

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS GOIÂNIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

JOSÉ ROBERTO DA SILVA

Valoração Multicritério e Multinível Com Uso de Geotecnologias e AHP: Estudo de Caso Aplicado aos Parques Municipais de Goiânia-GO

Goiânia, 2025.

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☒ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☐ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: José Roberto da Silva

Matrícula: 20232011280212

Título do Trabalho: Valoração Multicritério e Multinível com Uso de Geotecnologias e AHP: Estudo de Caso Aplicado aos Parques Municipais de Goiânia-GO.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS GOIÂNIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

JOSÉ ROBERTO DA SILVA

Valoração Multicritério e Multinível Com Uso de Geotecnologias e AHP: Estudo de Caso Aplicado aos Parques Municipais de Goiânia-GO

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Dissertação de Mestrado Profissional. Área de Concentração: Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa. Linha de Pesquisa: Modelagem de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Alex Mota dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes

Goiânia, 2025.

S586v Silva, José Roberto da .

Valoração multicritério e multinível com uso de geotecnologias e AHP: estudo de caso aplicado aos parques municipais de Goiânia-GO / José Roberto da Silva. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2025.
120f.

Orientação: Prof. Dr. Alex Mota dos Santos.

Coorientação: Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes.

Dissertação (mestrado) – Mestrado em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.
Inclui apêndice.

1. Parques urbanos. 2. Gestão ambiental. 3. Qualidade ambiental. I. Santos, Alex Mota dos. (orientação). II. Gomes, Raphael de Aquino (coorientação). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. IV. Título.

CDD 363.7

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

PARECER 26/2025 - GYN-CMTGS/GYN-GPPEX/CP-GOIANIA/IFG

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
IFG CÂMPUS GOIÂNIA
MESTRADO EM TECNOLOGIA, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

JOSÉ ROBERTO DA SILVA

**VALORAÇÃO MULTICRITÉRIO E MULTINÍVEL COM USO DE GEOTECNOLOGIAS E AHP: ESTUDO DE CASO APLICADO AOS
PARQUES MUNICIPAIS DE GOIÂNIA-GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa.

Linha de Pesquisa: Modelagem de sistemas

Aprovação em 10 de julho de 2025.

Banca examinadora:

Presidente e orientador: Prof. Dr. Alex Mota dos Santos - PPGTGS IFG

Coorientador: Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes - PPGTGS IFG

Avaliadora: Profa. Dra. Regina Célia Bueno da Fonseca- PPGTGS IFG

Avaliador: Prof. Dr. Anderson Paulo Rudke - UFMG

Avaliador: Prof. Dr. Édipo Henrique Cremon - PPGTGS IFG

Documento assinado eletronicamente por:

- **Raphael de Aquino Gomes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 03/09/2025 09:56:01.
- **Edipo Henrique Cremon**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 01/09/2025 15:21:06.
- **Anderson Paulo Rudke**, Anderson Paulo Rudke - Docente - Universidade do Estado de Minas Gerais (65172579000115), em 31/08/2025 14:54:53.
- **Regina Celia Bueno da Fonseca**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 31/08/2025 09:43:40.
- **Alex Mota dos Santos**, Alex Mota dos Santos - Docente - Ufg (01567601000143), em 31/08/2025 08:41:06.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/07/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 670137

Código de Autenticação: 82459eca08



Dedicatória

Às minhas filhas, **Vitória** e **Mariana**, como demonstração de que, sob a direção Divina, a busca constante pelo aprendizado e a dedicação para atingir os objetivos tornam possível vencer todos os desafios.

Ao meu **pai**, que, mesmo sem o letramento formal, sempre me incentivou e apontou que a estrada da educação é por onde se deve caminhar.

Agradecimentos

A **Deus**, cuja providência nunca me faltou e cuja magnitude sempre me guiou e orientou. Sou grato, Senhor, por permitir que eu me lançasse neste desafio e por ter estado sempre ao meu lado. Nas calmarias e nas tempestades, sempre estiveste no meu barco, e Sua mão manteve-se firme no leme.

À **minha esposa e grande companheira, Diva**, pela compreensão e apoio incondicionais, mesmo quando me apoiar nesta jornada representou abrir mão de boa parte do nosso tempo de convivência e lazer cotidiano. Serei sempre grato por compartilhar a vida comigo e por hoje ser parte do meu próprio ser.

Aos **professores, colegas de turma e servidores do IFG**, por este período de tão rica convivência e aprendizado.

Ao meu **orientador, Prof. Dr. Alex Mota dos Santos**, por compartilhar comigo tanto conhecimento, pela parceria construída neste período, pelo grande crescimento que em mim promoveu e, de igual forma, pela amizade e respeito mutuamente edificadas.

Ao meu **coorientador, Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes**, pelo grande suporte, apoio e direcionamento, fundamentais para a realização bem-sucedida do trabalho.

Aos **membros da banca examinadora**, pelas pertinentes, cordiais e construtivas críticas ao trabalho apresentado, as quais promoveram o aprimoramento do estudo, ampliando os horizontes deste que aqui se coloca na condição de eterno aprendiz.

Dias difíceis virão, mas, no tempo de Deus, a vitória chegará!

Frei Gilson,

.

Resumo

Título: Valoração Multicritério e Multinível Com Uso de Geotecnologias e AHP: Estudo de Caso Aplicado aos Parques Municipais de Goiânia-GO

Autor: José Roberto da Silva

Orientador: Dr. Alex Mota dos Santos

Coorientador: Dr. Raphael de Aquino Gomes

A crescente urbanização brasileira intensifica a necessidade de manutenção e criação de espaços verdes urbanos de qualidade. Esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um modelo de análise multicritério para avaliação da qualidade dos parques urbanos, utilizando o método AHP (Analytic Hierarchy Process) como ferramenta de apoio à decisão. O estudo teve como foco os parques e bosques municipais de Goiânia, capital do estado de Goiás, buscando integrar múltiplas dimensões da qualidade desses espaços em uma metodologia sistemática e replicável. O modelo proposto organiza os parâmetros de avaliação em dois índices principais: o Índice de Preservação Ambiental (IPA), que engloba aspectos ambientais, de conservação e gestão; e o Índice de Atratividade ao Público (IAP), que aborda infraestrutura e facilidade de acesso por transporte público. A pesquisa adotou uma abordagem multicritério e multinível com emprego de geotecnologias para análise dos 28 parques municipais listados oficialmente pela prefeitura. A coleta de dados primários foi realizada por meio de processamento de imagens de satélite, enquanto os dados secundários foram obtidos junto aos órgãos municipais competentes. Os resultados demonstram significativa heterogeneidade na qualidade dos parques municipais de Goiânia, com pontuação média de 4,39 pontos numa escala de 10. Apenas nove parques (32,1%) obtiveram pontuação superior à média geral, evidenciando uma alta variabilidade no desempenho dos parques municipais. A análise de sensibilidade hierárquica confirmou a estabilidade do modelo, com coeficiente de variação médio de 7,4%. Como produto técnico da pesquisa, foi desenvolvido o sistema Park-QualityAnalysis, uma ferramenta computacional que materializa a aplicação prática da metodologia proposta. O estudo conclui que o método AHP mostrou-se adequado para a avaliação multicritério de parques urbanos, permitindo a integração de variáveis quantitativas e qualitativas em um modelo matemático consistente. Os

resultados fornecem subsídios técnicos para políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade dos parques urbanos, contribuindo para o planejamento urbano sustentável e a qualidade de vida da população. A metodologia desenvolvida apresenta potencial de replicação em outras cidades brasileiras, constituindo uma contribuição metodológica relevante para a gestão de espaços verdes urbanos.

Palavras-chave

Parques urbanos; Análise multicritério; AHP; Gestão ambiental urbana; Geotecnologias; SIG (Sistema de informação geográfica).

Abstract

Title: Multicriteria and Multilevel Assessment Using Geotechnologies and AHP: A Case Study Applied to Municipal Parks in Goiânia-GO.

Author: José Roberto da Silva

Advisor: Dr. Alex Mota dos Santos

Coadvisor: Dr. Raphael de Aquino Gomes

The increasing Brazilian urbanization intensifies the need for maintaining and creating quality urban green spaces. This research proposes the development of a multicriteria analysis model for evaluating the quality of urban parks, using the AHP (Analytic Hierarchy Process) method as a decision support tool. The study focused on municipal parks and forests in Goiânia, capital of Goiás state, seeking to integrate multiple dimensions of quality of these spaces into a systematic and replicable methodology. The proposed model organizes evaluation parameters into two main indices: the Environmental Preservation Index (IPA), which encompasses environmental, conservation and management aspects; and the Public Attractiveness Index (IAP), which addresses infrastructure and accessibility. The research adopted a multicriteria and multilevel approach using geotechnologies for analyzing the 28 municipal parks officially listed by the city hall. Primary data collection was conducted through satellite image processing, while secondary data were obtained from competent municipal agencies. Results demonstrate significant heterogeneity in the quality of Goiânia's municipal parks, with an average score of 4.39 points on a scale of 10. Only nine parks (32.1%) obtained scores above the general average, evidencing high variability in municipal parks performance. Hierarchical sensitivity analysis confirmed model stability, with an average coefficient of variation of 7.4%. As a technical product of the research, the ParkQualityAnalysis system was developed, a computational tool that materializes the practical application of the proposed methodology. The study concludes that the AHP method proved adequate for multicriteria evaluation of urban parks, allowing integration of quantitative and qualitative variables into a consistent mathematical model. Results provide technical support for public policies aimed at improving urban parks quality, contributing to

sustainable urban planning and population quality of life. The developed methodology presents replication potential in other Brazilian cities, constituting a relevant methodological contribution to urban green spaces management.

Keywords

Urban parks; Multicriteria analysis; AHP; Urban environmental management; Geotechnologies; GIS (Geographic Information System).

Lista de Figuras

1	Procedimentos metodológicos	26
2	Dados do pré-processamento	29
3	Informações Gerais do Processamento	30
4	Produção Científica Anual	31
5	Média de Citações por Ano	31
6	Autores Mais Relevantes	32
7	Produção dos Países ao Longo do Tempo	34
8	Colaboração entre os países	35
9	Alteração no parque Buritis	45
10	Localização da área de estudo	56
11	Metodologia da análise	57
12	Camadas de dados ambientais	64
13	Pontos de ônibus	68
14	Estrutura Hierárquica AHP	69
15	Matrizes do Cálculo AHP	74
16	Pesos dos critérios	75
17	Visão Geral da Avaliação	76
18	Estabilidade por Nível Hierárquico	79
19	Sensibilidade índices principais	80
20	Sensibilidade critérios nível 2	80
21	Visões do Parque Botafogo	82
22	Uso e Cobertura do Parque Botafogo	83
23	ParkQualityAnalysis - tela principal	87
24	Interface de seleção entre as modalidades de análise disponíveis no sistema	90
25	Entrada manual dos dados dos parques	91
26	Comparações pareadas	92
27	Resultados (parte 1)	93

Lista de Tabelas

1	Cenários Nível 1	54
2	Cenários Nível 2 - Preservação	54
3	Cenários Nível 2 - Atratividade	54
4	Variáveis para análise	60
5	Matriz de Comparação - índice de preservação	70
6	Matriz de comparação - índice de atratividade	70
7	Importâncias relativas - variáveis ambientais	71
8	Importâncias relativas - variáveis de conservação	71
9	Importâncias relativas - variáveis de infraestrutura	71
10	Classificação dos Parques	77
11	Estatísticas Monte Carlo - Top 5 Parques	81
12	Status de completude	116
	(a) Comparações índices	116
	(b) Comparações grupos	116

Lista de Quadros

1	Instituições mais relevantes (Afiliações)	33
2	Recorte dos documentos	36
3	Síntese da avaliação dos estudos	39
4	Escala Fundamental de Saaty para Método AHP	50

Lista de Abreviaturas e Siglas

AMMA	Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia
CMTc	Companhia Metropolitana de Transportes Coletivos
FBDS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
MTGS	Mestrado em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade - IFG
SEPLANH	Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo Estratégico
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

Sumário

1	Apresentação	18
1.1	Contextualização	18
1.2	Problema da Pesquisa	20
1.3	Objetivos	21
1.4	Metodologia	22
1.5	Estrutura do Trabalho	22
2	Revisão de Literatura	23
2.1	Introdução	23
2.2	Procedimentos metodológicos	25
2.3	Resultados e discussões	27
2.3.1	Perspectiva bibliométrica	27
2.3.2	Perspectiva sistemática	35
2.4	Conclusões	41
3	Análise dos Parques Municipais de Goiânia	44
3.1	Introdução	44
3.2	Avaliação multicritério e o método AHP	47
3.2.1	Fundamentos da Análise Multicritério (MCA)	47
3.2.1.1	Desenvolvimento histórico	48
3.2.1.2	Características fundamentais	49
3.2.1.3	Processo metodológico genérico	49
3.2.1.4	Vantagens e limitações	49
3.2.2	O método AHP	50
3.2.2.1	Axiomas fundamentais e base matemática	51
3.2.2.2	Estrutura hierárquica e escala de julgamentos	51
3.2.2.3	Medição de consistência	51
3.2.3	Aplicações do AHP na gestão urbana	52
3.2.4	Análise de sensibilidade do modelo	53
3.3	Caracterização da área de estudo	55
3.4	Metodologia	56
3.4.1	As variáveis de análise	59
3.4.2	Obtenção dos valores das variáveis	61
3.4.3	Cálculo dos Pesos AHP	69
3.4.4	Cálculo da pontuação dos parques	72
3.5	Resultados	73
3.5.1	Resultados da Análise de Sensibilidade Hierárquica	78

3.6	Considerações	81
3.7	Conclusões	84
4	Produção Técnica	86
4.1	Introdução	86
4.2	Objetivos e Finalidade do Sistema	87
4.2.1	Objetivo Geral	87
4.2.2	Objetivos Específicos	88
4.3	Arquitetura e Tecnologias Empregadas	88
4.4	Funcionalidades Principais	89
4.4.1	Modalidades de Análise	89
4.4.2	Importação e Gestão de Dados	90
4.4.3	Processamento AHP	91
4.4.4	Geração de Resultados	92
4.5	Interface e Experiência do Usuário	93
4.5.1	Princípios de Design	93
4.5.2	Fluxo de Trabalho	94
4.6	Limitações e Trabalhos Futuros	94
4.7	Conclusões	94
5	Conclusões Finais	95
5.1	Síntese dos principais resultados	95
5.2	Contribuições metodológicas	96
5.3	Implicações para a gestão pública	96
5.4	Limitações e trabalhos futuros	97
5.5	Recomendações para estudos futuros	97
5.6	Produto técnico e aplicabilidade prática	98
5.7	Considerações finais	98
	Referências Bibliográficas	100
	Apêndice A – Script R Studio	115
	Apêndice B – Tabela de classificação de status do bibliometrix	116
	Apêndice C – Sumarização dos dados resultantes do biblioanalysis	117

Apresentação

O intenso processo de urbanização vivenciado pelo Brasil nas últimas décadas trouxe consigo desafios significativos para a qualidade de vida nas cidades. Entre esses desafios, destaca-se a necessidade de manutenção e criação de espaços verdes urbanos, especialmente os parques, que desempenham funções ecológicas, sociais e recreativas fundamentais para o bem-estar da população. A avaliação sistemática e cientificamente embasada da qualidade desses espaços constitui um instrumento essencial para orientar políticas públicas e investimentos, contribuindo para o planejamento urbano sustentável.

Dessa forma, a presente pesquisa propõe o desenvolvimento de um modelo de análise multicritério para avaliação da qualidade dos parques urbanos, utilizando o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*/Processo Analítico Hierárquico) como ferramenta de apoio à decisão. O estudo tem como foco os parques e bosques municipais de Goiânia, capital do estado de Goiás, buscando integrar múltiplas dimensões da qualidade desses espaços em uma metodologia sistemática e replicável.

1.1 Contextualização

A partir da segunda metade do século XX, o mundo vivenciou um processo acelerado de urbanização. Segundo dados da ONU, a população urbana global passou de 30% em 1950 para mais de 55% em 2018, com projeções de atingir 68% até 2050 (UN, 2019). Este fenômeno transformou drasticamente a organização territorial e trouxe desafios significativos para o planejamento urbano, especialmente no que se refere à preservação e criação de áreas verdes nas cidades.

No Brasil, esse processo é particularmente evidente. A partir da década de 1970, a população urbana no Brasil superou a rural, e atualmente 87,41% dos domicílios brasileiros estão em áreas urbanas (IBGE, 2023). Em 1950, menos de 19 milhões de habitantes (36,16%) viviam em cidades (IBGE, 1990), número que ultrapassou 160 milhões (84,36%) em 2010 (IBGE, 2010) e alcançou aproximadamente 180 milhões em 2022 (IBGE, 2023). Em Goiânia, capital do estado de Goiás,

esse processo é igualmente perceptível: a cidade está entre as principais formadoras de concentrações urbanas do país, e sua região metropolitana é uma das que mais cresceram no Brasil (IBGE, 2023).

O crescimento da população urbana desencadeou um processo acelerado de urbanização, que impactou significativamente a ocupação do solo. Aumento da densidade demográfica, ocupações não planejadas e expansão desordenada são características recorrentes desse processo, frequentemente dissociado de uma abordagem socioambiental (Lefebvre, 2001). A ocupação irregular do solo urbano e a ausência de planejamento adequado resultam em impactos ambientais significativos, comprometendo a qualidade de vida nas cidades (Maricato, 2015; Santos, 2020).

A crescente frequência de desastres urbanos relacionados a eventos naturais, como chuvas intensas, revela os efeitos da impermeabilização do solo e da ausência de investimentos adequados em drenagem urbana (Tucci, 2008; Baptista e Nascimento, 2021). A substituição da cobertura vegetal por edificações e vias impermeabilizadas também contribui para a redução da arborização nas cidades (Lombardo, 1985; Gartland, 2010), intensificando os problemas de escoamento superficial e elevando os riscos de inundações urbanas (Canholi, 2005).

Esse cenário motivou a criação de políticas públicas voltadas à proteção e ampliação das áreas verdes urbanas, tais como praças, jardins e, em especial, os parques urbanos, caracterizados pelo predomínio de vegetação arbórea (Lima *et al.*, 1994). A Lei Federal nº 12.651/2012 define essas áreas como espaços públicos ou privados com vegetação, preferencialmente nativa, destinados a recreação, lazer, qualidade ambiental, proteção hídrica, paisagismo e preservação cultural (BRASIL, 2012).

Os parques, nesse contexto, representam refúgios da natureza e contribuem para o bem-estar da população. Para Sadeghian e Vardanyan (2013), esses espaços fornecem importantes serviços ecossistêmicos, como a manutenção da biodiversidade, regulação do microclima urbano, proteção de mananciais e redução da poluição. Chiesura (2004) destaca que além dos benefícios ambientais e ecológicos, a presença da natureza nas cidades gera efeitos sociais e psicológicos positivos nas pessoas.

Até a Revolução Industrial, as cidades eram menores e permitiam fácil acesso a áreas verdes. Após esse período, com o avanço da urbanização, o tema ganhou relevância em países como Inglaterra, França, Alemanha e Estados Unidos (Lima *et al.*, 1994). Historicamente destacam-se a China, com jardins religiosos característicos, e a Grécia, onde os espaços livres passaram a exercer função pública (Loboda e Angelis, 2005).

No Brasil, do ponto de vista legal a Constituição Federal de 1988 e o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) garantem o direito ao meio ambiente ecologicamente

equilibrado e estabelecem diretrizes para a preservação de áreas verdes urbanas. Já o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000, reconhece a relevância das unidades de conservação no contexto urbano, e estabelece como um de seus objetivos a integração das práticas de conservação ao processo de desenvolvimento (BRASIL, 2000).

Esses instrumentos jurídicos reforçam a necessidade de planejamento, gestão e valorização dos espaços verdes como parte integrante do território urbano. Contudo, apesar de sua importância, muitas áreas verdes urbanas encontram-se degradadas, abandonadas ou até inexistentes em alguns municípios, comprometendo suas funções ecológicas (MMA, 2023).

A literatura sobre parques urbanos abrange diferentes enfoques, desde estudos pontuais sobre parques específicos (Payne *et al.*, 1998; Ho *et al.*, 2003; Bedimo-Rung *et al.*, 2005; Penedo *et al.*, 2005; Brown, Schebella e Weber, 2014) e a análise de seus benefícios (Sadeghian e Vardanyan, 2013) até a classificação baseada em aspectos físicos e uso do solo (Ibes, 2015).

No Brasil, diversas análises regionais foram desenvolvidas, como as investigações sobre as tendências de uso de espaços naturais, as características desses locais, no Rio Grande do Sul (Eckert e Brandli, 2020); os impactos de parques em Juazeiro do Norte-CE (Arrais *et al.*, 2014) e a análise de aspectos positivos e negativos do Parque Victório Siquierolli, em Uberlândia-MG (Rezende *et al.*, 2012).

Especificamente em Goiânia, pesquisas abordam o imaginário coletivo associado a parques Mota (2017), a comparação de infraestruturas locais Streglio e Oliveira (2011), a valorização imobiliária no entorno de áreas verdes Peres e Godinho (2021) e a gestão de parques e bosques urbanos, incluindo conflitos fundiários e sua relação com a qualidade de vida Ramos (2024). Contudo, essas pesquisas abordam aspectos específicos, evidenciando a ausência de uma metodologia integrada para avaliação sistemática da qualidade desses espaços.

1.2 Problema da Pesquisa

Considerando a crescente importância dos parques urbanos para a qualidade de vida nas cidades, identifica-se a necessidade de instrumentos técnicos que permitam avaliar sistematicamente a qualidade desses espaços, subsidiando gestores públicos na tomada de decisões sobre investimentos e priorização de intervenções.

Apesar da importância inegável dos parques e bosques urbanos, a avaliação de sua qualidade e desempenho enfrenta desafios metodológicos significativos. Um problema central reside na falta de uma definição operacional clara e de padrões normativos para a mensuração da "qualidade do parque" (Aronson *et al.*, 2024). Fre-

quentemente, as avaliações de espaços verdes urbanos adotam abordagens fragmentadas, focando em critérios isolados como cobertura vegetal ou número de visitantes, negligenciando a integração entre dimensões ambientais, de conservação e gerenciais (Haaland e Bosch, 2015).

Essa fragmentação metodológica evidencia uma lacuna na avaliação de parques urbanos: a ausência de modelos integrados que combinem simultaneamente múltiplos critérios e diferentes níveis de análise, com foco explícito nas dimensões ambiental, de conservação e da gestão, além de aspectos de infraestrutura e acessibilidade. Esta deficiência compromete a gestão eficaz e a alocação otimizada de recursos em cenários de restrição, impedindo uma visão comparativa e diagnóstica da rede de parques como um todo.

A literatura evidencia que, embora existam diversos estudos sobre parques urbanos, há carência de metodologias padronizadas que integrem múltiplas dimensões da qualidade desses espaços - aspectos ambientais, de conservação, gestão, infraestrutura e facilidade de acesso - de forma sistemática e replicável. Esta lacuna metodológica dificulta a comparação entre diferentes parques e a definição de prioridades para investimentos públicos.

Assim, a questão central que norteia esta pesquisa é: Como desenvolver um modelo de análise multicritério que permita avaliar e classificar a qualidade dos parques urbanos de forma sistemática e replicável, integrando múltiplas dimensões da qualidade desses espaços?

1.3 Objetivos

Desenvolver um modelo de análise multicritério estruturado em múltiplos níveis hierárquicos para avaliar a qualidade dos parques e bosques municipais de Goiânia, considerando aspectos ambientais, de conservação, gestão, infraestrutura e acessibilidade via transporte público.

Para alcançar esse objetivo central, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e estruturar os critérios e subcritérios relevantes para avaliação da qualidade de parques urbanos por meio de revisão sistemática da literatura;
- Aplicar o método AHP para determinar os pesos relativos dos critérios estabelecidos;
- Desenvolver os índices IPA (Índice de Preservação) e IAP (Índice de Atratividade ao Público) como instrumentos de mensuração da qualidade;
- Validar o modelo proposto através da aplicação nos parques e bosques municipais de Goiânia utilizando geotecnologias;

- Desenvolver um produto técnico (software) para operacionalização da metodologia proposta.

