuva, ocasionando verões mais quentes e invernos mais secos. A população dessa região demanda formas de mitigação e adaptação a esses riscos, de forma a evitar o

sofrimento com a nova realidade advinda das mudanças climáticas, sobretudo as populações mais pobres. Dessa forma, é preciso considerar a dimensão climática e a vulnerabilidade atual nas tomadas de decisões políticas (Menezes *et al.*, 2016).

O Governo do Distrito Federal (GDF) já compreendeu que as mudanças climáticas irão afetar o DF de diversas formas. Portanto, algumas ações foram tomadas, ainda que em passos lentos, enquanto as mudanças globais correm. Por meio da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), foi elaborado um Plano de Enfrentamento, com a intenção de reduzir a vulnerabilidade e adaptar o Distrito Federal aos impactos da mudança climática global. Esse estudo foi publicado em 2021 e abordou os problemas que tangem os recursos hídricos, agricultura, energia, mobilidade e saúde.

Também foi feito um outro estudo por meio da SEMA e publicado em 2021, porém com objetivo de caracterizar as mudanças do clima no Distrito Federal e entorno. Algumas tendências observadas e projetadas para o final do século foram: aumento da temperatura em todas as áreas da RIDE (Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno) de 2 a 8 °C, dependendo do cenário; redução de umidade relativa passando de 35%-55% para 20%-45%; aumento na radiação solar.

Analisando o documento que fez uma compilação de trabalhos que tratam sobre mudanças climáticas, construído pela Secretaria de Meio Ambiente do Governo do Distrito Federal, intitulado “Mudanças Climáticas no DF e RIDE detecção e projeções das mudanças climáticas para o Distrito Federal e a Região Integrada de Desenvolvimento do DF e Entorno” publicado em 2016, podemos extrair informações de extrema importância para quaisquer decisões que possam ser tomadas pelos formuladores de políticas públicas.

Primeiro temos o Índice de Baixa de Umidade do Ar, que ano após ano, apresentou aumento, ou seja, diminuição da umidade do ar, isso ao longo dos últimos 50 anos. Os dias com umidade relativa do ar passou de 24 dias por ano para mais de 50 dias por ano.

Segundo, temperatura Mínima Média, existe um aumento de 1,85°C para os últimos 50 anos, o que é extremamente significativo, e isso se repetiu em todas as estações do ano. Sendo um aumento de 1,95°C no verão, 1,8°C no outono, 2,05°C no inverno e 1,85°C na primavera para as temperaturas mínimas médias ao longo dos últimos 50 anos.

Terceiro, Máxima Temperatura Mínima, aumentou 2,3°C. Com um aumento de 2,6°C no verão, 1,55°C no outono, 1,85°C no inverno e 2,55°C na primavera.

Quarto, Mínima Temperatura Mínima, a mínima temperatura mínima aumentou 2,6°C e sazonalmente este aumento foi de 1,9°C no verão, 2,3°C no outono, 2,85°C no inverno e 1,6°C na primavera.

Quinto, Temperatura Máxima Média, observou-se tendência negativa nos últimos 50 anos. Isso, anualmente, e para quase todas as estações do ano, exceto para a primavera. Porém nesses casos, a tendência não tem significância estatística.

Sexto, Máxima Temperatura Máxima, houve um aumento de 0,85°C, com significância estatística. Já quanto às estações, não houve um padrão uniforme. Somente o outono e a primavera apresentaram tendências significativas. Foi identificada diminuição ao longo da série histórica, de 1,55°C no outono e um aumento de 1,05°C na primavera.

Sétimo, Mínima Temperatura Máxima, percebeu-se aumento nos últimos 50 anos. Entretanto, somente no outono houve significância estatística, visto nos 1°C durante a série histórica.

Oitavo, Amplitude Térmica, houve diminuição com extrema significância, tanto anualmente quanto sazonalmente. A tendência se apresentou em 1,95°C nos últimos 50 anos, e de 2,25°C no verão, 1,9°C no outono, 2,1°C no inverno e 1,15°C na primavera.

Ainda de acordo ao documento da Secretaria de Meio Ambiente, tem-se os índices relacionados com a precipitação:

Para o número de dias consecutivos secos existe certo aumento, anual e sazonalmente, porém, sem significância estatística. Dias consecutivos úmidos não houve, na maioria dos casos, anual e sazonalmente, tendências positivas/negativas significativas. Já para o total de precipitação, tanto anual e sazonalmente existe aumento, porém, também não apresenta significância estatística.

Ainda de acordo com o mesmo estudo, o número de dias e noites frias irá diminuir, enquanto o número de dias e noites quentes aumentará. E indicam também diminuição da duração das ondas de frio e um aumento do tempo de duração das ondas de calor.

A distribuição dos impactos climáticos e das capacidades adaptativas é desigual na população, ou seja, as populações mais pobres sofrem mais com as mudanças climáticas, intensificando a injustiça climática visto à diferença de distribuição de impactos e das capacidades adaptativas.

Os desastres naturais impactam de forma e intensidade maiores as áreas mais pobres da cidade devido a manutenção dos recursos hídricos e falta de saneamento. É notório o agravamento de problemas ambientais nas metrópoles, isso, pois a forma em que o espaço foi apropriado, reflete as desigualdades socioeconômicas e a falta de políticas públicas voltadas para esses problemas, o que implica negativamente na qualidade de vida da população local (Jacobi; Sulaiman, 2016).

Os países em desenvolvimento são os mais vulneráveis às mudanças climáticas globais, e dentro desses países, os que mais sofrerão, serão os mais pobres (Nobre, 2001). O conceito de Justiça Climática advém da problemática da justiça ambiental e do entendimento que os impactos das mudanças climáticas atingem de maneira e intensidade diferentes as variadas sociedades (Milanez; Fonseca, 2011).

O conceito de justiça climática tem sido mais utilizado para as negociações internacionais do que para as estratégias de políticas públicas nacionais. A justiça climática ainda está longe das agendas de política e pesquisa. Este é um tema que precisa ser mais explorado em pesquisas futuras, principalmente sobre os partidos e organizações sociais que ainda não incorporaram a agenda da Justiça Climática, o que pode tanger os assuntos de impactos das mudanças climáticas e a redução das desigualdades brasileiras (Torres *et al.*, 2021).

A questão climática e seus efeitos no espaço urbano tornam necessário a adaptação da infraestrutura de cidades para melhor receber os fenômenos anormais e conseguir diminuir os danos causados, seja no patrimônio físico, seja nas populações.

De acordo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023), onda de calor (OC) é:

“Período de tempo desconfortável e excessivamente quente. Pode durar vários dias ou várias semanas. The Weather Channel usa os seguintes critérios para definir uma onda de calor: a temperatura deve estar acima de 90 F (32° C) em pelo menos 10 estados e, pelo menos, cinco graus acima do normal em partes daquela área durante pelo menos dois dias, ou mais.”

(INMET, 2023)

Ou seja, representa um período em que as temperaturas estão excessivamente altas a ponto de causar desconforto. Tal evento climático pode durar dias ou até semanas. Onda de calor é um fenômeno esporádico, porém recorrente, esses períodos de intenso calor que se estendem por

vários dias, aumentam as taxas de morbidade e mortalidade e afetam o mundo todo (Marto, 2005).

Diversos estudos em países diferentes, relacionam longos períodos de temperaturas elevadas com aumento do número de mortes. Entre 8 e 22 de julho de 1991, Portugal continental enfrentou uma onda de calor, e o número óbitos registrados foi significativamente superior ao esperado, constando um excesso de 1002 óbitos (Paixão; Nogueira, 2003). Uma OC durante o ano de 2003, também impactou a Europa e provocou diversos óbitos. Em Portugal, durante a primeira quinzena de agosto, foi registrado um excesso de 1.953 óbitos. Na França, no mesmo período, 14.802 (Marto, 2005).

O golpe de calor é a principal causa de morte relacionada à OC que se trata da hipertermia súbita e disfunção neurológica central. Porém, as ondas de calor aumentam a mortalidade por meio de diversos outros problemas de saúde, principalmente as doenças relacionadas a problemas cardiovasculares e respiratórios. As pessoas que mais sofrem com as ondas de calor são os idosos moradores das cidades, doentes crônicos, indivíduos socialmente isolados e indivíduos mais pobres (Marto, 2005).

As ondas de calor, antes de aumentar o número de mortes, causam desconforto e dificultam o dia a dia da população, ou até mesmo, impossibilitam atividades, como caminhadas ao ar livre.

O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) analisou a formação de ICU (ilha de calor urbana) para todo o território brasileiro no período de 1961 a 2020. As anomalias de temperatura atingiram 3° C na região Nordeste em que a média de temperatura máxima era de 30,7°C e aumentou para 32,2°C no período de 2011 a 2020. Quanto às ondas de calor, houve aumento gradual nos períodos analisados e em quase todo o país. Ao comparar período de referência, com o último período analisado (2011 a 2020) o número de dias em regime de OC aumentou 45 dias (INPE, 2023).

A probabilidade de ocorrer grandes ondas de calor tende a aumentar cada vez mais. Existem diversos estudos que tratam deste assunto no Norte global, porém a parte sul carece de mais pesquisas. Gerinhas *et al.* (2018), analisou a ocorrência de ondas de calor de 6 cidades brasileiras de 1961 a 2014. Brasília apresentou o maior número total de ondas de calor, sendo 253 episódios, além de demonstrar também o maior número de dias por ano em regime de OC. Existe uma tendência positiva entre a frequência e a duração das ondas de calor que ocorreram depois da década de 1980, para todas as cidades brasileiras.

De acordo com o trabalho de Kew, (2023) as ações antrópicas tornaram o calor que ocorre na transição entre inverno e primavera pelo menos cem vezes mais provável. Em 2023 foram registradas altas temperaturas no Brasil, Argentina e Paraguai, em alguns locais as temperaturas ultrapassaram os 40° C. Apesar de ter sofrido influência do fenômeno climático El Niño, foram as mudanças climáticas o motivo principal da onda de calor. As ondas de calor extremas presenciadas na América do Sul, fora do período de verão, não ocorreriam sem a influência das mudanças climáticas que foram capazes de aumentar a temperatura esperada para a época em 1,4°C e 4,3°C (Kew, 2023).

A região sul do Brasil enfrentou um período de temperaturas fora do padrão que se estendeu por mais de 50 dias. Cuiabá (MT) e São Paulo (SP), tiveram o começo de primavera mais quente registrado nos últimos 63 anos. No dia 17 de setembro de 2023 o calor se estendeu por todo o centro-sul do Brasil, e 7 dias depois, as altas temperaturas chegaram ao centro-norte, Norte e Nordeste do país. No dia 25 ocorreu o pico do evento, que foi identificado 7°C a mais que o normal do mês para as regiões Sudeste, sul da Bahia, leste de Goiás e Mato Grosso do Sul e centro-norte do Paraná (Kew, 2023).

Parte dos impactos das ondas de calor permanecem desconhecidos até mesmo meses depois do evento, mas nesse caso, foram encontradas 4 vítimas fatais, além de muitos problemas relacionados ao calor. Tais eventos de calor extremo, ocorrendo no início da primavera, são especialmente preocupantes, pois a população que está enfrentando a onda de calor, ainda não está fisiologicamente adaptada às altas temperaturas (Kew, 2023).

O fenômeno da onda de calor aquece a região em que se faz presente, porém, os problemas desencadeados por esse tempo estendido de calor, variam de acordo ao ambiente em questão. No caso das zonas rurais, durante o período noturno, ocorre o resfriamento parcial, já que essas zonas são repletas de áreas não edificadas e com poucos materiais de origem antrópica. Isso faz com que os moradores dessas regiões presenciem noites mais agradáveis do que os moradores de cidades, mesmo quando ambas as regiões estão em regime de OC.

A ocupação antrópica impacta consideravelmente os recursos naturais. A urbanização gera poluição, modificações químicas e físicas da atmosfera e mudança de uso e cobertura do solo (Ganem; Oliveira, 2014). Os moradores de áreas urbanas, são os mais afetados pelos problemas causados pelo calor gerado pela OC, pois, nas cidades ocorre o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (Marto, 2005). A urbanização causa o aumento da temperatura do ar das

idades quando comparados aos seus arredores. Os materiais superficiais possuem capacidade de armazenar calor e quando somado ao calor gerado pelo homem, pavimentação dos solos, diminuição da velocidade do ar e diminuição do albedo, contribuem fortemente para a formação de Ilhas de Calor Urbana (ICU) (Romero, 2011).

Ilhas de calor podem ser entendidas como as temperaturas mais intensas em um determinado ponto quando comparadas aos seus arredores, caracterizando então o aumento na temperatura do ar (De Lucena, 2013). A ICU pode ser considerada um fenômeno permanente em grandes centros urbanos, diferente das ondas de calor que são eventos atmosféricos que podem afetar também as áreas rurais, portanto, as ICU e OC podem ocorrer simultaneamente no mesmo local (Valverde, 2020).

**Quadro 1:** Causas do efeito da ilha de calor urbana.

<b>Causas do efeito da ilha de calor urbana.</b>
1. Grande absorção de radiação solar devido à reflexão múltipla e à captura de radiação pelas paredes construídas e superfícies verticais na cidade. A maior absorção não é, como costuma ser assumida, devido unicamente ao menor albedo de materiais urbanos.
2. Maior retenção de radiação infravermelha em canyons de rua devido a uma visão restrita do hemisfério radiante "fria" do céu. A visão do céu fica cada vez mais restrita com edifícios mais altos e mais compactos.
3. Grande absorção e liberação tardia de calor por edifícios e superfícies pavimentadas na cidade. Muitas vezes, incorretamente atribuído apenas às propriedades térmicas dos materiais, esse efeito também se deve à radiação solar e infravermelha "retida" e às perdas convectivas reduzidas na camada do dossel onde o fluxo de ar é retardado.
4. Grande parte da radiação solar absorvida na superfície é convertida em formas de calor sensíveis e não latentes. Este efeito é devido à substituição de solos úmidos e plantas por superfícies pavimentadas e impermeabilizadas e um declínio resultante na evaporação da superfície.
5. Grande liberação de calor sensível e latente da combustão de combustíveis para transporte urbano, processamento industrial e aquecimento / resfriamento doméstico.
<b>Fonte:</b> Vianna, 2018.

A formação de ICU é um processo que se retroalimenta. O adensamento urbano e o uso de materiais que irradiam calor, causam o aquecimento das superfícies, do ar e, conseqüentemente, dos interiores das edificações, que são comumente resfriadas por sistemas de ar-condicionado que, por sua vez, produzem ainda mais calor, retroalimentando as ilhas de calor, além de aumentarem o consumo de energia.

A temperatura da superfície influencia a temperatura do ar. Parques e áreas verdes possuem temperaturas mais baixas quando comparados a locais pavimentados (Ganem, 2014). Uma forma de minimizar os impactos das ilhas de calor urbanas é o uso de materiais frios (alta refletância e emitância térmica). No geral, a temperatura média do ar é pouco influenciada pelo uso de materiais frios, porém, a temperatura de superfície sofre uma redução máxima de 10 °C quando comparada às áreas de sol direto. O cenário mais adequado seria a combinação de pavimentos frios e arborização (Werneck; Romero, 2018). Há correlação negativa entre as áreas verdes e a temperatura, portanto, a vegetação densa em espaços abertos diminui a temperatura local, já que é capaz de bloquear a radiação que chegaria ao piso (Romero, 2011).

