



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

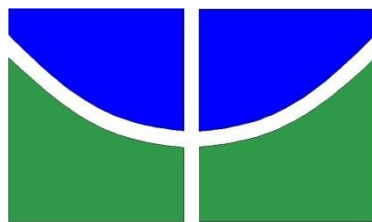
**RELAÇÃO DAS VIAS ARBORIZADAS DAS CAPITAIS BRASILEIRAS COM ÍNDICES SOCIAIS,  
ECONÔMICOS E PLANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA.**

**Ian Miranda de Sousa Coelho**

**Brasília, 11 de julho de 2024.**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA



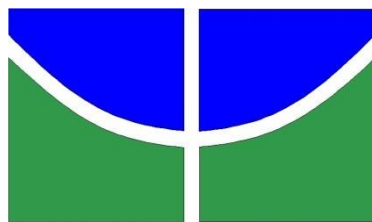
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**RELAÇÃO DAS VIAS ARBORIZADAS DAS CAPITAIS BRASILEIRAS COM  
ÍNDICES SOCIAIS, ECONÔMICOS E PLANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA.**

**Ian Miranda de Sousa Coelho**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
Florestal da Universidade de Brasília como  
parte das exigências para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Florestal.  
Orientador(a): Juscelina Arcaño dos Santos

Brasília-DF, 11 de julho de 2024.



**Universidade de Brasília - UnB**  
**Faculdade de Tecnologia - FT**  
**Departamento de Engenharia Florestal – EFL**

**RELAÇÃO DAS VIAS ARBORIZADAS DAS CAPITAIS BRASILEIRAS COM  
ÍNDICES SOCIAIS, ECONÔMICOS E PRESENÇA DO PLANO DE ARBORIZAÇÃO  
URBANA.**

Estudante: Ian Miranda de Sousa Coelho Matrícula: 18/0056557

Orientador(a): Prof. Dra. Juscelina Arcanjo dos Santos

Menção: \_\_\_\_\_

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Juscelina Arcanjo dos Santos  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientadora (EFL)

---

Prof. Dr. Daniel Costa de Carvalho  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro da Banca

Brasília-DF, 11 de julho de 2024.

## FICHA CATALOGRÁFICA

COELHO, IAN MIRANDA DE SOUSA

RELAÇÃO DAS VIAS ARBORIZADAS DAS CAPITAIS BRASILEIRAS COM ÍNDICES SOCIAIS, ECONÔMICOS E PLANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA.

41 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheiro(a), Engenharia Florestal, 2024).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Vias com arborização

2. Correlação

3. Índices socioeconômicos

4. Plano de Arborização

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COELHO, Ian Miranda de Sousa. **Relação das vias arborizadas das capitais brasileiras com índices sociais, econômicos e plano de arborização urbana**. 2024. 41 f. Monografia. (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2024.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR(A): Ian Miranda de Sousa Coelho

TÍTULO: *Relação das vias arborizadas das capitais brasileiras com índices sociais, econômicos e plano de arborização urbana*.

GRAU: Engenheiro(a) Florestal ANO: 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Ian Miranda de Sousa Coelho

iansobrenomemiranda@gmail.com

Dedico todo este trabalho a Deus, a minha família e em especial a minha mãe Sônia, que dedicou seu tempo e esforço para tornar tudo isso possível, me criou sozinha e sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e durante toda a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por sempre estar me guiando e olhando lá de cima todos os meus passos, me orientando e me dando a forças, permitindo que a cada nova manhã eu superasse um novo obstáculo.

Gostaria de agradecer, imensamente, à minha família, em especial à minha mãe, minha grande guerreira, que me ensinou a grande moral da vida, me ensinou a ser homem, a distinguir o certo do errado, e sozinha, batalhando no sol e na chuva, de feira em feira e de costura a costura, formou um filho engenheiro.

Agradeço às minhas irmãs Nicole (neném), Vitória e Vivian pela parceria de sempre. Ao meu pai, que da sua maneira, se mostrou um homem amigo e parceiro.

A professora Juscelina pelas oportunidades, pelos ensinamentos e todo o auxílio que me permitiram melhorar o meu desempenho até esta etapa, sempre me auxiliando e me cobrando para o melhor desfrute do meu empenho.

Ao corpo docente da Universidade de Brasília pelo ensino e experiência compartilhada ao longo do curso.

À Universidade de Brasília pelas oportunidades e pelo suporte concedido.

*“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda”.*

(Mario Sergio Cortella)

## RESUMO

COELHO, Ian Miranda de Sousa. **Relação das vias arborizadas das capitais brasileiras com índices sociais, econômicos e plano de arborização urbana**. 2024. 41 f. Monografia. (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2024.

Esta pesquisa investigou a correlação entre o percentual de vias arborizadas e indicadores socioeconômicos nas 27 capitais do Brasil, incluindo o Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), densidade demográfica, taxa de pobreza e a presença de um Plano de Arborização Urbana. Os resultados revelaram a ausência de correlação significativa entre o percentual de vias arborizadas e o PIB, indicando que o desenvolvimento econômico das capitais não está diretamente associado à arborização urbana. Por outro lado, uma correlação média e positiva foi identificada entre o percentual de vias arborizadas e o IDH, sugerindo que cidades com maior IDH apresentam mais arborização. Além disso, uma correlação média e negativa foi observada entre a arborização e a taxa de pobreza, indicando que áreas mais arborizadas podem estar associadas a menores índices de pobreza. Foi identificada uma correlação positiva entre a densidade demográfica e o percentual de vias com arborização, indicando que áreas mais densamente povoadas podem ter maior arborização. Por fim, os dados indicam que cidades com um plano diretor de arborização urbana possuem um percentual de vias arborizadas mais elevado, destacando a possível importância desses planos para a promoção da arborização nas áreas urbanas.

**Palavras-chave:** indicadores socioeconômicos; planejamento urbano; áreas verdes; silvicultura urbana.



## ABSTRACT

COELHO, Ian Miranda de Sousa. **Relationship between tree-lined streets in Brazilian capitals and social, economic indices, and urban tree planting plan.** 2024. 41 f. Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília-DF, 2024.

This research investigated the correlation between the percentage of tree-lined streets and socioeconomic indicators in the 27 capitals of Brazil, including Gross Domestic Product (GDP), Human Development Index (HDI), population density, poverty rate, and the presence of an Urban Tree Planting Plan. The results revealed the absence of a significant correlation between the percentage of tree-lined streets and GDP, indicating that the economic development of the capitals is not directly associated with urban tree planting. On the other hand, a medium and positive correlation was identified between the percentage of tree-lined streets and HDI, suggesting that cities with higher HDI have more trees. Additionally, a medium and negative correlation was observed between tree planting and the poverty rate, indicating that more tree-lined areas may be associated with lower poverty rates. A positive correlation was identified between population density and the percentage of tree-lined streets, indicating that more densely populated areas may have more trees. Finally, the data indicate that cities with a master plan for urban tree planting have a higher percentage of tree-lined streets, highlighting the possible importance of these plans in promoting urban tree planting.

**Keywords:** Socioeconomic indicators; urban planning; green areas; urban forestry.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Portal Cidades - IBGE .....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2 - Site “Leis Municipais” com o Plano de Arborização Curitiba**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3 - Capa do Plano Municipal de Arborização Urbana de Curitiba**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4 - Comparativo entre o Sol Nascente e o Lago Sul ..... 31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produto Interno Bruto e percentual de vias com arborização das capitais .....	24
Tabela 2 - Índice de Desenvolvimento Humano e percentual de vias com arborização das capitais .....	26
Tabela 3 - Taxa de Pobreza e vias públicas com arborização das capitais .....	28
Tabela 4 - Densidade demográfica e percentual de vias com arborização das 27 capitais brasileiras .....	32
Tabela 5 - Percentual de arborização em vias públicas com a presença e ausência de Plano Diretor de Arborização Urbana .....	34
Tabela 6 - Dados das médias e desvios-padrões dos percentuais de vias com arborização em cidades com e sem plano de arborização .....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dispersão de percentual de vias com arborização e PIB com $r^2$ .....	25
Gráfico 2 - Dispersão entre IDH e percentual de vias arborizadas das capitais.....	27
Gráfico 3 - Dispersão com os resultados da correlação entre Vias com arborização e taxa de pobreza.....	29
Gráfico 4 - Dispersão com resultado da correlação entre Vias com arborização e densidade.	33
Gráfico 5 - Percentual de vias com arborização e Presença de PDAU.....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IPEA	Instituto de Pesquisa Aplicada
ONG	Organização Não Governamental
PDAU	Plano Diretor de Arborização Urbana
PIB	Produto Interno Bruto