1.4 Metodologia

A pesquisa adotou uma abordagem multicritério e multinível com emprego de geotecnologias para analisar os parques e bosques municipais de Goiânia. O método AHP foi aplicado para estruturar o problema de decisão em uma hierarquia de critérios e subcritérios, permitindo a determinação de pesos relativos. A coleta de dados primários foi realizada por meio de processamento de imagens de satélite, enquanto os dados secundários foram obtidos junto aos órgãos municipais competentes.

O modelo proposto foca predominantemente na estrutura funcional do método AHP, organizando os parâmetros de avaliação em dois índices principais: o Índice de Preservação Ambiental (IPA), que engloba aspectos ambientais, de conservação e gestão; e o Índice de Atratividade ao Público (IAP), que aborda infraestrutura e acessibilidade. Cada índice é composto por critérios específicos, os quais são decompostos em subcritérios mensuráveis que capturam as características dos parques.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos principais. O Capítulo 1 apresenta a contextualização do problema, objetivos e justificativa da pesquisa. O Capítulo 2 desenvolve a revisão da literatura de forma sistemática e bibliométrica sobre o assunto. O Capítulo 3 descreve a aplicação do modelo AHP proposto na análise dos parques e bosques municipais de Goiânia, apresentando os resultados obtidos e sua discussão. Por fim, o Capítulo 4 apresenta o produto técnico desenvolvido - um software para operacionalização da metodologia proposta, demonstrando sua aplicabilidade prática para gestores públicos e pesquisadores.

Revisão de Literatura

A revisão de literatura nesta pesquisa iniciou-se pela abordagem geral sobre as áreas urbanas destinadas aos parques e bosques. Na sequência são apresentados os procedimentos adotados para a revisão de literatura nas perspectivas bibliométrica e sistemática. De modo geral, a perspectiva bibliométrica revela a aplicação de cálculos matemáticos sobre os metadados dos estudos selecionados, levando à obtenção de um conjunto de indicadores objetivos e estatísticos acerca dos documentos ali contidos. A perspectiva sistemática cuida da detida análise do conteúdo relatado pelos autores em suas produções, ensejando uma visão qualitativa dos estudos objetos da análise.

2.1 Introdução

As pesquisas que se referem à importância dos parques nas cidades são recorrentes na literatura, a exemplo de Moreno-García (2019), Boone *et al.* (2009), Szeremeta e Zannin (2013), Liu *et al.* (2014), Cohen, Potchter e Schnell (2014), Iojă e Breuste (2020), Cohen *et al.* (2007), Kothencz e Blaschke (2017), Bottini e Ruschel (2017), Larson, Jennings e Cloutier (2016), Banaszek, Leksy e Rahmonov (2017), Li *et al.* (2023). As áreas verdes urbanas são então estudadas sob diferentes abordagens.

Assim, destacam-se aquelas que se referem a importância para o clima e conforto térmico (Moreno-García, 2019; Li *et al.*, 2023), para a qualidade de vida (Larson, Jennings e Cloutier, 2016; Boone *et al.*, 2009), para recreação e lazer (Cohen *et al.*, 2007), bem como para a manutenção da biodiversidade (Bottini e Ruschel, 2017; Iojă e Breuste, 2020; Banaszek, Leksy e Rahmonov, 2017).

O aprofundamento das análises do conhecimento produzido é conseguido com revisões de literatura. Para Linnenluecke, Marrone e Singh (2020), as revisões de literatura desempenham um papel essencial na pesquisa acadêmica, reunindo o conhecimento existente e examinando o estado de um campo. A revisão de literatura ocorre de diversas formas, em que destaca-se a perspectiva bibliométrica e

sistemática. Assim, destaca-se o uso da Inteligência Artificial (IA) para a realização de revisões de bibliografia.

Nessa direção, Aria e Cuccurullo (2017) chamam a atenção para a expansão gradual no uso da bibliometria. O método se vale dos bancos de dados online, e sua popularidade e uso cresce à medida que essas bases de dados são criadas e atualizadas (Parastuty, 2018). Ademais, a metodologia bibliométrica assegura um processo sistemático de revisão, trazendo transparência e reprodutibilidade das tarefas envolvidas (Åström *et al.*, 2009).

A revisão bibliométrica tem por foco a análise dos dados estatísticos de forma descritiva, em que são explorados os resultados e sobre eles é empregado o adequado processo de triagem dos trabalhos para a etapa subsequente. Por outro lado, a revisão sistemática busca selecionar os estudos pertinentes para então realizar a análise criteriosa daqueles documentos selecionados, sob a perspectiva das recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

A conjugação dos métodos de pesquisa - bibliométrica e sistemática - oferece barreira à eventual distorção por viés, uma vez que desde a definição da *string* de busca já se objetivou a maior e indiscriminada abrangência de trabalhos sobre o assunto, com capacidade de generalização. Na sequência, a seleção de trabalhos por meio de critérios bibliométricos objetivos fornece para o procedimento sistemático os estudos para minuciosa análise de conteúdo.

Segundo Araújo (2006), a perspectiva bibliométrica apresenta a vantagem de permitir ao pesquisador avaliar objetivamente a produção científica e a comunicação acadêmica, uma vez que está alicerçada no uso de cálculos matemáticos e estatísticos. Já a perspectiva sistemática é vantajosa ao se pensar na identificação de lacunas na literatura ao se realizar a análise dos resultados dos trabalhos numa perspectiva qualitativa a partir da leitura minuciosa de documentos selecionados.

Por estar voltada à análise do conteúdos desses trabalhos, é também apta à mitigação de vieses e na síntese de evidências no campo de estudos determinado (Higgins, Green *et al.*, 2008). Viés pode ser entendido como um erro sistemático, um processo no estágio da inferência que leva ao desvio dos resultados da pesquisa dos seus verdadeiros valores (Fletcher, 2021). Nessa óptica, o desvio de viés ocasionado é sistemático e não aleatório, ou seja, é o próprio procedimento adotado na pesquisa que provoca o seu surgimento.

Pelo exposto, o objetivo deste capítulo é realizar uma revisão de literatura pela perspectiva bibliométrica e sistemática. Para tanto, algumas questões norteadoras são colocadas, por exemplo: como evoluiu a produção científica sobre os estudos de parques em áreas urbanas no mundo? Quais os autores mais relevantes sobre o

tema? Quais metodologias mais aplicadas em estudos de parques em áreas urbanas?

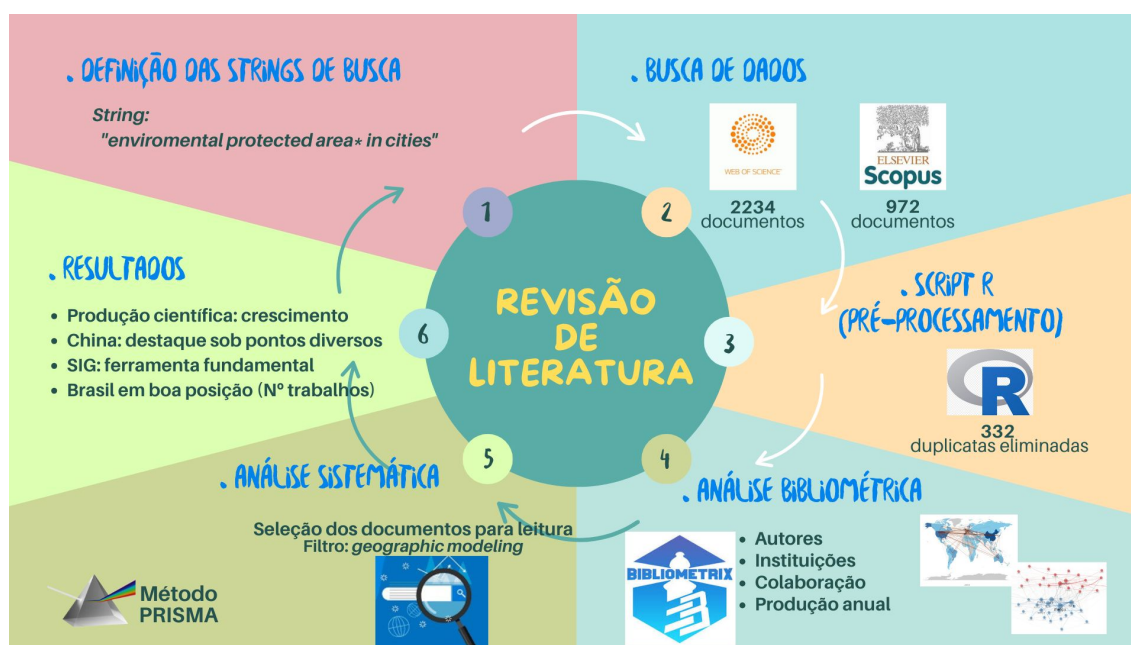
Para a realização do estudo e objetivando ampliar as possibilidades da revisão, as *strings* de busca utilizadas para a seleção dos estudos foi definida com seus termos em inglês. Assim, a primeira etapa apresentada adiante contempla a abordagem da análise bibliométrica, para na sequência expor a revisão sistemática elaborada.

2.2 Procedimentos metodológicos

A revisão de literatura, como referido, ocorreu pela perspectiva bibliométrica e sistemática e segue os passos sintetizados na Figura 1. Para conduzir pesquisas bibliométricas, os estudiosos geralmente empregam quatro etapas típicas: definição do objetivo da pesquisa, coleta de dados, análise e visualização e interpretação dos achados e resultados (Öztürk, Kocaman e Kanbach, 2024).

Seguindo essa estrutura metodológica, o primeiro passo consiste na seleção da *string* de busca relacionada ao tema central de pesquisa. A *string* utilizada foi '*environmental protected area* in cities*', definida estrategicamente para capturar estudos sobre áreas verdes protegidas no contexto urbano. A escolha do termo '*environmental protected area**' (com operador de truncamento) permite abranger diferentes tipologias de espaços verdes urbanos, enquanto '*in cities*' delimita a abrangência geográfica aos estudos urbanos, excluindo áreas rurais que não se relacionam ao objeto desta pesquisa: parques localizados no perímetro urbano de Goiânia.

Figura 1 – Procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência foi realizada uma busca nas bases Scopus (Sco) e Web of Science (WoS), por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na data de 06/11/2023.

Os dados e informações obtidos nas bases foram exportados em formato .txt para realização de pré-processamento no RStudio (versão 4.3.1) por meio dos pacotes Bibliometrix e Biblioshiny. Ainda no RStudio foi realizada a eliminação de documentos duplicados nas bases científicas utilizadas e exportação em formato.xlsx.

O bibliometrix é uma ferramenta desenvolvida no ambiente de programação estatística R, visando a análise bibliométrica, sendo de largo uso no campo científico (Kraus *et al.*, 2022; Júnior *et al.*, 2024; Öztürk, Kocaman e Kanbach, 2024; Pirri, Lorenzoni e Turchetti, 2020).

Essa ferramenta apresenta uma interface gráfica intuitiva, dispondo de gráficos elaborados sobre as diversas métricas dos metadados das publicações científicas, permitindo assim um estudo pragmático e abrangente.

O arquivo.xlsx foi aberto no aplicativo Biblioshiny em que foram realizadas 16 estatísticas conforme Aria e Cuccurullo (2017). Nesta etapa, o aplicativo realiza uma análise de completude dos dados importados das revistas científicas. A completude diz respeito à avaliação do nível de ausência de informação em cada metadado, aferindo assim a qualidade das informações obtidas do Scopus e do Web of Science.

Nessa direção, foram selecionados para discussão as medidas (indicadores) mais proeminentes e recorrentemente utilizadas (Donthu *et al.*, 2021), a conhecer: (a) produção científica anual; (b) média de citações por ano; (c) os 10 autores mais

relevantes; (d) as 10 instituições mais relevantes; (e) a produção dos países ao longo do tempo; e (f) colaboração entre os países.

Por fim, foi realizada uma segunda seleção para a análise através da perspectiva sistemática. Para tanto, aplicou-se um filtro no aplicativo Biblioshiny. Nessa perspectiva, a seleção dos estudos alvo segue as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - PRISMA (Page *et al.*, 2021).

O método PRISMA é uma abordagem amplamente reconhecida para conduzir revisões sistemáticas e meta-análises na literatura científica, fornecendo orientações para revisões sistemáticas, no sentido de identificar, selecionar, avaliar e sintetizar estudos (Page *et al.*, 2023).

Desse modo, nessa etapa foi estabelecido como recorte a seleção dos documentos cujos estudos envolveram modelagem geográfica. Para tanto, foi realizada uma busca sobre o conjunto de dados do Biblioshiny, usando o termo "*geographic modeling*".

Este recurso reduz o número de documentos identificados na etapa da análise bibliométrica, ao mesmo tempo em que promove um afinamento quanto à especificidade dos documentos de estudo. Não obstante essa consideração, e tendo em vista que a análise bibliométrica tem seu foco nas informações estatísticas, analisou-se no estágio quantitativo a integralidade dos dados cuja data de publicação ocorrera até o ano de 2023, resguardando seleções e reduções para a etapa sistemática.

2.3 Resultados e discussões

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da revisão bibliométrica e sistemática da literatura. A análise bibliométrica, conforme detalhada no item 2.3.1, revela padrões de publicação, colaboração entre autores e instituições, e a evolução temporal da pesquisa na área. Subsequentemente, o item 2.3.2 aborda a perspectiva sistemática, apresentando uma síntese aprofundada dos principais estudos selecionados, suas metodologias, achados e relevância para a presente pesquisa.

2.3.1 Perspectiva bibliométrica

O presente estudo teve seu foco principal nos indicadores de atividade científica, perpassando a dimensão do impacto (ou a visibilidade) dos autores, alcançando a dimensão dos indicadores de colaboração, conforme a classificação de Sancho (1990), retratada também no estudo de Medeiros (2014).

A pesquisa pelos dados bibliográficos na base Scopus resultou na seleção de 972 documentos, e na base Web of Science a pesquisa trouxe um total de 2.234 documentos. A junção (mesclagem) desses conteúdos das duas bases indicou haverem 332 documentos em duplicidade, cuja exclusão resultou num total remanescente de 2.874 documentos, considerados nessa análise.

O resultado permitiu ainda a análise de completude, em que seis critérios foram considerados excelentes, quatro considerados bons, dois considerados aceitáveis, um considerado pobre e três considerados totalmente perdidos. Os metadados perdido referem-se a nenhum documento com aquele metadado ou no máximo 10% dos registros sem a informação pertinente.

Segundo Park (2009), bons metadados refletem o grau em que os metadados em questão desempenham as funções bibliográficas essenciais. Tais metadados desempenham papel fundamental na localização, recuperação e reutilização dos dados científicos dos repositórios online, exigindo que os metadados sejam de qualidade (Gonçalves *et al.*, 2019).

O log de pré-processamento do *script* R revelou que os tipos de documentos com maior quantidade são aqueles do tipo artigo (2264), documentos de processo (288) e documentos de conferência (128). Os demais tipos apresentaram um quantitativo inferior a uma centena (Figura 2).

Figura 2 – *Dados do pré-processamento*

MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	1975 : 2024
Sources (Journals, Books, etc)	1332
Documents	2874
Annual Growth Rate %	0
Document Average Age	6.36
Average citations per doc	17.33
Average citations per year per doc	2.477
References	1
DOCUMENT TYPES	
article	2264
article article	6
article; data paper	1
article; early access	19
article; proceedings paper	22
book	4
book chapter	44
conference paper	128
conference paper article	2
conference paper review	1
conference review	7
data paper	1
editorial	1
editorial material	3
erratum	1
letter	1
proceedings paper	288
proceedings paper; book chapter	1
reprint	1
review	75
review; book chapter	3
review; early access	1

Fonte: adaptada de bibliometrix.

Uma visão das principais informações dos dados processados é disponibilizada na opção *overview/main information* do biblioshiny. Nessa visão panorâmica, nota-se que os estudos tem sua data de publicação no intervalo dos anos de 1975 a 2024, mas como referido o ano de 2024 foi suprimido da análise. Desse modo, foram contabilizados um total de 1336 fontes distintas¹ e um total de 2872 documentos (figura 3).

Conforme se observa na Figura 3, a taxa anual de crescimento é de 12,35%, demonstrando um aumento constante no interesse científico sobre o assunto. A análise desses valores deve ser considerada à luz do tema, pois em outras pesquisas, o crescimento não passa de 8% (Júnior *et al.*, 2024; Martins, Santos e Silva, 2025).

Por sua vez, o número de autores do conjunto de trabalhos é de 9215. Já a média de idade dos documentos é de um pouco mais de sete anos.

A taxa anual de crescimento diz respeito à velocidade do crescimento de publicações de artigos científicos ao longo do tempo. Esse tema é abordado no estudo de Bornmann e Mutz (2015), no qual identificou três fases essenciais de crescimento no desenvolvimento da ciência, cada uma delas levando à triplicação em

¹Fontes: tipo de publicação no qual o estudo foi publicado (revista, livro etc)

comparação com a fase anterior. A taxa de crescimento das publicações científicas e como a cobertura do *Science Citation Index* mudou ao longo do tempo é analisada por Larsen e Ins (2010).

Figura 3 – *Informações Gerais do Processamento*



Fonte: adaptada de bibliometrix.

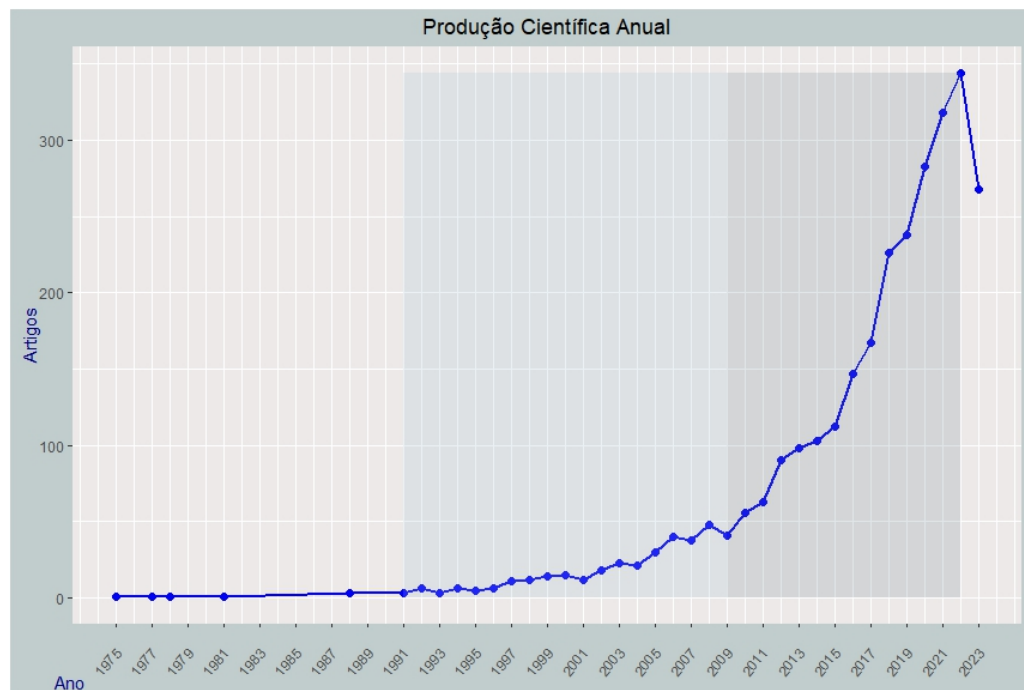
O aplicativo revela ainda o gráfico de evolução da produção científica no período considerado (figura 4). Neste sentido, observou-se que de 1975 a 1990 a estabilidade no número de publicações, havendo em regra apenas 1 ou nenhuma publicação anual. Contudo, a partir de 1991 surge uma discreta tendência de crescimento, a qual se estende até 2009. A curva de crescimento se acentua a partir de então, mostrando aguda elevação e atingindo o pico de 344 publicações no ano de 2022.

Esse crescimento pode ser explicado por alguns fatores, tais como o aumento do financiamento para pesquisa e desenvolvimento e internacionalização da pesquisa (Tort, Targino e Amaral, 2012; Fanelli e Larivière, 2016; Steen, Casadevall e Fang, 2016), o crescimento e a disponibilização das bases de dados científicas (Thelwall e Sud, 2022) e pela pressão nas universidades e instituições de pesquisa para as publicações de seus cientistas (Fanelli, 2010).

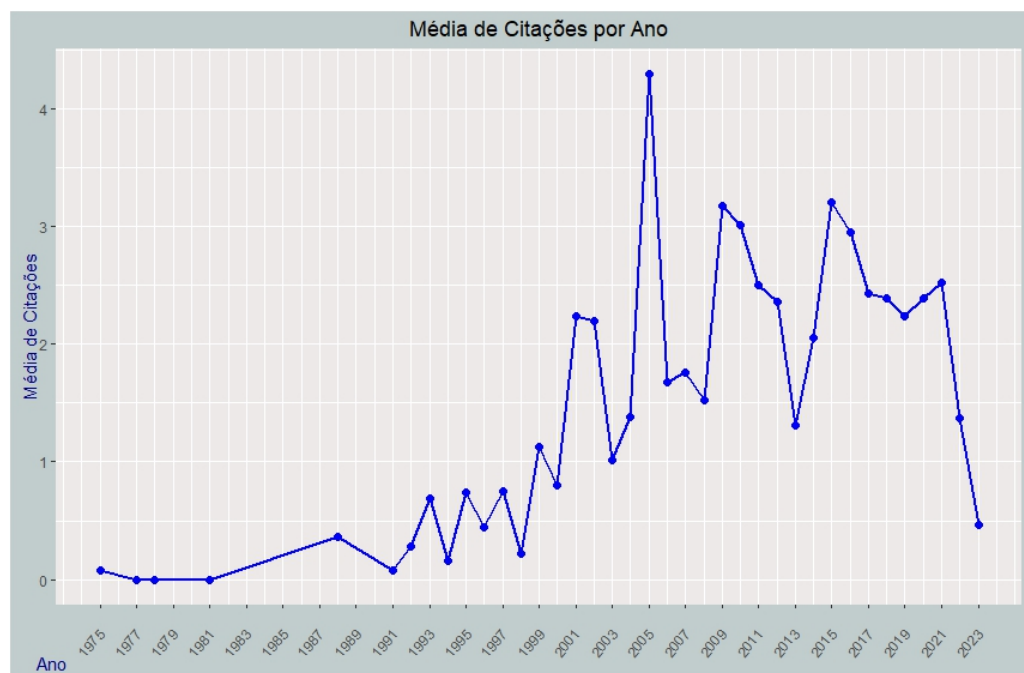
A média de citações por ano (Figura 5) apresenta números de baixa escala, variando de 0 a 4,3 citações. Esse maior número ocorreu em 2005, representando uma consolidação da tendência de crescimento que esse indicador vinha experimentando. Aquele ano representou o ponto de inflexão da respectiva curva de crescimento, que a partir dali mostrou alternâncias de queda e aumento, tendo em 2023 o menor valor desde então.

A Figura 6 traz a representação gráfica dos 10 autores mais relevantes no conjunto de informações levantadas. A apresentação dos 10 autores segue a lógica de outras revisões de literatura, dentre as quais cita-se Júnior *et al.* (2024).