As temperaturas no DF aumentaram de junho de 1981 a 2011. A tendência de temperatura demonstra um aumento, tanto nas temperaturas máximas, quanto nas mínimas. A área central de Brasília apresentou um aumento de 10° em comparação com áreas de matas de galeria do Parque Nacional de Brasília constituindo uma ICU (Santana, 2014).

No ano de 2001 na RA de Sobradinho foram identificadas áreas de ICU que apresentaram variação significativa de 9° C entre a parte mais fria e a parte mais quente. Neste caso, um dos locais, composto por uma pequena lagoa, apresentou temperaturas entre 17° e 18° C, e o outro local apresentou temperatura entre 26° e 27° C representada por uma área urbana (Bias; Baptista; Lombardo, 2003).

As populações mais pobres são vulneráveis ao calor de forma diferente das populações ricas. Os motivos estão principalmente ligados à forma de construção das casas, que frequentemente: são construídos muito próximo de outras edificações, o que dificulta a circulação do ar, ou ventilação cruzada que contribui para o resfriamento; são mais baixas, portanto, a coluna de ar que fica sobre os moradores sofre mais influência do aquecimento da cobertura, quando comparada a casas mais altas; possuem isolamento térmico deficiente, o que pode gerar um superaquecimento devido à incidência solar; não são projetadas por profissionais com conhecimentos técnicos que contribuem para um melhor desempenho térmico da edificação; não possuem sistema de refrigeração, como ar condicionado; não possuem arborização ou jardins ao seu redor.

Os locais urbanos que apresentam valores elevados de temperatura podem ser justificados pelo tipo de materiais empregados e uso do solo. Lugares com fluxo grande de veículos (faixas de rolamento ou de estacionamento), edificações compostas por pintura

escura e/ou vidro espelhado, contribuem para a absorção de calor. Melo, Melo e Melo (2017) afirma que “a massa construída e os tipos de materiais na fachada, tem relação direta com as mudanças climáticas.” As áreas arborizadas, compostas por edificações baixas e afastadas de vias de tráfego intenso, possuem temperaturas mais homogêneas e podem variar menos de 2°C (Melo; Melo; Melo, 2017).

O comportamento da radiação influencia diretamente a temperatura superficial do material em questão. O uso de revestimentos externos com altos níveis de refletância, contribui para a boa performance térmica de edificações. Revestimentos de mesma cor podem implicar em diferentes desempenhos térmicos por apresentarem uma diferente refletância solar. A escolha entre os revestimentos: tinta branca comum; tinta branca especial; revestimento branco impermeabilizante para coberturas, pode variar em até 8°C na temperatura de superfície (Pereira; Ghisi; Guths, 2014).

Com o avanço cada vez mais intenso da urbanização, as cidades acabam se tornando progressivamente locais de armazenamento e produção de altas temperaturas. Esse processo difere as cidades dos ambientes rurais, contrastando principalmente na quantidade de árvores e espaços verdes, que podem ser vistos como forma de minimizar os impactos negativos da urbanização, como as altas temperaturas presentes nas edificações, nas vias de tráfego de carros e calçadas.

Foi analisada para Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) dois eventos de OC o primeiro de 10/09/2020 a 14/09/2020, que foi classificado como intensidade média e o segundo de 30/09/2020 a 02/10/2020 classificado como extremo pois as temperaturas máximas ultrapassaram os 37°C em toda a RMSP. A IC foi considerada uma característica intrínseca do local de estudo, entretanto, quando são associadas aos eventos atmosféricos como as OC, se tornam mais intensas. No primeiro evento citado de Onda de Calor, de intensidade média, quando associada a uma ICU, se mostrou de intensidade forte a extrema durante a duração da OC. Para o segundo caso, de OC extrema, a ICU não se mostrou tão intensa, esse segundo evento teve uma abrangência espacial maior, então até as regiões com urbanização menos intensas apresentaram temperaturas mais altas devido a OC extrema (Valverde, 2020).

O Distrito Federal possui área territorial de 5.760,784km<sup>2</sup> (IBGE, 2022). O clima nos períodos de seca, assemelha-se ao clima de deserto, devido às altas temperaturas durante o dia e baixas durante a noite. O DF está em uma altitude entre 1100 e 1200 metros. (Vianna,

2018). E o bioma presente em Brasília é o Cerrado, que consta nos climas tropicais subúmidos, e possui duas estações bem definidas: de maio a setembro é o inverno que caracteriza a estação seca, e de outubro a abril, a primavera e verão, sendo então a estação chuvosa (Andrade, 2009).

**Tabela 1:** Média climática de Brasília feita com dados de 1991 - 2021. Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos (d) e Horas de sol (h).

Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Temperatura média (°C)</b>	22.2	22.2	21.9	21.7	21	20.1	20	21.6	23.7	24	22.2	22.1
<b>Temperatura mínima (°C)</b>	18.8	18.7	18.5	17.8	16.4	15.1	14.7	15.9	18.3	19.3	18.7	18.8
<b>Temperatura máxima (°C)</b>	26.4	26.6	26.3	26.3	26.1	25.5	25.6	27.5	29.5	29.2	26.6	26.4
<b>Chuva (mm)</b>	227	205	217	101	26	5	2	7	39	127	237	250
<b>Umidade (%)</b>	77	75	78	72	62	57	50	42	43	54	75	77
<b>Dias chuvosos (d)</b>	16	15	16	10	3	1	0	1	4	11	17	17
<b>Horas de sol (h)</b>	8.6	8.8	8.1	8.6	9.0	9.4	9.7	10.3	10.4	9.9	8.7	8.6

Fonte: Climate Data, 2023.

### 3. SOLUÇÃO: ÁREAS VERDES E A ADAPTAÇÃO URBANA AO ESTRESSE TÉRMICO

A construção de cidades brasileiras ocorre de forma muito impactante aos ecossistemas devido a retirada da vegetação nativa, impermeabilização dos solos, canalização de rios, dentre outros agravantes. O que pode ser percebido no caso das Regiões Administrativas do DF que, diferente do Plano Piloto, não mantiveram a quantidade significativa de vegetação e espaços livres.

A maioria das cidades brasileiras, estão passando por uma acentuada urbanização, o que prejudica a qualidade de vida. O atual planejamento urbano, constantemente falha em levar em consideração os elementos naturais, o que causa, não só o empobrecimento da paisagem, mas também gera problemas devido a interdependência dos subsistemas presentes

nas cidades. As preocupações dos planejadores urbanos ainda estão focadas em características socioeconômicas e negligenciando as questões ambientais e sociais (Loboda; De Angelis, 2005).

O planejador nem sempre consegue alcançar o ambiente ideal das pessoas que irão usufruir das áreas verdes. A percepção do espaço ao redor varia muito entre as pessoas, é influenciada por sentimentos, objetos e referenciais, isso forma as atitudes e valores que são projetados nos espaços de uso. Sendo esse, o grande desafio a ser enfrentado por planejadores de áreas verdes (Costa; Colesanti, 2011).

A gestão da cidade de Ouro Preto-MG é um exemplo a não ser seguido. O município apresentou alto nível de crescimento nos últimos 30 anos, porém com déficit de políticas públicas urbanas, o que gerou diversos problemas à sociedade. A antropização da área causa fortes pressões sobre as áreas verdes, e isso implica a redução do bem-estar da comunidade, além dos impactos negativos na fauna e flora local (Lucon; Prado Filho; Sobreira, 2013).

A qualidade de vida de moradores urbanos depende de fatores conectados à infraestrutura, desenvolvimento socioeconômico e também às questões ambientais. As áreas verdes são de extrema importância para o bem-estar, uma vez que influenciam a saúde física e mental dos moradores. Recentemente tal percepção ambiental ganha força e se materializa na arborização urbana, impactando na recreação, preservação ambiental, e na sociabilidade. (Loboda; De Angelis, 2005).

Para amenizar os danos causados pela urbanização, existem medidas como: “abertura de mais parques e praças, o plantio de árvores adequadas ao ambiente, arborização de acompanhamento viário e calçadas (permeáveis), hortos florestais, construção de jardins públicos, etc.” de forma que a presença das sociedades humanas empregue menores impactos negativos ao meio ambiente e evitar que o ambiente doente urbano atinja a saúde da população (Scheuer; Da Silva Neves, 2016).

Brasília, quando projetada por Lúcio Costa, foi desenvolvida para englobar quatro escalas: a Monumental, a Gregária, a Residencial, e a Bucólica que é representada principalmente pelas áreas verdes. Vianna, 2018, afirma: “Os cinturões verdes das Superquadras, com copas de árvores densas, representando a escala bucólica de Lúcio Costa, também participam do processo de evapotranspiração.” A cidade Jardim é representada na escala bucólica. O paisagismo de Brasília emprega uma visão cenográfica à cidade e também

foi planejado para beneficiar o microclima, com o emprego de densas copas de árvores, reduzindo a temperatura local e aumentando a umidade relativa do ar (Vianna, 2018).

O sombreamento produzido pelas árvores é capaz de produzir mais conforto na caminhabilidade pelos centros urbanos, além de minimizar o aquecimento das edificações com altura que não ultrapasse a copa das árvores, como é o caso da maioria dos prédios presentes no Plano Piloto. Os espaços livres sem edificações, podem ter algum conforto térmico, isso está relacionado à ventilação, presença de áreas verdes e da ocupação do solo.

Uma grande diferença entre o Plano Piloto e as Regiões Administrativas é a vegetação, em porcentagem de árvores e também em relvado. No Plano Piloto é possível identificar uma maior porcentagem de ambos os materiais. E o contrário ocorre nas Regiões Administrativas em que as porcentagens de Telha Cinza que dominam. As menores porcentagens de Copas de Árvore estão presentes nas Regiões Administrativas que possuem maior densidade de ocupação, além de maior verticalização urbana, o que impacta negativamente a qualidade ambiental dessas RAs (Vianna, 2018).

Vianna, 2018, sugere que:

“a Qualidade do Ambiente Urbano, principalmente no que se refere ao clima, está vinculada à maneira como o “exploramos”. Ao Planejamento Urbano não é mais suficiente estabelecer as Zonas de Preservação Ambiental (Lei de Zoneamento) ou baixos índices de ocupação e exigências por recuos e afastamentos (Lei de Uso do Solo). Faz-se necessário exigir a presença de vegetação densa (evapotranspiração) entre as áreas destinadas à habitação e também comércio. A sustentabilidade urbana precisa manifestar-se em forma de Lei. As preocupações ambientais precisam ser colocadas em prática” (Vianna, 2018, p.217)

Soluções baseadas na Natureza (SbN) beneficiam, os seres humanos e a natureza, promovem melhorias econômicas, além de tornar as cidades mais resilientes e com potencial para lidar com as mudanças climáticas, de forma que as cidades se tornem ambientes mais acolhedores. SbN adicionam elementos naturais ao ambiente urbano, são altamente adaptáveis, de forma que podem ser aplicados em diversos contextos. São capazes de minimizar os problemas sociais que assolam a humanidade, como mudanças climáticas. Contribuem positivamente para a qualidade ambiental das áreas urbanas, de forma a minimizar os impactos da urbanização. Podem ainda, prover Serviços Ecossistêmicos, como: polinização, regulação do microclima e da qualidade do ar, sequestro de carbono, fornecimento de habitat para espécies e manutenção da biodiversidade (Marques *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2021).

Soluções baseadas na natureza é um conceito guarda-chuva, com diferentes técnicas multifuncionais, multiescalares e adaptativas. As SbN solucionam os problemas sociais por meio de ecossistemas e os serviços que eles fornecem. As áreas verdes, podem ser entendidas como SbN, uma forma de adaptação aos problemas socioambientais (De Oliveira Campos, 2021).

Os espaços livres são locais sem construções civis, que possuem finalidades de preservação e conservação, além de prover opções de lazer e recreação, de forma que melhore a qualidade de vida da população que usufrui (Dos Santos Toledo; Dos Santos, 2008).

Áreas Verdes são uma categoria que está dentro do conceito de espaços livres, que possuem solos permeáveis, com cobertura vegetal majoritariamente arbórea ou arbustiva, podem desempenhar serviços ambientais e formar um microclima, com interferências na luminosidade, temperatura, amenização da poluição, manutenção da fauna urbana, dentre outras funções (Bargos; Matias *et al.*, 2011).

Existe uma diversidade muito grande nos conceitos relacionados ao termo áreas verdes, e com isso, torna-se difícil promover um planejamento urbano eficiente e que garanta a qualidade de vida dos moradores das cidades. Portanto, há a necessidade de padronização desse conceito a fim de garantir um processo de intervenção dos espaços urbanos e manutenção desses locais (Bargos; Matias *et al.*, 2011).

**Quadro 2:** Definição de conceitos.

<b>Conceito</b>	<b>Definição</b>
Espaço livre:	Trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído em áreas urbanas.
Área verde:	Onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.
Arborização urbana:	Diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.
<b>Fonte:</b> Pereira Lima, 1994 <i>apud</i> Loboda, 2005.	

As áreas verdes urbanas, em especial os jardins, surgem inicialmente para dar prazer à vista e ao olfato, isso em qualquer época ou cultura. A partir do século XIX esses espaços

ganham função utilitária. As áreas verdes surgem independentemente, em dois lugares, Egito e China, devido ao início da arte da jardinocultura. No caso da jardinagem egípcia sua função inicial era amenizar o calor das residências. Já os jardins chineses são conhecidos por serem de cunho religioso, repletos de significados espirituais, culturais e religiosos. A Grécia foi o primeiro país em que os espaços livres passaram a ter funções pública, já que eram considerados locais uso recreativo para a comunidade (Loboda; De Angelis, 2005)

Quanto ao Brasil as manifestações paisagísticas ocorreram na primeira metade do século XVII em Pernambuco durante a invasão holandesa, feita pelo Príncipe Maurício de Nassau. Claro que pouco sobrou desse empreendimento, apenas as laranjeiras, tangerinas e limoeiros. O papel dado aos espaços verdes varia de acordo as necessidades de cada época, além de espelhar as preferências e culturas de cada sociedade (Loboda; De Angelis, 2005)

As áreas verdes apresentam três tipos de valores, sendo eles: visuais/paisagísticos, valores recreativos e valores ambientais. Mas um mesmo local pode desempenhar mais de um papel. Quanto aos valores visuais, as áreas verdes podem agregar identidade visual ao local e caracterização fisionômica às cidades. Isso, pois o crescimento das cidades suprime a vegetação nativa, modificando rapidamente a fisionomia dos lugares, impondo ainda uma alta homogeneidade às paisagens urbanas. Quanto aos valores recreativos, temos uma contradição, à medida que as cidades crescem, a demanda por áreas de recreação aumenta, porém, o que acontece na realidade é que essas áreas se tornam cada vez mais escassas. Os valores ambientais tratam da importância desses lugares para a qualidade ambiental urbana e para a proteção ambiental. (Bartalini, 1986).

Existem diversos estudos, principalmente na América do Norte e na Europa, que associam as áreas verdes à saúde humana. Com diversos impactos positivos, como melhor saúde mental, desenvolvimento cognitivo, foco, diminuição da obesidade e sedentarismo, dentre outros. Além dos serviços ecossistêmicos, como a regulação térmica, melhoria na qualidade do ar, redução de ruídos e de escoamento superficial, dentre outros (Amato-Lourenço *et al.*, 2016).