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>17</b>
2.1 Objetivos específicos .....	17
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
3.1 Plano Diretor de Arborização Urbana .....	18
3.2 Arborização Urbana.....	18
3.3 Produto Interno Bruto (PIB) .....	18
3.4 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) .....	19
3.5 Taxa de pobreza.....	19
3.6 Densidade demográfica.....	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1 Coleta de dados .....	21
4.2 Análise de Correlação.....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
5.1 Percentual de Vias com Arborização x Produto Interno Bruto.....	24
5.2 Percentual de Vias com arborização x Índice de Desenvolvimento Humano .....	26
5.3 Percentual de Vias com arborização x Taxa de Pobreza .....	28
5.4 Percentual de Vias com arborização x Densidade demográfica .....	31
5.5 Percentual de Vias com arborização x Presença de PDAU .....	33
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano vem aumentando de forma considerável, desde os últimos 70 anos, não apresentando indícios que a população irá voltar a ter uma vida rural como anteriormente. Com isso, é necessária uma maior atenção para a elaboração de planos a longo prazo, onde estes serão responsáveis por enfrentar os desafios do aumento populacional e o crescimento das cidades (GLAESER, 2012). O crescimento das áreas urbanas brasileiras, aumentaram de forma desordenada e sabe-se que grande parte desse crescimento aconteceu sem planejamento. A ausência de planejamento é responsável pela falta de áreas verdes nas cidades e pelos baixos índices de uma arborização urbana.

O vazio ocasionado pela ausência das áreas verdes resulta em uma série de consequências ambientais, como mau uso do solo, elevação na temperatura local e outros (ESTÊVEZ; NUCCI, 2015). No entanto, o crescimento urbano pode ser um grande aliado do desenvolvimento sustentável, se conciliado com estratégias que permitam ações mais sustentáveis fazendo com que os problemas socioambientais negativos gerados pela expansão das cidades sejam mitigados (VAN STIGT; DRIESSEN; SPIT, 2013).

A falta de planejamento ou um mal planejamento de uma área verde é acompanhado de diversos problemas, por exemplo, árvore implantada em locais inadequados no meio ambiente urbano pode resultar em dificuldades como o acesso e a locomoção em calçadas, rompimentos dos espaços pelas raízes, presença de galhos indesejados, pavimentações com interferência da vegetação e ainda ocasionando prejuízos e possíveis riscos de acidentes (SZABO *et al.*, 2017). Avaliar as áreas verdes urbanas e a acessibilidade dessas, é uma intrínseca preocupação do poder público pois esses resultados refletem diretamente a relação da qualidade de vida dos indivíduos que circundam essas áreas, bem como no desenvolvimento social e econômico das cidades (VUJCIC; TOMICEVIC-DUBLJEVIC, 2018).

A crescente urbanização das cidades brasileiras vem levantado alertas sobre a qualidade de vida dos habitantes dessas regiões, principalmente na relação entre qualidade de vida e questão ambiental. O crescente aumento da urbanização, vem sendo notório desde o século passado quando na década de 1960, a população urbana ultrapassou a população rural (BRITO, 2006.). Desde que a população urbana passou a ser maior que a rural, grandes desafios vêm sendo explicitados pela sociedade, a fim de sempre buscar melhorias necessárias para a qualidade de vida dos habitantes das cidades urbanas. Atualmente as cidades possuem um visual contemporâneo fortemente modificada, onde os prédios e os loteamentos realizados acabam restringindo os espaços que anteriormente seriam destinados para áreas verdes. As restrições

impostas por este modelo, delimitam o uso de árvores no meio urbano por conta do porte arbóreo e a restrição de algumas espécies. Há preocupação dos especialistas para que se retome os processos de preservação, criação e instalação de áreas verdes urbanas, como parques, praças e similares, evidenciando que a presença de áreas verdes urbanas, são essenciais para a qualidade ambiental e da vida populacional (OLIVEIRA, 2015).

Nesse âmbito, é possível associar a arborização urbana diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, onde estes buscam um desenvolvimento equilibrado e sustentável. A arborização urbana gera sombra, aumento de umidade local, manutenção do solo, abrigo para pequenos animais e diversos outros benefícios nas grandes cidades. Por conseguinte, esses benefícios contribuem diretamente com os ODS nas seguintes ações: cidades e comunidades sustentáveis, combate as alterações climáticas e vida sobre a terra.

No Brasil, não se tem uma política de lei que regulamente a forma como a arborização no país deve ser executada, no entanto atualmente transita um Projeto de Lei que trata da Política Nacional de Arborização Urbana. O Projeto de Lei 4309 de 2021, tem como objetivo auxiliar as cidades no planejamento da arborização urbana, pois os planos de arborização urbana servem como instrumentos de planejamentos, onde nestes se determinam as diretrizes fundamentais para os métodos de implantação, monitoramento, avaliação e outras ações que envolvam a arborização urbana (BRASIL, 2021).

Mesmo sem uma Política Nacional que institua as diretrizes da arborização urbana, algumas cidades já possuem um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), este tem como objetivo definir as diretrizes necessárias para guiar os assuntos que se relacionem com a arborização urbana da cidade. Em 2021, um estudo avaliou os PDAUs das capitais brasileiras e relatou que das 27 capitais avaliadas, apenas 13 (48%) delas apresentaram e disponibilizaram estes documentos de forma online. Sendo as seguintes cidades: Aracaju-SE; Belém-PA; Campo Grande-MS; Fortaleza-CE; Goiânia-GO; João Pessoa-PB; Manaus-AM; Palmas-TO; Porto Alegre-RS; Porto-Velho-RO; Recife-PE; Rio de Janeiro-RJ e Salvador-BA (BUCCI *et al.* 2021).

Dados de 2010 processados em um estudo, revelou que no geral as cidades do Brasil são mal arborizadas. No ano do estudo, apenas 15 cidades brasileiras possuíam mais de 1 milhão de habitantes, e o entorno das residências dessas cidades foi observado quanto à presença de arborização. Apenas 5 cidades tiveram um percentual menor que 50%, sendo as seguintes: Salvador, Brasília, São Luiz, Manaus e Belém. As demais cidades observadas foram: Goiânia, Campinas, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Fortaleza, Guarulhos, Rio de



Janeiro e Recife. Chama-se atenção que das cidades citadas acima apenas duas não são capitais. O estudo ainda conclui que há uma relação positiva entre o planejamento das cidades e a arborização urbana e ainda evidenciou que em cidades de menores portes, há uma maior percentagem de arborização quando em comparação às cidades médias e grandes (DUARTE *et al.* 2017).

Os índices de desenvolvimento das cidades, como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), são essenciais para entender as realidades sociais e ambientais urbanas. Eles permitem uma análise detalhada de educação, saúde, renda, infraestrutura e qualidade ambiental. Identificando áreas vulneráveis e desiguais, esses índices ajudam governos e Organizações Não Governamentais (ONGs) a direcionarem recursos de forma eficaz. Além disso, facilitam o monitoramento do progresso e a avaliação do impacto das políticas públicas, promovendo uma gestão transparente e responsiva. Dessa forma, são cruciais para diagnosticar problemas e planejar soluções que promovam um desenvolvimento urbano sustentável e equitativo.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA), o desenvolvimento humano reflete o processo de ampliação de todas as liberdades das pessoas, incluindo suas capacidades e oportunidades, para que possam escolher livremente como querem viver. Podendo ser utilizado como parâmetro de medida o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Sendo ressaltado que o processo de ampliação das liberdades abrange amplos setores como os sociais, econômicos, políticos e ambientais. Setores necessários para que uma gama de variedade de oportunidades possa ser oferecida às pessoas.

A pobreza mundial se reduziu nos últimos 200 anos, no entanto países da África e da América Latina ainda sofrem diariamente a consequência da pobreza. Entretanto, a pobreza ainda está longe de ser extinta, estando presente em todos os países, diferindo apenas em maior e menor quantidade. No Brasil, dados apontam uma leve tendência de queda na taxa de pobreza, no entanto ainda se observa um alto estado de privação e miséria, sinônimos de pobreza. (SANTOS; PIRES; MOURA, 2023). Em nenhuma região do Brasil há erradicação da pobreza, no entanto em algumas regiões a pobreza salta aos dados. As regiões Norte e Nordeste estão sempre em destaque em pesquisas sobre temáticas como pobreza, extrema pobreza e fome. Segundo Jesus, Hoffmann E Miranda (2024), as regiões Norte e Nordeste saltam na frente das demais quando o assunto é insegurança alimentar e coincidentemente são as regiões mais pobres do país. As regiões Norte e Nordeste vivem cotidianamente com a pobreza e a extrema pobreza, além de todos os estados dessas regiões estarem abaixo da média nacional de alimentação adequada, que é de aproximadamente 70% (IBGE, 2020 apud SILVA *et al.*, 2020).