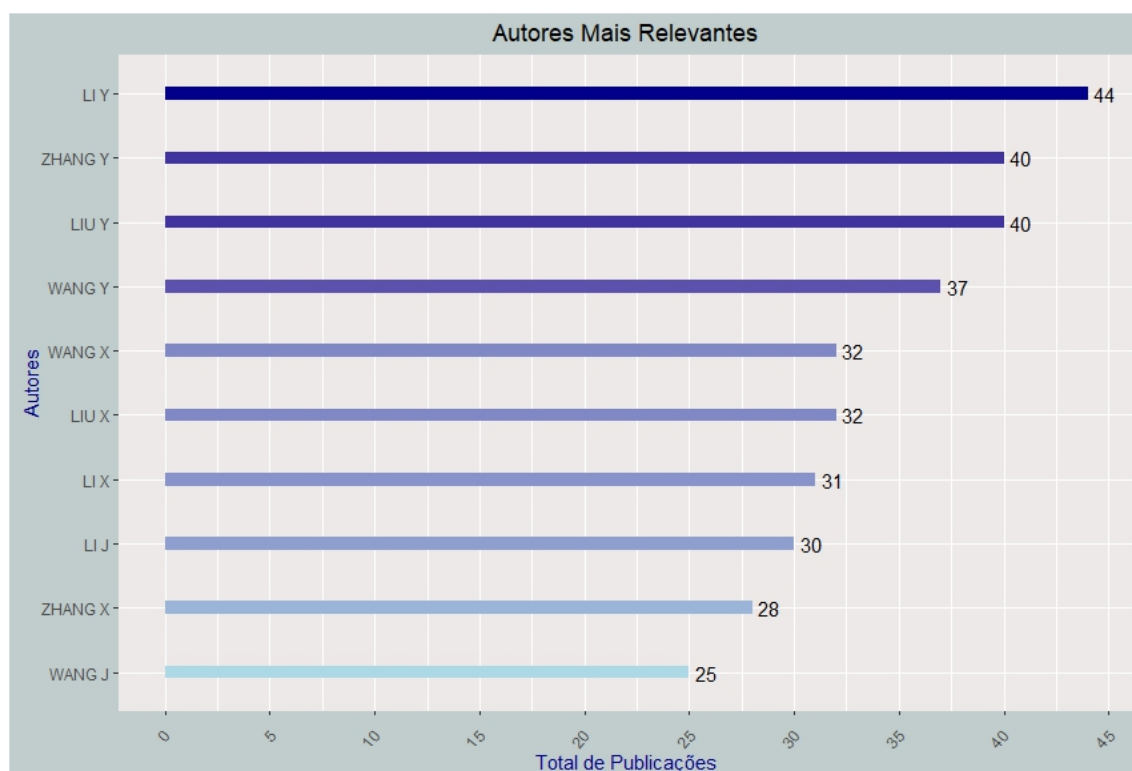
Ao analisar as informações é possível observar que os autores elencados têm nomes cuja grafia denota serem de naturalidade chinesa. Esse fato traz consigo uma questão à parte: a identificação unívoca do autor. Isso porque o desafio supera o tradicional trabalho em relação aos homônimos no Brasil, já que boa parte dos sobrenomes dos autores ali presentes é monossilábica, e o primeiro nome está

Figura 4 – *Produção Científica Anual*

Fonte: Elaborador pelo autor.

Figura 5 – *Média de Citações por Ano*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – *Autores Mais Relevantes*

Fonte: Elaborado pelo autor.

identificado apenas com uma letra. Esta questão foi debatida por Martins *et al.* (2023).

Conforme anotado por Szomszor *et al.* (2021), a pesquisa científica é fortemente impactada pela Ásia-Pacífico, que desempenha um papel fundamental na pesquisa científica. Esse potencial é destacado principalmente pela China e estende-se até a Austrália. Já a América Latina aumenta e diminui à medida que os ciclos econômicos criam oportunidades.

Uma das justificativas para liderança chinesa pode ser dada por sua política de atração de estudantes. Segundo Zhang e Liao (2021), a China vem mudando seu papel de exportador de estudantes internacionais, tornando-se agora um dos principais anfitriões neste mercado. O referido autor aponta que o país asiático é hoje um dos maiores destinos de estudo no exterior, com um número total de 492.185 estudantes internacionais em 2018.

Outro ponto destacado por Zhang e Liao (2021) é a aceleração do crescimento no número de estudantes internacionais na China a partir da sua adesão à Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001. A partir dali, o governo central chinês removeu a limitação ao número de estudantes internacionais de acordo com a Política n.º 55 emitida em 2000, dando margem à expansão.

A educação superior na China caminhou ao lado do seu crescimento econô-

mico. Dessa forma, o país veio a se destacar no cenário científico mundial, sustentado pelo aumento da capacidade de pesquisa e inovação (Ma, 2003). Como efeito desse crescimento houveram aumentos no número de pesquisadores qualificados, bem como de laboratórios de pesquisa, suportados por mais investimentos em ciência e tecnologia. Tudo isso fez com o país experimentasse o aumento de sua produção científica e suas publicações de artigos em revistas internacionais de alto impacto, assim participando ativamente de colaborações científicas globais.

Nesse sentido, o fato de que os mais relevantes autores serem chineses é explicado pelos fatores supramencionados, a exemplo de Zhang e Liao (2021) e Szomszor *et al.* (2021). Isso se reflete no alto volume de publicações oriundas do país asiático, sendo estes mesmos autores os mais produtivos ao longo dos anos.

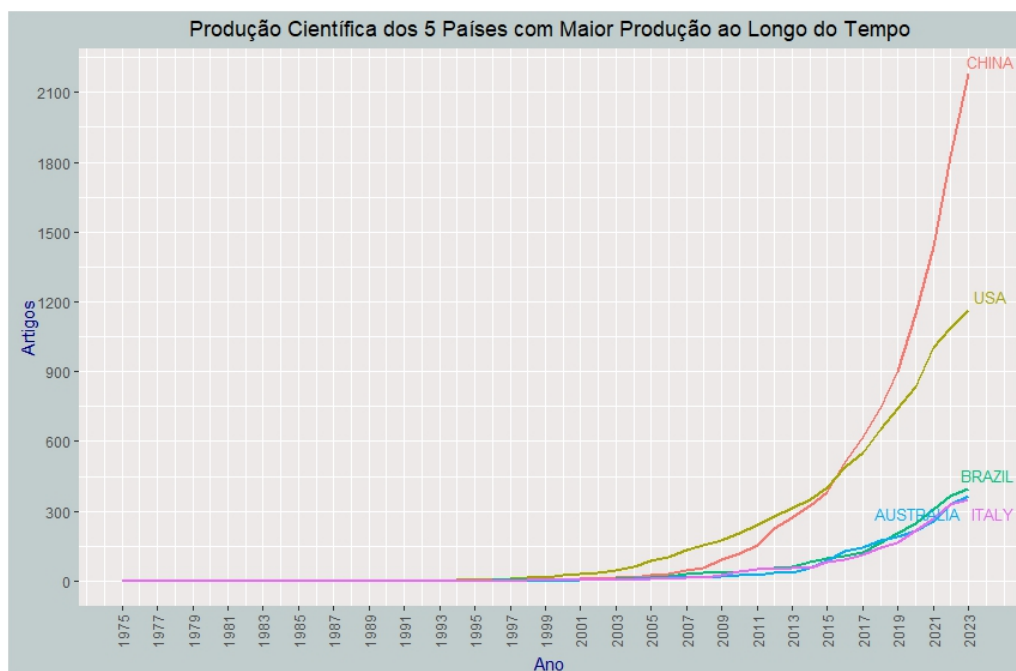
Como reflexo direto desse cenário, também nas afiliações mais relevantes, em geral, se observou que as instituições asiáticas sobressaíram-se às demais. Tanto assim que das instituições que figuram como as dez mais relevantes, apenas duas são de localidades distintas (Quadro 1). A Universidade Nacional Autônoma do México e Universidade Griffith (Austrália) são as duas exceções, ocupando respectivamente a quarta e nona posição.

Quadro 1 – *Instituições mais relevantes (Afiliações)*

#	Afiliação (Instituição)	nº Artigos
1	BEIJING NORMAL UNIV	61
2	WUHAN UNIV	50
3	PEKING UNIV	49
4	UNIV NACL AUTONOMA MEXICO	48
5	CHONGQING UNIV	45
6	INST GEOG SCI AND NAT RESOURCES RES	42
7	CHINA UNIV GEOSCI	41
8	CHINESE ACAD SCI	39
9	GRIFFITH UNIV	36
10	NANJING UNIV	32

Fonte: Elaborado pelo autor.

A produção de estudos nos países ao longo do tempo espelha o mesmo cenário de crescimento diagnosticado em relação à produção científica anual. A se considerar as dez nações com maior volume de trabalhos produzidos, todas elas apresentaram curva positiva de crescimento a partir do primeiro decênio dos anos 2000 (Figura 7).

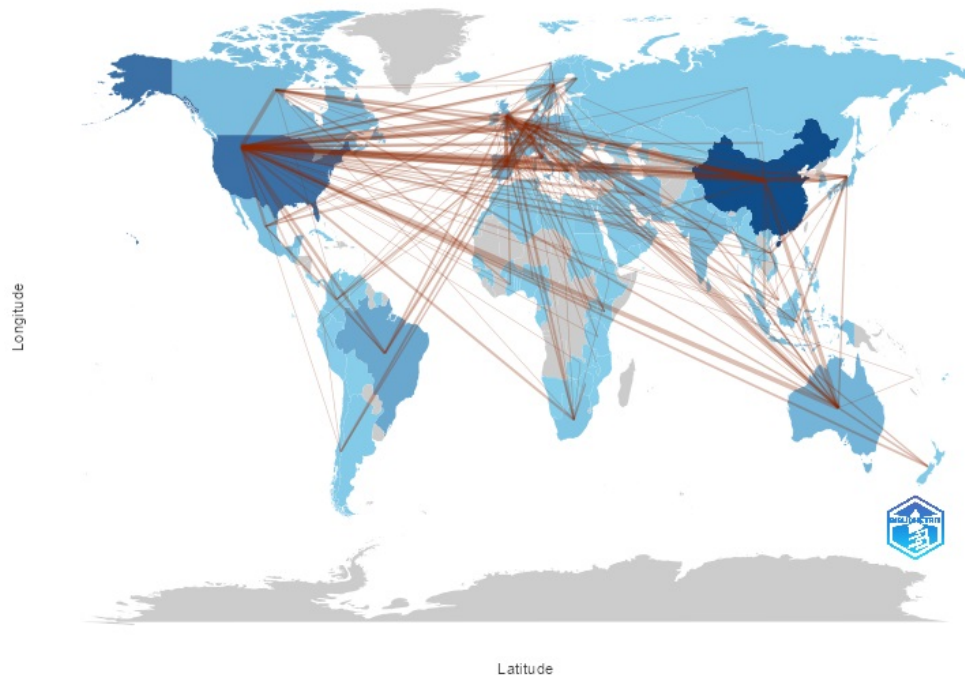
Figura 7 – *Produção dos Países ao Longo do Tempo*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Destacam-se os três países que lideram o ranking, composto pelos pela China, Estados Unidos da América e Brasil, nessa ordem. Os dois primeiros despontam com ampla frente no número de trabalhos, na casa de milhar. Já o Brasil aparece em seguida, com volume de trabalhos próximo de quatrocentos documentos. Nesse sentido, Garrido e Rodrigues (2005) destacam que a produção científica brasileira passou por mudanças expressivas na última década, ultrapassando 1% do total da pesquisa científica publicada em bases indexadas no mundo.

A colaboração entre os países revela a rede global do conhecimento, com ligações intercontinentais. A maior relevância dessas ligações está presente nos eixos entre América do Norte, Europa, Ásia e Oceania. A rede colaboração é representada predominantemente pelos Estados Unidos, China, Reino Unido e Austrália, sendo, portanto, os países de mais densa rede de colaboração (figura 8).

Por outro lado, a colaboração com a América do Sul é modesta, destacando-se o Brasil, Chile e Colômbia. É possível notar também que o Brasil apresenta discreta malha de colaboração, estando vinculado como destinatário dos Estados Unidos em 9 documentos, enquanto se vincula como origem da cooperação com outros 17 países, sendo que a maioria desses vínculos se deu na publicação de apenas um documento.

Figura 8 – *Colaboração entre os países*

Fonte: gerada no Biblioshiny com dados da revisão.

2.3.2 Perspectiva sistemática

Para a revisão sistemática, os documentos foram selecionados a partir do conjunto de dados da análise bibliométrica, aplicando-se um filtro de busca pelo termo "*geographic modeling*" em suas diversas seções, conforme já mencionado na metodologia. Esta ação resultou em seis documentos, dos quais dois foram excluídos: um por estar disponível apenas em persa e outro por sua baixa relevância para o escopo do presente estudo. A relação final dos documentos analisados sistematicamente é apresentada no Quadro 2.

A revisão de literatura pela perspectiva aplicada revela-se dinâmica, de modo que a alteração de palavras-chave para revisão sistemática implica alterações significativas no resultado. Dito de outra forma, caso seja do interesse buscar apenas pesquisas que utilizaram AHP, o resultado seria outro: o número de documentos para sistemática poderia variar para mais ou para menos. A síntese dos estudos analisados é apresentada a seguir.

- *Perkl et al. (2018)*

O trabalho desenvolveu um estudo de caso, tendo como foco o Parque Nacional Saguaro (SNP) e áreas selvagens ao redor de Tucson, no Estado do Arizona (EUA). Foi utilizada a modelagem para avaliar as ameaças futuras à conectividade de

Quadro 2 – *Recorte dos documentos*

Trabalho	Autor(es)	Título
Perkl <i>et al.</i> (2018)	Perkl R; Norman L; Mitchell D; Feller M; Smith G; Wilson N	Urban Growth And Landscape Connectivity Threats Assessment At Saguaro National Park Arizona USA
Hong <i>et al.</i> (2016)	Hong W; Jiang G R; Yang C; Zhang F; Su M; Liao Q	Establishing An Ecological Vulnerability Assessment Indicator System For Spatial Recognition And Management Of Ecologically Vulnerable Areas In Highly
Fraser, Warren e Barten (1995)	Fraser R; Warren M; Barten P	Comparative Evaluation Of Landcover Data Sources For Erosion Prediction
Demirel, Özer e Özer (2011)	Demirel Z; Ozer Z; Ozer O	Investigation And Modeling Of Water Quality Of Goksu River Cleadnos In An International Protected Area By Using GIS

Fonte: elaborado pelo autor

habitats selvagens devido à urbanização, de modo a evitar a perda desnecessária de habitat e, ao mesmo tempo, permitir o crescimento.

Assim, o estudo combinou simulações de crescimento urbano com modelos de corredores de vida selvagem, visando avaliar o impacto do desenvolvimento sobre as espécies. O estudo utilizou o modelo SLEUTH associado a técnicas de modelagem de conectividade de paisagem estrutural e funcional para determinar a extensão espacial e a localização das ameaças.

O modelo SLEUTH (*Slope, Land use, Exclusion, Urban, Transportation, and Hill-shade*) é um modelo de autômatos celulares e comumente utilizado para simular o crescimento urbano com base em mapas históricos de extensão urbana (Liu *et al.*, 2019). O modelo foi inicialmente criado para simular a propagação e o comportamento de incêndios florestais, e seu nome é um acrônimo para os seis mapas raster em grade usados como camadas de dados de entrada no modelo (Chaudhuri e Clarke, 2013).

A questão da conectividade é questão de grande relevância para a região objeto do estudo, vez que os autores destacam que o Parque Nacional Saguaro é composto por dois distritos separados, incluindo o Tucson Mountain District (TMD) localizado a oeste de Tucson e o Rincon Mountain District (RMD) localizado a leste. Devido à taxa de crescimento populacional do Arizona, suas paisagens naturais estão entre as mais ameaçadas do país.

Foram desenvolvidos três cenários no estudo: um inicial representando as condições atuais, tanto estrutural (integridade da paisagem) quanto funcional (habitat de espécies); outro representando o desenvolvimento projetado usando o modelo de simulação de crescimento urbano, a partir do qual estimou-se as alterações esperadas; um terceiro cenário de modelando a conectividade projetada, a partir da superfície de integridade da paisagem modificada pelo crescimento conjugada com a

superfície de habitat de espécies modificadas. Tendo por base estes cenários, foram modelados corredores paisagísticos entre as áreas centros de biodiversidade, de modo a refletir as condições paisagísticas atuais e as projetadas para o futuro, no enfoque da conectividade estrutural e funcional.

O estudo conclui que as simulações mostram uma alteração de 80% na conectividade estrutural, provocada pelo crescimento projetado. Já a conectividade funcional varia de acordo com as espécies, demonstrando resiliência distinta uma em comparação com outra.

- *Hong et al. (2016)*

Este é o estudo mais relevante para a pesquisa, visto que faz uso do método AHP como suporte metodológico e serviu como um precedente metodológico relevante. O estudo estabeleceu um sistema de indicadores multicritério e multinível - integrando o método AHP e o método do coeficiente de variação.

A realização do estudo consistiu em um estudo de caso aplicado à cidade de Shenzhen, China. A cidade ocupa o primeiro lugar entre as principais cidades na China, tendo se tornado primeira cidade do país a alcançar uma taxa de urbanização de 100%.

Este estudo estabeleceu um sistema de avaliação de vulnerabilidade ecológica composto por nove elementos e doze indicadores relacionados à sensibilidade ecológica, pressão ambiental e capacidade de autorrecuperação. A metodologia empregou análise de sobreposição espacial em SIG para **calcular o índice integrado de vulnerabilidade, combinando múltiplas pontuações de indicadores** nas unidades de avaliação.

Ao concluir o estudo, o autor defende que conclui que a vulnerabilidade dos ambientes ecológicos deveria ser avaliada quantitativamente, para que possa fornecer uma referência para a tomada de decisões macro na gestão de ambientes ecológicos vulneráveis, levando a decisões de gestão mais precisas.

- *Fraser, Warren e Barten (1995)*

O estudo empregou ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica) para analisar três diferentes fontes de dados sobre cobertura do solo, integrando-as à Equação Universal Modificada de Perda de Solo (MUSLE). Este modelo estima a erosão em áreas de pastagens e florestas dentro de uma bacia hidrográfica tributária que integra o sistema de abastecimento de água da cidade de Nova York. Os resultados destacam que uma preocupação fundamental para os gestores de recursos hídricos é a relação espacial entre os diversos usos da terra e as áreas críticas da bacia hidrográfica.

Ao apontar fatores como a biomassa presente, o desenvolvimento de folhas e a estrutura dossel como elementos que afetam a reflectância espectral, os pesquisadores salientaram desafios no discernimento de variações naturais na cobertura florestal usando sensores de satélite ou mesmo na interpretação de analistas. Destacaram ainda a importância crucial da obtenção de imagens Landsat livres de nuvens para minimizar variáveis confundidoras e erros na classificação da cobertura terrestre.

Os pesquisadores avaliaram comparativamente as fontes de dados e métodos de processamento de imagem, asseverando que a classificação de imagens Landsat TM por meio de um procedimento altamente automatizado representaram uma alternativa viável face à interpretação manual e digitalização para desenvolver bancos de dados da cobertura terrestre. Dessa forma, mostrou-se um meio sistemático de criar bancos de dados para modelagem e gestão em grandes áreas de bacias hidrográficas.

Em suas conclusões, o estudo apontou para a importância em se obter dados precisos de cobertura terrestre para previsão de erosão na gestão de bacias hidrográficas.

- *Demirel, Özer e Özer (2011)*

O estudo teve como objetivo a compreensão da poluição da água do rio Göksu através de medições fotométricas na sua bacia, realizando a modelagem e fazendo sua representação visual utilizando SIG. O Delta de Göksu está situado na região do Mar Mediterrâneo, na parte sudeste da Turquia².

Um modelo relativo ao oxigênio dissolvido (DO) e demanda bioquímica de oxigênio (BOD) foi desenvolvido para avaliar a extensão da carga poluente no rio, sendo coletadas amostras de água de diferentes estações de amostragem para o estudo da modelagem da qualidade da água.

A modelagem foi utilizada para avaliar a qualidade da água no Rio Göksu, especialmente em seu Delta, possibilitando a compreensão das fontes de poluição da água na região. Os pesquisadores utilizaram a ferramenta para analisar a distribuição de poluentes, como metais pesados e compostos orgânicos, ao longo do rio, fazendo a identificação de áreas onde esses poluentes se mostravam em concentrações excessivas.

Os resultados mostraram uma relação direta das atividades agrícolas na região com a poluição das águas do rio Göksu. Foi revelado que os poluentes e

²O Delta de Göksu é o delta do rio na confluência do rio Göksu com o Mar Mediterrâneo na província de Mersin, no sul da Turquia (Atalay, Efe e Ozturk, 2011)

metais pesados presentes nos fertilizantes eram transportados com facilidade para a água do rio, principalmente em decorrência do fluxo de retorno da irrigação ali realizada.

Foi destacada a importância da adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, requerendo ainda o emprego de sistemas de tratamento de águas residuais a fim de reduzir a poluição.

Em linhas gerais, este é o conteúdo dos documentos analisados. A síntese esquematizada dos estudos analisados é mostrada no quadro 3

Quadro 3 – Síntese da avaliação dos estudos

Trabalho	Modelo	Metodologia	Conclusões
Perkl <i>et al.</i> (2018)	SLEUTH	Análise da conectividade da paisagem e avaliação das áreas críticas para a conservação utilizando ferramentas de geoprocessamento.	A avaliação da conectividade da paisagem é crucial para conservar a biodiversidade em áreas protegidas. Medidas de planejamento urbano sustentável são necessárias para reduzir os impactos do crescimento urbano.
Hong <i>et al.</i> (2016)	-	Definição e seleção de indicadores ambientais, integração de dados em um sistema de avaliação, e aplicação em áreas de estudo para validação.	Um sistema de indicadores bem desenvolvido pode ajudar a monitorar a saúde ecológica, identificar áreas em risco e orientar esforços de conservação.
Fraser, Warren e Barten (1995)	MUSLE	Utilização da equação (MUSLE) para prever as taxas de erosão do solo para cada célula de 30m dentro da bacia hidrográfica, representando a erosão potencial em cada local	Enfatizada a importância de dados precisos de cobertura terrestre para previsão de erosão na gestão de bacias hidrográficas. É esperado que a resolução espectral, espacial e temporal dos sensores melhore com o avanço da tecnologia, aprimorando ainda mais a acurácia e eficiência da classificação de cobertura terrestre para previsão de erosão e gestão de bacias hidrográficas.
Demirel, Özer e Özer (2011)	BOD-DO	Análise sazonal da qualidade da água, avaliação do impacto de poluentes agrícolas (fertilizantes, metais pesados) e utilização do SIG para modelagem dos dados.	A utilização do SIG demonstrou ser eficaz na modelagem e identificação de fontes de poluição, fornecendo uma ferramenta valiosa para a gestão e conservação da qualidade da água do rio Göksu.

Fonte: elaborado pelo autor

Os trabalhos de Perkl *et al.* (2018) e Hong *et al.* (2016) convergem no sentido de que os dois estudos apresentam a preocupação dos autores em relação às ameaças representadas pela urbanização. Nessa direção, Perkl *et al.* (2018) defendem que expansão urbana e exurbana resulta na perda de habitat e de biodiversidade em todo o mundo. Por sua vez, Hong *et al.* (2016) asseveram que a urbanização é um desafio ecológico importante, pontuando que aproximadamente mais de um terço da superfície terrestre global foi alterada por atividades de desenvolvimento humano.

Os dois estudos valeram-se de ferramentas SIG e aplicação de modelos para obtenção dos resultados. Perkl *et al.* (2018) utilizaram a modelagem para avaliar as ameaças futuras à conectividade da paisagem devido à urbanização. Hong *et al.* (2016) empregaram a modelagem para integrar dados e informações de diversas fontes, como sensibilidade e pressão ecológica, a fim de quantificar a vulnerabilidade ecológica em diferentes áreas.

Os trabalhos de Fraser, Warren e Barten (1995) e Demirel, Özer e Özer (2011) convergem no emprego de ferramentas SIG para o mapeamento através de imagens digitais, realizando a modelagem das áreas de interesse. Os estudos tratam de questões afetas à qualidade da água em suas respectivas áreas de estudo.