O efeito da vegetação sobre o microclima ocorre devido a dois mecanismos: a evapotranspiração e o sombreamento. A temperatura radiante média é a que sofre mais impactos advindas do dossel arbóreo, que influencia o conforto térmico. O sombreamento produzido pelas árvores influencia a temperatura abaixo do dossel e a temperatura radiante média. No trabalho de Shinzato, 2018 os resultados das temperaturas simuladas para um

parque e uma rua na cidade de São Paulo, apresentaram uma diferença de 17,4°C entre o asfalto exposto e o solo abaixo do dossel (Shinzato; Duarte, 2018).

De Almeida, 2018, construiu uma análise de diversos estudos que tratam da influência da vegetação na temperatura do ar. Entre os trabalhos selecionados, um indicou uma diferença de temperatura entre as áreas arborizadas e não arborizadas de 10°C, sendo a maior diferença encontrada, já a menor foi de 0,2°C em vias urbanas. O emprego da vegetação nas cidades é capaz de diminuir a temperatura do ar, porém deve-se considerar aspectos como as espécies, densidade, índices de área foliar, além do clima de cada região (De Almeida; Vasconcellos, 2018).

Pesquisa realizada em Maceió-AL mostrou que as áreas verdes contribuem significativamente para o bem-estar da sociedade. O que pode ser visto na umidade relativa do ar, sempre encontrada próxima de 78%. Na temperatura, os efeitos foram percebidos principalmente entre as 09:00h e 15:00h. A maior diferença de temperatura entre os pontos arborizados e os pontos antropizados, é por volta das 09:00h, podendo chegar à diferença de até 2,5°C, momento em que os pontos arborizados passam por um aquecimento mais lento enquanto os não arborizados sofrem um aquecimento acelerado. A vegetação tem papel de barrar a radiação solar que chega às superfícies e ainda impede a formação de ilhas de calor, o que se deve ao aquecimento mais lento e resfriamento a partir das 15:00h quando a radiação solar diminui (Barbosa; Barbirato; Vecchia, 2003).

Cidades da Rússia, Chile, Nigéria e Etiópia promoveram ações de plantio de árvores com a intenção de se adaptarem às mudanças climáticas. O plantio de árvores está entre as principais ações de adaptação das cidades, com a finalidade de melhorar a infraestrutura verde e tornar as cidades mais resilientes (Franco; Osse; Minks, 2013).

Estudo conduzido por Burgos, 2010, na superquadra 108 Sul de Brasília, analisou a temperatura superficial dos materiais. Às 15h os pontos analisados compostos por asfalto e a grama, apresentaram as maiores temperaturas, enquanto a temperatura mais baixa, ficou com o ponto que é sombreado pela copa das árvores durante todo o dia. No período da tarde a diferença chegou aos 23°C. Nos locais sombreados pela arborização, a diferença de temperatura entre a terra e o concreto não ultrapassou os 2°C (Burgos; Romero, 2010).

A arborização urbana implantada na década de 60 no Plano Piloto possui uma grande diversificação de espécies. Em um inventário da arborização urbana de 10 quadras do Plano Piloto, 4.493 indivíduos foram analisados, e encontradas 35 famílias, 92 gêneros e 118

espécies, porém a predominância foi de espécies exóticas em detrimento das espécies nativas. Uma boa estratégia a ser tomada é a substituição contínua das espécies exóticas por nativas (Costa; Júnior, 2010).

A baixa arborização contribui para diversos problemas socioambientais urbanos. Interfere no balanço hídrico do solo, reduz a infiltração e aumenta o escoamento superficial, que por sua vez aumenta o risco de alagamentos; sua substituição por infraestrutura construída resulta no surgimento de ilhas de calor; diminui o bem-estar psicológico, afeta a qualidade de vida da comunidade local; diminui a oferta e qualidade de uma série de serviços ecossistêmicos associados a regulação do ciclo hidrológico, purificação do ar, captura de carbono, controle da umidade relativa do ar, além do conforto térmico humano. A deficiência na arborização de cidades também pode afetar os meios de subsistência humanos. A vulnerabilidade das cidades é um problema que é destacado pelas mudanças climáticas.

#### 4. METODOLOGIA

O Distrito Federal está organizado em Regiões Administrativas (RAs). Os limites dessas regiões definem os locais de ação para os serviços públicos, já que o DF é particular na administração pública brasileira, sendo uma unidade da federação ao mesmo tempo em que a gestão do seu território se assemelha, em vários aspectos, ao de um município. Atualmente existem 35 regiões administrativas.

Para a administração do território existe o Governo do Distrito Federal (GDF) e cada RA possui uma administração local. O Governo é chefiado pelo Governador do Distrito Federal, e é auxiliado pela Câmara Legislativa, que possui 24 deputados distritais, ambos definidos por eleições feitas de 4 em 4 anos. Já para as regiões administrativas, é nomeado, pelo governador, um administrador.

A hipótese central desta pesquisa é que a desigualdade da distribuição de áreas verdes acompanha a vulnerabilidade socioeconômica das RAs. Vulnerabilidade socioeconômica é definida a partir dos aspectos sociais e econômicos estruturais, intrínsecos à população, que a tornam mais suscetível a sofrer impactos ou reduzem a capacidade adaptativa quando expostas ao estresse, seja ele de qualquer natureza (Lindoso, 2017). Um conceito importante nesse debate é o de capacidade adaptativa, que se refere à capacidade dos sistemas em se prevenir riscos ou, uma vez que ocorrem os impactos, responder adequadamente (Lindoso, 2017). O acesso a áreas verdes pode ser interpretado como um elemento da capacidade adaptativa urbana.

Para isso, construiremos dois índices, um de Vulnerabilidade Socioeconômica e outro de Áreas Verdes. Para o índice de Vulnerabilidade Socioeconômica usaremos três indicadores, o de renda, um indicador que representa a educação e um indicador que representa a saúde. Para o indicador de Áreas Verdes, utilizaremos também três indicadores, Jardins, Cerrado e Massa Arbórea.

#### **4.1 Renda**

Para o indicador de renda média per capita das RAs do Distrito Federal foram selecionados os dados do Mapa da Riqueza produzido pela FGV (Fundação Getúlio Vargas), 2020, a partir dos dados de IRPF (imposto sobre a renda das pessoas físicas) e da população. Estão disponíveis dados para 31 RAs, enquanto dados de renda do Sol Nascente/Pôr-do-Sol e de Arniqueira não constam neste estudo, provavelmente porque ambas foram criadas em 2019 (Anexo D).

A escolha do indicador de renda é baseada no fato de que as populações mais ricas possuem mais acesso às formas de adaptação às mudanças climáticas. No caso do evento climático que se analisa mais detidamente neste trabalho (onda de calor), as populações mais ricas terão maior potencial de se adaptarem, ao exemplo da compra de aparelhos de resfriamento, das formas de construção das residências ou da composição do entorno mais adequadas ao conforto térmico.

#### **4.2 Educação**

Para os indicadores de educação e segurança alimentar, foi utilizada a Pesquisa Distrital por Amostragem de Domicílios (PDAD), elaborado a cada dois anos pela CODEPLAN (Companhia de Planejamento do Distrito Federal) e possui o objetivo de diagnosticar e radiografar as variações socioeconômicas dos moradores de cada uma das 33 Regiões Administrativas do Distrito Federal, além da infraestrutura local e das condições de moradia. Esta pesquisa representa 97% da população do Distrito Federal. A PDAD utilizada no presente estudo, foi coletada de maio a novembro de 2021 (CODEPLAN, 2021).

Para representar a educação os indicadores escolhidos foram: 1 - Ensino médio incompleto (% moradores); 2 - Ensino fundamental completo (% moradores); e 3 - Sem escolaridade (% moradores). Esses três indicadores estão presentes na tabela A.49 do PDAD, 2021 e consideraram apenas pessoas com mais de 25 anos (Anexo C). Os indicadores foram agregados por meio de soma simples e posteriormente, divididos por cem e compuseram a

porcentagem de pessoas que não possuem educação básica completa, integrando o indicador de educação.

Este indicador foi escolhido baseado na premissa de que são necessárias as habilidades técnico-científicas adquiridas no ensino básico para que as populações possam não só ter acesso (ler) as informações, mas também a interpretá-las com qualidade. Em outras palavras, as populações que possuem ensino básico completo têm mais recursos para interpretar materiais informativos sobre as mudanças climáticas e agir de forma adaptativa. Dessa forma, as RAs que possuem baixo desempenho no indicador de educação, também irão ter menor capacidade adaptativa às mudanças climáticas.

### 4.3 Saúde

Para a dimensão da saúde, foi escolhido como indicador a porcentagem de domicílios que sofriam algum grau de insegurança alimentar em 2021. Este indicador é composto por 3 dados agregados por meio de uma soma simples: 1 - Insegurança leve (% domicílios); 2 - Insegurança moderada (% domicílios); e 3 - Insegurança grave (% domicílios). Estes três dados foram retirados da tabela A.96 do PDAD, 2021 (Anexo B). E para obter o resultado normalizado entre 0 e 1, ele foi dividido por cem.

Uma população se encontra em situação de insegurança alimentar quando existem problemas no acesso à alimentação, avaliado a partir da regularidade, quantidade e qualidade necessária para a manutenção da saúde humana.

O indicador de insegurança alimentar foi escolhido para representar a dimensão da saúde pois esta condição fragiliza a integridade da saúde da população e, conseqüentemente, essas pessoas sofrem mais quando são afetadas por distúrbios ambientais como é o exemplo da onda de calor.

### 4.4 Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica

Para ser integrado no índice de vulnerabilidade socioeconômica, o indicador de renda foi normalizado por meio do método dos valores máximos e mínimos, de forma que os valores finais, fiquem entre 0 e 1. Para isso, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Indicador de renda} = \frac{(\text{valor observado} - \text{valor mínimo})}{(\text{valor máximo} - \text{valor mínimo})}$$

Valor observado: renda média per capita mensal da RA que se deseja analisar

Valor mínimo: menor valor de renda média per capita mensal entre as RAs analisadas

Valor máximo: maior valor de renda média per capita mensal entre as RAs analisadas

O valor mínimo utilizado na fórmula foi a renda da RA de Itapoã (R\$161,00 per capita/mês) e o valor máximo é representado pela renda do Lago Sul (R\$23141,00 per capita/mês) em 2020. No resultado observado, foram consideradas três casas decimais do lado direito da vírgula.

Para a construção de um índice de vulnerabilidade socioeconômica, é necessário inverter os valores da renda, pois os indicadores de saúde e educação já representam as vulnerabilidades enquanto o da renda representaria a falta das vulnerabilidades. Para isso, os valores encontrados na etapa anterior, foram subtraídos do valor 1, dessa forma, Itapoã a RA com a menor renda média per capita mensal, ficou com o valor 1 (Valor máximo) enquanto Lago Sul, RA com a maior renda média per capita mensal, ficou com valor 0 (Valor mínimo). Dessa forma, quanto maior o resultado, maior a vulnerabilidade.

Com os indicadores de educação, renda e saúde separados e normalizados, o próximo passo foi a construção do indicador de vulnerabilidade socioeconômica. Os indicadores foram integrados por meio de uma média aritmética simples. Segue a equação utilizada:

$$\text{Indicador de Vulnerabilidade Socioeconômica} = \frac{\text{Ind. saúde} + \text{Ind. educação} + \text{Ind. renda}}{3}$$

Com esse cálculo obteve-se o desempenho de vulnerabilidade socioeconômica para cada uma das RAs. O resultado foi ordenado de forma crescente e apresentado no apêndice A.

#### 4.5 Índice de Áreas Verdes

Para analisar a distribuição das áreas verdes pelas RAs foram elaborados dois índices: área da RA coberta por áreas verdes (%) e áreas verde por habitante (m<sup>2</sup> per capita). A área verde aqui é entendida como locais onde há predomínio da vegetação arbórea.

O índice área verde por RA foi construído a partir de dados fornecidos pelo projeto INCT-Odisseia (Batista; Roig, 2023). São dados de vegetação com base em ortofotos do ano de 2016, com escala de 1:5.00. Foram utilizados dados de cerrado, massa arbórea, edificação, jardins, vias e piscinas gerais (área do DF) e cortados para área urbana de cada RA utilizando a plataforma de geoprocessamento ArcGIS. Depois de cortados, os dados foram separados para cada RA e unificados pela ferramenta Update, que deu origem ao uso de solo para cada RA, sem o erro de sobreposição (Batista; Roig, 2023). Para o presente trabalho, os dados

utilizados foram Massa Arbórea, Cerrado e Jardins. Posteriormente, as porcentagens de cada um desses foram agregadas em um índice de área verde por meio de uma média ponderada.



**Figura 1:** Metodologia de criação dos indicadores de uso do solo para o Distrito Federal. **Fonte:** Batista; Roig, 2023.

#### 4.6 Índice de Metro Quadrado de Área Verde por habitante

Foram utilizados os dados sobre tamanho populacional das RAs obtidos por meio da PDAD. E para as áreas verdes, foram somados os dados dos três indicadores (massa arbórea, jardins e cerrado) para obter o tamanho bruto das áreas verdes em m<sup>2</sup>.

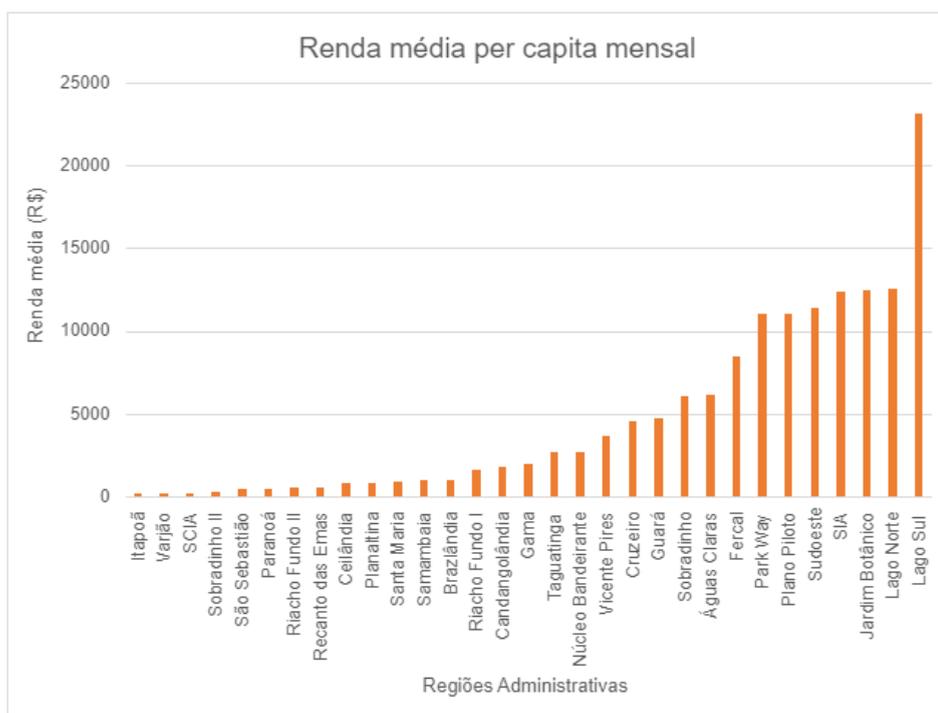
Por meio de divisão simples obtivemos o indicador de áreas verdes por habitantes (m<sup>2</sup>), segue a equação:

$$\text{Área Verde por Habitante} = \frac{\text{Área Verde}}{\text{Habitante}}$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Vulnerabilidade Socioeconômica

A figura 2 representa a renda média per capita das RAs do Distrito Federal. No eixo Y o valor da renda média em Reais e no eixo X as RAs.