Há diversas maneiras de medir um grau de desenvolvimento de uma cidade, como o cálculo de índices econômicos e socioeconômicos. Além de medir o grau de desenvolvimento dessas cidades, esses índices podem ser utilizados como fatores de comparação com outras variáveis para fins de estudos gerais. Um exemplo é o estudo de Fonseca, Britto e Cohen (2019), que analisou a relação entre um bairro nobre na parte central de Belém do Pará e um bairro de menor poder aquisitivo nas redondezas da cidade, com o objetivo de verificar se o fator socioeconômico apresenta indícios de influenciar o percentual de arborização em cada bairro. Baseando-se em estudos como este, reforça-se a importância de realizar um trabalho que avalie outras cidades brasileiras para entender a influência dos fatores socioeconômicos na arborização urbana.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Analisar a arborização das capitais dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal, correlacionando o percentual de vias com arborização fornecidos pelo IBGE com os dados de Índice de Desenvolvimento Humano, Produto Interno Bruto, Taxa de Pobreza e Densidade Demográfica.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Verificar a existência de correlação entre as variáveis arborização, Índice de Desenvolvimento Humano, Produto Interno Bruto, Taxa de Pobreza e Densidade Demográfica nas capitais dos estados brasileiros.
- Determinar e explicar o tipo de correlação, identificando se é positiva ou negativa.
- Entender o impacto dos índices sociais na arborização urbana das capitais.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Plano Diretor de Arborização Urbana**

O Plano Diretor de Arborização é um documento oficial de uma cidade onde está redigido e legitimado quaisquer ações que envolvam a arborização urbana no âmbito urbano e similares. As ações podem ser desde a gestão, até a implantação e manutenção. Sendo regidas por este documento tanto a arborização já existente, quanto a arborização futura (PARANÁ, 2018).

O Plano Diretor de Arborização tem como objetivo orientar ações de estância pública e privada, compatibilizando com os interesses coletivos, assim possibilitando e garantindo os benefícios da arborização urbana (DAEMO, 2024).

#### **3.2 Arborização Urbana**

De acordo com o Projeto de Lei nº 4309/2021, a arborização urbana é definida como o conjunto de árvores, palmeiras e arbustos, que se cultivou ou surgiu de maneira espontânea, na área delimitada pelo perímetro urbano e região periurbana, seja em áreas públicas ou particulares, que se articulam entre si e fazem parte da composição da rede de infraestrutura verde das cidades.

Segundo Bonametti (2020), a arborização urbana, de maneira simplista, é um conjunto de terras em ambiente urbano com cobertura arbórea representada em uma cidade. Ainda de acordo com o autor, a arborização urbana é um produto da história do homem e das relações materiais, adquirindo, em diferentes momentos, uma nova dimensão que se relaciona a um estágio específico de trabalho, onde se destaca melhor na relação entre o "construído" e o "não construído", produzindo a interação entre os locais de convivência e a vegetação da cidade.

#### **3.3 Produto Interno Bruto (PIB)**

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define PIB como sendo a soma geral de todos os bens e serviços produzidos por uma cidade, estado ou país por um dado período de tempo. O cálculo do PIB leva em consideração diversos dados, alguns desses dados são produzidos pelo próprio IBGE e outros são coletados de fontes externas. Balanço de

Pagamentos do Banco Central; Declaração de Informações Econômico-Fiscais de Pessoas Jurídicas da Secretaria da Receita Federal; Pesquisa Anual de Comércio do IBGE; Pesquisa Industrial Anual do IBGE; e outros vários são exemplos de dados utilizados para o cálculo do PIB.

O Produto Interno Bruto (PIB), conforme os dados do IBGE (apud OLIVEIRA, 2017), é a soma monetária total de bens, serviços, gastos e produtos finais de um local onde há residentes, obtido em valores correntes através de estimativas. Esse indicador pode determinar o valor adicionado aos setores industrial, agropecuário e demais, possibilitando a análise do desenvolvimento ou recessão de um setor.

### **3.4 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)**

O Índice de Desenvolvimento Humano foi apresentado pela primeira vez no Relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1990, tendo como embasamento o pensamento de desenvolvimento do economista e filósofo Amartya Sen. A Teoria de Amartya tem por verdade que o desenvolvimento consiste na eliminação das limitações de liberdade, que restringem as escolhas e oportunidades de uma pessoa de exercer sua condição de agente. Afirmando que a expansão da liberdade é o principal objetivo e o meio do desenvolvimento.

O Índice de Desenvolvimento Humano serve para medir o grau de desenvolvimento humano de um determinado local, composto originalmente por 3 indicadores. A saúde é o primeiro é um dos indicadores, onde reflete a possibilidade da sociedade ter uma vida longa e saudável. A educação é o segundo indicador, refletindo a oportunidade da sociedade de obter amplo acesso ao conhecimento e lhe satisfazer das suas próprias conclusões. O terceiro e último indicador é o padrão de vida, que está diretamente relacionado com a renda, onde os recursos permitem que o indivíduo possua um padrão de vida digno. O IDH varia de 0 até 1, sendo 0 considerado valor menor possível e refletindo nada de desenvolvimento humano e 1 considerado o máximo desenvolvimento humano (IPEA, 2013).

### **3.5 Taxa de pobreza**

A taxa de pobreza no Brasil é definida com uma forma de mensurar o quanto uma população está dentro do grupo da linha de pobreza, geralmente expressa em números percentuais. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024) adota como pobre a pessoa cuja renda é menor que  $\frac{1}{2}$  salário mínimo por mês e extremamente pobre pessoa cuja

renda é menor que  $\frac{1}{4}$  por mês.

### **3.6 Densidade demográfica**

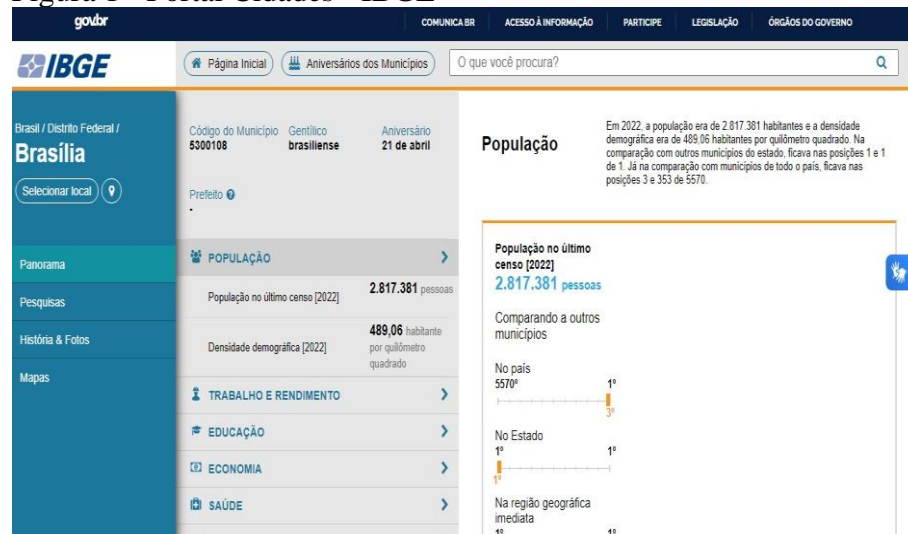
A densidade demográfica é uma taxa que expressa a população de um local por determinada unidade de área. Sendo expressa geralmente em habitantes por km<sup>2</sup>. Amplamente utilizada para analisar a população de determinado local (SANTOS; HOLMES; RAMOS, 2018).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Coleta de dados

Os dados utilizados para o presente estudo foram obtidos no site “IBGE cidades” do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sendo pesquisado o nome das 26 capitais dos Estados brasileiros e do Distrito Federal. Foram coletados os dados de “Arborização de vias públicas” dado de 2010, “Densidade demográfica” dado de 2022, “PIB per capita” dado de 2021, “IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal” dado de 2010, “Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário mínimo” dado de 2010. Ressalta que a divergência dos anos dos dados não foi levada em consideração para o estudo, sendo utilizados exclusivamente os dados presentes no Portal Cidades do IBGE (figura 1).

Figura 1 - Portal Cidades - IBGE



Fonte: IBGE (2024).

A variação nas datas dos dados, não é a ideal para a produção do trabalho, no entanto somente os dados de arborização publicada do ano de 2010 que foram disponibilizados no site no IBGE. O portal não disponibilizou novos dados atualizados até o momento deste estudo.