A modelagem foi utilizada por Fraser, Warren e Barten (1995) para prever as taxas de erosão do solo na bacia hidrográfica estudada, valendo-se da Equação Modificada de Perda de Solo Universal (MUSLE), desse modo realizando a estimativa das taxas de erosão potencial em cada célula de 30m dentro da bacia. Essa modelagem permitiu que os pesquisadores avaliassem as áreas suscetíveis à erosão do solo, bem como a identificação de potenciais fontes de sedimentos na bacia hidrográfica. Através da modelagem, foi possível quantificar a erosão potencial em diferentes locais da bacia, fornecendo importantes informações para a gestão e conservação dos recursos hídricos daquela região.

Demirel, Özer e Özer (2011) utilizaram a modelagem para avaliar a qualidade da água no Rio Göksu, e compreender as fontes de poluição da água na região. Assim, a modelagem foi empregada para analisar a distribuição de poluentes presentes nas águas do rio, como metais pesados e compostos orgânicos, identificando áreas com concentrações excessivas desses poluentes. A modelagem permitiu ainda determinar objetiva e detalhadamente a qualidade das águas superficiais no Delta de Göksu, provendo informações essenciais para a tomada de decisões e a implementação de medidas de gestão ambiental.

Em todos os trabalhos analisados foi observada a abordagem para o monitoramento e gestão ambiental. Neste contexto, a qualidade da água, conectividade de habitats e vulnerabilidade ecológica são temas centrais. As ações antrópicas são o pano de fundo dos estudos, onde os efeitos das atividades agrícolas e o crescimento urbano são apontados como fontes principais de impacto ambiental.

Os estudos apresentam diferenças no que se refere ao escopo geográfico. Enquanto três deles estão centrados em áreas específicas como rio Göksu (Demirel, Özer e Özer, 2011), Parque Nacional de Saguaro (Perkl *et al.*, 2018), Nova Iorque (Fraser, Warren e Barten, 1995), outro trata de sistemas mais amplos, tratando da vulnerabilidade ecológica em geral (Hong *et al.*, 2016).

No que tange à abordagem metodológica, a ferramenta SIG foi utilizada

para espacializar os dados objeto de estudo, bem como para apresentar visualmente os resultados encontrados ou produzidos durante o processo.

Pelo apresentado, os artigos analisados mostram uma variação de uso, fornecendo novas perspectivas para a aplicação da tecnologia para a gestão ambiental. Por outro lado, os estudos mostram a necessidade de conservação de ecossistemas, da mitigação do impacto do crescimento urbano e do desenvolvimento de sistemas de indicadores como áreas-chave, necessitando de atenção contínua, sobretudo dos gestores e tomadores de decisão.

2.4 Conclusões

Os resultados da revisão de literatura divididos entre a abordagem bibliométrica e sistemática forneceram um panorama abrangente sobre a pesquisa em parques urbanos e suas interfaces com a gestão ambiental e o uso de geotecnologias.

A evolução da produção científica sobre parques urbanos revela um padrão de crescimento exponencial, com taxa anual de crescimento de 12,35%. O período de 1975 a 1990 caracterizou-se pela estabilidade, com apenas uma ou nenhuma publicação anual. Observou-se uma discreta tendência de crescimento a partir de 1991 e que se estendeu até 2009. A partir daí, a curva de crescimento se acentuou drasticamente, atingindo o pico de 344 publicações em 2022. Este crescimento exponencial pode ser explicado pelo aumento do financiamento para pesquisa e desenvolvimento, internacionalização da pesquisa científica, expansão das bases de dados científicas e pressão institucional para publicações acadêmicas, acompanhando a tendência global de ampliação da produção científica.

No que se refere aos autores mais relevantes sobre o tema, a análise bibliométrica revelou predominância de pesquisadores de origem chinesa entre os dez mais relevantes, reflexo da ascensão da China como potência científica global. Este fenômeno está intrinsecamente relacionado à política chinesa de atração de estudantes internacionais, aos investimentos massivos em ciência e tecnologia após a adesão à OMC em 2001, e ao crescimento econômico que impulsionou significativamente a capacidade de pesquisa e inovação do país. A liderança chinesa também se reflete nas afiliações institucionais, com oito das dez instituições mais relevantes sendo asiáticas, destacando-se a Beijing Normal University, Wuhan University e Peking University como as principais produtoras de conhecimento na área.

A colaboração internacional revelou uma rede global do conhecimento predominantemente centrada nos eixos América do Norte-Europa-Ásia-Oceania, com Estados Unidos, China, Reino Unido e Austrália emergindo como países de mais densa rede colaborativa. Embora o Brasil ocupe posição de destaque como

terceiro país em produção científica, sua colaboração internacional ainda se mostra modesta, estando vinculado principalmente aos Estados Unidos e apresentando conexões esparsas com outros dezessete países.

Quanto às metodologias mais aplicadas em estudos de parques urbanos, a análise sistemática dos documentos selecionados revelou predominância de metodologias baseadas em geotecnologias e modelagem espacial. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) emergiu como ferramenta fundamental, sendo utilizado consistentemente para espacialização de dados e apresentação visual de resultados em todos os estudos analisados. Entre os modelos específicos identificados destacam-se o modelo SLEUTH para simulação de crescimento urbano, a Equação Universal Modificada de Perda de Solo (MUSLE) para análise de erosão, modelos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) e Oxigênio Dissolvido (DO) para avaliação da qualidade da água, e significativamente, o método Analytic Hierarchy Process (AHP) integrado ao método do coeficiente de variação para avaliação multicritério de vulnerabilidade ecológica.

A análise sistemática evidenciou que a urbanização e as atividades antrópicas representam um pano de fundo comum e uma preocupação central em diversos estudos, sendo consistentemente apontadas como as principais fontes de impacto ambiental em parques e ecossistemas urbanos. Temas como qualidade da água, conectividade de habitats e vulnerabilidade ecológica emergem como áreas-chave de investigação, reiterando a necessidade premente de fortalecer a mitigação dos impactos da crescente pressão urbana e promover estratégias efetivas de conservação dos ecossistemas.

Neste contexto, a heterogeneidade metodológica observada na avaliação de parques urbanos, aliada à crescente utilização de ferramentas de modelagem geoespacial, forneceu a base científica sólida para a escolha do método AHP na presente dissertação. O reconhecimento da natureza multifacetada dos benefícios dos parques urbanos e a necessidade de incorporar e ponderar múltiplos critérios simultaneamente, conforme evidenciado consistentemente na literatura analisada, demonstram inequivocamente a adequação do AHP para o contexto desta pesquisa.

Particularmente relevante foi o estudo de Hong *et al.* (2016), que estabeleceu um sistema de indicadores multicritério e multinível integrando o método AHP e o método do coeficiente de variação para avaliação de vulnerabilidade ecológica urbana, servindo como precedente metodológico fundamental para esta investigação. A abordagem desses autores demonstrou a eficácia da integração de múltiplos critérios ambientais, sociais e espaciais em uma estrutura analítica robusta, validando a aplicabilidade do método em contextos urbanos complexos.

A lacuna identificada na padronização dos métodos de avaliação de parques

urbanos, somada à comprovada eficácia dos modelos de análise geoespacial em diversos contextos globais, corrobora decisivamente a relevância e pertinência da abordagem proposta para a avaliação dos parques urbanos na cidade de Goiânia-GO. Os estudos analisados evidenciam que a integração de estratégias de conservação, planejamento urbano sustentável e pesquisa científica, fundamentada em abordagens metodologicamente robustas como o AHP, constitui imperativo científico e prático para assegurar ambientes urbanos saudáveis e equilibrados para as futuras gerações.

O diferencial deste trabalho reside precisamente no estabelecimento de um modelo de análise comparativa entre os parques com robusta sustentação científica e validação prática do modelo no estudo de caso realizado, contribuindo substancialmente para o preenchimento da lacuna identificada na padronização metodológica para avaliação de parques urbanos no contexto brasileiro. Esta contribuição se mostra particularmente relevante considerando a crescente demanda por ferramentas de avaliação e gestão de áreas verdes urbanas que possam subsidiar políticas públicas efetivas e processos decisórios fundamentados em evidências científicas.

Análise dos Parques Municipais de Goiânia

3.1 Introdução

A implantação de parques municipais traz diversos benefícios para a qualidade de vida nas cidades, como destacado em diversos estudos, como: Sadeghian e Vardanyan (2013), Peres e Godinho (2021), Ramos (2024), Loboda e Angelis (2005), Szeremeta e Zannin (2013), Liu *et al.* (2014), Moreno-García (2019), Boone *et al.* (2009), Cohen, Potchter e Schnell (2014), Iojă e Breuste (2020), Cohen *et al.* (2007), Kothencz e Blaschke (2017), Bottini e Ruschel (2017), Larson, Jennings e Cloutier (2016), Banaszek, Leksy e Rahmonov (2017), Li *et al.* (2023).

Os parques urbanos e áreas verdes são elementos essenciais nas cidades. Rodrigues, Pasqualetto e Garção (2017) afirmam que os espaços verdes tornam-se cada vez mais necessários e passam a ser vistos como elementos de promoção de qualidade de vida. Ramos (2024) aponta que a existência de espaços públicos para recreação tornou-se prioridade no contexto das grandes cidades. Para Rodrigues, Pasqualetto e Garção (2017), estes espaços são essenciais tanto para o bem-estar da população quanto para o cumprimento de metas estabelecidas pelas políticas públicas.

Goiânia foi fundada em 1933 e seu projeto de construção baseou-se no modelo das cidades-jardins inglesas, com diversas áreas verdes espalhadas em seu território (Streglio e Oliveira, 2011). A cidade foi idealizada inicialmente para 50 mil habitantes, porém dados do IBGE revelam que em 1950 a nova capital já possuía mais de 53 mil moradores. Destes, 75% moravam em área urbana (IBGE, 1872-2010).

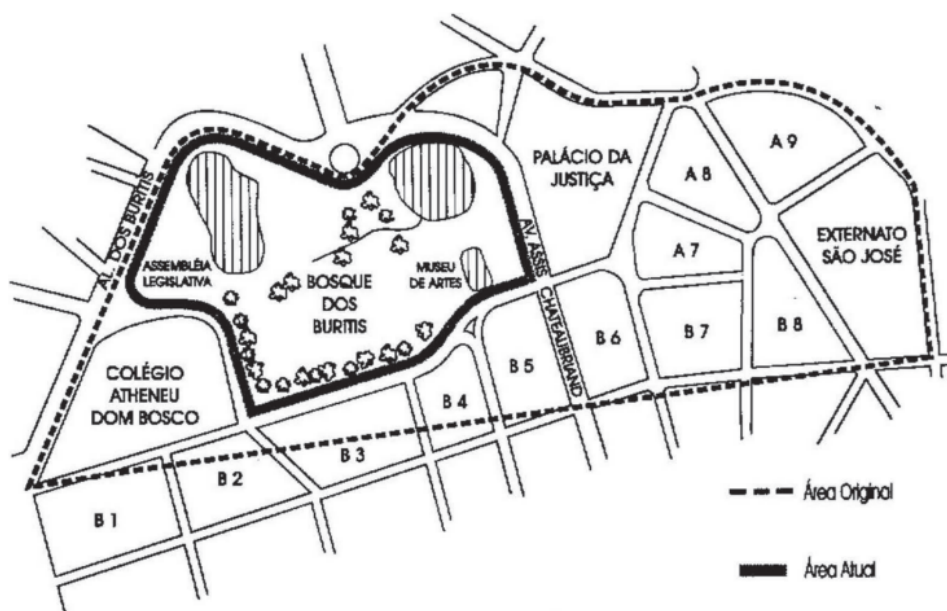
Segundo dados do último censo do IBGE (IBGE, 2023), Goiânia possui área territorial de 729,296 Km² e área urbanizada é de 301,55 Km² (em 2019), com índice de arborização de vias públicas na ordem de 89,3%. Sua população é de 1.437.366 residentes, com densidade demográfica de 1.970,90 hab/ Km². Para 2024, era estimada uma população de aproximadamente 1,5 milhão de pessoas.

Os projetos de criação da nova capital foram elaborados pelo urbanista Attilio Corrêa Lima (1901 - 1943), com princípios de sustentabilidade ecológica desde sua criação. Segundo Diniz (2007), os projetos iniciais já mostravam preocupação em preservar as áreas verdes e as matas ao redor dos córregos Botafogo e Capim Puba, como parques lineares.

Daher (2003) destaca que o projeto inicial assegurava amplos espaços para áreas verdes, visando a preservação das nascentes e córregos da cidade, além da qualidade de vida dos futuros moradores. Os espaços livres planejados para Goiânia incluíam o Parque Botafogo (54 ha), Parque Buritis (40 ha), Parque Paineira (16 ha), além de *park-ways*, jardins, *play-grounds* e praças ajardinadas, totalizando 159 hectares de áreas arborizadas (14,7% da área total projetada).

Contudo, os parques também foram atingidos pelas alterações e transformações ocorridas na cidade ao longo do tempo (Streglio e Oliveira, 2011). O Parque dos Buritis, por exemplo, foi reduzido a 12 hectares (Martins Júnior, 1996 *apud* (Barreira e Deus, 2006)), menos da metade da área originalmente planejada (Figura 9).

Figura 9 – Alteração no parque Buritis



Fonte: Barreira e Deus (2006).

Apesar do intenso crescimento urbano, Goiânia se destaca por sua expressiva cobertura verde, sendo reconhecida entre as cidades brasileiras com melhores índices de qualidade de vida e a maior proporção de área verde por habitante. Conforme o Plano Diretor de Arborização Urbana (Pdau), o Índice de Áreas Verdes (IAV) da capital goiana atinge a marca de 94 m² de áreas verdes por habitante. Atualmente,

o site oficial da Prefeitura de Goiânia relaciona 32 parques e bosques implantados pela prefeitura municipal (Prefeitura, 2023).

Acerca da diferenciação dos parques e bosques urbanos, Kliass (1993) defende que os parques urbanos são espaços públicos com dimensões significativas e predominância de elementos naturais, principalmente estruturados para recreação e lazer da população urbana. Já os bosques urbanos caracterizam-se por uma maior densidade de vegetação arbórea, com menor intervenção paisagística e infraestrutura. Segundo Lima *et al.* (1994), os bosques são fragmentos de mata nativa ou áreas reflorestadas com características mais próximas aos ecossistemas naturais.

A Instrução Normativa Nº 028, de 18 de agosto de 2008 (AMMA-GOIÂNIA/GO, 2008), em seu Art. 2º, estabelece as Unidades de Conservação como um território com recursos naturais relevantes, estabelecido pelo Poder Público para conservação, com limites definidos e proteção especial. Em seu Art. 3º, o normativo categoriza essas UCs municipais (grifos nossos):

Art. 3º São consideradas Unidades de Conservação Municipais de Proteção Integral, classificadas como Parques Naturais Municipais, aquelas Áreas Públicas Municipais definidas pelo Projeto Urbanístico do parcelamento do solo devidamente aprovado pelos órgãos municipais competentes e, destinadas à:

I - Área Verde;

II - **Parque Municipal;**

III - **Bosque;**

IV-Área de Preservação Permanente

(...)

O presente estudo visa propor um modelo de análise da oferta e condições de preservação dos parques e bosques localizados na cidade de Goiânia–GO, aplicando uma classificação comparativa dessas unidades em face de suas características. A classificação proposta vale-se do uso da análise multicritério e multiníveis com ponderação, onde a contribuição relativa de cada variável foi estabelecida com o método AHP.

Para fins de validação da metodologia proposta, aplicou-se a análise de sensibilidade aos parâmetros estabelecidos, verificando assim a estabilidade das decisões aplicadas.

O modelo proposto representa um aliado dos gestores e tomadores de decisão, pois permite apontar quais características devem ser melhoradas ou reforçadas em cada unidade, segundo as importâncias por ele indicadas. Conforme acentua Delias e Doumpos (2024a), esse processo garante a coerência entre as preferências,

objetivos e soluções, permitindo a geração de recomendações com base nos resultados. Ao estabelecer os pesos de cada quesito e aplicar o modelo, o tomador de decisão poderá concentrar esforços para o melhoramento de unidades específicas ou promover uma equalização entre elas, dotando-as de condições similares.

Além de possibilitar a simulação de diferentes cenários, o gestor pode submeter à consulta pública quais elementos são mais valorizados pelos cidadãos, a fim de revisar e aprimorar as importâncias relativos dos atributos avaliados. Com estas informações, estará apto a elaborar diferentes prismas de avaliação, resultando em variadas classificações para subsidiar a tomada de decisão.

A técnica permite tanto a avaliação objetiva através da aferição das variáveis, quanto a validação e calibração do sistema, alcançada ao se identificar e corrigir as relações entre as variáveis mapeadas (Moura, 2007).

3.2 Avaliação multicritério e o método AHP

A gestão urbana contemporânea tem demonstrado crescente complexidade nos processos de tomada de decisão, particularmente quando múltiplos critérios conflitantes devem ser considerados simultaneamente. Neste contexto, a análise multicritério emerge como ferramenta metodológica fundamental para estruturar e resolver problemas que envolvem objetivos múltiplos e frequentemente conflitantes.

A pesquisa está fundamentada no uso do método de análise multicritérios, aplicando especificamente o método AHP. Esta abordagem é amplamente utilizada quando decisões complexas envolvem múltiplas variáveis, objetivos conflitantes e diversos *stakeholders*¹ (Moura, 2007; Li *et al.*, 2022; Srdjevic *et al.*, 2022; Escalante *et al.*, 2020; Malczewski, 2006).

A análise de multicritérios constitui uma abordagem metodológica consolidada no campo das análises espaciais, com emprego em diversas áreas como planejamento urbano, gestão ambiental, seleção de projetos, e muitas outras situações onde decisões precisam considerar diversos fatores simultaneamente.

3.2.1 Fundamentos da Análise Multicritério (MCA)

A Análise Multicritério (*Multi-Criteria Analysis* - MCA), também denominada tomada de decisão de múltiplos critérios (*Multiple-Criteria Decision Making* (MCDM)) ou análise de decisão de múltiplos critérios (*Multiple-Criteria Decision*

¹A palavra “*Stakeholder*” é a união de duas outras palavras do inglês: *Stake* = interesse; *Holder* = aquele que possui. Pode ser entendida como “parte interessada.”

Analysis (MCDA)), constitui uma subdisciplina da pesquisa operacional que se dedica explicitamente à avaliação de múltiplos critérios conflitantes em processos de tomada de decisão (Dean, 2020).

3.2.1.1 Desenvolvimento histórico

Embora suas raízes teóricas remontem aos trabalhos de economistas clássicos, o desenvolvimento moderno da MCA iniciou-se na década de 1950 com os estudos pioneiros de Kuhn e Tucker (1951) sobre programação por objetivos, considerados marcos fundacionais da disciplina (Dean, 2020). A popularização do acrônimo MCDM deve-se a Stanley Zionts, que em 1979 publicou o influente artigo "MCDM – *If not a Roman Numeral, then What?*", vindo a consolidar a terminologia no meio acadêmico.

O campo da Análise de Critérios Múltiplos experimentou transformações significativas ao absorver contribuições de diversas disciplinas científicas, incluindo teorias de utilidade e valor, escolha social, preferência revelada, teoria dos jogos, além de abordagens baseadas em conjuntos *fuzzy* e *rough sets* (Dean, 2020). Esta interdisciplinaridade resultou na configuração atual da ACM como um domínio amplo, caracterizado por múltiplas subdivisões e correntes teóricas distintas (Costa, Stewart e Vansnick, 1997; Köksalan, Wallenius e Zionts, 2011).

A partir das últimas décadas do século XX, observou-se uma expansão notável do interesse acadêmico e profissional pelos métodos de ACM, transcendendo fronteiras disciplinares. Este fenômeno decorre fundamentalmente do reconhecimento crescente de que os desafios contemporâneos em planejamento e formulação de políticas públicas apresentam características inerentemente multifacetadas, demandando análises que contemplem múltiplas dimensões e perspectivas frequentemente antagônicas (Dean, 2020).

Desde então, a área experimentou crescimento exponencial, culminando na criação de organizações especializadas como a *International Society on Multi-criteria Decision Making*², *Euro Working Group on MCDA*³, e *INFORMS Section on MCDM*⁴.

²<https://www.mcdmsociety.org/>

³<https://www.euro-online.org/web/ewg/1/euro-working-group-on-multiple-criteria-decision-aiding-mcda>

⁴<https://connect.informs.org/multiple-criteria-decision-making/home>

3.2.1.2 Características fundamentais

A análise multicritério fundamenta-se no reconhecimento de que problemas reais raramente possuem soluções ótimas únicas quando múltiplos critérios são considerados simultaneamente (Yu, 2013; Zeleny, 1998). Diferentemente da otimização monocritério, onde existe uma solução matemática definida, problemas multicritério caracterizam-se pela existência de um conjunto de soluções não-dominadas ou Pareto-eficientes (Koopmans, 1951), exigindo a incorporação de preferências do tomador de decisão para diferenciação entre alternativas (Greco, Figueira e Ehrgott, 2016).

A motivação para integração de múltiplos critérios deriva da natureza multidimensional dos problemas contemporâneos de planejamento e gestão (Campbell, 2018). Em contextos urbanos, decisões sobre localização de parques devem considerar simultaneamente aspectos ambientais, sociais, econômicos e funcionais (Talen, 1998; Oh e Jeong, 2007; Nicholls, 2001). Esta complexidade torna inadequadas abordagens monocritério tradicionais, como análise custo-benefício exclusivamente monetária (Hanley e Spash, 1996; Malczewski, 1999).

3.2.1.3 Processo metodológico genérico

O processo genérico de MCA compreende etapas sistematizadas que garantem rigor metodológico e transparência decisória. A primeira etapa envolve estruturação do problema, incluindo identificação de *stakeholders*, definição de objetivos e critérios, e estabelecimento do conjunto de alternativas viáveis.

A segunda etapa foca na construção do modelo de preferências, onde critérios são operacionalizados através de indicadores mensuráveis, escalas de avaliação são definidas, e pesos relativos são determinados. A terceira etapa realiza a avaliação das alternativas, aplicando o método MCA selecionado para gerar *rankings*, classificações ou identificação de soluções preferenciais. A etapa final compreende análise de sensibilidade e validação, testando robustez dos resultados face a variações nos parâmetros, e interpretação dos resultados para suporte à decisão. Este processo iterativo permite refinamentos sucessivos até convergência para soluções satisfatórias.

3.2.1.4 Vantagens e limitações

As vantagens da MCA incluem capacidade de integração de critérios quantitativos e qualitativos numa estrutura unificada, transparência do processo decisório, e facilidade de comunicação entre *stakeholders* diversos. A flexibilidade metodológica permite adaptação a diferentes contextos e tipos de problema, enquanto a estrutu-

ração sistemática reduz vieses cognitivos e melhora a qualidade das decisões. As limitações incluem potencial subjetividade na definição de critérios e pesos, complexidade computacional crescente com o número de alternativas e critérios, e riscos de sobrecarga cognitiva dos tomadores de decisão.

3.2.2 O método AHP

O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido pelo matemático Thomas Saaty na década de 1970 (Saaty, 1980), é um dos métodos mais populares dentro do campo da avaliação multicritério. O método AHP se destaca pela sua abordagem estruturada e matemática rigorosa para lidar com a subjetividade inerente às decisões humanas (Brunelli, 2014).

O método organiza o problema em uma hierarquia, através do emprego de comparações pareadas. Essa principal característica do AHP faz uso de comparações par a par para determinar a importância relativa de cada critério e a preferência por cada alternativa em relação a cada critério.

O método AHP utiliza uma escala numérica de 1 a 9 para quantificar as comparações (Quadro 4) e então calcular os pesos. O método também inclui um mecanismo para verificar a consistência lógica das comparações feitas. Por fim, o AHP agrega as preferências para obter uma classificação geral das alternativas.

Quadro 4 – *Escala Fundamental de Saaty para Método AHP*

Intensidade de Importância	Definição	Explicação	Valor Recíproco
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo	1
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade sobre outra	1/3
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre outra	1/5
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática	1/7
9	Importância extrema	A evidência favorecendo uma atividade sobre outra é da mais alta ordem possível	1/9
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando é necessário um compromisso entre julgamentos adjacentes	1/y
Valores recíprocos: Se a atividade i tem um dos valores (y) acima quando comparada com a atividade j , então j tem o valor recíproco quando comparada com i , com valor $[1/y]$.			

Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

3.2.2.1 Axiomas fundamentais e base matemática

O método AHP baseia-se em quatro axiomas fundamentais que garantem sua consistência teórica.

O axioma da **reciprocidade** estabelece que se A é x vezes mais preferido que B, então B é 1/x vezes mais preferido que A. O axioma da **homogeneidade** limita as comparações a elementos que não diferem por mais de uma ordem de magnitude, utilizando a escala fundamental de 1 a 9. O axioma da **independência** assume que os critérios são independentes das propriedades das alternativas, enquanto o axioma das **expectativas** pressupõe que a estrutura hierárquica está completa para fins de tomada de decisão (Saaty, 1980).

A fundamentação matemática do AHP baseia-se no teorema de Perron-Frobenius para matrizes positivas, que garante a existência de um autovalor real positivo máximo ($\lambda_{\max}$) com autovetor correspondente de componentes estritamente positivos. Este *framework* matemático permite o cálculo de prioridades através da solução do problema de autovalor $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$, onde w representa o vetor de prioridades e $\lambda_{\max}$ o maior autovalor da matriz de comparação pareada.

O método AHP utiliza uma escala numérica de 1 a 9 para quantificar as comparações e então calcular os pesos. O método também inclui um mecanismo para verificar a consistência lógica das comparações feitas. Por fim, o AHP agrega as preferências para obter uma classificação geral das alternativas.

3.2.2.2 Estrutura hierárquica e escala de julgamentos

Segundo Saaty (1980), a escala fundamental para o método AHP compreende valores de 1 a 9, onde 1 representa igual importância, 3 importância moderada, 5 importância forte, 7 importância muito forte, e 9 importância extrema. Os valores 2, 4, 6 e 8 representam valores intermediários quando é necessário um compromisso entre julgamentos adjacentes (Quadro 4).

3.2.2.3 Medição de consistência

O índice de consistência relativa (CR) é calculado a partir da razão entre o índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI), conforme expresso na Equação (3-1):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3-1)$$

O índice de consistência (CI), por sua vez, é obtido por meio da Equação (3-2):

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (3-2)$$

em que:

- $\lambda_{\text{máx}}$ representa o maior autovalor da matriz de comparação por pares;
- n é a ordem (dimensão) da matriz de comparação;
- RI é o índice de consistência aleatória, definido com base em valores médios obtidos por simulação.

Saaty (1980) estabeleceu que valores do índice de consistência relativa (CR) inferiores ou iguais a 0,10 são aceitáveis, representando julgamentos consistentes na matriz de comparação por pares. Contudo, estudos subsequentes (Aguarón e Moreno-Jiménez, 2003; Alonso e Lamata, 2006; Ishizaka e Labib, 2011) indicam que esse limite pode ser flexibilizado, especialmente em matrizes de ordem elevada, nas quais valores de CR entre **0,15** e **0,20** podem ser considerados aceitáveis, desde que os resultados sejam coerentes com o contexto da decisão.

A consistência perfeita (CR = 0%) indica que o avaliador foi absolutamente coerente em suas comparações, o que aumenta a confiabilidade dos resultados.

3.2.3 Aplicações do AHP na gestão urbana

As aplicações do AHP na gestão urbana demonstram versatilidade e eficácia comprovadas através de múltiplos estudos de caso internacionais. Ao abordar o assunto na vertente do setor de transportes, Dean (2020) apresenta o estado arte no uso da Análise de Multi-Critério (MCA) neste setor. Em Nanjing, China, Li *et al.* (2022) utilizaram F-AHP (*Fuzzy-Analytic Hierarchy process*) integrado com GIS para seleção de sítios para parques urbanos, avaliando fatores físicos, naturais, ambientais, acessibilidade e atividades humanas.

O estudo Wang e Zhang (2014) em Zhengzhou aplicou um modelo AHP hierárquico com três níveis para avaliar a qualidade de serviços de parques urbanos, envolvendo 150 visitantes por parque e utilizando o programa de computador *Super Decisions*. Os critérios incluíram ambiente físico, paisagem, cultura, ecologia, tráfego e instalações, demonstrando a capacidade do método de integrar aspectos quantitativos e qualitativos da experiência urbana.

Dada a versatilidade do AHP, muitos destes estudos demonstram seu uso na avaliação de parques urbanos, evidenciando sua capacidade de integrar múltiplas dimensões da qualidade urbana e fornecer suporte sistemático à tomada de decisão em gestão municipal (Ho, 2008; Subramanian e Ramanathan, 2012).

3.2.4 Análise de sensibilidade do modelo

As incertezas inerentes ao processo decisório podem ser identificadas e quantificadas por meio da análise de sensibilidade, a qual permite avaliar a robustez e a confiabilidade das soluções obtidas (Butler, Jia e Dyer, 1997).

Segundo Malczewski (1999), essa análise consiste em um método voltado à verificação do impacto que alterações nas etapas iniciais da decisão podem exercer sobre os resultados gerados. Caso tais mudanças não produzam efeitos significativos, o modelo de ordenamento pode ser considerado estável e confiável.

A análise de sensibilidade em estudos que empregam o método AHP deve respeitar rigorosamente a estrutura hierárquica estabelecida, testando a robustez dos resultados em todos os níveis da hierarquia (Saaty, 1980; Triantaphyllou e Sánchez, 1997). Diferentemente de abordagens simplificadas que tratam todos os critérios de forma independente, a validação do modelo proposto considerou as estruturação adotada para a obtenção do ranqueamento, mantendo a consistência estrutural.

Segundo Delias e Doumpos (2024b), a análise de sensibilidade em sistemas hierárquicos deve verificar: (1) a estabilidade das decisões frente a variações nos pesos de cada nível separadamente, (2) o impacto de mudanças simultâneas em múltiplos níveis, e (3) a propagação de incertezas através da estrutura hierárquica.

A análise foi realizada compreendendo quatro tipos de testes complementares, mostrados a seguir.

Análise de Sensibilidade por Níveis Hierárquicos

Nível 1: Sensibilidade dos Índices Principais Foram testados diferentes balanceamentos entre os índices de Preservação e Atratividade (tabela 1), mantendo a soma igual a 100%:

Nível 2: Sensibilidade dos Critérios dentro de cada Índice Para o **Índice de Preservação**, foram testados quatro cenários de redistribuição de pesos (tabela 2) entre as três perspectivas (Ambiental, Conservação e Gestão), mantendo normalização dentro do índice, alternando a prevalência entre os itens.

Já para o **Índice de Atratividade**, testaram-se diferentes balanceamentos entre Infraestrutura e Acesso, dando origem a quatro cenários mostrados na tabela 3:

Nível 3: Sensibilidade das Variáveis (Subcritérios) Para cada grupo de variáveis com mais de um elemento, aplicou-se a prioridade de (60% do peso) a cada variável individualmente, distribuindo o restante igualmente entre as demais:

Tabela 1 – *Cenários Nível 1*

Cenário	Preservação	Atratividade	Comentário
1	10%	90%	fortíssima prioridade Atratividade
2	20%	80%	forte prioridade Atratividade
3	30%	70%	Prioridade Atratividade
4	40%	60%	Leve prioridade Preservação
5	50%	50%	Equilibrado (Adotado neste estudo)
6	60%	40%	Leve prioridade Preservação
7	70%	30%	prioridade Preservação
8	80%	20%	Forte prioridade Preservação
9	90%	10%	fortíssima Prioridade Preservação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – *Cenários Nível 2 - Preservação*

Cenário	Ambiental	Conservação	Gestão	Comentário
1	33%	34%	33%	Equilibrado
2	80%	10%	10%	Foco Ambiental
3	10%	80%	10%	Foco Conservação
4	10%	10%	80%	Foco Gestão

Fonte:

Elaborado pelo autor .

Tabela 3 – *Cenários Nível 2 - Atratividade*

Cenário	Infraestrutura	Acesso Facilitado	Comentário
1	60%	40%	Mais Equilibrado
2	95%	5%	Foco total Infraestrutura
3	50%	50%	Completamente equilibrado
4	70%	30%	Moderado

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Grupo Ambiental:** Testes priorizando cada uma das 4 variáveis
- **Grupo Conservação:** Testes priorizando ocupação irregular vs. fogo
- **Grupo Infraestrutura:** Testes priorizando cada uma das 3 variáveis

Simulação Monte Carlo Hierárquica Foi realizada uma simulação Monte Carlo com 1.000 iterações, introduzindo perturbações aleatórias **simultaneamente em todos os níveis hierárquicos**:

- a) **Perturbações no Nível 1:** Variações nos pesos dos índices usando distribuição normal (μ = peso original, σ = 5%)
- b) **Perturbações no Nível 2:** Variações independentes nos pesos dos critérios dentro de cada índice (σ = 5%)
- c) **Perturbações no Nível 3:** Variações nos pesos das variáveis dentro de cada perspectiva (σ = 3-5% conforme número de variáveis)
- d) **Renormalização:** Após cada perturbação, os pesos foram renormalizados para somar 100% dentro de cada nível
- e) **Recálculo hierárquico:** Para cada iteração, as notas finais foram recalculadas respeitando toda a estrutura hierárquica

3.3 Caracterização da área de estudo

Este estudo avaliou os parques e bosques municipais de Goiânia listados no portal oficial da Prefeitura, utilizando o método AHP. A análise foi conduzida selecionando exclusivamente aqueles com delimitações espaciais (polígonos) georreferenciadas por órgãos oficiais do município.

Não obstante o sítio eletrônico da Prefeitura de Goiânia elencar um total de 32 parques, quatro deles foram desconsiderados no presente estudo: três por não contar com o respectivo dado georreferenciado, e outro (Bosque do Café) pelo fato do seu polígono estar geograficamente posicionado em área distinta daquela onde realmente está instalado.

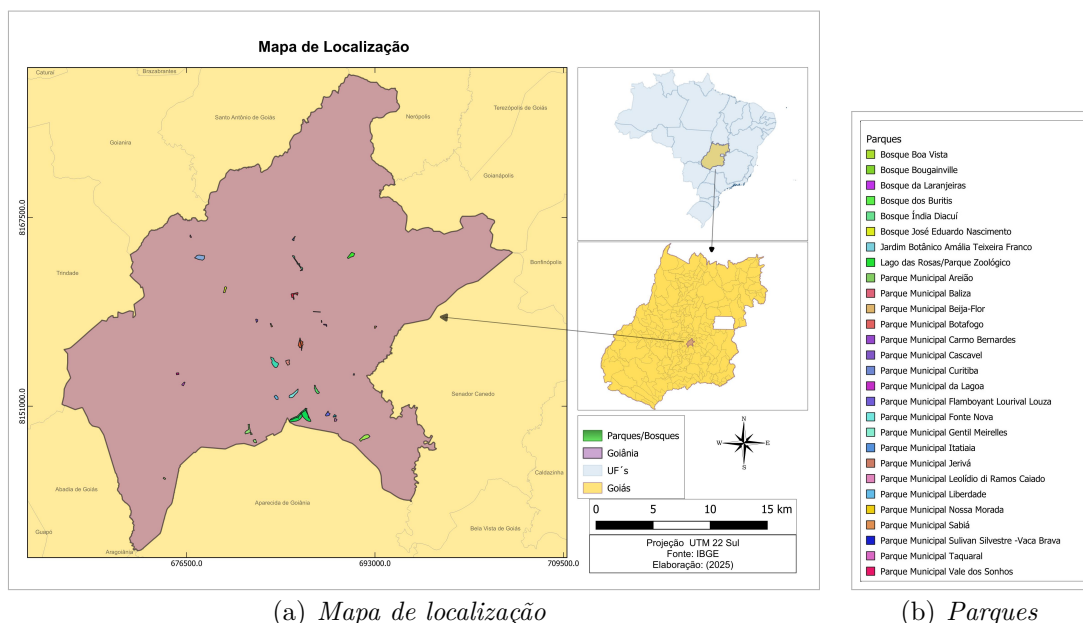
Os dados vetoriais dos parques de Goiânia foram obtidos através da Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo Estratégico (SEPLANH), disponibilizados em formato *shapefile*, referenciados no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM fuso 22S. Neste conjunto de dados foram identificadas as ausências dos polígonos de alguns parques, os quais foram supridos com os dados obtidos junto à Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia (AMMA), que disponibilizou o georreferenciamento de todas as unidades de conservação do município.

Acerca da qualidade dos dados, Weber *et al.* (1999) defendem que a qualidade da informação espacial é fundamental para assegurar resultados confiáveis

em aplicações geográficas. O uso de dados inconsistentes pode levar a decisões inadequadas e interpretações errôneas, justificando a exclusão do Bosque do Café do contexto da análise.

Desse modo, a área de estudo restou estabelecida na análise de 28 parques e bosques goianienses, listados na página eletrônica da Prefeitura (<https://www.goiania.go.gov.br/sobre-goiania/parques-e-bosques/>). A relação desses parques e sua localização são mostrados na Figura 10.

Figura 10 – Localização da área de estudo



(a) Mapa de localização

(b) Parques

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Metodologia

A adoção do método AHP nesta pesquisa justifica-se pelas características metodológicas que se adequam ao problema investigado. O método foi desenvolvido especificamente para abordar problemas de decisão multicritério complexos, permitindo a estruturação hierárquica de critérios qualitativos e quantitativos (Saaty, 1980). Além disso, o AHP possibilita a integração de julgamentos de especialistas por meio de comparações pareadas, garantindo consistência matemática na atribuição de pesos aos critérios (Saaty, 2008).

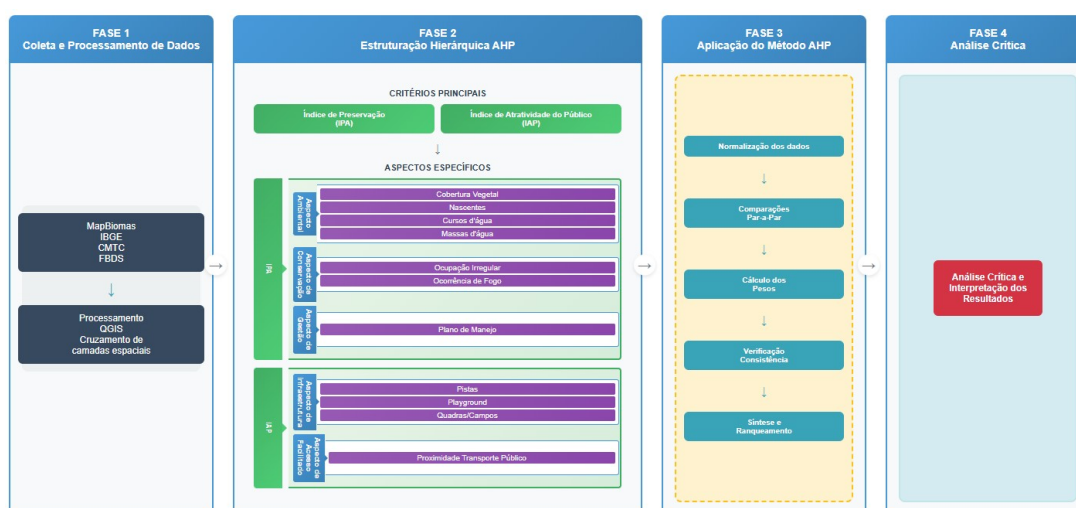
A flexibilidade do método permite incorporar múltiplas dimensões da qualidade urbana - aspectos ambientais, de conservação, gestão, infraestrutura e acessibilidade - em um modelo integrado de análise. Os resultados quantitativos gerados pelo AHP podem ser incorporados a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), viabili-

zando a representação espacial da classificação dos parques e subsidiando a tomada de decisão por gestores públicos (Malczewski, 1999).

Assim, a aplicação do método AHP fundamentou-se na estruturação hierárquica proposta por Saaty (1980), organizando o problema de decisão em níveis hierárquicos distintos e interdependentes. Esta estruturação permitiu a decomposição do objetivo complexo de "avaliar a qualidade dos parques" em elementos mais simples e mensuráveis, facilitando as comparações par-a-par e a obtenção de prioridades consistentes.

Esta abordagem, amplamente utilizada em estudos avaliativos de áreas verdes urbanas (Orsi, Geneletti e Borsdorf (2013), Li *et al.* (2022), Zhang *et al.* (2020)), assegurou a análise integrada de múltiplas variáveis e aspectos dos parques urbanos, considerando tanto aspectos ambientais, de infraestrutura, de gestão e conservação.

Figura 11 – Metodologia da análise



Fonte: elaborado pelo autor.

A metodologia está representada na Figura 11. No que tange à estruturação dos dados, essa foi organizada em três níveis hierárquicos principais:

1. Primeiro nível - Critérios principais:

- Índice de Preservação (IP)
- Índice de Atratividade do Público (IAP)

2. Segundo nível - Subcritérios (Aspectos Específicos): Contempla cinco aspectos divididos entre os dois critérios principais.

Sob o Índice de Preservação:

- Ambiental
- Conservação

- Gestão

Sob o Índice de Atratividade:

- Infraestrutura
- Acesso facilitado

3. Terceiro nível: compreende as variáveis dentro de cada aspecto específico:

- Aspecto Ambiental: percentual de cobertura vegetal, quantidade de nascentes, presença de curso d'água, e quantidade de massas d'água (lagos)
- Aspecto de Conservação: ano de ocorrência de fogo mais recente, e presença de ocupação irregular
- Aspecto de Gestão: existência de plano de manejo
- Aspecto de Infraestrutura: quantidade de pistas de caminhada/ciclismo/skate, existência de playground infantil, quantidade de quadra/-campo de esportes
- Aspecto de Acesso: existência de parada de ônibus do transporte público nas imediações

A divisão em dois índices principais reflete a necessidade de equilibrar aspectos ambientais e sociais na avaliação da qualidade dos parques urbanos. Esta abordagem reconhece que parques de qualidade devem, simultaneamente, preservar e conservar os recursos naturais e ecossistemas urbanos; ao passo em que devem ainda atrair e servir a população urbana com infraestrutura adequada e acessibilidade.

Esta estruturação objetivou mitigar possíveis distorções na análise, evitando a comparação direta entre variáveis de naturezas distintas (como, por exemplo, a presença de nascente *versus* a existência de *playground*). Esse agrupamento, efetivado nas diferentes perspectivas avaliadas, visou dividir os dados em conjuntos que guardassem a maior similaridade de propósito na valoração (Delias e Doumpos, 2024a).

Assim, partiu-se da definição de um conjunto de perspectivas (aspectos) e variáveis a serem consideradas para a qualificação dos parques e bosques. A partir dessa definição, na fase 1 da pesquisa os valores de parte do conjunto das variáveis foram obtidos, enquanto que outros foram calculados a partir da plataforma de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O processamento dos dados foi realizado através da ferramenta QGIS, versão 3.34 (QGIS, 2025), que permitiu o cruzamento de camadas georreferenciadas obtidas de diferentes plataformas de dados públicos: MapBiomas (2024), IBGE, Companhia Metropolitana de Transportes Coletivos (CMTC) e Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS).

Na sequência das fases, a análise seguiu as seguintes etapas:

1. Aferição e normalização dos dados:
 - Cálculo dos valores dos atributos escalares
 - Nas variáveis de natureza booleana, atribuição de valor 1 (um) para presença e 0 (zero) para ausência do atributo
 - Normalização dos dados para a escala de zero a um
2. Ponderação hierárquica: Aplicação do método AHP na seguinte sequência de comparações par-a-par:
 - (a) Primeiro nível de comparação: no estudo de caso, os índices IP e IAP foram considerados equivalentes, ou seja, cinquenta por cento para cada índice.
 - (b) Segundo nível de comparação: aplicação do método AHP para definição dos pesos dos aspectos específicos.
 - Dentro do IP: Aspecto Ambiental vs. Aspecto de Conservação vs. Aspecto de Gestão
 - Dentro do IAP: Aspecto de Infraestrutura vs. Aspecto de Acesso Facilitado
 - (c) Terceiro nível de comparação: aplicação do método AHP para ponderação das variáveis dentro de cada aspecto.
3. Processamento e análise final:
 - Aplicação dos pesos sobre os valores normalizados das variáveis
 - Verificação de consistência
 - Cálculo da pontuação final e ranqueamento dos parques
 - Análise crítica dos resultados

Nesse contexto, reiterando o que foi exposto anteriormente, o estudo foi desenvolvido tendo como objeto os 28 parques e bosques apresentados na Figura 10. Salienta-se que na etapa de ponderação hierárquica, as importâncias relativas entre os critérios e subcritérios no estudo de caso foram definidas mediante julgamento do pesquisador, alicerçado no referencial teórico identificado na revisão de literatura.

3.4.1 As variáveis de análise

A investigação fundamentou-se na análise de variáveis específicas, selecionadas por sua capacidade de evidenciar as características essenciais dos parques urbanos. A partir da contextualização de cada variável, foi possível estabelecer uma categorização sistemática, resultando em cinco conjuntos distintos: variáveis ambientais, de infraestrutura, de conservação, de gestão, e de acesso facilitado por transporte coletivo urbano.

Esta estruturação das variáveis contempla elementos caracterizadores dos parques em múltiplas dimensões, abrangendo aspectos ambientais, administrativos e sociais. Como observado por Nucci (2008), embora pesquisas desta natureza se fundamentem em métodos científicos, a seleção de indicadores de qualidade ambiental - particularmente em parques urbanos - frequentemente incorpora elementos de avaliação subjetiva.

O detalhamento das variáveis utilizadas e suas respectivas caracterizações encontram-se sistematizados na tabela 4.

Tabela 4 – Variáveis para análise

	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	DOMÍNIO	FONTE
Índice de Preservação	A. Perspectiva Ambiental			
	Cobertura vegetal	percentual da área do parque que tem algum tipo de cobertura vegetal	0-100%	(MapBiomass, 2025)
	Nascentes	quantidade nascentes identificadas dentro do parque	0-99	(FBDS, 2024)
	Cursos d'água	presença de cursos d'água no interior do parque	0/1	(FBDS, 2024)
	Massas d'água	quantidade de lagos (natural ou artificial) no parque	0-99	(FBDS, 2024)
	B. Perspectiva de Conservação			
	Ocupação irregular	existência de pessoas ou estruturas estabelecidas ilegalmente no local	0/1	(Ramos, 2024)
	Fogo	registro de ocorrência de fogo na faixa de anos disponíveis	0-1	(MapBiomass, 2024)
	C. Perspectiva de Gestão			
	Plano de manejo	Formalização de documento técnico que regula o uso e o manejo da área	0/1	(AMMA, 2024)
Índice de Atratividade	D. Perspectiva de Infraestrutura			
	Pistas	quantidade de pistas próprias para as atividades de caminhada/ciclismo/skate	0-3	(Ramos, 2024)
	Playground	existência de ambiente dedicado e com estruturas exclusivas para interação infantil	0/1	(Ramos, 2024)
	Quadra / campo	quantidade ofertada de quadra poliesportiva ou campos de futebol para a prática esportiva	0-2	(Ramos, 2024)
	E. Perspectiva de Acesso Facilitado			
	Proximidade do transporte público	indica a presença de ponto de ônibus do transporte público no raio de 400m do perímetro do parque	0/1	(CMTC, 2024)

Fonte: Elaborado pelo autor

Outros estudos que tratam da análise de parques apresentam diversificadas escolhas do conjunto de variáveis. Ibes (2015) adotou variáveis de localização, área e distância do centro da cidade, além do índice de verde, densidade populacional e etnias dos visitantes dos parques, dentre outros. Lee *et al.* (2005) trabalharam com a área de vizinhança, distâncias, rotas de acesso e amenidades (bancos, iluminação, calçadas etc) dos parques.

Rigolon e Németh (2018) utilizaram 18 variáveis agrupadas em cinco categorias principais. Algumas das variáveis utilizadas foram: Número de playgrounds; Superfície dos playgrounds; Campos esportivos (futebol, beisebol, etc.); Quadras esportivas (basquete, tênis, skate, etc.); pistas para caminhada/ciclismo e trilhas; presença banheiros/bebedouros, lagos, riachos, fontes); Cobertura de árvores em relação à área do parque, área do parque e Segurança.