**Figura 2:** Renda média per capita mensal da população do Distrito Federal, separado por Região Administrativa.  
**Fonte:** Elaboração própria.

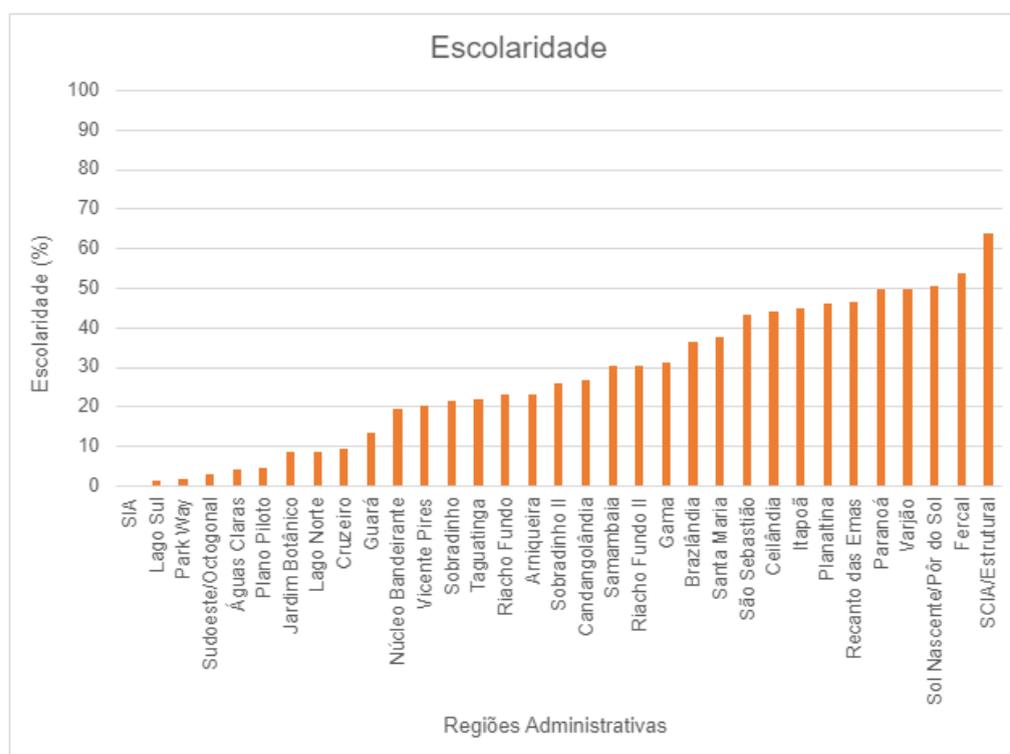
Os dados de renda média mensal *per capita* mostraram que as RAs que apresentam os maiores valores são: Lago Sul (R\$23.141); Lago Norte (R\$12.582); Jardim Botânico (R\$12.453); SIA (R\$12.348); Sudoeste/Octogonal (R\$11.355) e Plano Piloto (R\$11.056). Já as RAs que apresentaram os menores valores são: Paranoá (R\$478); São Sebastião (R\$460); Sobradinho II (R\$247); SCIA (R\$193); Varjão (R\$182) e Itapoã (R\$161).

É possível notar uma grande disparidade entre as rendas. Na tentativa de criar grupos, pode-se definir que o Lago Sul é um outlier e compõe sozinho o grupo mais rico com quase o dobro da renda da segunda RA mais rica do DF. Park Way, Plano Piloto, Sudoeste, SIA, Jardim Botânico e Lago Norte, integram o segundo grupo mais rico, com renda média mensal *per capita* entre R\$10.000 e R\$15.000. O terceiro grupo corresponde as RAs de Taguatinga, Núcleo Bandeirante, Vicente Pires, Cruzeiro, Guará, Sobradinho, Águas claras e Fercal, com rendas médias mensais *per capita* que variam entre R\$2.651 (Taguatinga) e Fercal R\$ 8.429. Por fim, o grupo mais pobre é também o maior, composto por 16 RAs (Enquanto os 3 grupos mais ricos, somados resultam em 15 RAs), em que a maior das rendas é de R\$ 1.943 (Gama) enquanto a RA com o pior desempenho econômico de todas tem renda média per capita de R\$ 161 (Itapoã).

A análise da desigualdade da distribuição da vulnerabilidade socioeconômica poderia se limitar à diferença de renda entre essas RAs, afinal, a renda média mensal *per capita* do

Lago Sul é 143 vezes maior que a renda média do Itapoã; mas este trabalho está voltado para a identificação das vulnerabilidades sociais amplas dessas Regiões Administrativas, que vão além da renda.

A figura 3 representa a porcentagem de pessoas com o ensino básico incompleto neste caso, os dados demonstram uma progressividade que se assemelha ao comportamento do indicador da renda, já que as RAs com o melhor desempenho econômico também são as mesmas que figuram entre as com melhor desempenho na dimensão da educação, como Lago Sul, Lago Norte, Jardim Botânico, SIA, Sudoeste/Octogonal, Plano Piloto e Park Way. Enquanto o contrário também é possível notar, Paranoá, São Sebastião, SCIA, Varjão e Itapoã apresentando o pior desempenho do indicador de escolaridade. Sendo que no caso específico para a Fercal, esses indicadores não possuem forte correlação, uma vez que esta, possui o segundo pior desempenho em educação, mas não está entre as RAs mais pobres.

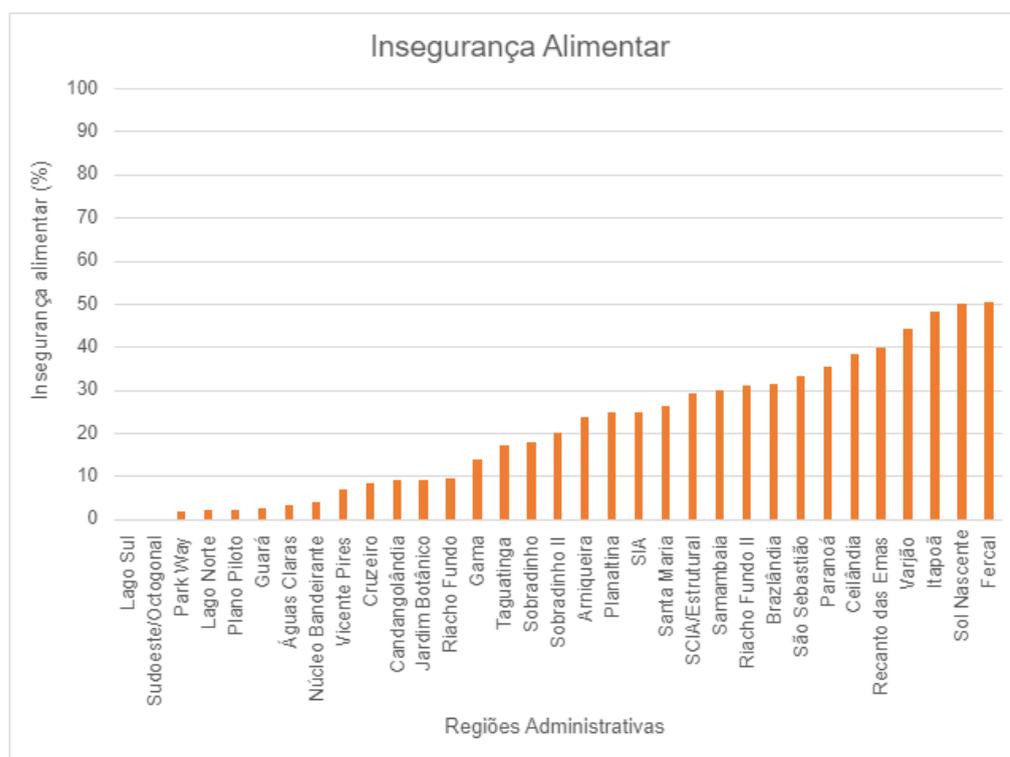


**Figura 3:** Escolaridade das pessoas com 25 anos ou mais de idade, por Regiões Administrativas Distrito Federal, 2021 (%). **Fonte:** Elaboração própria.

Consideramos, então, somente que o desempenho das RAs Fercal, SCIA/Estrutural e Sol Nascente são alarmantes, uma vez que ultrapassam a faixa de 50% das pessoas que não concluíram o ensino básico.

A figura 4 representa a dimensão saúde da vulnerabilidade socioeconômica, utilizando como referência o indicador insegurança alimentar. Esse indicador é composto pela porcentagem dos domicílios em situação de insegurança alimentar, seja leve, moderada ou grave, em relação ao tamanho total da população da RA.

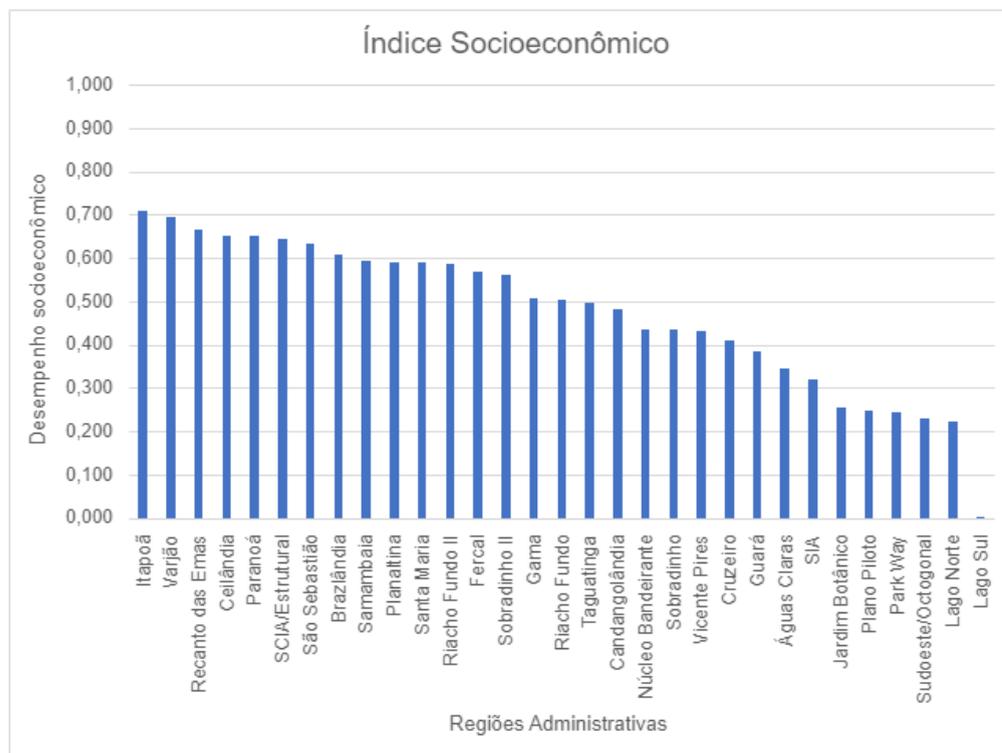
Neste caso, o grupo com melhor desempenho é composto por Lago Sul e Sudoeste/Octogonal, ambos com 0% da população em situação de insegurança alimentar em 2021. O segundo grupo é composto por Park Way, Lago Norte, Plano Piloto, Guarará, Águas Claras, Núcleo Bandeirante, Vicente Pires, Cruzeiro, Candangolândia, Jardim Botânico e Riacho Fundo. Todos possuíam, em 2021, menos de 10% de sua população em estado de insegurança alimentar.



**Figura 4:** Distribuição dos domicílios (%) com algum grau de insegurança alimentar, por Regiões Administrativas, Distrito Federal, 2021 **Fonte:** Elaboração própria.

O terceiro grupo, com o maior número de RAs, é composto por Gama, Taguatinga, Sobradinho, Sobradinho II, Arniqueira, Planaltina, SIA, Santa Maria, SCIA/Estrutural, Samambaia, Riacho Fundo II, Brazlândia, São Sebastião, Paranoá, Ceilândia e Recanto das Emas. Entre 10% e 40% da população dessas RAs enfrentaram algum grau de insegurança alimentar em 2021. Por último, o grupo mais crítico é composto por Varjão, Itapoã, Sol Nascente e Fercal, com mais de 40% de suas populações com algum nível de insegurança alimentar em 2021.

O índice de vulnerabilidade socioeconômica reflete a combinação do desempenho dos indicadores econômicos, de saúde e de educação, comentados anteriormente. Observa-se que o resultado deste índice por RAs espelham em grande medida o desempenho dos indicadores em separado (Figura 5).



**Figura 5:** Índice socioeconômico das RAs do Distrito Federal. **Fonte:** Elaboração Própria.

As RAs Itapoã, Varjão, Recanto das Emas, Ceilândia e Paranoá, nessa ordem, obtiveram os piores desempenhos no índice de vulnerabilidade socioeconômica quando comparados às outras RAs do DF. Um outro ponto que chama muita atenção é que todas estas RAs obtiveram valores superiores a 0,6 de vulnerabilidade socioeconômica, dessa forma, estas RAs precisam de mais atenção das autoridades públicas.

Enquanto Lago Sul, Lago Norte, Sudoeste/Octogonal, Park Way e Plano Piloto tiveram os melhores desempenhos, figurando sempre abaixo dos 0,3 de vulnerabilidade. Neste caso o que chama mais atenção é o posicionamento do Lago Sul, com apenas 0,02 de vulnerabilidade socioeconômica, sendo a RA com a menor vulnerabilidade do Distrito Federal, enquanto a segunda menor é a RA do Lago Norte, com mais de 0,2% de diferença. Grande parte disso se explica devido ao indicador de Renda, que no caso do Lago Sul, apresentou um valor muito distinto das outras RAs.

## 5.2 Áreas verdes

No que diz respeito às áreas verdes (jardins, massa arbórea e cerrado), a figura 6 representa a distribuição em cada RA do DF. No indicador de massa arbórea, as RAs que apresentaram o melhor desempenho foram: Park Way (23,77%); Lago Sul (19,76%) e Plano Piloto (18,42%). Os piores desempenhos nesse quesito ficaram com: Samambaia (1,15%); Santa Maria (1,34%) e SCIA (1,36%). Esse baixo desempenho é bastante preocupante, as populações que vivem em tais RAs provavelmente sofrerão maiores impactos quando o Distrito Federal enfrentar eventos climáticos extremos, como as ondas de calor.