Para a verificar a presença do Plano Diretor de Arborização das 27 cidades analisadas, buscou-se no site municipal ou similar de cada cidade as seguintes palavras “Plano de Arborização”, “Plano Diretor de Arborização”, “PDAU” e “Plano de Arborização Municipal”. Para fator de consideração, optou-se por validação aquelas cidades que disponibilizaram de forma eletrônica o documento do Plano Diretor de Arborização no site municipal ou similar. E ainda no site de Leis Municipais com os mesmos termos citados acima. Segue abaixo a imagem

de um exemplo da pesquisa realizada no site Leis Municipais para a cidade de Curitiba – PR (Figura 2).

Figura 2 - Site “Leis Municipais” com o Plano de Arborização Curitiba



Fonte: Leis Municipais (2024).

Segue abaixo a imagem de um exemplo do Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade de Curitiba disponibilizado de forma online quando pesquisado com os termos “Plano de Arborização de Curitiba” (Figura 3).

Figura 3 - Capa do Plano Municipal de Arborização Urbana de Curitiba



Fonte: Paraná (2018).



## 4.2 Análise de Correlação

Para a análise da correlação dos dados quantitativos, utilizou-se o coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ), desenvolvido por Karl Pearson e Francis Galton (STANTON *apud* FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009). A correlação é uma medida da associação do grau de relacionamento que duas variáveis possuem entre si (GARSON, 2009). O coeficiente da correlação de Pearson possui caráter adimensional, sendo assim desprovido de uma unidade física que o defina. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), varia de -1 negativo até 1 positivo, sendo considerada uma correlação perfeita, aquelas que foram iguais a -1 e 1 ou se forem próximas desses valores as correlações serão quase perfeitas. Para COHEN (*apud* FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009), o resultado do coeficiente de correlação de Pearson entre 0,10 e 0,29 pode ser considerado pequeno; entre 0,30 e 0,49, médio; e entre 0,5 e 1, grande. Quando o coeficiente de correlação é igual a zero, isso demonstra que não há correlação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009).

A análise dos dados foi realizada com auxílio do software de planilhas eletrônicas “Excel”®. Com o gráfico de e com a função “CORREL”, foi possível realizar o cálculo do Coeficiente de Determinação da Correlação de Pearson ( $r^2$ ) e do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ). O Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ), pode aferir quanto da variação da variável X está sendo explicado pela variação da variável Y. O Coeficiente de Correlação de Pearson, explica qual o grau de associação entre as variáveis observadas.

Para analisar a correlação dos dados do percentual de vias com arborização com ausência ou presença de Plano de Arborização, considerou-se que cidades que previam o plano de arborização e disponibilizaram de forma online o documento com um valor igual a 1. Cidades que não previam o documento na sua legislação, cidades que previam, mas não disponibilizaram de forma online o documento e cidades com o plano de arborização em elaboração foram considerados o valor igual a 0.

Utilizando a ferramenta de tabela dinâmica do Excel, foi realizada a construção de uma tabela com duas linhas sendo uma com 0 (ausência de PDAU) e outra linha com 1 (presença de PDAU). Nas colunas os dados utilizados foram as médias e o desvio padrão dos dados de ausência e presença de PDAU. Para considerar a correlação, os dados de média para ausência e presença de PDAU devem diferir significativamente da média geral, e os desvios padrão para ausência e presença dos dados de PDAU devem ser menores que o desvio padrão geral. Concluiu-se que ocorreu indício de correlação entre os dados. Para a análise e auxílio de interpretação visual, utilizou-se um gráfico do tipo Boxplots.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Percentual de Vias com Arborização x Produto Interno Bruto

As cidades com percentuais maiores que 80% de vias com arborização para o ano de 2010 (Tabela 1) foram Campo Grande – MS (96.3%), Goiânia – GO (89.3%), Porto Alegre – RS (82.7%) e Belo Horizonte - MG (82.7%). As cidades com percentuais menores que 30% de vias com arborização no ano de 2010 foram Rio Branco – AC (13.8%), Belém – PA (22.3%) e Manaus – AM (23.9%).

Tabela 1 - PIB e percentual de vias com arborização das capitais

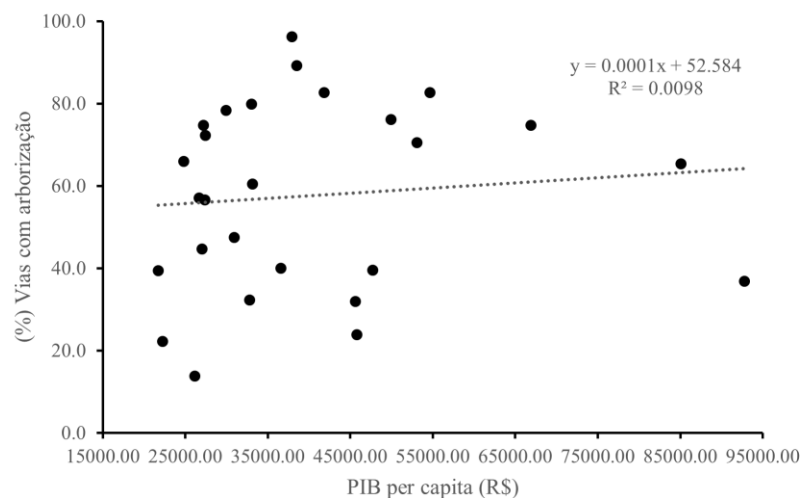
Cidade	Região	PIB (per capita) R\$	Vias públicas com arborização (%)
Campo Grande - MS	Centro-Oeste	37916,06	96,3
Goiânia - GO	Centro-Oeste	38483,54	89,3
Belo Horizonte - MG	Sudeste	41818,32	82,7
Porto Alegre - RS	Sul	54647,38	82,7
Palmas - TO	Norte	32977,35	79,9
Fortaleza - CE	Nordeste	27164,45	74,8
João Pessoa - PB	Nordeste	29936,78	78,4
São Paulo - SP	Sudeste	66872,84	74,8
Curitiba - PR	Sul	49907,02	76,1
Rio de Janeiro - RJ	Sudeste	53078,23	70,5
Teresina - PI	Nordeste	27430,28	72,3
Vitória - ES	Sudeste	85035,67	65,4
Macapá - AP	Norte	24768,62	66,0
Recife - PE	Nordeste	33094,37	60,5
Aracaju - SE	Nordeste	27364,40	56,6
Maceió - AL	Nordeste	26642,20	57,1
Boa Vista - RR	Norte	30906,19	47,5
Natal - RN	Nordeste	26972,28	44,7
Brasília - DF	Centro-Oeste	92732,27	36,9
Cuiabá - MT	Centro-Oeste	47700,88	39,6
Salvador - BA	Nordeste	21706,06	39,5
Porto Velho - RO	Norte	36541,49	40,0
São Luís - MA	Nordeste	32739,65	32,3
Florianópolis - SC	Sul	45602,98	32,0
Manaus - AM	Norte	45782,75	23,9
Belém - PA	Norte	22216,33	22,3
Rio Branco - AC	Norte	26119,02	13,8

Fonte: IBGE (2024).

A arborização urbana é menos intensa nos estados do Amazonas, Acre e Pará por diversos motivos. Essas áreas, que estão situadas dentro da Amazônia Legal, priorizam políticas de conservação da floresta, o que pode reduzir o foco em projetos urbanos de plantio de árvores. Além disso, o clima com alta precipitação e umidade dificulta a manutenção de áreas verdes nas cidades. A infraestrutura menos desenvolvida e a distribuição populacional esparsa também limitam os investimentos nesse tipo de projeto, enquanto recursos financeiros limitados e diferentes prioridades governamentais influenciam na falta de iniciativas para aumentar a vegetação urbana nessas regiões.

Com a utilização do software de planilhas eletrônicas Excel, obteve-se o gráfico de dispersão dos dados contidos na Tabela 1 para a exposição da linha de tendência, do Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) e por conseguinte o Coeficiente de Correlação ( $r$ ). Segue os resultados da Correlação entre percentual de vias com arborização com o PIB no gráfico abaixo.

Gráfico 1 - Dispersão de percentual de vias com arborização e PIB com  $r^2$



O resultado do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) obtido pela função “CORREL” com as matrizes de dados contendo percentual de vias com arborização de 2010 e PIB de 2021 foi de 0.0998. De acordo com Cohen (*apud* FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009) é considerado abaixo daquele resultado considerado como um grau de associação pequeno, que é de 0.1, portanto sugere-se que não possui nenhuma correlação com os dados analisados. O Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) ainda deixa mais evidente a falta da existência dessa correlação, com um valor de 0.0098. Isso demonstra que nem mesmo 1 % da variação do percentual de vias com arborização 2010 é explicado pela variação do PIB de 2021.