Ao propor o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação da qualidade das instalações recreativas, Cavnar *et al.* (2004) utilizaram variáveis de segurança, manutenção e condições das instalações. No estudo de Bird *et al.* (2015), que objetivou avaliar as características de parques que podem influenciar a atividade física entre jovens, foram trabalhadas 92 itens (variáveis), divididas em 5 domínios conceituais. Algumas delas são: Presença de playgrounds, Presença de pistas de caminhada, Presença de grandes corpos d'água, Transporte público, Segurança geral e Presença de lixo, dentre outros.

Como se observa, os estudos revelam que diferentes elementos são utilizados para a caracterização da qualidade dos parques. Não há, portanto, uma padronização nos quesitos de avaliação, cabendo a cada autor o estabelecimento do conjunto de a serem avaliados, de acordo com seu foco de análise e disponibilidade de dados.

3.4.2 Obtenção dos valores das variáveis

Conforme já afirmado, os valores das variáveis de análise foram obtidas por meio da combinação das informações de variadas fontes, como IBGE, MapBiomass, CMTC e FBDS. Os dados foram também complementados com as informações produzidas na tese de Ramos (2024), bem como por informações coletadas no sítio eletrônico da Prefeitura de Goiânia e nos planos de manejo dos parques.

A parte inicial do desenvolvimento do estudo ocorreu com o cruzamento da camada geoespacial dos parques com as outras camadas necessárias ao cálculo das variáveis. A ferramenta QGIS foi utilizada para realizar uma sequência de intersecções entre essas camadas. A cada iteração, obtinha-se uma nova camada resultante, que servia de insumo para o próximo cruzamento de dados.

Para as variáveis escalares (numéricas), após obtido o seu valor foi realizada a normalização, a fim de permitir a comparação relativa com o restante do conjunto de valores da mesma variável nos demais parques. Para tanto utilizou-se a técnica **min-max**, que transforma os valores originais para uma escala padronizada entre 0 e 1. Essa transformação é dada pela Equação (3-3):

$$q' = \frac{q - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}} \quad (3-3)$$

em que:

- q representa um valor original da variável;
- $q_{\min}$ é o menor valor da variável no conjunto de dados;
- $q_{\max}$ é o maior valor da mesma variável no conjunto de dados;
- q' é o valor normalizado.

Essa técnica é amplamente utilizada em análises comparativas para evitar a influência de diferentes magnitudes entre variáveis, conforme recomendado por Han, Kamber e Pei (2012).

Cobertura vegetal - Essa variável representa o percentual da área do parque que conta com a cobertura de algum tipo de vegetação. A variável foi escolhida pelo fato de que a presença de vegetação no parque representa uma importante característica ambiental naquele espaço. Ademais, a existência de árvores, por exemplo, ainda que de pequeno porte, proporciona melhor conforto térmico para os frequentadores, que podem usufruir de suas sombras, além de tornar o local mais atrativo visualmente.

Para o cálculo de seu valor, a camada de cobertura do solo (Figura 12(a)), disponibilizado pelo MapBiomias (coleção 9 - ano 2023), teve seu sistema de medidas compatibilizado com a camada dos parques, para então fazer a intersecção entre elas. Desse modo, foi possível calcular a área do parque para cada tipo de cobertura.

Para o presente estudo foi considerado como cobertura vegetal aqueles usos e cobertura integrantes dos grupos Floresta e Vegetação Herbácea e Arbustiva, conforme os códigos das classes da legenda da Coleção 9 do MapBiomias Brasil. Assim, foram utilizados os tipos Formação Florestal; Formação Savânica; Campo Alagado e Área Pantanosa.

O percentual da área de cobertura vegetal foi calculado do seguinte modo:

$$\text{percentual_cobertura_vegetal} = \frac{\text{area_cobertura_vegetal}}{\text{area_total_polígono}} \times 100$$

onde, para cada parque, a área de cobertura vegetal resultou da soma das áreas de cada tipo dos tipos retro elencados. Considerando que os valores calculados variam de zero a cem (porcento), não foi necessário a normalização dos valores dessa variável.

Nascentes - Essa variável indica a quantidade de nascentes identificadas dentro do perímetro de cada parque, calculada por meio da contagem de pontos no QGIS. A variável foi normalizada conforme a técnica **min-max**.

Cursos d'água - A variável curso d'água mostra se a unidade é cortada por algum corpo de água. Cursos d'água são canais naturais ou artificiais por onde a água flui

de maneira contínua ou intermitente, do ponto mais alto para o mais baixo, devido à ação da gravidade, podendo ser rios, riachos, córregos, ribeirões e canais. Os valores dessa variável são zero ou um, indicando respectivamente a ausência ou presença de curso d'água.

Massas d'água - Massa d'água é um termo amplo que se refere a qualquer acúmulo ou corpo de água, independentemente de haver fluxo ou não. Inclui, dentre outros, lagos, lagoas, reservatórios. A principal diferença em relação ao curso d'água está no movimento da água: cursos d'água apresentam fluxo direcional definido, enquanto massas d'água podem ser estáticas ou ter movimentos multidirecionais.

No estudo, a detecção de massas d'água serviu para identificar se o parque tem algum lago em seu interior, seja natural ou artificial. A variável somou a quantidade de lagos identificados, normalizando os valores apurados. A Figura 12(b) mostra as camadas de dados dos três tipos de hidrografia considerados para o estudo.

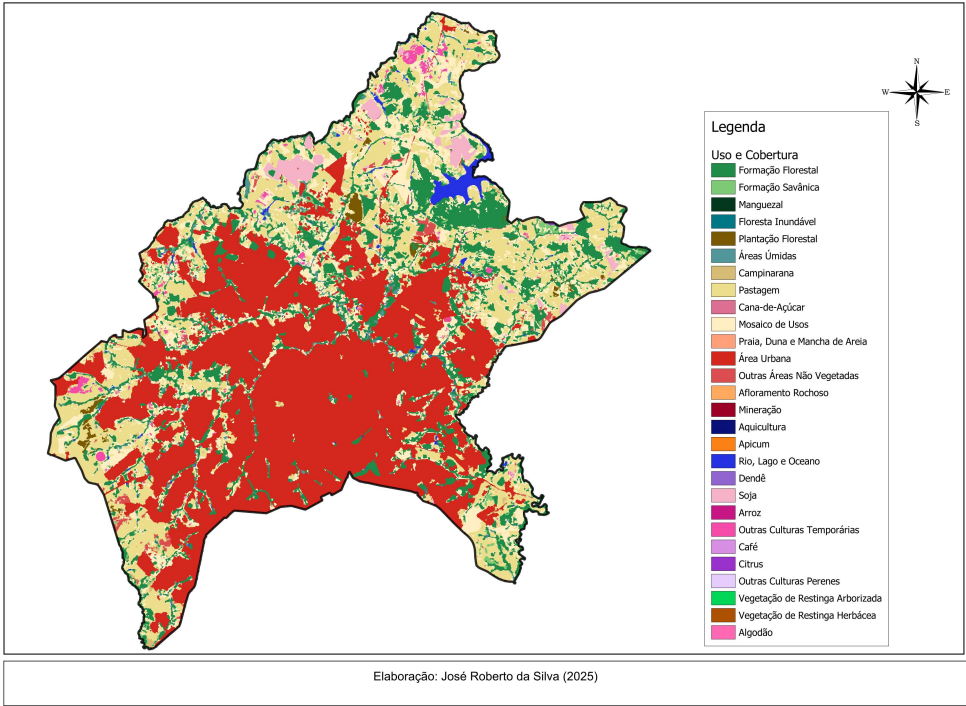
Ocorrência de fogo - A avaliação da ocorrência de fogo nessas unidades mostra um importante aspecto do ponto de vista da conservação ambiental. Os ecossistemas terrestres apresentam diferentes relações evolutivas com o fogo. Ecossistemas pirofíticos, como o Cerrado e campos savânicos, evoluíram em condições que favoreceram incêndios naturais, principalmente devido à combinação de gramíneas contínuas e sazonalidade climática bem definida.

Nestes ambientes, a biota desenvolveu adaptações ao fogo, tornando-se dependente dele para manutenção da saúde do ecossistema. Em contraste, ecossistemas sensíveis ao fogo, como florestas tropicais úmidas e matas ciliares, não possuem histórico evolutivo com incêndios naturais. Quando submetidos ao fogo, sofrem impactos severos na vegetação arbórea adulta e na estrutura da comunidade, com longos períodos de recuperação que podem se estender por séculos (Moura *et al.*, 2023).

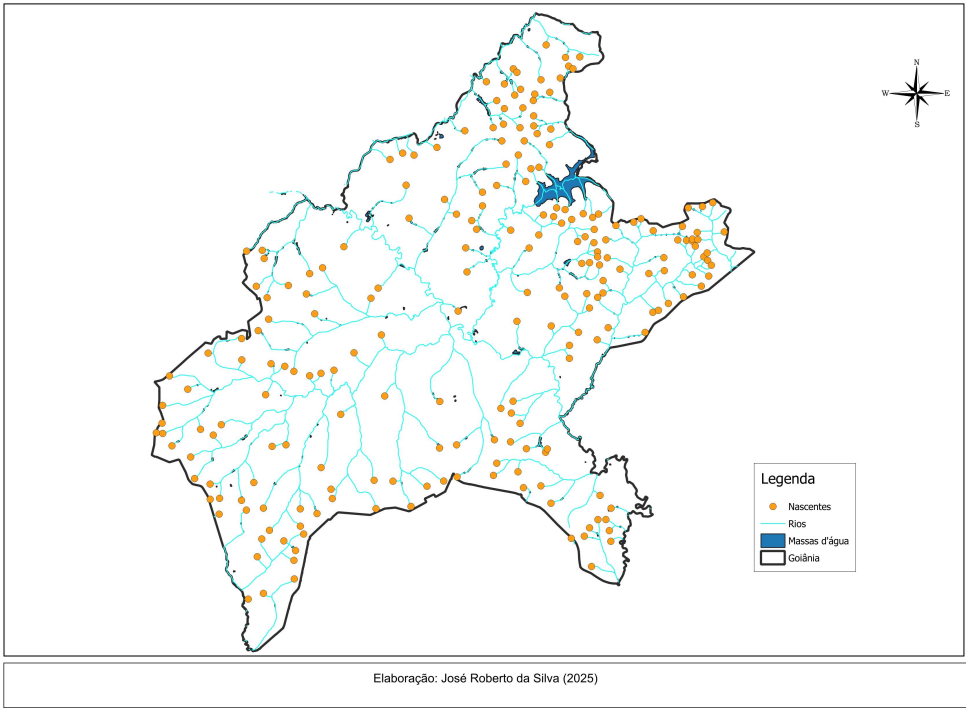
No contexto dos parques, notadamente na abordagem de interesse desse estudo, o fogo é tido como elemento danoso, haja vista o potencial de provocar a destruição tanto da fauna quanto da flora atingidos. Ao realizar seu estudo sobre fogo nas savanas, Feitosa Júnior *et al.* (2024) destacam que a ampliação da presença humana e a intensificação dos episódios de seca extrema ao redor do mundo fizeram com que o fogo passasse a ser visto de maneira prejudicial.

Ademais, o fato de os parques estarem inseridos no contexto urbano, o fogo ali manifestado representa ainda fator de risco para os cidadãos e toda a infraestrutura ao seu redor, além de eventualmente comprometer a qualidade do ar.

Figura 12 – Camadas de dados ambientais



(a) *Uso e cobertura do solo*



(b) *Hidrologia*

Fonte: Elaborado pelo autor.

No presente estudo foram utilizados os dados anuais de áreas queimadas, do Mapbiomas, para determinar a ocorrência de fogo. No cruzamento dos dados de fogo com os parques, restou registrada o menor ano de ocorrência de fogo em 1986, e o mais recente em 2007.

Foi realizada uma normalização dentre os anos de ocorrência, de modo que quanto mais recente a ocorrência, maior o valor da variável. A não ocorrência de fogo determina o valor da variável em 0 (zero). Já naqueles onde houveram registros, foi aplicada seguinte regra de normalização:

$$\text{fogo_normalizado} = \frac{(\text{ano_fogo_mais_recente} - 1985)}{(2007 - 1985)}$$

Logo, a variável respectiva recebeu valores normalizados no intervalo de 0 até 1.

Ocupação irregular - A ocupação irregular diz respeito à situação em que pessoas se estabelecem ou constroem estruturas dentro de áreas designadas como parques públicos, ou áreas de conservação ambiental, sem autorização legal. Sua ocorrência materializa uma grave questão fundiária que carece de atenção do gestor público.

A ocupação irregular ocorre quando pessoas ou grupos ocupam áreas de forma ilegal, sem autorização ou em desacordo com a legislação vigente (Ramos, 2024). Estas ocupações podem ocorrer de diversas formas, como por exemplo: construção de moradias em áreas de parques; estabelecimento de comércio não autorizado; uso da área para atividades agrícolas sem permissão; invasão de áreas protegidas para extração de recursos naturais.

Não obstante as questões sociais envolvidas, a ocupação irregular de parques causa diversos problemas, tais como a degradação ambiental da área protegida; o comprometimento da fauna e flora locais; alteração do equilíbrio ecológico; riscos para os próprios ocupantes, quando a área apresenta condições inseguras, além de impactos negativos na infraestrutura pública.

Os dados de ocupações irregulares utilizados no estudo são aqueles constantes na pesquisa de Ramos (2024), os quais mostraram que em seis dos parques aqui analisados continham a presença de ocupação irregular.

Plano de manejo - O plano de manejo é um documento técnico que estabelece o zoneamento e as normas que devem regular o uso da área e o manejo dos recursos naturais de uma unidade de conservação, incluindo a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (BRASIL, 2000). É um instrumento fundamental para a gestão adequada de áreas protegidas.

De acordo com a referida lei federal, cada unidade de conservação necessita contar com um plano de manejo abrangente, que alcance não apenas a área delimitada da UC, mas também inclua sua zona de amortecimento (ZA) e eventuais corredores ecológicos associados. Devem ainda conter medidas integradoras dessas unidades com a vida econômica e social.

O Decreto N° 4.340, de 22 de agosto de 2002, que regulamenta artigos da Lei N° 9.985/2000, estabelece que os limites da UC de uso sustentável, em relação ao subsolo e ao espaço aéreo, são estabelecidos no Plano de Manejo. O plano de manejo deve ser elaborado pelo órgão gestor

Conforme descrito nos documentos elaborados pelo ente gestor municipal, o plano de manejo é um documento técnico que visa estabelecer objetivos gerais e específicos para a gestão eficaz de uma Unidade de Conservação, a partir do levantamento dos seus recursos naturais e dos aspectos socioeconômicos que influenciam em sua preservação/conservação.

Mediante solicitação prévia junto à AMMA, foi recebido daquele órgão o plano de manejo de apenas oito dos parques estudados, sendo eles: Parque Taquaral, Bosque Bougainville, Bosque dos Buritis, Jardim Botânico, Parque Areião, Parque Vaca Brava, Parque Municipal Curitiba e Parque Flamboyant.

Portanto, a variável relativa ao plano de manejo das unidades ficou estabelecida com valor um para estas unidades, sendo atribuído o valor zero para as demais.

As variáveis de infraestrutura visam aferir a presença de atributos dos parques, os quais podem influenciar na disposição dos usuários para a visitação do parque. Os dados para essas variáveis foram trazidas do estudo de Ramos (2024).

Pistas (caminhada, ciclismo e skate) - A existência dos variados tipos de pista mostra a diversidade de opções ofertadas aos frequentadores. Dessa forma, entende-se que um maior número de opções tem o potencial de atrair um maior número de usuários, visto que é capaz de satisfazer a diferentes tipos de gosto por modalidades esportivas.

A prática de esportes é sem dúvida um dos grandes atrativos de usuários dos parques, e a prática de caminhada ou corrida é um dos mais elementares, uma vez que não exige o uso de equipamentos ou vestimentas especializados, podendo ainda ser praticado de forma individual. A prática do skate, apesar de ser aconselhável o uso de equipamentos de proteção, pode ser realizada requerendo do praticante apenas o próprio skate.

A variável respectiva foi alimentada com a soma dos tipos de pistas (caminhada, ciclismo, skate) presentes em cada parque, determinando seu domínio

de valores na faixa de 0 até 3. O valor da variável foi normalizado pelo método min-max.

Quadra poliesportiva, campo de futebol - Estes dois atributos também dizem respeito à prática de esportes. Da mesma maneira que a variável anterior, nossa abordagem considera que será mais atrativo ao usuário uma maior gama de opções, neste caso para visando atender à prática coletiva. A presença de quadra poliesportiva é capaz de atender à prática de mais de uma modalidade, às quais se ampliam ainda mais com a existência do campo de futebol.

A variável, assim, teve seu domínio de valores estabelecido na faixa de 0 a 2. O valor zero representa não haver nenhum dos atributos no parque, enquanto o valor 1 indica haver naquele parque apenas um dos atributos. Já o valor 2 mostra que o parque possui tanto a quadra poliesportiva quanto o campo de futebol. O valor da variável foi normalizado pelo método min-max.

Playground infantil - Os parquinhos infantis oferecem opção para que os pais possam levar as crianças de menor idade para brincar ao ar livre. Além de ser um motivador para que os adultos busquem frequentar o parque, o contato da criança desde cedo com esta, quando na sua fase de vida jovem e adulta, continue a frequentar este tipo de ambiente de lazer e esportes.

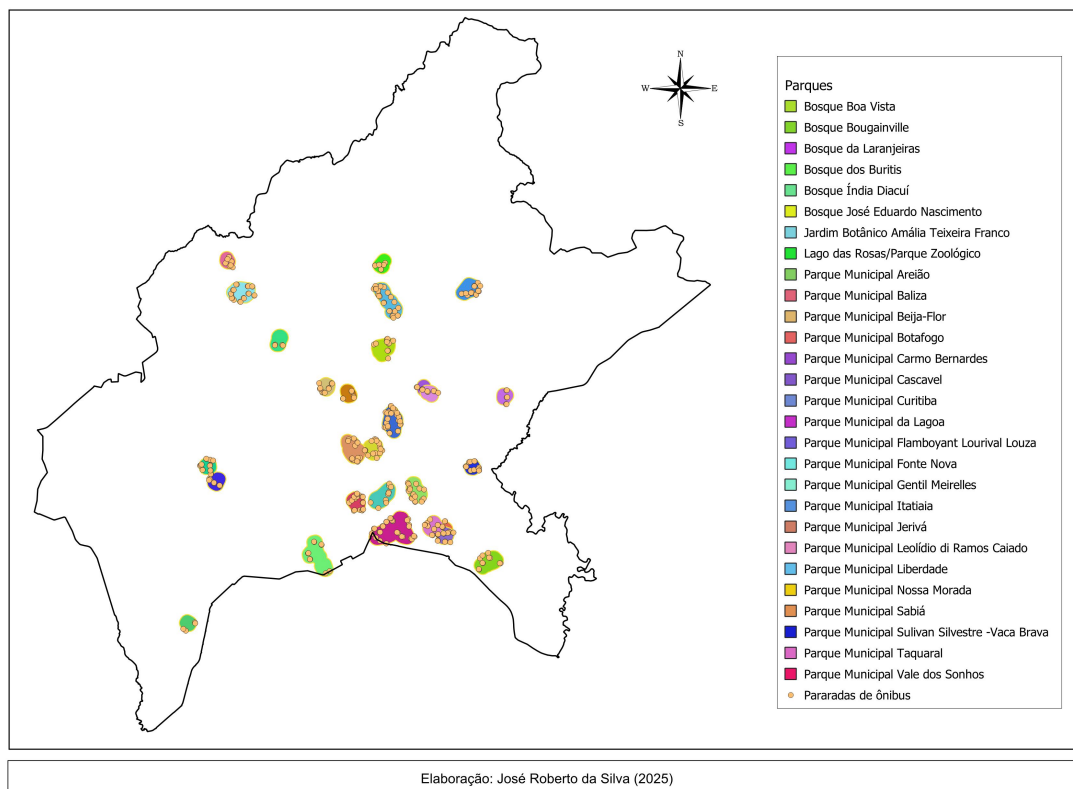
Neste contexto, importante observar a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe da norma NBR 16071, que é uma série de normas técnicas que aborda diversos aspectos relacionados à segurança de playgrounds (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012). O normativo inclui requisitos de segurança, métodos de ensaio, instalação, inspeção e manutenção. Esta norma deveria ser de observância para os gestores dos parques municipais, contudo não foi identificada nenhuma referência à mesma no conjunto de documentos analisados neste estudo.

A variável respectiva recebeu o valor 1 naqueles parques que contam com este equipamento público. A ausência dessa estrutura foi representada pelo valor zero.

Proximidade do transporte público - O transporte público é um importante elemento de caráter social a ser considerado no estudo dos parques. Isso porque, para muitas pessoas, este será o meio utilizado para se deslocar até o parque (Nicholls, 2001). É bem verdade que, em se tratando de parques inseridos na área urbana de grandes cidades, o maior grupo de seus frequentadores serão aqueles que residem nas proximidades (Chiesura, 2004).

A rede de paradas de ônibus do transporte coletivo de Goiânia está configurada conforme a Figura 13.

Figura 13 – *Pontos de ônibus*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Nicolai *et al.* (1987), a localização dos pontos de ônibus devem representar um atrativo aos passageiros, sendo um dos elementos necessários a essa atratividade o espaçamento adequado entre as paradas. A distância máxima entre as paradas de ônibus em linhas de transporte coletivo urbano não está fixada em normativos de observância geral, sendo normalmente elemento de regulamentação regionalizada ou ainda em regulamentos operacionais e contratos de concessão do poder público.

Em algumas localidades, como no estado do Paraná, há a recomendação de que os pontos de ônibus estejam a uma distância máxima de 300m a 400m um do outro, nas áreas centrais. Nas áreas intermediárias a distância aceitável é de 400m a 600m, podendo atingir de 600m a 800m nas áreas periféricas das cidades (Andrade *et al.*, 2004).

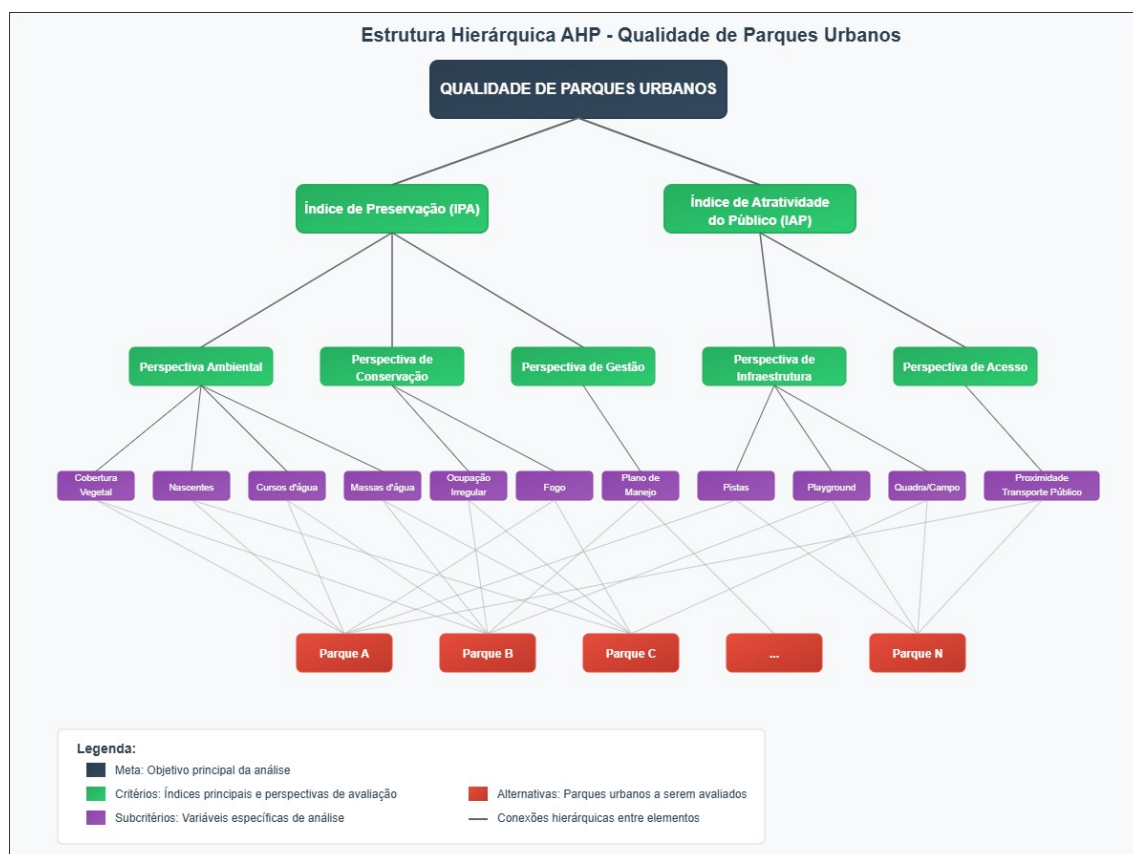
Neste estudo, foi adotada a distância máxima de 400 metros do perímetro do parque para a detecção de paradas de ônibus nas imediações. Dessa forma, a existência de parada de ônibus nesse raio de alcance foi considerado um item de acesso público positivo.