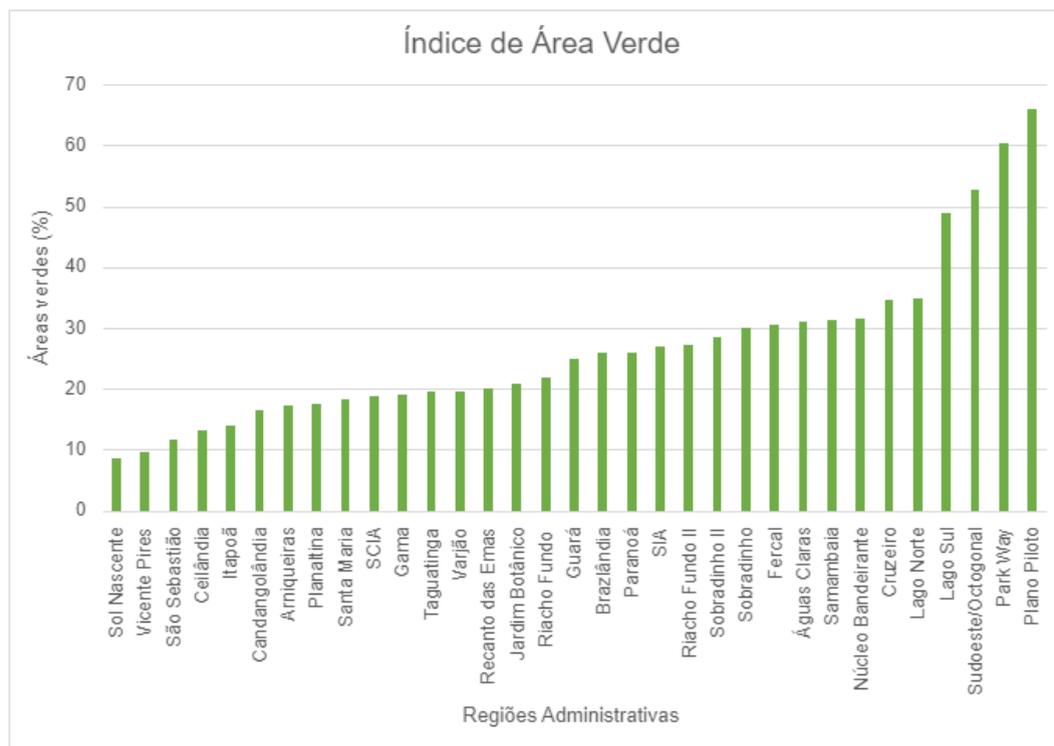
Já no indicador de área de Cerrado, os melhores desempenhos foram encontrados em: Fercal (18,06%); SCIA (9,22%) e Sudoeste (7,89%). Já os piores desempenhos ficaram em: Cruzeiro e Plano Piloto (Ambos 0,00%) e Sobradinho II (0,20%). Neste caso, o baixo desempenho se torna preocupante do ponto de vista ambiental, visto que se traduz na supressão da vegetação nativa pela urbanização.

Quanto aos Jardins, os melhores desempenhos estão presentes nas RAs: Plano Piloto (47,53%); Sudoeste (35,58%) e Park Way (34,96%). Os piores desempenhos foram encontrados em: Sol Nascente/Pôr-do-Sol (2,01%); Vicente Pires (3,17%) e São Sebastião (4,06%).

As áreas de cada uma dessas tipologias foram somadas em um indicador não ponderado de áreas verdes das Regiões Administrativas do Distrito Federal, portanto, no resultado dessa somatória, foram selecionadas cinco RAs com melhor desempenho e cinco RAs com os piores desempenhos, para que possam ser discutidas. As cinco com maior desempenho de áreas verdes foram: Plano Piloto (65,95%); Park Way (60,37%); Sudoeste (52,71%); Lago Sul (48,99%) e Lago Norte (34,87%). Os piores resultados, foram encontrados nas RAs: Sol Nascente/Pôr-do-Sol (8,69%); Vicente Pires (9,69%); São Sebastião (11,58%); Ceilândia (13,20%) e Itapoã (14,01%).

Por uma análise quantitativa, pode-se separar as RAs em grupos, sendo Plano Piloto, Park Way, Sudoeste/Octogonal e Lago Sul o grupo com melhor desempenho de áreas verdes com porcentagens que variam de 48,99% (Lago Sul) a 65,95% (Plano Piloto). O grupo de desempenho mediano é composto por Guará, Brazlândia, Paranoá, SIA, Riacho Fundo II, Sobradinho II, Sobradinho, Fercal, Águas Claras, Samambaia, Núcleo Bandeirante, Cruzeiro e Lago Norte, com mais de 20% de áreas verdes e menos que 40%. O grupo de desempenho mais baixo, novamente, é o maior grupo, composto por Sol Nascente/Pôr-do-Sol, Vicente

Pires, São Sebastião, Ceilândia, Itapoã Candangolândia, Arniqueira, Planaltina, Santa Maria, SCIA, Gama, Taguatinga, Varjão, Recanto das Emas, Jardim Botânico e Riacho Fundo.



**Figura 6:** Porcentagem de Massa Arbórea, Cerrado, Jardins, soma de todos esses componentes e a dimensão, separados por Região Administrativa do Distrito Federal (33 RAs). **Fonte:** Elaboração própria.

Neste caso, é preocupante a grande quantidade de Regiões Administrativas que apresentaram baixo desempenho no indicador Jardins. Ou seja, a maioria da população do DF, vive em RAs que possuem baixa arborização e, conseqüentemente, baixa adaptabilidade às mudanças ambientais globais.

A porcentagem de áreas verdes do Plano Piloto (melhor desempenho) em relação ao tamanho da RA, é mais de 7 vezes maior que a do Sol Nascente/Pôr do Sol (pior desempenho). Em números absolutos, temos que o Plano piloto tem 46.298.241 m<sup>2</sup> de áreas verdes enquanto Sol Nascente/Pôr-do-sol tem 1.141.637 m<sup>2</sup>. Nas figuras 7 e 8 são apresentados os mapas gerados pelo projeto INCT-Odisseia (Batista e Roig, 2023), a partir dos dados anteriormente comentados. Foram separados em quatro categorias, Cerrado, Jardins, Massa Arbórea e Urbano.

## Plano Piloto



## Legenda

JARDINS - 47.53% RA - URBANO

MASSA ARBÓREA - 18.42%

0 1.5 3 6 9 Kilometers

Sistema de Coordenadas Geográficas  
SIRGAS 2000 Decimal Degrees  
Fonte: CODEPLAN  
Autor: Equipe INCT - Odisseia

## Sudoeste



## Legenda

CERRADO - 7.89% MASSA ARBÓREA 9.24%

JARDINS 35.58% RA - URBANO

0.5 1 2 3 Kilometers

Sistema de Coordenadas Geográficas  
SIRGAS 2000 Decimal Degrees  
Fonte: CODEPLAN  
Autor: Equipe INCT - Odisseia

## Park Way



## Legenda

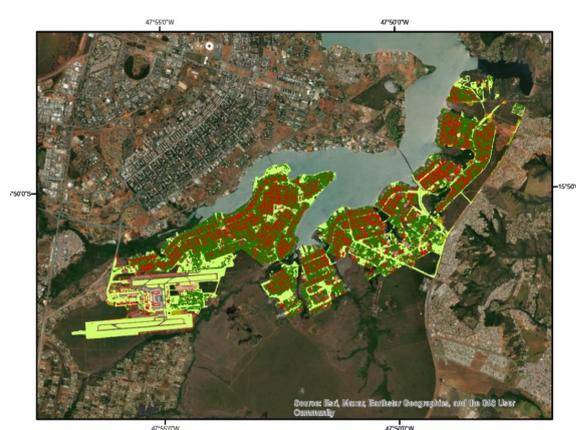
CERRADO - 1.64% MASSA ARBÓREA - 23.77%

JARDINS - 34.69% RA - URBANO

0 1.5 3 6 9 Kilometers

Sistema de Coordenadas Geográficas  
SIRGAS 2000 Decimal Degrees  
Fonte: CODEPLAN  
Autor: Equipe INCT - Odisseia

## Lago Sul



## Legenda

CERRADO - 1.81% MASSA ARBÓREA - 19.76%

JARDINS - 27.42% RA - URBANO

0 1.5 3 6 9 Kilometers

Sistema de Coordenadas Geográficas  
SIRGAS 2000 Decimal Degrees  
Fonte: CODEPLAN  
Autor: Equipe INCT - Odisseia

**Figura 7:** Regiões Administrativas com melhor desempenho no indicador de Áreas Verdes (Plano Piloto Sudoeste, Park Way e Lago Sul). **Fonte:** INCT ODISSEIA - Batista; Roig, 2023.

Além dos números brutos comentados anteriormente, é possível perceber a diferença da presença de áreas verdes por meio de análise qualitativa. Foram selecionadas as quatro RAs (Plano Piloto, Sudoeste, Park Way e Lago Sul) que apresentaram os melhores desempenhos no índice de áreas verdes (Figura 6).

No caso do Plano Piloto, é possível identificar a baixa porcentagem de áreas urbanas quando comparado às outras RAs (ausência de vermelho). Também é possível identificar a Asa Sul e Asa Norte, devido à grande presença de Massa Arbórea (verde escuro). Já o indicador de Jardins (verde claro) é o maior das três tipologias, até mesmo quando comparado com as outras RAs. Dessa forma, Jardins compõe 47,53% de toda a RA. A porcentagem de cerrado neste estudo foi nula. Um resultado próximo a zero é esperado uma vez que o Plano Piloto é uma área bastante antropizada. Entretanto, provavelmente a área de Cerrado está subestimada, já que empiricamente sabe-se que há pequenos fragmentos do bioma distribuídos, por exemplo, pela Asa Norte e Asa Sul, mas que não foram contabilizados na análise das imagens. Esta constatação é um resultado do presente trabalho e será usado no melhoramento das análises espaciais do projeto INCT-Odisseia

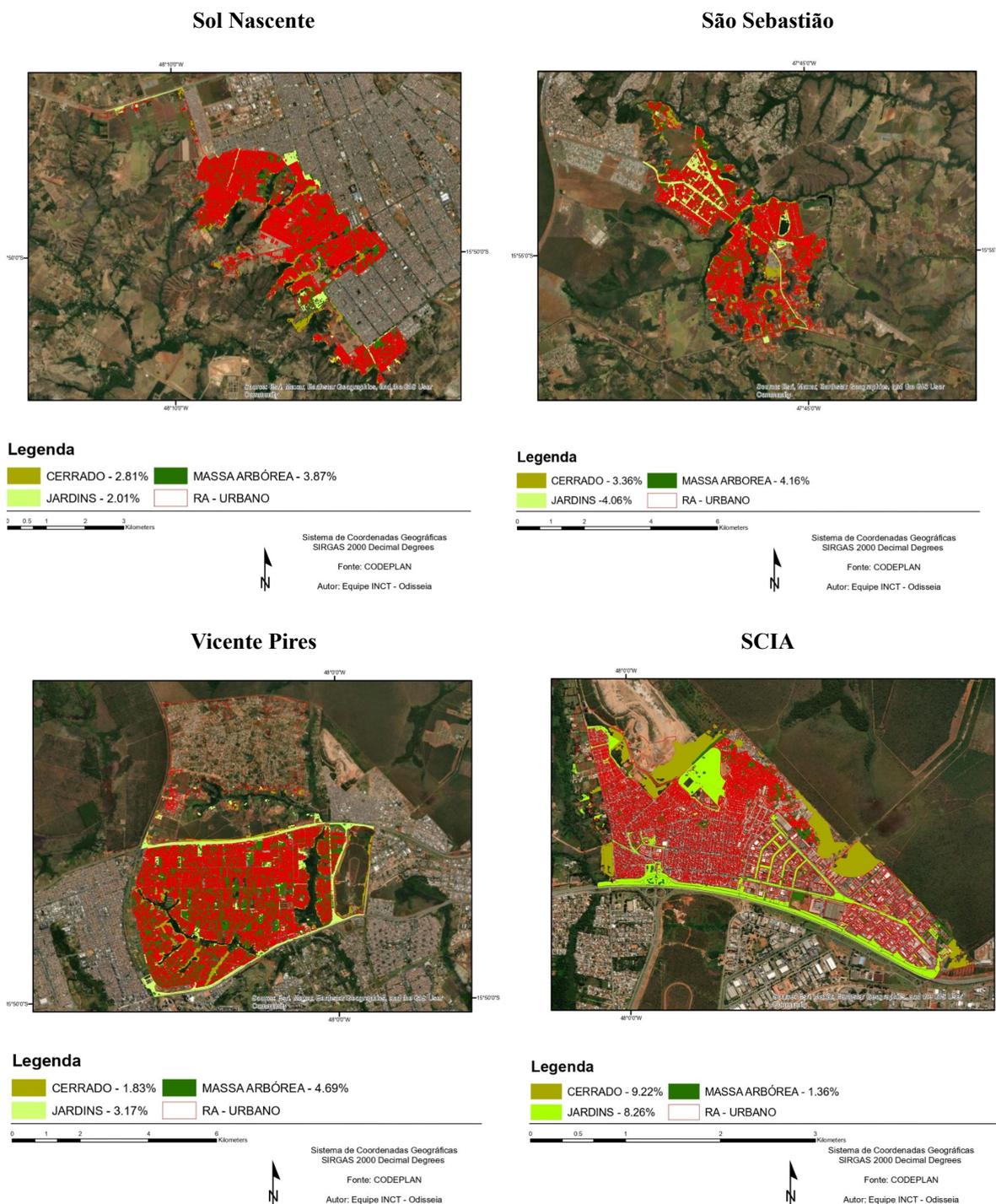
Para o caso do Sudoeste, o indicador de Jardins também se sobressai (35,58%), seguido pela massa arbórea que está espalhada por toda a RA. Já o indicador de Cerrado chama atenção pois é o terceiro maior (7,89%) dentre todas as RAs do DF, o que se explica devido ao círculo da Superintendência de Agricultura e Pecuária do Distrito Federal que protege o cerrado preexistente. Cabe destacar que os dados de cerrado no Sudoeste são referentes a 2016 e, desde então, houve a construção das quadras 500 com supressão de áreas de cerrado nativo.

No caso da RA Park Way, o indicador com maior porcentagem é o de Jardins (34,69%). Seguido de Massa Arbórea (23,77%), que compõe uma porcentagem razoável para a adaptação aos problemas anteriormente citados. E o indicador de Cerrado não foi um destaque (1,64%).

Para a RA do Lago Sul, é possível perceber uma quantidade ligeiramente maior de áreas urbanas quando comparada às RAs comentadas anteriormente. O indicador de Jardins foi o maior (27,42%), seguido pelo indicador de Massa Arbórea (19,76%) e ambos constituem bons resultados. O indicador de Cerrado foi, novamente, o menor encontrado (1,81%). Nota-se ainda, a proximidade dessas RAs, que formam um mosaico concentrando a maior parte das Áreas Verdes em uma única porção do Distrito Federal.

No outro extremo, foram analisadas as RAs com os quatro piores desempenhos socioeconômicos e posto na figura 3 (Sol nascente/Pôr-do-Sol, São Sebastião, Vicente Pires e SCIA). Em todas, a presença da área urbana é relativamente mais significativa que as áreas verdes.

Na RA do Sol Nascente, é possível perceber a pequena porcentagem de Jardins, sendo 2,01% da RA, o que representa o desempenho mais baixo entre todas as RAs do DF. Já o indicador Cerrado, apesar de baixo (2,81%), está dentro da média. A área de Massa Arbórea também se mostrou baixa (3,87%).