O resultado da análise pode ter sofrido influência da não compatibilidade com os anos

dos dados ofertados pelo site doador das informações. Seria necessário que as informações do PIB e do percentual de vias com arborização fossem do mesmo ano, para poder fornecer a possibilidade de uma análise mais sensível para averiguação da correlação entre as duas variáveis. Contudo, considera-se que o PIB com os dados analisados não influencia de maneira direta o percentual de arborização de vias públicas das capitais brasileiras.

## 5.2 Percentual de Vias com arborização x Índice de Desenvolvimento Humano

O resultado do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) da análise entre os dados da (Tabela 2) percentual de vias com arborização e Índice de Desenvolvimento Humano obtidos pela função “CORREL” do Excel foi igual a 0.3323. Ainda conforme Cohen (*apud* FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009) sugere, o resultado é considerado como um grau de associação médio e positivo. Sobre o Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) da análise de Correlação de Pearson sobre os dados do percentual de vias com arborização e o Índice de Desenvolvimento Humano (Gráfico 2), o resultado sugere que apenas 11.04% da variação do percentual de vias arborizadas é explicado pela variação do Índice de Desenvolvimento Humano.

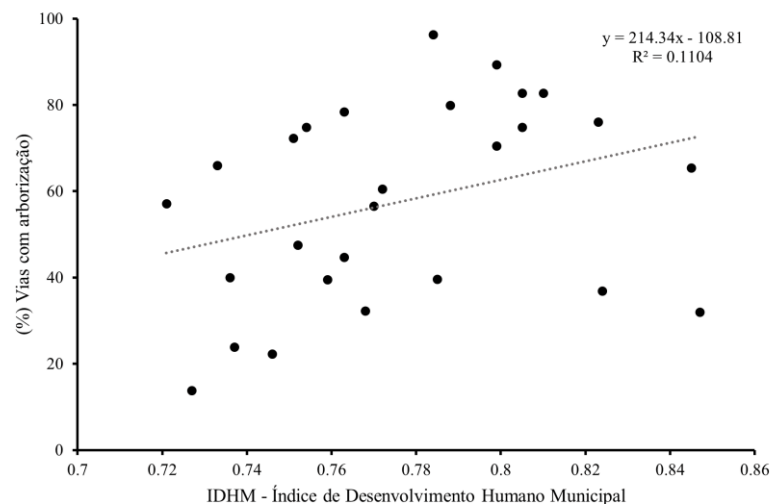
Tabela 2 - Índice de Desenvolvimento Humano e percentual de vias com arborização das capitais

Cidade	Região	IDH	Vias com arborização (%)
Florianópolis - SC	Sul	0.847	32
Vitória - ES	Sudeste	0.845	65.4
Brasília - DF	Centro-Oeste	0.824	36.9
Curitiba - PR	Sul	0.823	76.1
Belo Horizonte - MG	Sudeste	0.81	82.7
Porto Alegre - RS	Sul	0.805	82.7
São Paulo - SP	Sudeste	0.805	74.8
Goiânia - GO	Centro-Oeste	0.799	89.3
Rio de Janeiro - RJ	Sudeste	0.799	70.5
Palmas - TO	Norte	0.788	79.9
Cuiabá - MT	Centro-Oeste	0.785	39.6
Campo Grande - MS	Centro-Oeste	0.784	96.3
Recife - PE	Nordeste	0.772	60.5
Aracaju - SE	Nordeste	0.77	56.6
São Luís - MA	Nordeste	0.768	32.3
João Pessoa - PB	Nordeste	0.763	78.4
Natal - RN	Nordeste	0.763	44.7
Salvador - BA	Nordeste	0.759	39.5

Cidade	Região	IDH	Vias com arborização (%)
Fortaleza - CE	Nordeste	0.754	74.8
Boa Vista - RR	Norte	0.752	47.5
Teresina - PI	Nordeste	0.751	72.3
Belém - PA	Norte	0.746	22.3
Manaus - AM	Norte	0.737	23.9
Porto Velho - RO	Norte	0.736	40
Macapá - AP	Norte	0.733	66
Rio Branco - AC	Norte	0.727	13.8
Maceió - AL	Nordeste	0.721	57.1

Fonte: IBGE (2024).

Gráfico 2 - Dispersão entre IDH e percentual de vias arborizadas das capitais



Ainda sendo considerada uma correlação média e com um baixo valor do coeficiente de determinação, os resultados apontaram indicativos de semelhança com o trabalho realizado por MOREIRA (*apud* ZUCCARI et al., 2011), onde foi apontado que quanto maior o IDH, maior a arborização. O estudo de MENEZES e POSSAMAI (2015) correlacionou o Índice de Desenvolvimento Humano com diversos outros índices que retratam diferentes dimensões da realidade urbana; os resultados apontaram que a correlação entre o IDH e a arborização se mostrou a menor dentre os índices observados. No entanto, mesmo que pequena, houve uma correlação. Conforme o resultado do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) que foi de 0,33233, aponta-se uma correlação média e positiva. O resultado de uma correlação positiva entre o percentual de vias com arborização e o IDH, mesmo que seja considerado um grau de associação médio, pode sugerir que haja uma influência da qualidade de vida na presença da arborização, informação levantada por diversos autores (SCHUCH, 2006; GONÇALVES et al.,

2018; MARTELLI, 2016). O resultado tem maior peso de sensibilidade por conta da análise ser realizada com variáveis do mesmo ano de referência, apresentando uma maior chance da real situação dos dados. O resultado ainda possibilita uma oportunidade de pesquisa para novos trabalhos para a investigação de maneira mais sensível aos pilares dessa correlação.

### 5.3 Percentual de Vias com arborização x Taxa de Pobreza

De acordo com os dados da Tabela 3, chama a atenção o fato de que todas as capitais das regiões Norte e Nordeste apresentaram as maiores taxas de pobreza. É interessante observar que, em nenhuma capital de outra região, se observaram taxas maiores do que as das regiões Norte e Nordeste, destacando-se que todas as capitais dessas regiões obtiveram taxas iguais ou superiores a 35%. Isso evidencia uma segregação econômica nessas cidades e confirma a vulnerabilidade econômica dessas regiões, o que reflete diretamente na insegurança alimentar e ambiental das pessoas que residem nessas áreas (SILVA et al., 2020; JESUS; HOFFMANN; MIRANDA, 2024).

Tabela 3 - Taxa de Pobreza e vias públicas com arborização das capitais

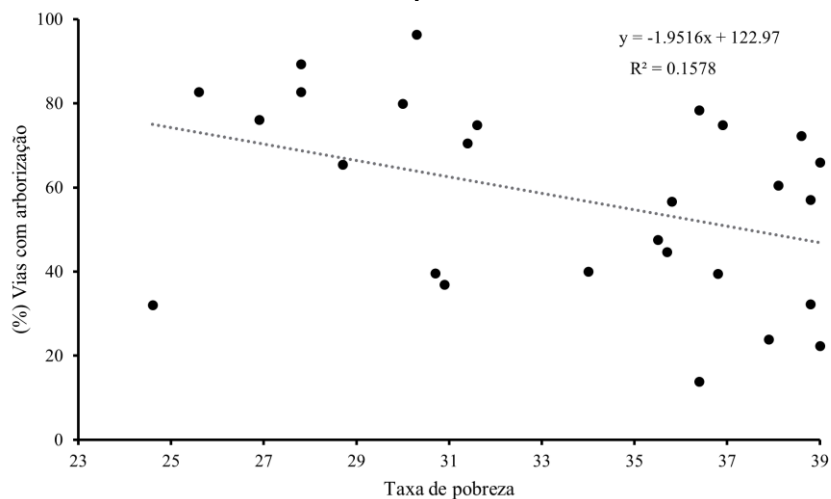
Cidade	Região	Taxa de pobreza (%)	Vias públicas com arborização (%)
Macapá - AP	Norte	39	66
Belém - PA	Norte	39	22.3
São Luís - MA	Nordeste	38.8	32.3
Maceió - AL	Nordeste	38.8	57.1
Teresina - PI	Nordeste	38.6	72.3
Recife - PE	Nordeste	38.1	60.5
Manaus - AM	Norte	37.9	23.9
Fortaleza - CE	Nordeste	36.9	74.8
Salvador - BA	Nordeste	36.8	39.5
Rio Branco - AC	Norte	36.4	13.8
João Pessoa - PB	Nordeste	36.4	78.4
Aracaju - SE	Nordeste	35.8	56.6
Natal - RN	Nordeste	35.7	44.7
Boa Vista - RR	Norte	35.5	47.5
Porto Velho - RO	Norte	34	40
São Paulo - SP	Sudeste	31.6	74.8
Rio de Janeiro - RJ	Sudeste	31.4	70.5
Brasília - DF	Centro-Oeste	30.9	36.9
Cuiabá - MT	Centro-Oeste	30.7	39.6
Campo Grande - MS	Centro-Oeste	30.3	96.3
Palmas - TO	Norte	30	79.9

Cidade	Região	Taxa de pobreza (%)	Vias públicas com arborização (%)
Vitória - ES	Sudeste	28.7	65.4
Goiânia - GO	Centro-Oeste	27.8	89.3
Belo Horizonte - MG	Sudeste	27.8	82.7
Curitiba - PR	Sul	26.9	76.1
Porto Alegre - RS	Sul	25.6	82.7
Florianópolis - SC	Sul	24.6	32

Fonte: IBGE (2024).