O processamento dos dados mostrou que todos os parques estudados possuíam paradas de ônibus nesse buffer de 400 metros, sendo detectados o mínimo de quatro paradas em alguns parques e o máximo de 29 paradas em outro.

3.4.3 Cálculo dos Pesos AHP

A estruturação dos níveis da pesquisa, considerando o fluxograma proposto por Saaty (1980) é mostrada na Figura 14. Para o estabelecimento do peso de cada grupo de variável, bem como das variáveis individualizadas, foi realizada a avaliação par a par dos grupos de variáveis e, na sequência, para o conjunto de variáveis em cada grupo. Os graus de importância relativa seguiram as definições da escala de Saaty (1980).

Figura 14 – Estrutura Hierárquica AHP



Comparação pareada dos grupos - A matriz de comparação dos grupos integrantes do índice de preservação é mostrada na tabela 5, enquanto que a matriz dos grupos integrantes do índice de atratividade é apresentada na tabela 6.

Na comparação pareada dos grupos que integram o índice de preservação, foi considerado que a perspectiva ambiental é cinco vezes mais importante que

Tabela 5 – *Matriz de Comparação - índice de preservação*

	Perspectiva Ambiental	Perspectiva de Conservação	Perspectiva de Gestão
Perspectiva Ambiental	1	5	3
Perspectiva de Conservação	1/5	1	1/3
Perspectiva de Gestão	1/3	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

a perspectiva de conservação, e três vezes mais importante que a perspectiva de gestão. Já a perspectiva de gestão foi considerada três vezes mais importante que a perspectiva de conservação.

Tabela 6 – *Matriz de comparação - índice de atratividade*

	Infraestrutura	Acesso Facilitado
Infraestrutura	1	7
Acesso Facilitado	1/7	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por sua vez, entre os grupos que compõem o índice de atratividade, o estudo considerou os atributos de infraestrutura como mais relevantes em relação ao acesso facilitado, com um nível de importância sete vezes maior.

Comparação pareada das variáveis - Do mesmo modo, foi realizada a comparação par a par entre as variáveis de cada grupo de atributos, estabelecendo a relação de importância entre elas. Conforme estabelecido, as comparações de importâncias relativas foram realizadas separadamente para cada conjunto de variáveis pertencentes a cada grupo. Dessa forma, restou preservada a coerência ao se comparar entre si somente variáveis de um mesmo contexto de significado.

Por se tratarem de grupos com um único elemento, aquelas variáveis pertencentes à perspectiva de gestão e perspectiva de acesso facilitado dispensaram a avaliação de importância relativa.

A matriz de comparação das variáveis de aspecto ambiental é mostrada na tabela 7. Observa-se ali que a presença de nascentes foi considerada três vezes mais importante que a cobertura vegetal e a presença de lagos, e sete vezes mais importante que a presença de cursos d'água. Essa valoração visou destacar a relevância e a preciosidade deste elemento da natureza, já apontado como um recurso natural de altíssimo valor econômico, estratégico e social (Gomes, 2011).

A cobertura vegetal foi o segundo elemento mais importante no grupo. Tal consideração está ligada à característica de refúgio ambiental muitas vezes buscadas pelos frequentadores dos parques (Sadeghian e Vardanyan, 2013).

A respeito da perspectiva de conservação, a ocupação irregular foi representada com um grau de importância cinco em relação à ocorrência de fogo. Desse modo, buscou apontar um alto nível de atenção dos gestores para esse fenômeno, considerando que é uma situação que vai se instalando aos poucos, sendo mais fácil de se observar e combater que as causas dos incêndios, que são efêmeras e muitas vezes naturais.

Já nos elementos da perspectiva de infraestrutura, optou-se por leve preponderância para a existência conjugada de pistas de corrida, ciclismo e skate, que teve grau de importância três em relação à existência de playground e quadra/campo.

Tabela 7 – *Importâncias relativas - variáveis ambientais*

	Cobertura vegetal	Nascentes	Curso d'água	Massas d'água (Lagos)
Cobertura vegetal	1	1/3	3	3
Nascentes	3	1	7	3
Curso d'água	1/3	1/7	1	1
Massas d'água (Lagos)	1/3	1/3	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 – *Importâncias relativas - variáveis de conservação*

	Ocupação irregular	Fogo
Ocupação irregular	1	5
Fogo	1/5	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – *Importâncias relativas - variáveis de infraestrutura*

	Pistas	Playground	Quadra+campo
Pistas	1	3	3
Playground	1/3	1	1
Quadra+campo	1/3	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.4 Cálculo da pontuação dos parques

A pontuação máxima possível para cada parque foi estabelecida em 10 pontos. O cálculo da pontuação final seguiu um procedimento hierárquico estruturado em quatro etapas sequenciais, conforme descrito a seguir:

1. Cálculo do valor bruto de cada grupo (perspectiva):

O valor bruto de cada perspectiva foi obtido através da soma ponderada dos valores das variáveis que a compõem, conforme a Equação (3-4):

$$P_{bruta,g} = \sum_{i=1}^n (V_i \times W_i) \quad (3-4)$$

onde $P_{bruta,g}$ representa a pontuação bruta do grupo g , V_i é o valor da variável i , W_i é o peso da variável i , e n é o número total de variáveis no grupo.

2. Cálculo da pontuação ponderada do grupo (perspectiva):

A pontuação ponderada de cada grupo foi calculada multiplicando-se a pontuação bruta pelo peso atribuído ao respectivo grupo, conforme a Equação (3-5):

$$P_{ponderada,g} = P_{bruta,g} \times W_g \quad (3-5)$$

onde $P_{ponderada,g}$ é a pontuação ponderada do grupo g e W_g é o peso do grupo g .

3. Cálculo da pontuação do índice avaliativo:

A pontuação de cada índice (preservação ou atratividade) foi obtida através da soma das pontuações ponderadas de todos os grupos que o compõem, conforme a Equação (3-6):

$$P_{indice} = \sum_{g=1}^m P_{ponderada,g} \quad (3-6)$$

onde P_{indice} representa a pontuação do índice e m é o número de grupos que compõem o índice.

4. Cálculo da pontuação final do parque:

A pontuação final de cada parque foi determinada pela média aritmética dos índices de preservação e atratividade, conforme a Equação (3-7):

$$P_{final} = \frac{\sum_{j=1}^k P_{indice,j}}{k} \quad (3-7)$$

onde P_{final} é a pontuação final do parque, $P_{indice,j}$ é a pontuação do índice j , e k é o número total de índices considerados na avaliação.

Especificamente para o estudo de caso, onde foram considerados os dois índices (preservação e atratividade) com peso de 50%, a pontuação final foi assim

calculada (Equação (3-8)):

$$Pontuação_{parque} = \frac{Índice_preservação_{pontos} + Índice_atratividade_{pontos}}{2} \quad (3-8)$$

Este procedimento metodológico assegura que a avaliação final de cada parque considere adequadamente a importância relativa de cada variável e perspectiva, conforme estabelecido através do método AHP.

3.5 Resultados

A aplicação do método AHP aos diferentes grupos e suas variáveis, considerando-se as importâncias relativas estabelecidas, resultou nos pesos apresentados na Figura 15.

Validação da consistência das avaliações

A consistência das avaliações (CR) de todas as comparações apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando a coerência das avaliações pareadas e assegurando a qualidade da análise. Segundo a metodologia AHP, o limite recomendado para essa medida é um valor abaixo de 10%, aumentando a confiabilidade à medida que o valor se aproxima de zero.

A consistência das importâncias relativas entre os grupos do índice de preservação foi calculada em 3,7%, enquanto a consistência entre os grupos do índice de atratividade obteve consistência máxima (valor igual a zero). Nas comparações entre as variáveis de cada grupo, obteve-se o valor de 3,7% (0,37) para a taxa de consistência do grupo ambiental e de conservação.

Para as variáveis de infraestrutura, a taxa de consistência também apresentou consistência máxima. Já para as variáveis de gestão e de acesso facilitado, estas dispensaram a avaliação de importância relativa por serem grupos de um único elemento. Assim, as consistências obtidas confirmam o avanço da avaliação nos moldes propostos.

Aplicação do modelo e *ranking* dos parques

Os pesos AHP dos grupos de variáveis, detalhados na Figura 16, foram aplicados ao conjunto de dados dos parques. Foram avaliados os 28 parques e bosques do conjunto de dados, envolvendo as 11 variáveis distribuídas nos cinco aspectos (critérios) de análise.

Calculadas as pontuações sobre o conjunto de dados, constatou-se que dos 28 parques analisados, apenas sete (25,0%) apresentaram pontuação acima de três pontos. A nota média foi 4,39 pontos, enquanto a maior nota foi estabelecida em

Figura 15 – Matrizes do Cálculo AHP

Índice de Preservação					CR: 0.037 Excelente
	A. Perspectiva Ambiental	B. Perspectiva de Conservação	C. Perspectiva de Gestão	Peso	
A. Perspectiva Ambiental	1	5	3	63.70%	
B. Perspectiva de Conservação	1/5	1	1/3	10.47%	
C. Perspectiva de Gestão	1/3	3	1	25.83%	

Índice de Atratividade				CR: 0.000 Excelente
	D. Perspectiva de Infraestrutura	E. Perspectiva de Acesso Facilitado	Peso	
D. Perspectiva de Infraestrutura	1	7	87.50%	
E. Perspectiva de Acesso Facilitado	1/7	1	12.50%	

(a) cálculo para os Grupos

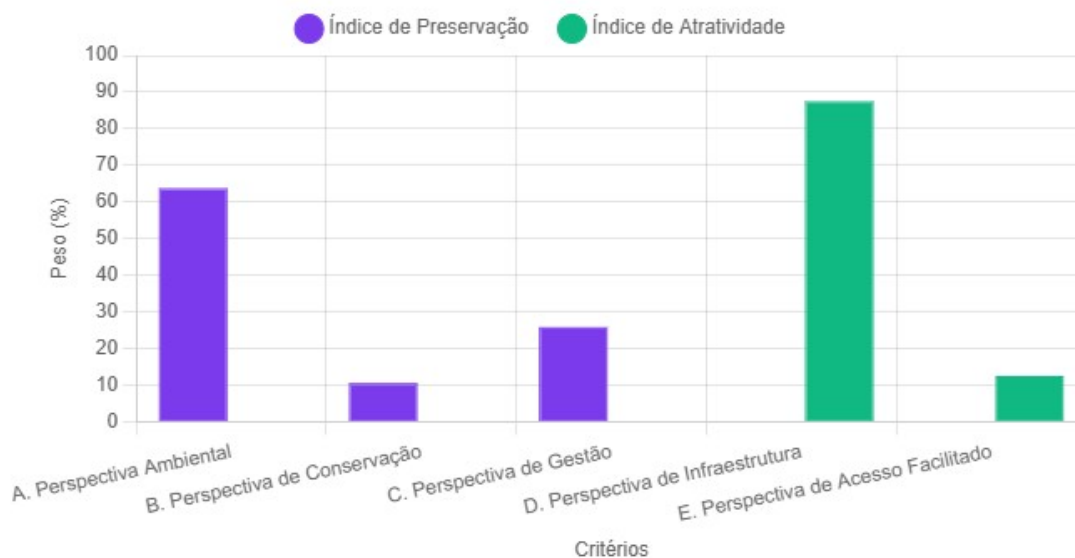
A. Perspectiva Ambiental						CR: 0.047 Excelente
	Cobertura vegetal	Nascentes	Curso d'água	Massas d'água (Lagos)	Peso	
Cobertura vegetal	1	1/3	3	3	25.15%	
Nascentes	3	1	7	3	54.71%	
Curso d'água	1/3	1/7	1	1	8.80%	
Massas d'água (Lagos)	1/3	1/3	1	1	11.33%	

B. Perspectiva de Conservação				CR: 0.000 Excelente
	Ocupação irregular	Fogo	Peso	
Ocupação irregular	1	5	83.33%	
Fogo	1/5	1	16.67%	

D. Perspectiva de Infraestrutura					CR: 0.000 Excelente
	Pistas	Playground	Quadra + campo	Peso	
Pistas	1	3	3	60.00%	
Playground	1/3	1	1	20.00%	
Quadra + campo	1/3	1	1	20.00%	

(b) cálculo para as variáveis

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Pesos dos critérios

Fonte: Elaborado pelo autor.

8,17 pontos. A amplitude de variação foi de 6,46 pontos (mínimo = 1,71; máximo = 8,17), e o desvio padrão na ordem de 1,91 pontos

Análise da distribuição dos resultados

Os resultados revelaram que dezenove parques - equivalente a 67,9% - dos parques estão abaixo da média geral, evidenciando uma alta variabilidade no desempenho dos parques municipais. O coeficiente de variação⁵ de 43,6% confirma essa heterogeneidade na qualidade dos espaços avaliados.

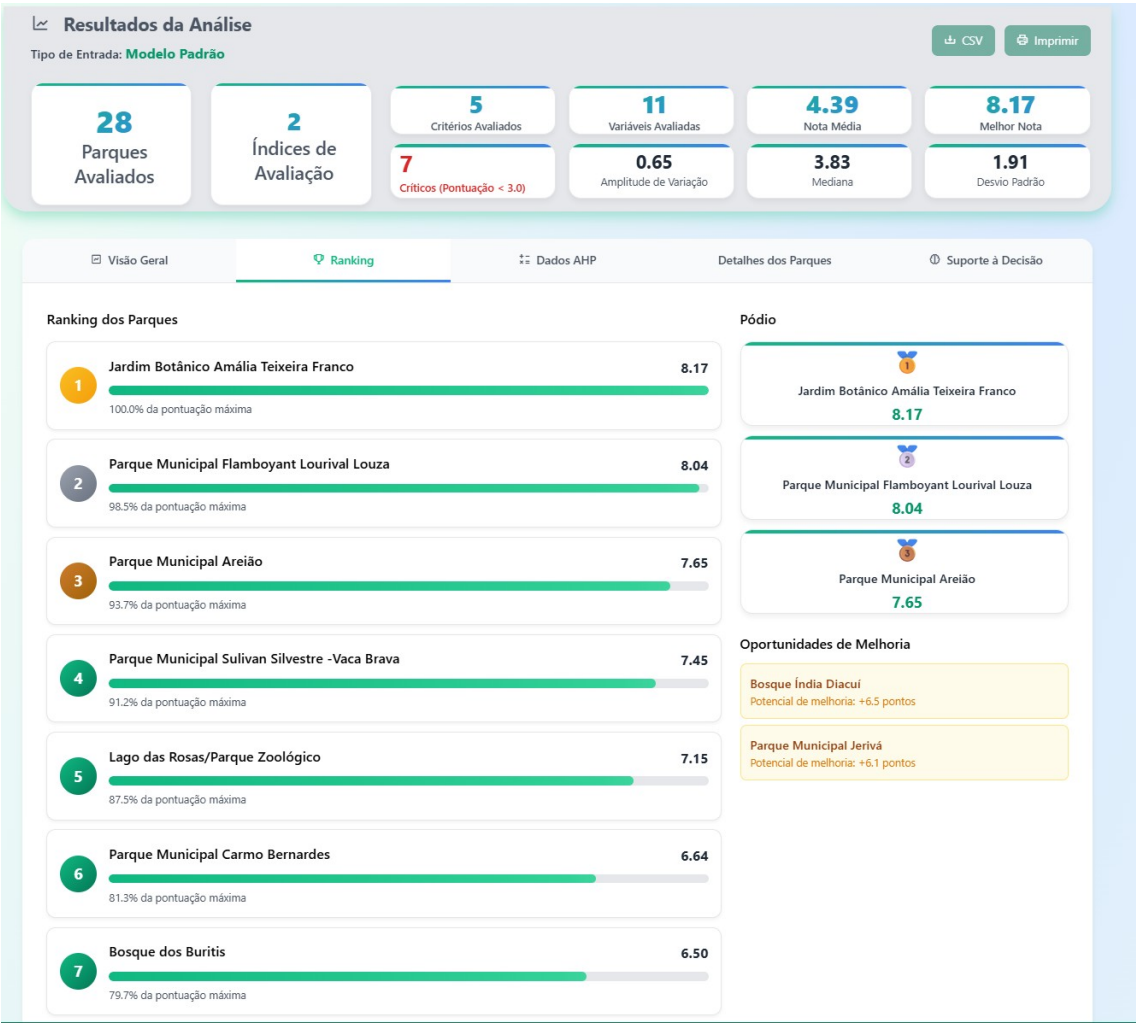
Desempenho dos parques

Uma visão geral da avaliação realizada no estudo de caso, com os principais indicadores estatísticos, é apresentada na Figura 17. Com base na pontuação obtida, os parques podem ser classificados em três categorias de qualidade:

- Qualidade superior (acima de 7,0 pontos): Jardim Botânico Amália Teixeira Franco (8,17 pontos), Parque Municipal Flamboyant Lourival Louza (8,04 pontos) e Parque Municipal Areião (7,65 pontos);
- Qualidade intermediária (entre 4,0 e 7,0 pontos): Parque Municipal Sullivan Silvestre - Vaca Brava (7,45 pontos), Lago das Rosas/Parque Zoológico (7,15 pontos), Parque Municipal Rosa Morada (6,50 pontos), Parque Municipal

⁵O coeficiente de variação (CV), dado pelo quociente entre o desvio padrão e a média, é uma medida estatística que expressa a dispersão relativa dos dados em relação à média, sendo útil para comparar a variabilidade entre conjuntos de dados com unidades ou médias diferentes.

Figura 17 – Visão Geral da Avaliação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Carmo Bernardes (6,50 pontos), Bosque dos Buritis (6,50 pontos) e Parque Municipal Gentil Meirelles (6,28 pontos);

- Qualidade inferior (abaixo de 4,0 pontos): Os demais 19 parques, com destaque negativo para os três piores colocados: Bosque Índia Diacuí (1,71 pontos), Parque Municipal Jerivá (2,06 pontos) e Bosque José Eduardo Nascimento (2,54 pontos).

A classificação completa dos parques avaliados, ordenados da maior para a menor nota, é mostrada na tabela 10.

Tabela 10 – Classificação dos Parques

Pos	Parque	Nota Final	Nota I.P.	Nota I.A.P.	Ambient.	Conserv.	Gestão	Infr.	Acesso
1	Jardim Botânico Amália Teixeira Franco	8,17	8,66	7,67	5,90613	0,17453	2,58300	6,41690	1,25000
2	Parque Municipal Flamboyant Lourival Louza	8,04	9,01	7,08	5,37585	1,04700	2,58300	5,83345	1,25000
3	Parque Municipal Areião	7,65	9,38	5,92	5,73562	1,04700	2,58300	4,66655	1,25000
4	Parque Municipal Sullivan Silvestre -Vaca Brava	7,45	8,97509	5,92	5,34090	1,04700	2,58300	4,66655	1,25000
5	Lago das Rosas/Parque Zoológico	7,15	6,62655	7,67	5,57955	0,17453	0,00000	6,41690	1,25000
6	Parque Municipal Carmo Bernardes	6,64	6,77246	6,50	5,73471	1,03775	0,00000	5,24983	1,25000
7	Bosque dos Buritis	6,34	3,34155	7,67	1,17155	1,04700	0,00000	6,41690	1,25000
8	Parque Municipal Botafogo	5,05	2,27515	8,83	1,10061	0,17453	0,00000	7,58328	1,25000
9	Bosque Boa Vista	4,41	2,71115	7,08	0,68248	1,02867	0,00000	5,83345	1,25000
10	Parque Municipal Taquaral	4,35	2,68074	3,00	2,55088	1,04268	0,00000	1,75000	1,25000
11	Parque Municipal Leolídio de Ramos Caiado	4,11	2,71811	6,50	0,68944	1,02867	0,00000	5,25018	1,25000
12	Parque Municipal Beija-Flor	3,93	2,93454	5,92	0,88754	1,04700	0,00000	4,66655	1,25000
13	Bosque Bougainville	3,88	1,77547	3,00	1,54701	1,04700	0,00000	1,75000	1,25000
14	Parque Municipal Fonte Nova	3,83	4,41464	1,25	5,37689	1,03775	0,00000	0,00000	1,25000
15	Parque Municipal Itatiaia	3,83	2,74053	5,92	0,69353	1,04700	0,00000	4,66690	1,25000
16	Parque Municipal Nossa Morada	3,83	1,49686	4,75	1,49686	1,04700	0,00000	3,49983	1,25000
17	Parque Municipal da Lagoa	3,54	1,57825	6,50	0,40372	0,17453	0,00000	5,24983	1,25000
18	Parque Municipal Sabiá	3,52	2,87293	1,25	4,78093	1,04700	0,00000	0,00000	1,25000
19	Parque Municipal Baliza	3,47	0,87715	4,75	0,85142	1,05623	0,00000	3,49983	1,25000
20	Parque Municipal Cascavel	3,21	3,32182	1,25	5,23455	0,08727	0,00000	0,00000	1,25000
21	Bosque da Laranjeiras	3,12	2,48982	4,75	1,31529	0,17453	0,00000	3,49983	1,25000
22	Parque Municipal Liberdade	2,98	1,80317	4,17	0,61717	1,04700	0,00000	2,91673	1,25000
23	Parque Municipal Vale dos Sonhos	2,76	2,52089	3,00	1,47389	1,04700	0,00000	1,74983	1,25000
24	Parque Municipal Curitiba	2,68	2,22982	1,25	1,47229	0,17453	0,00000	0,00000	1,25000
25	Parque Municipal Gentil Meirelles	2,64	2,35267	3,00	1,30567	1,04700	0,00000	1,74983	1,25000
26	Bosque José Eduardo Nascimento	2,54	2,07071	3,00	1,02371	1,04700	0,00000	1,75000	1,25000
27	Parque Municipal Jerivá	2,06	1,11268	3,00	0,06568	1,04700	0,00000	1,74983	1,25000
28	Bosque Índia Diacuí	2,68	1,17614	1,25	0,00000	1,04700	0,00000	0,00000	1,25000

Fonte: Elaborado pelo autor

Análise das oportunidades de melhoria

O *ranking* das cinco primeiras posições na avaliação é detalhado na Figura 17, que também identifica as principais oportunidades de melhoria para cada unidade. Observa-se que mesmo os parques mais bem avaliados apresentam aspectos passíveis de aprimoramento. É possível notar, ainda, que a maioria dos parques

apresentam pontuação inferior à média, sendo que apenas nove deles tiveram nota maior que a média de 4,40 pontos.