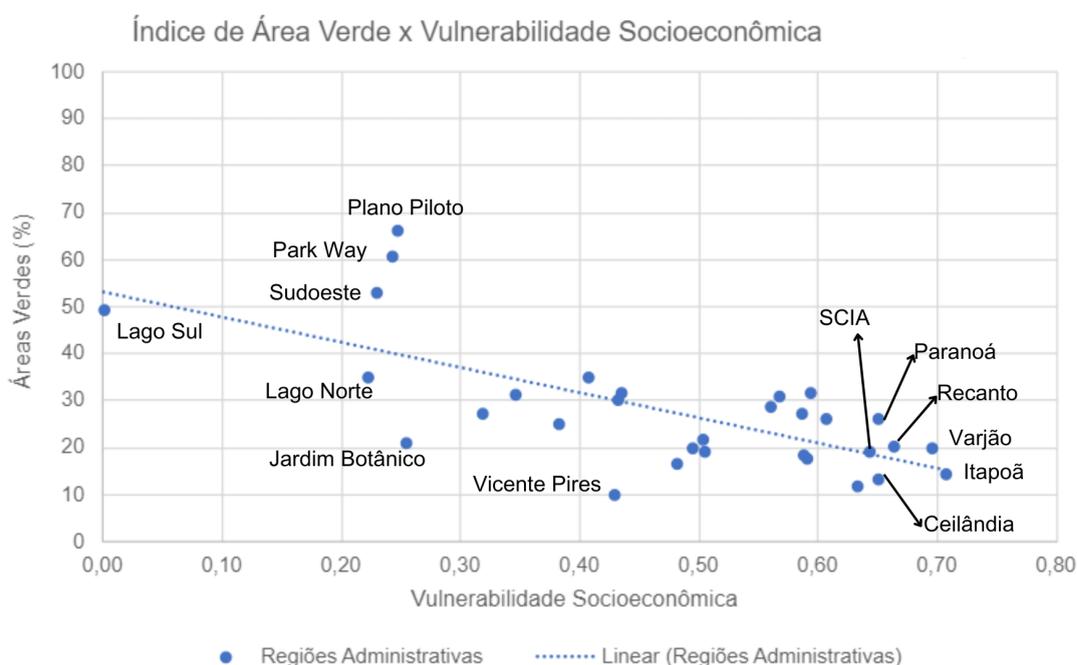
**Figura 8:** Regiões Administrativas com o pior desempenho no indicador de Áreas Verdes (Sol Nascente, São Sebastião, Vicente Pires, SCIA). **Fonte:** INCT ODISSEIA - Batista; Roig, 2023.

Para a RA de São Sebastião, o caso é bastante parecido ao do Sol Nascente/Pôr-do-Sol: domínio de área urbana e baixa cobertura relativa de Massa Arbórea (4,16%) e Jardins (4,06%). Por fim, a área Cerrado (3,36%) está próxima da média.

Os dados para RA de Vicente Pires novamente se assemelham aos anteriores (Sol Nascente/Pôr-do-Sol e São Sebastião). Baixo desempenho em Massa Arbórea (4,69%) e Jardins (3,17%) e para Cerrado o desempenho foi baixo (1,83%), mas próximo da média.

Para a RA SCIA os indicadores mostraram resultados diferentes, em que o desempenho de Jardins foi razoável (8,26%), o de Massa Arbórea foi muito baixo (1,36%), sendo o segundo mais baixo entre todas as RAs do Distrito Federal, e o indicador de Cerrado foi bastante alto (9,22%), sendo o segundo mais alto entre todas as RAs.

Em uma análise do conjunto, comparando o desempenho do índice de vulnerabilidade socioeconômica e índice de área verde, é possível identificar 4 RAs (Plano Piloto, Park Way, Sudoeste; Lago Sul) que se destacam de todas as outras, e possuem não só o melhor desempenho de áreas verdes, como também o menor índice de vulnerabilidade socioeconômica (Figura 9).



**Figura 9:** Gráfico de dispersão cruzando os dados do Desempenho Socioeconômico (eixo X) e os dados do índice de Áreas Verdes (eixo Y), em azul as RAs do DF. **Fonte:** Elaboração Própria.

Região Administrativa	Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica	Áreas Verdes por habitante (m <sup>2</sup> /hab)
Sol Nascente/Pôr-do-Sol	0,664	12,76
São Sebastião	0,643	13,83
Varjão	0,696	15,63
Ceilândia	0,651	14,89
Itapoã	0,708	17,60
Candangolândia	0,482	14,57
Riacho Fundo	0,594	24,44
Recanto das Emas	0,588	27,59
Planaltina	0,592	29,09
Águas Claras	0,346	17,64
Sobradinho II	0,561	29,73
Taguatinga	0,496	27,25
Santa Maria	0,633	35,63
Brazlândia	0,607	34,40
Samambaia	0,588	38,80
Paranoá	0,651	43,98
Riacho Fundo II	0,504	37,06
SCIA/Estrutural	0,319	26,13
Guará	0,383	33,02
Gama	0,506	44,72
Cruzeiro	0,408	36,99
Vicente Pires	0,430	39,56
Núcleo Bandeirante	0,435	57,70
Fercal	0,569	89,05
Sobradinho	0,433	78,93
Sudoeste/Octogonal	0,231	60,19
Jardim Botânico	0,255	110,92
Plano Piloto	0,248	208,96
Lago Norte	0,223	230,17
Park Way	0,244	747,27
Lago Sul	0,002	540,74

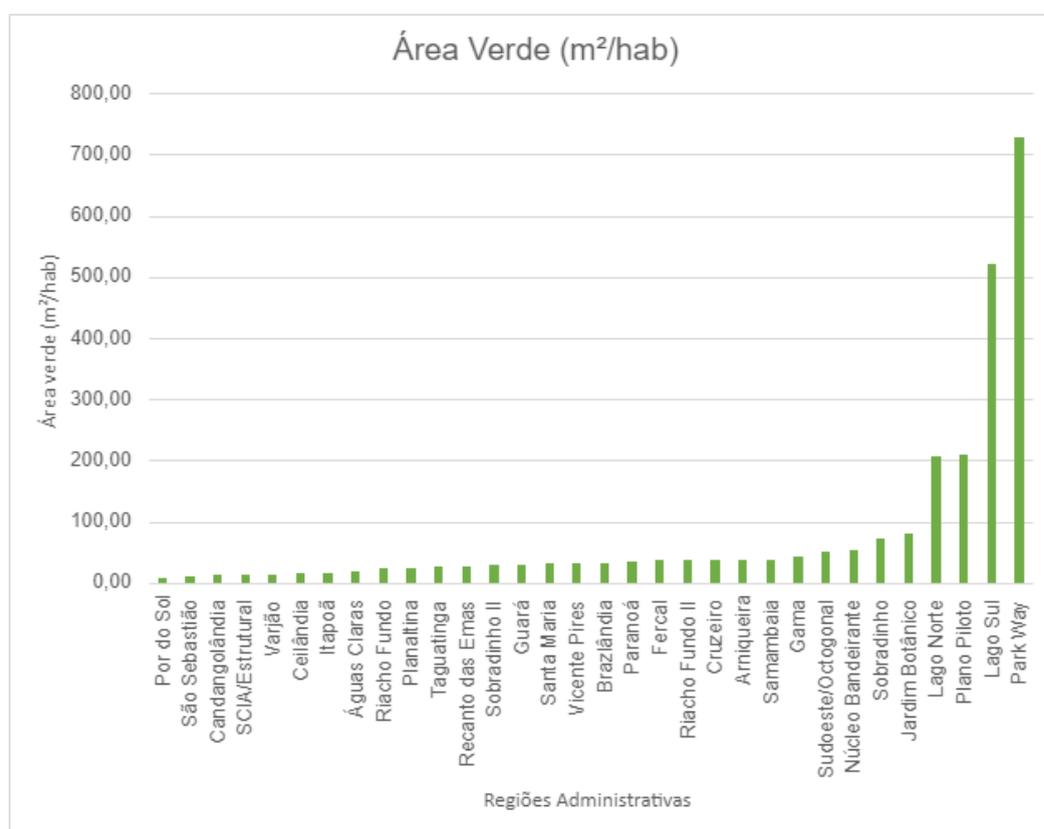
**Tabela 2:** Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e o Índice Áreas Verdes por habitante (m<sup>2</sup>/hab) dividido em Regiões Administrativas, Distrito Federal. **Fonte:** Elaboração Própria.

De forma complementar a análise da importância relativa das áreas verdes pelo total da RA, analisou-se a distribuição de área verde por habitante em cada uma das RAs. A

Organização Mundial da Saúde (OMS) define que o mínimo de áreas verdes das cidades, deve ser 12 m<sup>2</sup>/habitante. Porém, a mesma, entende que o ideal é 36 m<sup>2</sup>/hab. Ao analisar o desempenho das RAs do DF, é visível que nenhuma delas apresentou quantidades mais baixas que o mínimo indicado pela OMS. Porém, 14 RAs apresentaram valores abaixo da quantidade ideal.

Como resultado, é possível identificar seis RAs que obtiveram resultados altos no índice de área verde por habitante: SIA, Park Way, Lago Sul, Lago Norte, Plano Piloto e Jardim Botânico. Todas essas RAs obtiveram valores superiores à média geral que ficou em 90,88m<sup>2</sup> por habitante. Também é possível perceber que a RA SIA é um *outlier* e isso se deve ao fato de abrigar a menor população dentre as RAs (1.262 moradores), isso pois em sua maioria abriga empresas que demandam grandes áreas e possui poucas residências.

Todas as RAs que apresentaram bom desempenho no indicador de áreas verdes por habitante, também apresentaram bom desempenho no indicador socioeconômico (todas abaixo de 0,9 no índice de vulnerabilidades socioeconômicas).



**Figura 10:** Índice de Área Verde por habitante por Região Administrativa. **Fonte:** Elaboração Própria.



**Figura 11:** Gráfico de dispersão cruzando os dados de metros quadrados de áreas verdes por habitante com a vulnerabilidade socioeconômica. **Fonte:** Elaboração própria.

No eixo X o gráfico apresenta o índice de vulnerabilidades socioeconômicas, enquanto no eixo Y, a área verde por habitante em metros quadrados.

A correlação encontrada foi relativamente baixa, mas existente. Por análise histórica, pode-se perceber que os índices de áreas verdes podem estar correlacionados à forma de criação de cada RA. As Regiões Administrativas que passaram por processo de planejamento antes da criação, especialmente as mais antigas e/ou associadas à ocupação de alta renda, agregam significativamente mais áreas verdes, enquanto as RAs que surgiram a partir de ocupações irregulares, na periferia e associadas a urbanizações de baixa renda, são menos arborizadas.

Para o caso das ondas de calor, as RAs com os melhores desempenhos socioeconômicos lidarão melhor com tal evento climático, uma vez que possuem maior potencial de se adaptarem às mudanças. Somado a isso, as Áreas Verdes presentes nestas RAs também desempenharão papel importante, contribuindo para que os efeitos da onda de calor sejam minimizados.

Enquanto no mesmo momento os moradores das RAs que obtiveram desempenhos baixos no Índice Socioeconômico e na porcentagem de arborização, sofrerão mais com os impactos de uma onda de calor e terão mais dificuldade na adaptação a esses eventos.

Quando a radiação solar é absorvida por uma superfície seca, ela se transforma em calor sensível, pois tais superfícies enviam o calor de volta à atmosfera, provocando o aumento da temperatura urbana. Mas quando essa radiação atinge superfícies úmidas, ao exemplo de áreas verdes, ela é transformada em calor latente e não sofre aumento de temperatura (Romero, 2011).

As áreas sombreadas não aquecem tanto quanto as áreas desprovidas de sombra. Nas Superquadras de Brasília, há grandes áreas expostas à radiação solar, mas que comumente não sofrem muitos impactos de temperatura graças à arborização. Mas deve-se ter em mente que o desempenho da vegetação varia de acordo com seu posicionamento perante os edifícios, dimensão, forma e intensidade. Nesses lugares bem arborizados, se fosse retirado a cobertura arbórea e no lugar, colocassem asfalto, ocorreria um aumento de até 5°C de temperatura (Romero, 2011).

Nas superquadras mais novas, o paisagismo não englobou as ideias de Lúcio Costa, de que a cidade deveria ser coberta por um denso tapete verde com muitas árvores produzindo sombreamento. O projeto original de Brasília está constantemente sofrendo alterações, como é o exemplo das quadras novas como a 212 e 214 Norte, que são compostas por árvores que não fornecem sombras, como por exemplo, palmeiras. As árvores grandes são capazes de sombrear toda a fachada dos prédios, de forma que bloqueiam a radiação solar e amenizam as temperaturas das moradias (Romero, 2011).

Ao analisar a temperatura de superfície (LST) dos Parques Urbanos do Distrito Federal e o mapa de distribuição de renda, é possível perceber que as regiões mais pobres são também mais vulneráveis à degradação vegetal. Os parques localizados nas cidades de classe média/alta, mantêm conforto térmico por possuírem grandes áreas verdes, diferente dos parques em cidades média/baixa. A injustiça ambiental demonstra o descaso do poder público com as populações de baixa renda, já que, a degradação ambiental, o solo exposto e a falta de infraestrutura dos parques contribuem para o desconforto térmico do local (Godoy; Baptista; Almeida, 2009).

Os benefícios obtidos com os altos índices de arborização não se limitam a minimizar os impactos das ondas e ilhas de calor. Existem diversos estudos que associam as áreas verdes à saúde humana. Os impactos positivos podem ser percebidos: melhoria da saúde mental, desenvolvimento cognitivo, foco, diminuição da obesidade e sedentarismo, dentre outros. (Amato-Lourenço *et al.*, 2016). Áreas verdes também podem cumprir o papel de prover

Serviços Ecológicos, como: polinização, regulação do microclima e da qualidade do ar, sequestro de carbono, fornecimento de habitat para espécies e manutenção da biodiversidade (Marques *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2021).

## 6. CONCLUSÃO

Como comentado anteriormente, Brasília foi concebida para ser uma cidade-parque, repleta de áreas verdes. De fato, quase toda a RA do Plano Piloto cumpre esse papel, porém o que esta pesquisa demonstra, na análise do conjunto das RA, é a existência de uma significativa desigualdade na distribuição das áreas verdes entre as RAs do Distrito Federal.

As ilhas de calor urbanas associadas com as ondas de calor cada vez mais frequentes, problemas abordados neste trabalho, podem ser minimizados por meio do uso de áreas verdes, que eventualmente podem ser interpretadas como Soluções baseadas na Natureza.

As ICU possuem forte relação com os materiais de superfície, dessa forma, arborizar uma área de prédios (urbanizada), é também, evitar que a radiação solar incida diretamente sobre o concreto que posteriormente irradiaria o calor de volta ao ambiente, além de transmitir calor para dentro das edificações.

Já as OC, são eventos atmosféricos naturais, mas cuja intensificação está relacionada às mudanças climáticas. Dessa forma, reduzir a probabilidade que aconteçam, ou diminuir a frequência de ocorrência, é um passo muito grande e que exigirá esforços de todas as nações do planeta. Embora a arborização urbana não interfira na gênese das ondas de calor, ela pode contribuir para que os efeitos deletérios desses eventos sejam sentidos de forma menos impactante pelas sociedades na escala local. Uma vez que, assim como para as ilhas de calor, a arborização próxima das residências somado à circulação de vento, é capaz de promover o resfriamento das moradias.

Como visto no estudo, frequentemente as RAs que apresentaram baixo desempenho de áreas verdes, também possuem baixo desempenho socioeconômico, o que confirma a hipótese central dessa pesquisa. Porém, teremos que reconhecer que o desempenho socioeconômico não é o único fator que explica a distribuição de áreas verdes entre as RAs.

A RA do Plano Piloto obteve o melhor desempenho no Índice de Áreas Verdes entre todas as RAs. Porém, o bom desempenho não se estende a todas as regiões do DF. Existem diversas RAs com arborização muito aquém do recomendado pela OMS. As RAs que obtiveram baixos índices de arborização, normalmente sofrerão mais quando enfrentarem os

períodos de ondas de calor. Além disso, todos os dias quentes, os moradores dessas RAs enfrentarão problemas com temperaturas mais elevadas, pois as ICU são fatores intrínsecos de locais densamente urbanizados e mal arborizados.