O resultado do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ), mostrado no Gráfico 3 e obtido pelo Excel com a função 'CORREL', a partir das matrizes de dados de Percentual de Vias com Arborização e Taxa de Pobreza, foi de  $-0,3971$ . De acordo com a sugestão de COHEN (*apud* FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009), este valor é avaliado como um grau de associação médio e negativo, sugerindo que, mesmo com um grau de associação não tão elevado, há uma tendência de queda no percentual de vias com arborização à medida que a taxa de pobreza das cidades aumenta. O Coeficiente de Determinação da Correlação de Pearson ( $r^2$ ) foi de  $0,1578$ , o que indica que apenas  $15,78\%$  da variação do percentual de vias com arborização é explicado pela variação da taxa de pobreza de cada cidade.

Gráfico 3 - Dispersão com os resultados da correlação entre Vias com arborização e taxa de pobreza



Com o presente resultado, observa-se que a arborização urbana está ligada a índices sociais. Outros estudos também apontam uma ligação direta entre a qualidade e a quantidade da arborização em bairros com diferentes poderes aquisitivos. O estudo de SUFIA, SOUZA e SIQUEIRA (2019) apontou que os moradores do Jardim Europa, um bairro nobre de Bauru – SP, demonstraram possuir mais conhecimento sobre arborização em comparação com os

moradores do Parque Santa Edwiges, um bairro menos nobre. Além disso, os moradores do Jardim Europa estavam mais dispostos a contribuir financeiramente para melhorias relacionadas à arborização, sendo essa disposição associada ao maior poder aquisitivo do bairro. Em Jataí – GO, um estudo realizado em bairros de padrões altos, médios e precários observou que os bairros com padrões médios e altos possuem um maior número médio de árvores, melhor adequação posição-calçada, mais indivíduos de espécies de médio e pequeno porte, e maior presença de palmeiras (BARROS; GUILHERME; CARVALHO, 2010).

De acordo com DUARTE et al. (2018), a falta de valorização da arborização urbana decorre de fatores econômicos e sociais, além do desconhecimento dos benefícios e da importância da arborização no ambiente urbano. Ainda segundo o estudo de DUARTE et al. (2018), a intensificação da priorização de projetos de arborização em bairros financeiramente mais necessitados pode promover uma equidade na distribuição da arborização local.

O planejamento urbano de áreas mais precárias precisa considerar a arborização como um componente essencial para melhorar a qualidade de vida dos moradores. As árvores não apenas oferecem sombra e ajudam a reduzir a temperatura, mas também melhoram a saúde mental e física, além de promover a biodiversidade. Entretanto, é crucial abordar o racismo ambiental, que frequentemente resulta em menor cobertura arbórea e piores condições de vida em comunidades de baixa renda e majoritariamente compostas por minorias raciais. Essa injustiça na distribuição de recursos ambientais reflete um histórico de discriminação e negligência, perpetuando desigualdades socioeconômicas e de saúde. Em 2023, uma imagem aérea comparativa, realizada por Raphael Sebba, evidenciou uma discrepância notória no direito à arborização entre o Sol Nascente – DF, maior favela do Brasil, e o Lago Sul – DF, uma região nobre de Brasília, mostrando que, em uma pequena distância da capital do país, há uma disparidade significativa. Por isso, as políticas de planejamento urbano devem ser inclusivas e equitativas, garantindo que todos os cidadãos tenham acesso aos benefícios da arborização e a um ambiente urbano saudável.



Figura 4 - Comparativo entre o Sol Nascente e o Lago Sul



Fonte: Sebba (2023)

Diante do exposto sobre a arborização e a pobreza, observa-se que é necessário a intervenção do poder público para mitigar os efeitos da desigualdade social sobre a arborização urbana. Assim garantindo que a arborização seja um direito de todos os cidadãos e não segregado somente aos moradores das regiões com menores taxas de pobreza.

#### 5.4 Percentual de Vias com arborização x Densidade demográfica

Sobre a densidade populacional das capitais brasileiras, as cinco capitais com as maiores densidades populacionais em 2022 foram Fortaleza – CE, São Paulo – SP, Belo Horizonte – MG, Recife – PE e Rio de Janeiro – RJ. Todas as capitais citadas possuem mais de 5.000 habitantes por km<sup>2</sup> (Tabela 4). O resultado do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ), obtido pela função ‘CORREL’ do Excel com a matriz de dados do percentual de vias com arborização e densidade demográfica, foi de 0,3973. De acordo com COHEN (apud FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009), isso pode ser considerado uma correlação de grau médio e positivo, indicando que a arborização urbana está, de alguma maneira, correlacionada com a densidade demográfica. O resultado do Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) foi igual a 0,1579, o que indica que 15,79% da variação do percentual de vias com arborização é explicado pela variação da

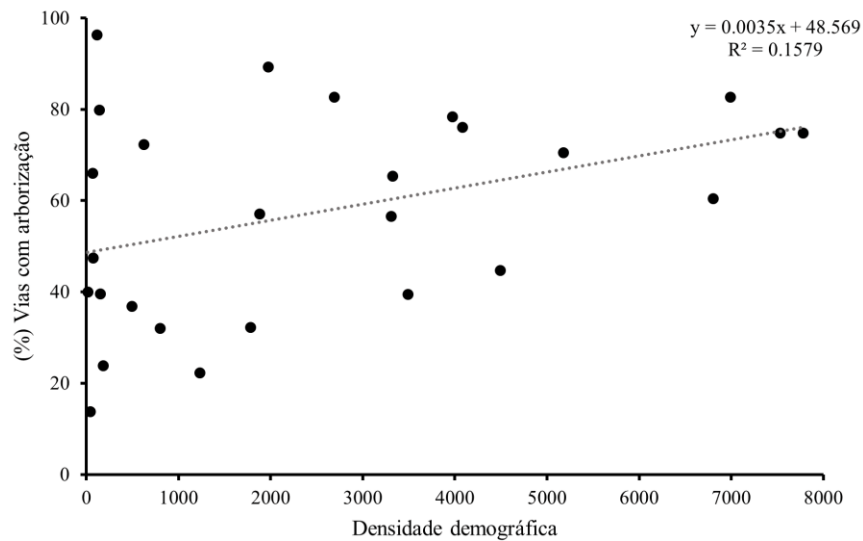
densidade demográfica (Gráfico 4).

Tabela 4 - Densidade demográfica e percentual de vias com arborização das 27 capitais brasileiras

Cidade	Região	Densidade Hab/Km <sup>2</sup>	Vias públicas com arborização (%)
Fortaleza - CE	Nordeste	7775.52	74.8
São Paulo - SP	Sudeste	7528.26	74.8
Belo Horizonte - MG	Sudeste	6988.18	82.7
Recife - PE	Nordeste	6803.6	60.5
Rio de Janeiro - RJ	Sudeste	5174.6	70.5
Natal - RN	Nordeste	4488.03	44.7
Curitiba - PR	Sul	4078.53	76.1
João Pessoa - PB	Nordeste	3970.27	78.4
Salvador - BA	Nordeste	3486.49	39.5
Aracaju - SE	Nordeste	3308.89	56.6
Vitória - ES	Sudeste	3324.33	65.4
Porto Alegre - RS	Sul	2690.5	82.7
Goiânia - GO	Centro-Oeste	1970.9	89.3
Maceió - AL	Nordeste	1880.77	57.1
São Luís - MA	Nordeste	1779.87	32.3
Belém - PA	Norte	1230.25	22.3
Florianópolis - SC	Sul	796.05	32
Teresina - PI	Nordeste	622.66	72.3
Brasília - DF	Centro-Oeste	489.06	36.9
Cuiabá - MT	Centro-Oeste	150.41	39.6
Manaus - AM	Norte	181.01	23.9
Palmas - TO	Norte	135.9	79.9
Boa Vista - RR	Norte	72.71	47.5
Campo Grande - MS	Centro-Oeste	111.11	96.3
Macapá - AP	Norte	67.48	66
Rio Branco - AC	Norte	41.28	13.8
Porto Velho - RO	Norte	13.51	40

Fonte: IBGE (2024).