Existe grande diferença de temperatura entre as áreas mais arborizadas e as menos arborizadas. Isso, definido por meio de imagens termais. As RAs que dispõem de menos arborização, possuem menos conforto térmico, diferente das que possuem maior arborização. As Superquadras, da Asa Sul e da Asa Norte, demonstraram que a arborização densa é capaz de promover o equilíbrio das temperaturas entre a seca e o período chuvoso (Vianna, 2018).

No Distrito Federal, um fator agravante ao estresse térmico é a periferação, já que, devido ao grande crescimento populacional, os mais pobres se encontram na obrigação de invadir locais vagos para a construção de moradias, o que comumente acaba se tornando uma nova Região Administrativa que será tratada com descaso pelo Governo do Distrito Federal (GDF). A periferação faz com que a ocupação do solo ocorra de forma desordenada e que não leve em conta a dimensão ambiental, o que implica em desmatamento e impermeabilização do solo, que por sua vez, agrava os problemas socioambientais como as ICU e enchentes.

É nessa situação, onde enxergamos a injustiça climática, já que as Regiões Administrativas de baixo desempenho de arborização sofrerão mais e terão menor capacidade adaptativa frente à e eventos de Onda de Calor, que estão sendo impulsionados pelas mudanças climáticas. Isso, pois como visto no estudo, frequentemente as RAs que apresentaram baixo desempenho de áreas verdes, também possuem baixo desempenho socioeconômico. Além disso, populações de baixo desempenho socioeconômico possuem preocupações maiores do que a intenção de minimizar as Ilhas de Calor Urbana.

Este trabalho dialoga com o projeto INCT-Odisseia e CiAdapta 2, e como forma de buscar o caráter de extensão da pesquisa, teve alguns dos resultados apresentados em uma oficina com atores governamentais locais (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal - SEMA e Instituto Brasília Ambiental – IBRAM)

As limitações do trabalho se devem principalmente à ausência de critério de ponderação dos indicadores de Áreas Verdes. Este trabalho reconhece que a capacidade de regulação térmica entre jardins, massa arbórea e cerrado são bem diferentes, porém, ele adota pesos iguais a essas 3 tipologias para fins de análise distributiva, uma vez que seria necessária uma pesquisa profunda para a definição de pesos adequados. Em trabalhos futuros, índices

ponderados deverão ser elaborados para refletir melhor as diferenças de capacidade adaptativa entre as tipologias.

O autor Gaudereto (2019), propôs a elaboração de um índice (combinação de indicadores) para avaliar os serviços ecossistêmicos em áreas verdes urbanas, ou Índice de Serviços Ecossistêmicos para Áreas Verdes (ISEAV). Sendo então, um índice integrado quantitativo (escala de 0 a 10) que indica a capacidade de uma área urbana em prover determinados serviços ecossistêmicos. Esses indicadores são de fácil obtenção, seja de dados primários ou secundários, compondo uma ferramenta de monitoramento contínuo. Esse índice é capaz de sustentar a tomada de decisão que diz respeito ao bem-estar urbano, indicando aos gestores urbanos, as ações que devem ser tomadas (Gaudereto *et al.*, 2019).

As atribuições de pesos devem ocorrer baseadas nos problemas a serem solucionados, como exemplo as ondas de calor. Entende-se aqui, que a massa arbórea tem maior impacto positivo na diminuição das temperaturas, quando comparado a jardins. Vianna (2018) demonstrou que a classe de solo exposto, ou locais semelhantes à jardins, apresentaram temperaturas superiores aos locais arborizados na mesma região, com isso, o indicador de Jardins, receberia o menor peso dentre os analisados. Porém, para a atribuição de pesos aos indicadores de massa arbórea a Jardins, seriam necessárias pesquisas mais aprofundadas.

Dessa forma, a pesquisa deverá continuar, em busca de melhorar a precisão dos resultados, para que os formadores de políticas públicas, possam se embasar e tomar as decisões corretas a fim de garantir o bem-estar das sociedades, e principalmente daquelas que já se encontram fragilizadas.

**REFERÊNCIAS:**

AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando *et al.* Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos avançados**, v. 30, p. 113-130, 2016.

ANDRADE, Renata Godinho Cordeiro de. A contribuição da vegetação para melhoria do microclima urbano: estudo de caso em Superquadras de Brasília. 2022.

BAK, Joanna; BARJENBRUCH, Matthias. Benefits, Inconveniences, and Facilities of the Application of Rain Gardens in Urban Spaces from the Perspective of Climate Change—A Review. **Water**, v. 14, n. 7, p. 1153, 2022.

BARBOSA, Ricardo VR; BARBIRATO, Gianna M.; VECCHIA, Francisco AS. Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido. **ENCAC-COTEDI. Curitiba/PR**, 2003.

BARGOS, Danúbia Caporusso; MATIAS, Lindon Fonseca. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.

BARTALINI, Vladimir. Áreas verdes e espaço livres urbanos. **Paisagem e ambiente**, n. 1-2, p. 49-56, 1986.

BATISTA, G.; ROIG, H. Análise da cobertura do solo nos polígonos urbano do DF: áreas verdes, vias e edificações. Relatório de pesquisa, sítio Cerrado, Projeto INCT-Odisseia, 2023.

BIAS, E. De S.; BAPTISTA, GM De M.; LOMBARDO, Magda Adelaide. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados landsat e ikonos. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 11, p. 1741-1748, 2003.

BRASIL. Constituição Federal (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado 1988. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/constituicao-supremo/artigo.asp?abrirBase=CF&abrirArtigo=225> Acesso em: 15/11/2023.

BURGOS, Lorena Mileib; ROMERO, Marta Adriana Bustos. Contribuições da vegetação nos microclimas urbanos de uma Superquadra do Plano Piloto de Brasília. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 5, 2010.

CLIMATE DATA. **BRASÍLIA CLIMATE**, 2023. Disponível em: <https://en.climate-data.org/south-america/brazil/federal-district/brasil-852/>. Acesso em: 07/09/2023.

CODEPLAN, **PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRAGEM DE DOMICÍLIOS**, 2021. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2021-3/>. Acesso em: 13/12/2023.

CONRADO, Daniel *et al.* Vulnerabilidades às mudanças climáticas. **SANQUETTA, CR**, p. 80-92, 2000.

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Muno. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 22, 2011.

COSTA, Roberta Maria; JÚNIOR, Manoel Cláudio Silva. Inventário da arborização urbana implantada na década de 60 no plano piloto, Brasília, DF. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 4, p. 110-127, 2010.

DE ALMEIDA, Marco Antonio Milazzo; DE VASCONCELLOS, Virgínia Maria Nogueira. Perfil dos métodos de análise mais usados na avaliação da influência da vegetação na temperatura do ar em ambientes externos no Brasil. **Paranoá**, n. 20, 2018.

DE LUCENA, Andrews José. Notas conceituais e metodológicas em clima urbano e ilhas de calor. 2013.

DE OLIVEIRA CAMPOS, Valéria Nagy. Soluções baseadas na natureza (SbN) e drenagem urbana em cidades latino-americanas: desafios para implementar soluções fluídas em ambientes rígidos. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 73-94, 2021.

DOS SANTOS TOLEDO, Fabiane; DOS SANTOS, Douglas Gomes. Espaços livres de construção. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 3, n. 1, p. 73-91, 2008.

FILHO<sup>1</sup>, Luciomar da Silva Almeida; ALEIXO, Natacha Cintia Regina. **TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS E ILHAS DE CALOR URBANAS NO BRASIL: REVISÃO DA LITERATURA**.

FGV. **MAPA DA RIQUEZA**, 2020. Mapa da riqueza no Brasil. Disponível em: <https://cps.fgv.br/riqueza> Acesso em: 11/10/2023.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro; OSSE, Vera Cristina; MINKS, Volker. Infraestrutura verde para as mudanças climáticas no C40. **Revista LABVERDE**, n. 6, p. 220-235, 2013.

GANEM, Khalil Ali; OLIVEIRA, Marcell Terra de. Análise sazonal da relação entre sequestro florestal de carbono e ilhas de calor urbanas nas metrópoles de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília. 2014.

GAUDERETO, Guilherme Leite *et al.* Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis1. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2019.

GEIRINHAS, João Lucas *et al.* Caracterização climática de ondas de calor no Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ**, 2018.

GODOY, Lorena Becale; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello; ALMEIDA, Tati. Relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, por meio de dados ASTER. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 14, p. 699-705, 2009.

SERVIÇOS E INFORMAÇÕES DO BRASIL. GOV.BR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos-estaduais/divulgacao-do-perfil-de-morbimortalidade-da-unidade-hospitalar-1#:~:text=Podemos%20come%C3%A7ar%20explicando%20que%20a,as%20mortes%20em%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 25/09/2023.

HILDEBRAND, Elisabeth; GRAÇA, Luiz Roberto; HOEFLICH, Vitor Afonso. "Valoração contingente" na avaliação econômica de áreas verdes urbanas. **Floresta**, v. 32, n. 1, 2002.

IBGE. **CIDADES E ESTADOS**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/df/brasil.html>. Acesso em: 03/12/2023.

IBGE. **POPULAÇÃO RESIDENTE, POR SEXO, SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1309#resultado>. Acesso em: 16/12/2023.

IBGE. **SÍNTESE DE INDICADORES SOCIAIS**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/45/62590?localidade1=53&localidade2=14>. Acesso em: 14/11/2023.

INPE. **Número de dias com ondas de calor passou de 7 para 52 em 30 anos, 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/numeros-de-dias-com-ondas-de-calor-passaram-de-7-para-52-em-30-anos>. Acesso em: 15/11/2023.

INMET. GLOSSÁRIO, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario#O> Acesso em: 23/09/2023.

JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samia Nascimento. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. **Revista USP**, n. 109, p. 133-142, 2016.

JURAS, I. A. G. M. Aquecimento global e mudanças climáticas: uma introdução. **Plenarium**, v. 5, n. 5, p. 34-46, 2008.

KEW, Sarah et al. Strong influence of climate change in uncharacteristic early spring heat in South America.

LEE, Hoesung et al. IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report, Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 2023.

LINDOSO, Diego Pereira. Vulnerabilidade E Resiliência: Potenciais, Convergências E Limitações Na Pesquisa Interdisciplinar I. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 127-144, 2017.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingues. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2005.

LUCON, Thiago Nogueira; PRADO FILHO, José Francisco do; SOBREIRA, Frederico Garcia. Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto–MG. 2013.

MARQUES, Taícia Helena Negrin *et al.* Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 12-49, 2021.

MARTO, Natália. Ondas de calor. Impacto sobre a saúde. **Acta Médica Portuguesa**, v. 18, n. 6, p. 467-74, 2005.

MAPBIOMAS. **CIDADES CRESCEM MAIS EM ÁREAS DE RISCO A DESASTRES CLIMÁTICOS**, 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2023/10/31/cidades-crescem-mais-em-areas-de-risco-a-desastres-climaticos/>. Acesso em: 16/12/2023.

MELO, Ricardo Henryque Reginato Quevedo; MELO, Evanisa Fátima Reginato Quevedo; MELO, Rodrigo Henryque Reginato Quevedo. A influência da tipologia construtiva na ambiência urbana: ilhas de calor. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 33, 2017.

MENEZES, L. S. *et al.* Mudanças climáticas no DF e RIDE: detecção e projeções das mudanças climáticas para o Distrito Federal e região integrada de desenvolvimento do DF e entorno. 2016.

MILANEZ, Bruno; FONSECA, Igor Ferraz. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 2, p. 82-100, 2011.

NOBRE, Carlos A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, v. 12, p. 239-258, 2001.

ONDA DE CALOR. In: INMET-INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Brasília, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario#O>. Acesso em: 07/11/2023.

PAIXÃO, Eleanora de Jesus; NOGUEIRA, Paulo Jorge. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 21, n. 1, p. 41-54, 2003.

PEREIRA, Cláudia Donald; GHISI, Enedir; GÜTHS, Saulo. Comparação do desempenho térmico de revestimentos brancos. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 12, 2014.

PEREIRA, Maria Cristina Santana et al. Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 95-120, 2021.

REGA, Larissa Gameiro; ROMERO, Marta Adriana Bustos; WERNECK, Daniela Rocha. Estudo da caminhabilidade e análise de locais de permanência em áreas urbanas em detrimento às ilhas de calor. 2021.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. **Fórum patrimônio: Mudanças climáticas e o impacto das cidades. Belo Horizonte/MG**, v. 4, 2011.

SANTANA, Nickolas Castro. Investigação de ilhas de calor em Brasília: análise multitemporal com enfoque na cobertura do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 6, p. 1044-1054, 2014.

SCHEUER, Junior Miranda; DA SILVA NEVES, Sandra Mara Alves. Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 05, p. 74-89, 2016.

SHINZATO, Paula; DUARTE, Denise Helena Silva. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 197-215, 2018.

TORRES, Pedro Henrique Campello *et al.* Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos avançados**, v. 35, p. 159-176, 2021.

VALVERDE, María Cleofé. efeito das ondas de calor na intensidade das ilhas de calor: Estudo de caso para a região metropolitana de São Paulo—setembro de 2020.

VIANNA, Ellen Oliveira. O campo térmico urbano: ilhas de calor em Brasília-DF. 2018.

WERNECK, Daniela Rocha; ROMERO, Marta Adriana Bustos. Análise de microclimas urbanos orientada à mitigação de ilhas de calor em áreas de comércio local do plano piloto de Brasília/Brasil. 2018.