Gráfico 4 - Dispersão com resultado da correlação entre Vias com arborização e densidade



O resultado da análise de correlação entre o percentual de vias arborizadas e a densidade demográfica apontou que, de maneira moderada, há um aumento do percentual de vias arborizadas com o aumento da densidade populacional. Esse resultado difere do índice de correlação entre vias arborizadas e densidade demográfica encontrado no Paraná, que revelou uma correlação fraca e negativa (LEAL et al., 2022). Essa variação nos resultados pode indicar que outras variáveis influenciam o percentual de arborização em cada local, sendo necessário realizar mais pesquisas para aprofundar o entendimento das variáveis que mais impactam a arborização nesses ambientes.

### 5.5 Percentual de Vias com arborização x Presença de PDAU

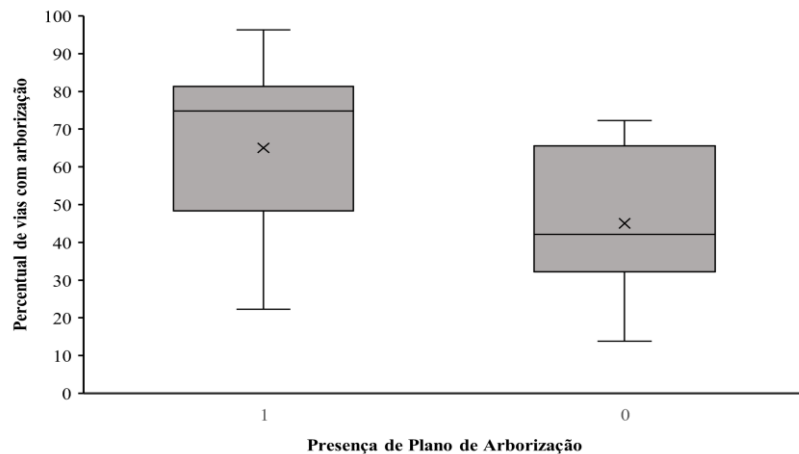
É possível observar que o plano de arborização está presente em mais da metade das capitais brasileiras, totalizando 17 capitais que possuem um plano de arborização. Além disso, nota-se que, em pelo menos um estado de cada região do país, há alguma capital que não possui um plano de arborização (Tabela 5). De acordo com o gráfico do tipo boxplot (Gráfico 5), que apresenta as informações sobre o percentual de vias com arborização e a ausência (0) e presença (1) do plano de arborização nas 27 capitais brasileiras, sugere-se uma correlação entre a presença do plano de arborização e o percentual de vias arborizadas.

Tabela 5 - Percentual de arborização em vias públicas com a presença e ausência de PDAU

Cidade	Região	Arborização em vias públicas (%)	PDAU
Aracaju - SE	Nordeste	56.6	1
Belém - PA	Norte	22.3	1
Belo Horizonte - MG	Sudeste	82.7	1
Campo Grande - MS	Centro-Oeste	96.3	1
Curitiba - PR	Sul	76.1	1
Fortaleza - CE	Nordeste	74.8	1
Goiânia - GO	Centro-Oeste	89.3	1
João Pessoa - PB	Nordeste	78.4	1
Maceió - AL	Nordeste	57.1	1
Manaus - AM	Norte	23.9	1
Palmas - TO	Norte	79.9	1
Porto Alegre - RS	Sul	82.7	1
Porto Velho - RO	Norte	40	1
Recife - PE	Nordeste	60.5	1
Rio de Janeiro - RJ	Sudeste	70.5	1
Salvador - BA	Nordeste	39.5	1
São Paulo - SP	Sudeste	74.8	1
Boa Vista - RR	Norte	47.5	0
Brasília - DF	Centro-Oeste	36.9	0
Cuiabá - MT	Centro-Oeste	39.6	0
Florianópolis - SC	Sul	32	0
Macapá - AP	Norte	66	0
Natal - RN	Nordeste	44.7	0
Rio Branco - AC	Norte	13.8	0
São Luís - MA	Nordeste	32.3	0
Teresina - PI	Nordeste	72.3	0
Vitória - ES	Sudeste	65.4	0

Fontes: IBGE (2024) e site municipal de cada cidade (2024).

Gráfico 5 - Percentual de vias com arborização e Presença de PDAU



De acordo com o gráfico apresentado na Gráfico 5, é possível deduzir que há uma associação entre o percentual de vias com arborização e a presença de um plano de arborização nas cidades analisadas. Observa-se que o percentual médio de vias arborizadas é maior em cidades que possuem um plano de arborização, com os quartis superiores das cidades com o plano sendo mais altos.

Tabela 6 - Dados das médias e desvios-padrões dos percentuais de vias com arborização em cidades com e sem plano de arborização

Plano de Arborização	Média do (%) de vias com arborização	Desvio Padrão do (%) de vias com arborização
Ausente	45.05	18.280
Presente	65.02	22.199
<b>Total Geral</b>	<b>57.63</b>	<b>22.705</b>

O desvio padrão do percentual de vias com arborização nas observações para as classes de presença e ausência do plano de arborização foi inferior ao desvio padrão das observações gerais do percentual de vias com arborização. Além da observação visual no Gráfico 5, nota-se que, em termos absolutos, a média do percentual de vias com arborização nas cidades com plano de arborização é 40% maior em comparação com a média nas cidades sem plano de arborização. Assim, observa-se uma associação entre o percentual de vias com arborização e a presença do plano de arborização, indicando que cidades com um plano de arborização tendem a ter um maior percentual de vias arborizadas.

Desta maneira, evidencia-se a importância da implementação de um plano de arborização em todas as cidades brasileiras, uma vez que a arborização urbana abrange aspectos ambientais, sociais e econômicos. A arborização no meio urbano é responsável pela mitigação da poluição do ar, frequentemente comprometendo a qualidade do ar. Além dos benefícios ambientais, a arborização urbana proporciona áreas de sombra, contribui para a diminuição da temperatura local e auxilia no controle da drenagem pluvial, reduzindo a ocorrência de enchentes. É indiscutível que uma arborização bem planejada impacta positivamente na qualidade de vida e no bem-estar da população (MARTELLI, 2016).

Cidades que adotam um plano diretor de arborização urbana fazem uma enorme diferença no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Esses planos ajudam a criar ambientes urbanos mais verdes e saudáveis, melhorando a qualidade do ar, reduzindo a temperatura local e aumentando a biodiversidade. Essas ações estão diretamente ligadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11, que busca tornar as

idades e assentamentos humanos mais inclusivos, seguros e sustentáveis. Além disso, a presença de áreas arborizadas contribui para a saúde e o bem-estar das pessoas, conforme o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3, ao oferecer ambientes mais agradáveis e reduzir o estresse associado à vida urbana. Também ajuda a combater as mudanças climáticas, alinhando-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13, ao minimizar o efeito de ilha de calor e melhorar a gestão dos recursos naturais. Em resumo, ter um plano diretor de arborização urbana é um passo crucial para construir cidades mais sustentáveis e resilientes para todos.

O PDAU é uma ferramenta indispensável para o sucesso da arborização urbana no país, fornecendo as diretrizes necessárias para a implementação, manutenção e manejo adequado das áreas verdes urbanas. A aplicação correta das diretrizes de um PDAU na arborização urbana contribui para inúmeros serviços ecossistêmicos, como a melhoria da qualidade do ar, a redução da temperatura local, o aumento do bem-estar humano, entre outros. Sabendo que é obrigatório a presença de um plano diretor para municípios com mais de 20 mil habitantes, mais de dois terços dos municípios brasileiros são obrigados a ter um plano diretor. Em 2019, mais de 50% dos municípios possuíam um plano diretor, no entanto, nem todos haviam concluído sua efetivação (SPONCHIADO; MOSCARDINI; EBLING, 2022).

## 6 CONCLUSÕES

A análise revelou padrões significativos nas correlações entre o percentual de vias arborizadas e as variáveis estudadas. Embora não tenha sido identificada uma correlação significativa com o Produto Interno Bruto (PIB) das cidades, encontrou-se uma correlação positiva moderada com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), indicando que áreas mais arborizadas tendem a ter um IDH ligeiramente mais elevado. Em contraste, a correlação negativa média com a Taxa de Pobreza sugere que a presença de arborização pode estar associada a menores índices de pobreza.