**APÊNDICES:**

**APÊNDICE A:** Índice de vulnerabilidade socioeconômica das Regiões Administrativas do Distrito Federal.

Fonte: Elaboração Própria.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Índice de vulnerabilidade socioeconômica</b>
Lago Sul	0,002
Lago Norte	0,223
Sudoeste/Octogonal	0,231
Park Way	0,244
Plano Piloto	0,248
Jardim Botânico	0,255
SIA	0,319
Águas Claras	0,346
Guará	0,383
Cruzeiro	0,408
Vicente Pires	0,430
Sobradinho	0,433
Núcleo Bandeirante	0,435
Candangolândia	0,482
Taguatinga	0,496
Riacho Fundo	0,504
Gama	0,506
Sobradinho II	0,561
Fercal	0,569
Riacho Fundo II	0,588
Santa Maria	0,588
Planaltina	0,592
Samambaia	0,594
Brazlândia	0,607
São Sebastião	0,633
SCIA/Estrutural	0,643
Paranoá	0,651
Ceilândia	0,651
Recanto das Emas	0,664
Varjão	0,696
Itapoã	0,708

**APÊNDICE B:** Índice de áreas verdes das Regiões Administrativas do Distrito Federal. **Fonte:** Elaboração própria.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Índice de Áreas Verdes</b>
Sol Nascente	8,69
Vicente Pires	9,69
São Sebastião	11,58
Ceilândia	13,2
Itapoã	14,01
Candangolândia	16,54
Arniqueiras	17,2
Planaltina	17,6
Santa Maria	18,36
SCIA	18,84
Gama	18,98
Taguatinga	19,62
Varjão	19,63
Recanto das Emas	20,13
Jardim Botânico	20,94
Riacho Fundo	21,72
Guará	24,88
Brazlândia	25,88
Paranoá	25,99
SIA	26,92
Riacho Fundo II	27,08
Sobradinho II	28,55
Sobradinho	30,06
Fercal	30,59
Águas Claras	31,14
Samambaia	31,33
Núcleo Bandeirante	31,6
Cruzeiro	34,68
Lago Norte	34,87
Lago Sul	48,99
Sudoeste/Octogonal	52,71
Park Way	60,37
Plano Piloto	65,95

**APÊNDICE C:** Índice de Área Verde por habitante. **Fonte:** Elaboração Própria.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Área Verde m<sup>2</sup>/hab</b>
<b>Por do Sol</b>	12,76
<b>São Sebastião</b>	13,83
<b>Varjão</b>	15,63
<b>Ceilândia</b>	14,89
<b>Itapoã</b>	17,60
<b>Candangolândia</b>	14,57
<b>Riacho Fundo</b>	24,44
<b>Recanto das Emas</b>	27,59
<b>Planaltina</b>	29,09
<b>Águas Claras</b>	17,64
<b>Sobradinho II</b>	29,73
<b>Taguatinga</b>	27,25
<b>Santa Maria</b>	35,63
<b>Brazlândia</b>	34,40
<b>Samambaia</b>	38,80
<b>Paranoá</b>	43,98
<b>Riacho Fundo II</b>	37,06
<b>SCIA/Estrutural</b>	26,13
<b>Guará</b>	33,02
<b>Gama</b>	44,72
<b>Cruzeiro</b>	36,99
<b>Vicente Pires</b>	39,56
<b>Núcleo Bandeirante</b>	57,70
<b>Fercal</b>	89,05
<b>Sobradinho</b>	78,93
<b>Sudoeste/Octogonal</b>	60,19
<b>Jardim Botânico</b>	110,92
<b>Plano Piloto</b>	208,96
<b>Lago Norte</b>	230,17
<b>Park Way</b>	747,27
<b>Lago Sul</b>	540,74

**APÊNDICE D:** Área Verde ponderada, por Região Administrativa, Distrito Federal. **Fonte:** Elaboração própria.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Massa Arbórea X 3</b>	<b>Cerrado X 2</b>	<b>Jardins X 1</b>	<b>Área verde ponderada/100</b>
<b>Ceilândia</b>	6,3	1,04	10,58	0,030
<b>Sol Nascente</b>	11,61	5,62	2,01	0,032
<b>Vicente Pires</b>	14,07	3,66	3,17	0,035
<b>Santa Maria</b>	4,02	3,82	15,11	0,038
<b>São Sebastião</b>	12,48	6,72	4,06	0,039
<b>Recanto das Emas</b>	4,11	1,02	18,25	0,039
<b>Taguatinga</b>	9,93	1,28	15,67	0,045
<b>Itapoã</b>	19,47	4,58	5,23	0,049
<b>Varjão</b>	11,97	4,64	13,32	0,050
<b>CANDANGOLÂNDIA</b>	16,29	5,08	8,57	0,050
<b>Riacho Fundo II</b>	4,74	0,78	25,11	0,051
<b>SCIA</b>	4,08	18,44	8,26	0,051
<b>Gama</b>	16,74	1,5	12,65	0,051
<b>Planaltina</b>	17,76	5,36	9	0,054
<b>Samambaia</b>	3,45	0,9	29,73	0,057
<b>Riacho Fundo</b>	17,22	2,44	14,76	0,057
<b>Arniqueiras</b>	23,22	6	6,46	0,059
<b>Águas Claras</b>	5,46	2,04	28,3	0,060
<b>Guará</b>	17,13	4,22	17,06	0,064
<b>Jardim Botânico</b>	20,82	11,68	8,16	0,068
<b>SIA</b>	17,79	4,56	18,71	0,068
<b>Brazlândia</b>	20,97	2,6	17,59	0,069
<b>Paranoá</b>	16,5	10,8	15,09	0,071
<b>Sobradinho</b>	16,29	6,3	21,48	0,073
<b>Sobradinho II</b>	27,06	0,4	19,33	0,078
<b>Núcleo Bandeirante</b>	26,31	6,16	19,75	0,087
<b>Cruzeiro</b>	31,26	0	24,26	0,093
<b>Fercal</b>	23,22	36,12	4,79	0,107
<b>Lago Norte</b>	48,84	6,92	15,13	0,118
<b>Sudoeste/Octogonal</b>	27,72	15,78	35,58	0,132
<b>Lago Sul</b>	59,28	3,62	27,42	0,151
<b>Plano Piloto</b>	55,26	0	47,53	0,171
<b>Park Way</b>	71,31	3,28	34,96	0,183

**ANEXOS:**

**ANEXO A:** Porcentagem de Massa Arbórea, Cerrado, Jardins e a dimensão, separados por Região Administrativa do Distrito Federal. **Fonte:** Batista; Roig, 2023.

Região Administrativa	Massa Arbórea			Dimensão (m <sup>2</sup> )
	(%)	Cerrado (%)	Jardins (%)	
SCIA	1,36	9,22	8,26	5048929,3
Núcleo Bandeirante	8,77	3,08	19,75	4112646,97
Candangolândia	5,43	2,54	8,57	1397494,9
Paranoá	5,50	5,4	15,09	11463295,79
São Sebastião	4,16	3,36	4,06	14029753,08
Santa Maria	1,34	1,91	15,11	25405666,8
Gama	5,58	0,75	12,65	32343196,5
Recanto das Emas	1,37	0,51	18,25	18077245,83
Samambaia	1,15	0,45	29,73	30658990,82
Ceilândia	2,10	0,52	10,58	39482503,3
Sol Nascente	3,87	2,81	2,01	13274858,16
Planaltina	5,92	2,68	9,00	30804908,15
Brazlândia	6,99	1,30	17,59	7276388,91
Fercal	7,74	18,06	4,79	2669968,77
Sobradinho II	9,02	0,20	19,33	7862722,64
Sobradinho	5,43	3,15	21,48	19276230,61
Itapoã	6,49	2,29	5,23	7854441,24
Jardim Botânico	6,94	5,84	8,16	28089325,33
Riacho Fundo II	1,58	0,39	25,11	9886815,96
Lago Sul	19,76	1,81	27,42	32941185,38
Riacho Fundo	5,74	1,22	14,76	4897515,3
Águas Claras	1,82	1,02	28,30	6799418,6
Arniqueiras	7,74	3,00	6,46	12243015,6
Taguatinga	3,31	0,64	15,67	29212488,12
Vicente Pires	4,69	1,83	3,17	32025931,18
Park Way	23,77	1,64	34,96	28560984,7
Guará	5,71	2,11	17,06	18845304,05
Sudoeste/Octogonal	9,24	7,89	35,58	6320094,4
Cruzeiro	10,42	0,00	24,26	3191163,55
SIA	5,93	2,28	18,71	12109288,42
Plano Piloto	18,42	0,00	47,53	71228064,23
Lago Norte	16,28	3,46	15,13	24769747,97
Varjão	3,99	2,32	13,32	689601,06

**ANEXO B:** Distribuição dos domicílios por situação de segurança alimentar, por Regiões Administrativas, Distrito Federal. **Fonte:** PDAD, 2021.

	<b>Local</b>	<b>Insegurança leve</b>	<b>Insegurança moderada</b>	<b>Insegurança grave</b>	<b>Total</b>
	<b>Plano Piloto</b>	2,2	0,0	0,0	2,2
	<b>Gama</b>	10,5	3,4	0,0	13,9
	<b>Taguatinga</b>	11,4	3,1	2,5	17,0
	<b>Brazlândia</b>	15,4	12,4	3,5	31,3
	<b>Sobradinho</b>	10,2	4,3	3,4	17,9
	<b>Planaltina</b>	16,2	3,8	4,6	24,6
	<b>Paranoá</b>	18,7	10,0	6,8	35,5
	<b>Núcleo Bandeirante</b>	4,0	0,0	0,0	4,0
	<b>Ceilândia</b>	21,6	7,2	9,5	38,3
	<b>Guará</b>	2,5	0,0	0,0	2,5
	<b>Cruzeiro</b>	8,4	0,0	0,0	8,4
	<b>Samambaia</b>	19,1	6,4	4,2	29,7
	<b>Santa Maria</b>	15,8	6,5	3,9	26,2
	<b>São Sebastião</b>	17,8	6,6	8,6	33,0
	<b>Recanto das Emas</b>	22,2	9,3	8,1	39,6
	<b>Lago Sul</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>Riacho Fundo</b>	9,3	0,0	0,0	9,3
	<b>Lago Norte</b>	2,1	0,0	0,0	2,1
	<b>Candangolândia</b>	8,9	0,0	0,0	8,9
	<b>Águas Claras</b>	3,0	0,0	0,0	3,0
	<b>Riacho Fundo II</b>	25,2	0,0	5,8	31,0
	<b>Sudoeste/Octogonal</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>Varjão</b>	28,4	6,8	9,0	44,2
	<b>Park Way</b>	1,8	0,0	0,0	1,8
	<b>Sobradinho II</b>	17,1	3,0	0,0	20,1
	<b>Jardim Botânico</b>	8,9	0,0	0,0	8,9
	<b>Itapoã</b>	32,3	5,9	9,9	48,1
	<b>SIA</b>	17,7	7,1	0,0	24,8
	<b>Vicente Pires</b>	5,6	1,2	0,0	6,8
	<b>Fercal</b>	32,5	8,8	9,2	50,5
	<b>Sol Nascente/Pôr do Sol</b>	22,2	14,9	12,7	49,8
	<b>Arniqueira</b>	15,2	3,8	4,7	23,7
	<b>SCIA/Estrutural</b>	17,2	3,3	8,5	29,0

ANEXO C: Escolaridade das pessoas com 25 anos ou mais de idade, por Regiões Administrativas Distrito Federal. **Fonte:** PDAD, 2021.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Médio incompleto</b>	<b>Fundamental completo</b>	<b>Fundamental incompleto</b>	<b>Sem escolaridade</b>	<b>Total</b>
<b>Plano Piloto</b>	0,9	1,9	1,5	0,0	<b>4,3</b>
<b>Gama</b>	2,1	7,5	17,2	4,2	<b>31,0</b>
<b>Taguatinga</b>	3,0	7,4	9,4	1,9	<b>21,7</b>
<b>Brazlândia</b>	7,5	9,5	12,9	6,3	<b>36,2</b>
<b>Sobradinho</b>	2,7	5,9	9,3	3,5	<b>21,4</b>
<b>Planaltina</b>	7,4	8,3	22,8	7,4	<b>45,9</b>
<b>Paranoá</b>	11,0	9,6	23,5	5,4	<b>49,5</b>
<b>Núcleo Bandeirante</b>	1,7	4,4	10,2	3,2	<b>19,5</b>
<b>Ceilândia</b>	9,5	8,1	17,1	9,4	<b>44,1</b>
<b>Guará</b>	3,5	2,9	5,6	1,5	<b>13,5</b>
<b>Cruzeiro</b>	0,0	3,9	5,4	0,0	<b>9,3</b>
<b>Samambaia</b>	5,5	6,3	14,4	4,0	<b>30,2</b>
<b>Santa Maria</b>	7,8	4,6	16,7	8,5	<b>37,6</b>
<b>São Sebastião</b>	7,5	7,0	24,2	4,4	<b>43,1</b>
<b>Recanto das Emas</b>	7,2	10,5	19,7	8,9	<b>46,3</b>
<b>Lago Sul</b>	0,0	0,0	1,4	0,0	<b>1,4</b>
<b>Riacho Fundo</b>	4,4	3,0	11,0	4,5	<b>22,9</b>
<b>Lago Norte</b>	2,2	2,9	3,3	0,0	<b>8,4</b>
<b>Candangolândia</b>	3,6	3,4	8,6	11,1	<b>26,7</b>
<b>Águas Claras</b>	1,7	1,9	0,5	0,0	<b>4,1</b>
<b>Riacho Fundo II</b>	7,3	7,1	13,0	3,0	<b>30,4</b>
<b>Sudoeste/Octogonal</b>	1,2	0,0	1,6	0,0	<b>2,8</b>
<b>Varjão</b>	8,3	11,2	22,8	7,5	<b>49,8</b>
<b>Park Way</b>	1,8	0,0	0,0	0,0	<b>1,8</b>
<b>Sobradinho II</b>	3,1	6,7	16,2	0,0	<b>26,0</b>
<b>Jardim Botânico</b>	1,7	2,3	3,1	1,2	<b>8,3</b>
<b>Itapoã</b>	7,7	6,6	27,8	2,6	<b>44,7</b>
<b>SIA</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
<b>Vicente Pires</b>	6,2	4,5	7,5	1,8	<b>20,0</b>
<b>Fercal</b>	6,9	11,1	29,7	6,0	<b>53,7</b>
<b>Sol Nascente</b>	9,2	12,0	21,0	8,1	<b>50,3</b>
<b>Arniqueira</b>	2,3	7,0	11,6	2,3	<b>23,2</b>
<b>SCIA/Estrutural</b>	12,1	10,3	31,4	9,8	<b>63,6</b>

**ANEXO D:** Renda média per capita mensal por região administrativa, Distrito Federal. **Fonte:** FGV SOCIAL, 2019.

<b>Região Administrativa</b>	<b>Renda Média da População</b>
Lago Sul	23.141
Lago Norte	12.582
Jardim Botânico	12.453
SIA	12.348
Sudoeste/Octogonal	11.355
Plano Piloto	11.056
Park Way	11.054
Fercal	8.429
Águas Claras	6.164
Sobradinho	6.077
Guará	4.706
Cruzeiro	4.513
Vicente Pires	3.635
Núcleo Bandeirante	2.676
Taguatinga	2.651
Gama	1.943
Candangolândia	1.809
Riacho Fundo I	1.616
Brazlândia	1.021
Samambaia	991
Santa Maria	900
Planaltina	846
Ceilândia	809
Recanto das Emas	556
Riacho Fundo II	522
Paranoá	478
São Sebastião	460
Sobradinho II	247
SCIA	193
Varjão	182
Itapoã	161

ANEXO E: População do Distrito Federal, dividido por Região Administrativa. **Fonte:** PDAD 2021.

<b>Região administrativa</b>	<b>População</b>
<b>Plano Piloto</b>	224.848
<b>Gama</b>	137.331
<b>Taguatinga</b>	210.498
<b>Brazlândia</b>	54.772
<b>Sobradinho</b>	73.438
<b>Planaltina</b>	186.498
<b>Paranoá</b>	67.784
<b>Núcleo Bandeirante</b>	22.527
<b>Ceilândia</b>	350.347
<b>Guará</b>	142.083
<b>Cruzeiro</b>	29.930
<b>Samambaia</b>	247.629
<b>Santa Maria</b>	130.970
<b>São Sebastião</b>	117.578
<b>Recanto das Emas</b>	131.951
<b>Lago Sul</b>	29.857
<b>Riacho Fundo</b>	43.557
<b>Lago Norte</b>	37.539
<b>Candangolândia</b>	15.881
<b>Águas Claras</b>	120.107
<b>Riacho Fundo II</b>	72.279
<b>Sudoeste/Octogonal</b>	55.366
<b>Varjão</b>	8.663
<b>Park Way</b>	23.081
<b>Sobradinho II</b>	75.560
<b>Jardim Botânico</b>	53.045
<b>Itapoã</b>	62.558
<b>SIA</b>	1.262
<b>Vicente Pires</b>	78.561
<b>Fercal</b>	9.180
<b>Sol nascente</b>	90.574
<b>Arniqueiras</b>	46.723
<b>SCIA/Estrutural</b>	36.433