A relação moderada entre a densidade demográfica e o percentual de vias arborizadas também foi relevante, indicando uma conexão significativa entre essas variáveis. Além disso, a presença de um Plano Diretor de Arborização mostrou indícios de correlação, com desvios padrões menores nas cidades que possuem o plano, em comparação com as que não têm. Isso sugere que o planejamento urbano pode influenciar positivamente a distribuição da arborização.

Esses resultados ressaltam a importância de estratégias de planejamento urbano voltadas para a promoção e gestão eficaz da arborização nas cidades. Não só os benefícios ambientais são evidentes, mas também os impactos socioeconômicos positivos associados a uma melhor qualidade de vida. Investir em arborização pode, portanto, ser uma estratégia valiosa para melhorar o bem-estar urbano e promover o desenvolvimento sustentável das cidades

## REFERÊNCIAS

- AJUDE a Prefeitura a construir o futuro da arborização urbana. Prefeitura Municipal de Curitiba, 8 jul. 2021. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/ajude-a-prefeitura-a-construir-o-futuro-da-arborizacao-urbana/59670>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- BARROS, E. F. S.; GUILHERME, F. A. G.; CARVALHO, R. S. Arborização urbana em quadras de diferentes padrões construtivos na cidade de Jataí. *Revista Árvore*, v. 34, p. 287-295, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000200011>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. *Revista Terra & Cultura*, v. 19, n. 36, p. 51-55, 2020. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1412>. Acesso em 5 jul. 2024.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 4309/2021. Institui a Política Nacional de Arborização Urbana, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Arborização Urbana, e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 2021. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2118405](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2118405). Acesso em: 5 jul. 2024.
- BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. *Dossiê Migração, Estudos avançados*, v. 20, p. 221-236, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142006000200017>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- BUCCI, M. E. D. et al. Arborização urbana como política de promoção de saúde e de planejamento urbano: um levantamento das capitais brasileiras. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 8, n. 18, p. 725-738, 2021. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081905](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081905). Acesso em: 5 jul. 2024.
- DAEMO - Departamento de Água, Esgoto e Meio Ambiente. Plano diretor de arborização urbana da estância turística de Olímpia. Disponível em: <https://www.daemo.sp.gov.br/plano-arborizacao/>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- DUARTE, T. E. P. N. et al. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. *Terr@ Plural*, v. 11, n. 2, p. 291-303, 2017. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/9677>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- DUARTE, T. E. P. N. et al. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 11, n. 1, p. 327-341, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n1p327-341>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. *Revista Geografar*, v. 10, n. 1, p. 26-49, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v10i1.37677>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/view/3852>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- FONSECA, J. N. F. da; BRITTO, A. L. N. de P.; COHEN, S. C. Desigualdade social e saúde



urbana: uma análise da arborização urbana em distintos territórios em Belém, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS EM SAÚDE, 8., 2019, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: ABRASCO, 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/38085>. Acesso em: 5 jul. 2024.

GARSON, G. Factor Analysis from Statnotes: topics in multivariate analysis. North Carolina, USA: North Carolina State University, 2009. Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm>. Acesso em: 5 jul. 2024.

GLAESER, E. Triumph of the city: how our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier, and happier. New York, NY: Penguin Books, 2012.

GOMES, I. Pobreza cai para 31,6% da população em 2022, após alcançar 36,7% em 2021. Agência de Notícias IBGE, 6 dez. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38545-pobreza-cai-para-31-6-da-populacao-em-2022-apos-alcancar-36-7-em-2021>. Acesso em: 5 jul. 2024.

GONÇALVES, L. M. et al. Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades. Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde, v. 22, n. 2, p. 128-136, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n2p128-136>. Acesso em: 5 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: IBGE. IBGE, [c2024]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA (IPEA). O índice de desenvolvimento humano municipal brasileiro. Brasília: PNUD, IPEA, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2375>. Acesso em: 5 jul. 2024.

JESUS, J. G. de; HOFFMANN, R.; MIRANDA, S. H. G. de. Insegurança alimentar, pobreza e distribuição de renda no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 62, n. 4, p. e281936, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.281936>. Acesso em: 5 jul. 2024.

LEAL, L. et al. Fatores associados com a distribuição espacial da arborização de vias públicas no estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 9., 2022, Brasília. Anais [...]. Brasília: SBEF, 2022. p. 130-134. DOI: <https://doi.org/10.55592/CFB.2022.2272188>. Acesso em: 5 jul. 2024.

LEIS MUNICIPAIS. [c2024]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MARTELLI, A. Arborização urbana versus qualidade de vida no ambiente construído. Revista Faculdades do Saber, v. 1, n. 2, p. 133-142, 2016. Disponível em: <https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/17>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MENEZES, D. B.; POSSAMAI, A. J. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Urbano (IDHM-U): proposta de um novo índice sintético para as Regiões Metropolitanas. Indicadores Econômicos FEE, v. 43, n. 3, p. 73-84, 2015. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/3580>. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, F. S. Mapeamento da vegetação urbana e distribuição espacial e temporal de ilhas de calor. 2015. 170 p. Tese (Doutorado em Geografia)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30102015-143008/publico/FERNANDO\\_DE\\_OLIVEIRA\\_MARTINS.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30102015-143008/publico/FERNANDO_DE_OLIVEIRA_MARTINS.pdf). Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, L. R. de et al. Importância do PIB e das exportações sobre o coeficiente de atratividade nos dez maiores municípios do Estado do Paraná. *Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho*, v. 6, n. 2, p. 30-51, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21680/2316-5235.2017v6n2ID16702>. Acesso em 5 jul. 2024.

PARANÁ. Ministério Público do Estado do Paraná. Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana. 2. ed. Curitiba: MPPR, 2018. Disponível em: [https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexao-ambiental/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-11/Manual%20Arboriza%C3%A7%C3%A3o%20Urbana\\_FINAL.pdf](https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexao-ambiental/arquivos_restritos/files/documento/2018-11/Manual%20Arboriza%C3%A7%C3%A3o%20Urbana_FINAL.pdf). Acesso em: 5 jul. 2024.

SANTOS, A. M.; HOLMES, D. C. S. C.; RAMOS, H. F.. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. *Ateliê Geográfico*, v. 12, n. 1, p. 175-200, 2018.

SANTOS, F. F. C. S.; PIRES, M. M. P.; MOURA, T. G. Z. M. Análise Espacial da Pobreza: uma aplicação para o estado da Bahia, Brasil. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, n. 64, p. 83-95, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59072/rper.vi64.235>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SCHUCH, M. I. S. Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/5060>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SEBBA, R. Nessa imagem temos o Sol Nascente, maior favela do país (segundo IBGE), e o Lago Sul, bairro mais rico do país (segundo FGV) 35 km um do outro. Os dois no DF. Os dois no Cerrado. Falar sobre clima urbano é falar sobre justiça. Árvore não pode ser um privilégio de cor e classe! Brasília, 20 mar. 2023. X: @raphaelsebba. Disponível em: <https://x.com/raphaelsebba/status/1637979796738043904>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SILVA, M. L. A. et al. Vulnerabilidade social, fome e pobreza nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. In: ALMEIDA, F. A. (org.). *Políticas Públicas, Educação e Diversidade: Uma Compreensão Científica do Real*. Gurujá, SP: Editora Científica Digital, 2020. p. 1083-1105. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/200700618>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SPONCHIADO, M.; MOSCARDINI, S. D.; EBLING, E. A importância do plano diretor de arborização urbana através da participação democrática na gestão pública municipal.

SUFIA, M. C. S.; SOUZA, G. S.; SIQUEIRA, M. V. B. M. Percepção ambiental sobre arborização urbana em regiões distintas do município de Bauru-SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 15-28, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v13i4.65135>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SZABO, M. S. et al. Acessibilidade na arborização urbana na Região central comercial de Pato Branco-PR. *Revista Técnico-Científica*, n. 6, 2017. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/238>. Acesso em: 5 jul. 2024.

VAN STIGT, R.; DRIESSEN, P. P. J.; SPIT, T. J. M. A window on urban sustainability: integration of environmental interests in urban planning through 'decision windows'. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 42, p. 18-24, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.04.002>. Acesso em: 5 jul. 2024.

VUJCIC, M.; TOMICEVIC-DUBLJEVIC, J. Urban forest benefits to the younger population: The case study of the city of Belgrade, Serbia. *Forest Policy and Economics*, v. 96, p. 54-62, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.08.006> \t "\_new. Acesso em: 5 jul. 2024.

ZUCCARI, M. L. et al. Relação das áreas verdes com a qualidade de vida em Salvador (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 15.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1.; 2011, Recife. Anais [...]. Recife: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56022/1/2011AA96.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2024.