Análise da distribuição espacial dos resultados

Os resultados obtidos revelam padrões espaciais interessantes na distribuição da qualidade dos parques municipais de Goiânia. Observa-se que os parques com melhor avaliação estão concentrados em regiões específicas da cidade, sugerindo uma possível correlação com fatores socioeconômicos e de planejamento urbano. O Jardim Botânico Amália Teixeira Franco, com a maior pontuação (8,17 pontos), está localizado em área central consolidada, com boa infraestrutura urbana no entorno.

O segundo colocado na pontuação, Parque Municipal Flamboyant Lourival Louza (8,04 pontos), encontra-se em uma região considerada nobre, com grande adensamento e grande exploração recente pelo mercado imobiliário. A região ostenta um dos mais elevados valores do metro quadrado de construção na cidade, sendo o próprio parque um elemento potencializador da valorização dos imóveis da circunvizinhança.

Análise crítica dos pesos atribuídos

As importâncias relativas entre os critérios e subcritérios no estudo de caso foram atribuídas pelo pesquisador com base em análise qualitativa do contexto evidenciado na revisão de literatura. Nessa direção, a perspectiva ambiental recebeu maior peso (63,70%) por ser considerada, na visão do pesquisador, fundamental para a função ecológica dos parques urbanos, seguida pela perspectiva de gestão (25,83%) e conservação (10,47%) (Figura 15(a)).

Essa ponderação reflete a importância da preservação dos recursos naturais como função primária desses espaços, conforme estabelecido pela legislação ambiental brasileira.

Identificação de padrões nos resultados

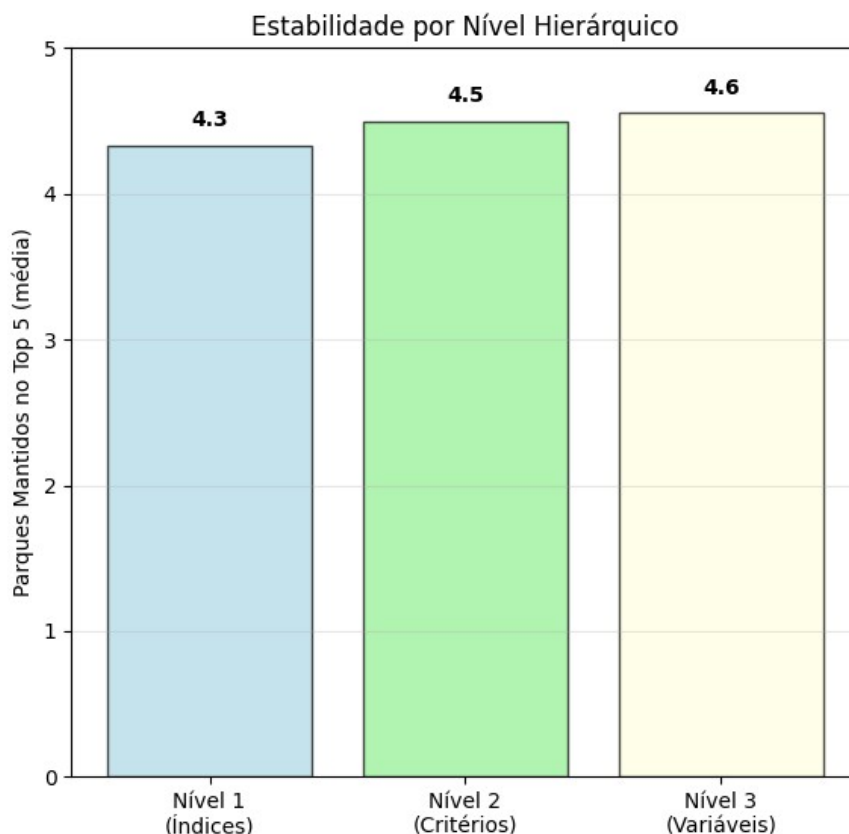
A análise dos dados mostra que parques com melhor infraestrutura e gestão mais eficiente tendem a apresentar também melhores condições ambientais. Isso sugere uma relação sinérgica entre investimento em infraestrutura e qualidade ambiental, contradizendo a visão de que essas dimensões são conflitantes.

3.5.1 Resultados da Análise de Sensibilidade Hierárquica

As simulações realizadas nos testes de sensibilidade mostraram estabilidade do *ranking* Top 5 para cada nível de análise, onde a relação dos 5 parques como melhor avaliação (*top 5*) praticamente se mantiveram em relação à avaliação do estudo de caso (Figura 18).

No teste de sensibilidade por nível hierárquico, foi possível identificar a estabilidade do *ranking* dos 5 parques como melhor avaliação (*top 5*) para cada nível de análise. A representação gráfica do fato é vista na Figura 18.

Figura 18 – Estabilidade por Nível Hierárquico

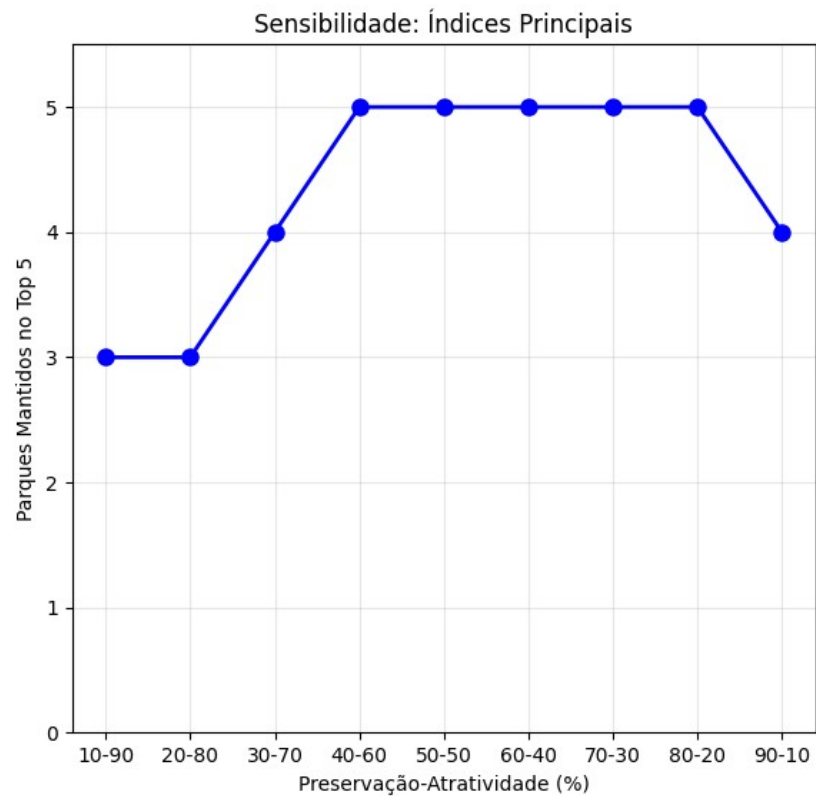
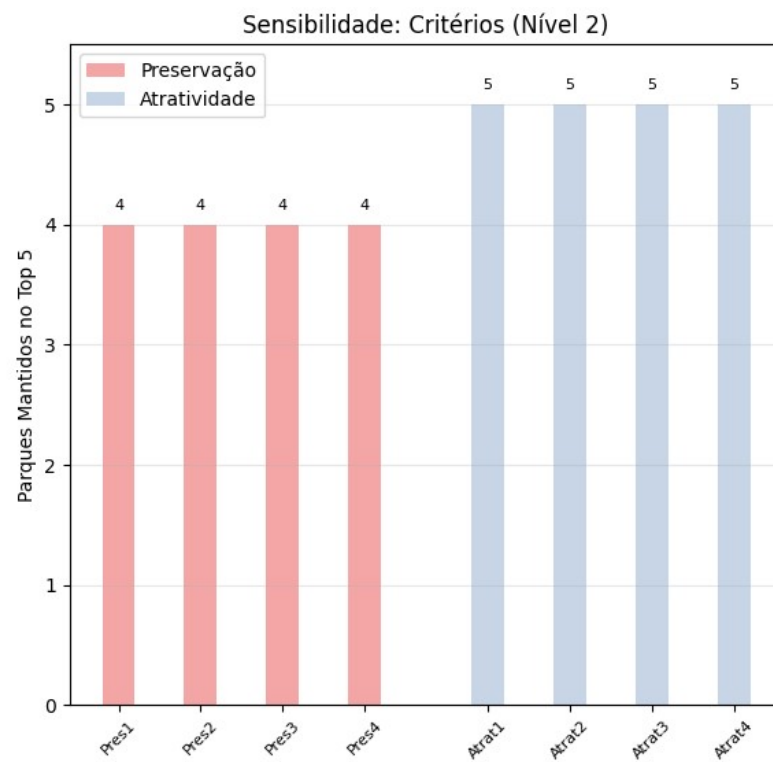


Na análise dos índices principais (nível 1), revela-se que o balanceamento entre os índices de Preservação e Atratividade apresenta alta estabilidade (figura 19). Nesta análise, em 5 dos 6 cenários testados, pelo menos 4 dos 5 parques do *ranking* original mantiveram-se no Top 5. O Jardim Botânico manteve a primeira posição em 4 dos 6 cenários, e valores (80%-20% ou 20%-80%) causaram reordenações, mas não alterações drásticas.

Nos critérios de nível 2 (Figura 20), quanto ao índice de preservação tivemos que Todos os 4 cenários de redistribuição mantiveram 4/5 parques no Top 5. Observa-se ainda uma estabilidade uniforme, não sendo afetada pela priorização de uma ou outra perspectiva.

Quanto aos índice de atratividade, em todos os 4 cenários foi mantido o top 5, mesmo com valores extremos (95%-5%).

Na análise de sensibilidade do nível 3, envolvendo as 11 variáveis do estudo, foi possível identificar diferentes graus de sensibilidade:

Figura 19 – *Sensibilidade índices principais***Figura 20** – *Sensibilidade critérios nível 2*

Variáveis Ambientais

- **Nascentes e Curso d'água:** Mantiveram 5/5 parques no Top 5 quando priorizadas
- **Cobertura vegetal e Massas d'água:** Impacto moderado (4/5 mantidos)

Variáveis de Conservação

- **Ambas as variáveis** (ocupação irregular e fogo) mantiveram estabilidade perfeita (5/5)

Variáveis de Infraestrutura

- **Pistas:** Estabilidade perfeita (5/5 mantidos)
- **Playground e Quadra+campo:** Impacto moderado (4/5 mantidos cada)

Os valores obtidos nas análises de sensibilidade empregadas confirmam a adequação dos pesos estabelecidos, demonstrando a consistência do modelo.

Na aplicação da simulação Monte Carlo, as 1.000 iterações resultaram nas estatísticas dos parques top 5 apresentadas na tabela 11:

Tabela 11 – *Estatísticas Monte Carlo - Top 5 Parques*

Pos.	Parque	Estabilidade (%)	CV (%)
1º	Jardim Botânico Amália Teixeira Franco	100,0	6,8
2º	Parque Municipal Flamboyant Lourival Louza	100,0	7,2
3º	Parque Municipal Areião	100,0	7,5
4º	Parque Municipal Sullivan Silvestre	99,9	7,8
5º	Lago das Rosas/Parque Zoológico	97,9	8,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na referida análise, o coeficiente de variação médio: restou calculado em 7,4%, indicando baixa variabilidade, bem como houve estabilidade nos parques top 3 (100% das simulações).

3.6 Considerações

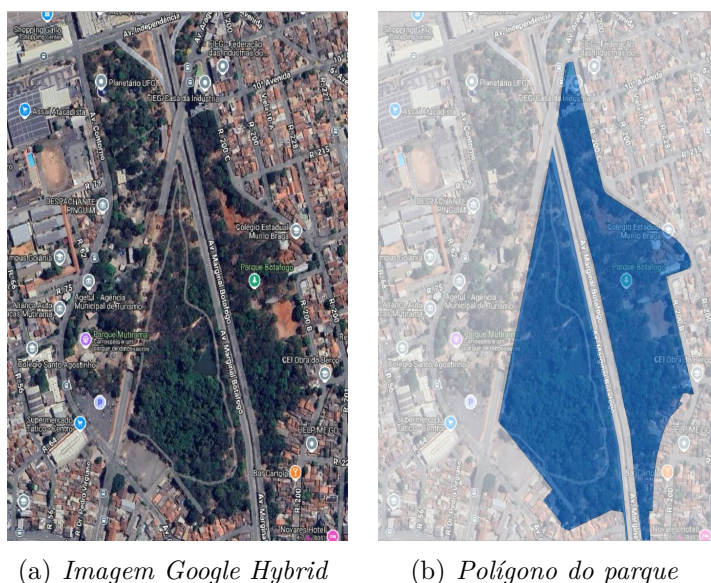
A aplicação do método AHP para análise da qualidade dos parques municipais de Goiânia demonstrou eficácia na estruturação de um problema complexo e multidimensional. O modelo desenvolvido permitiu integrar variáveis quantitativas e qualitativas numa avaliação sistemática, proporcionando uma visão abrangente da situação desses espaços na capital goiana.

Importante observar que quando se desenvolve um estudo geoespacial considerando múltiplas variáveis combinadas, é fundamental compreender que as conclusões são válidas para um determinado momento e localização específicos (Moura, 2007). Neste sentido, o método proposto encoraja e pode ser utilizado para a experimentação de diferentes cenários de análise, permitindo explorar diferentes quesitos e diferentes pesos para a elaboração da classificação.

Cada novo estudo demandará a seleção de um conjunto próprio de variáveis, sendo que a influência de cada uma delas no desfecho da análise dependerá das circunstâncias particulares do estudo em questão.

As conclusões do estudo estão diretamente relacionadas aos valores obtidos para as variáveis, os quais decorrem da qualidade dos dados originais trabalhados. A título de exemplo, vejamos um fato identificado em relação ao Parque Botafogo: Conforme se observa na Figura 21, visivelmente temos uma ampla cobertura vegetal (figura 21(a)) na parte do parque que fica à direita da avenida Marginal Botafogo (figura 21(b)).

Figura 21 – *Visões do Parque Botafogo*



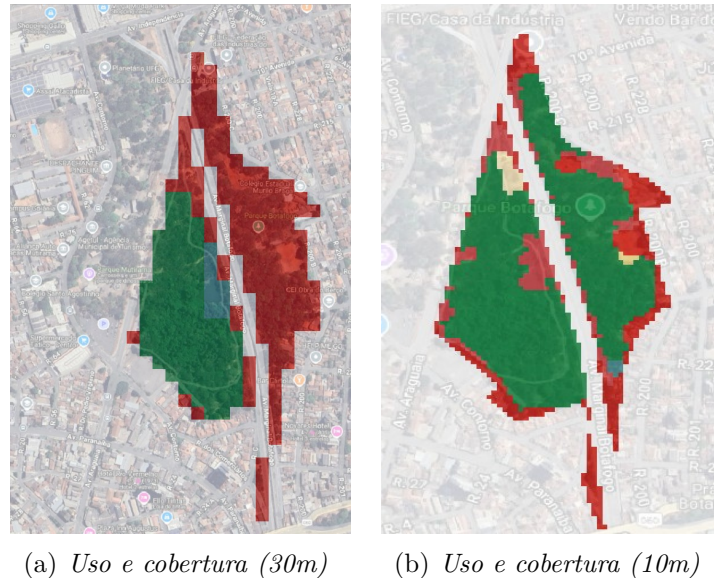
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 22(a) mostra o recorte do tipo de uso e cobertura do solo quando usados os dados da coleção 9 do MapBiomias ⁶, indicando que toda a parte à direita da avenida Marginal Botafogo não fora identificada como área vegetada (cor vermelha). O mesmo recorte foi feito usando os dados da Coleção 2 (beta) do

⁶utiliza as imagens do satélite Landsat, com resolução de 30 metros

MapBiomias 10 metros ⁷, indicando uma evidente melhoria na detecção (cor verde), conforme se observa na 22(b).

Figura 22 – *Uso e Cobertura do Parque Botafogo*



Fonte: Elaborado pelo autor.

A situação mostrada neste exemplo permite perceber o grande ganho de qualidade no estudo, propiciada pelo uso de dados com maior acurácia.

Limitações metodológicas

Uma limitação importante deste estudo refere-se à ausência de participação de especialistas na definição dos pesos relativos entre critérios. Os julgamentos de importância foram realizados exclusivamente pelo pesquisador, fundamentando-se na revisão de literatura e na experiência acadêmica acumulada. Embora esta abordagem assegure a coerência metodológica, a inclusão de um painel de especialistas em áreas como ecologia urbana, gestão ambiental e planejamento urbano poderia enriquecer substancialmente a análise e conferir maior robustez aos pesos atribuídos.

Não obstante o fato de que a aplicação do AHP pressuponha, em geral, a utilização do conhecimento de especialistas para a definição desses pesos, a atribuição das importâncias relativas pelo pesquisador não compromete os objetivos do estudo, tendo em vista sua proposta de apresentar um modelo de avaliação e ranqueamento, validando-o mediante estudo de caso. O modelo validado comporta diferentes valores de pesos, que se refletirão no ranqueamento dos parques, sem impactar a estrutura do modelo de avaliação propriamente dita.

⁷imagens do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 10 metros

Outra limitação metodológica relevante refere-se à estrutura hierárquica adotada, na qual alguns critérios são compostos por apenas um subcritério, como observado nos critérios 'gestão' e 'acesso facilitado'. Conforme destacado por Belton e Gear (1983) e reconhecido na literatura sobre limitações do AHP (Russo e Camanho, 2015), esta configuração pode gerar superdimensionalização da influência de uma única variável, especialmente quando se trata de variáveis binárias. A ausência de plano de manejo resulta automaticamente em baixo índice de preservação para o critério gestão, independentemente de outros aspectos gerenciais relevantes.

Esta limitação estrutural poderia ser mitigada através da decomposição de critérios unitários em múltiplos subcritérios ou pela transformação de variáveis binárias em escalas graduais. No entanto, tal reestruturação demandaria coleta adicional de dados, eventualmente indisponíveis, extrapolando o escopo do presente estudo. As limitações metodológicas identificadas não comprometem a validade do modelo desenvolvido, mas devem ser consideradas em futuras aplicações e refinamentos da metodologia.

3.7 Conclusões

O método AHP mostrou-se adequado para a avaliação multicritério de parques urbanos, permitindo a integração de variáveis quantitativas e qualitativas em um modelo matemático consistente. A estruturação hierárquica em três níveis (índices principais, aspectos específicos e variáveis) facilitou a decomposição do problema complexo de avaliação da qualidade dos parques em elementos mais manejáveis.

Dentre os principais achados aponta-se que a aplicação do modelo aos 28 parques municipais de Goiânia revelou uma significativa heterogeneidade na qualidade desses espaços. Apenas nove parques (32,1%) obtiveram pontuação superior à média geral (4,39 pontos), indicando a necessidade de investimentos direcionados para a melhoria das condições da maioria dessas unidades de conservação urbana.

Os resultados demonstram que a qualidade dos parques está diretamente relacionada à presença de cobertura vegetal preservada, adequada infraestrutura para visitação e gestão eficiente. A perspectiva ambiental, representada principalmente pela cobertura vegetal e controle de ocupações irregulares, emergiu como fator determinante na classificação final dos parques.

O modelo desenvolvido oferece uma ferramenta objetiva para gestores públicos priorizarem intervenções e investimentos nos parques municipais, sendo essa uma contribuição metodológica importante. A estrutura hierárquica permite

identificar especificamente quais aspectos necessitam de maior atenção em cada unidade, facilitando a elaboração de planos de manejo direcionados.

A utilização de geotecnologias para obtenção de dados ambientais (cobertura vegetal, hidrografia, ocorrência de fogo) conferiu maior precisão e objetividade à avaliação, reduzindo a subjetividade inerente aos métodos tradicionais de avaliação de áreas verdes urbanas.

A principal limitação deste estudo refere-se à definição dos pesos relativos entre critérios realizada exclusivamente pelo pesquisador, sem a participação de especialistas externos. Recomenda-se que futuras aplicações do modelo incluam a consulta a especialistas em diferentes áreas (ecologia, gestão ambiental, planejamento urbano) através de métodos como Delphi ou grupos focais, para conferir maior robustez e legitimidade aos julgamentos de importância relativa.

Além disso, sugere-se a incorporação de variáveis relacionadas ao uso efetivo dos parques pela população, como frequência de visitação e satisfação dos usuários, além de elementos sócio-econômicos tanto dos frequentadores quanto dos habitantes da região em que o parque se encontra, para ampliar a compreensão sobre a qualidade desses espaços urbanos.

O método proposto pode ser replicado em outras cidades brasileiras, com adaptações necessárias às particularidades locais. A estrutura conceitual desenvolvida é suficientemente flexível para incorporar diferentes variáveis de acordo com as prioridades e disponibilidade de dados de cada contexto urbano.

Os resultados desta pesquisa fornecem subsídios técnicos para a elaboração de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade dos parques urbanos de Goiânia, contribuindo para o planejamento urbano sustentável e a qualidade de vida da população.

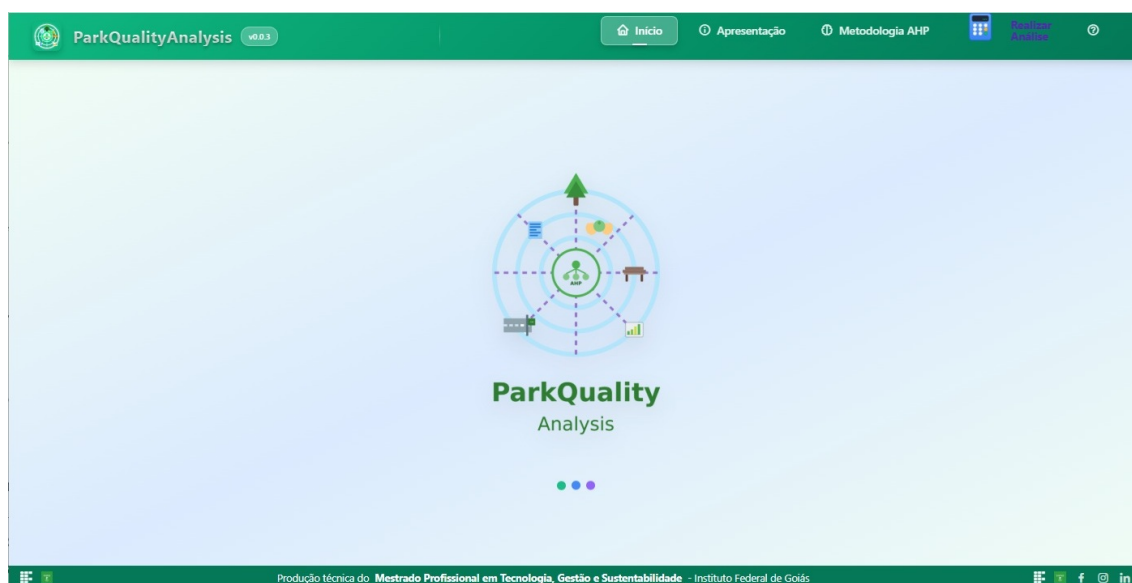
Produção Técnica

4.1 Introdução

O sistema de Avaliação de Parques, **ParkQualityAnalysis**, é uma ferramenta inovadora concebida e desenvolvida como produto técnico desta pesquisa de mestrado, materializando a aplicação prática da metodologia AHP na avaliação da qualidade de parques urbanos. O sistema representa uma ferramenta computacional que traduz conceitos teóricos multicritério em uma solução tecnológica acessível e funcional.

Conforme destacam Moura (2007) e Dean (2020), a implementação de métodos de análise multicritério em sistemas computacionais permite a estruturação de problemas complexos e a incorporação de múltiplas perspectivas de avaliação, fundamentais para a tomada de decisão em contextos urbanos.

O ParkQualityAnalysis está alinhado com esta perspectiva, oferecendo uma plataforma que combina rigor metodológico com facilidade de uso. O *software* implementa o método científico de avaliação multicritérios e multinível proposto na pesquisa, motivado pela necessidade de ferramentas que integrem aspectos ambientais, sociais e de infraestrutura na avaliação da qualidade dos parques urbanos. Esta necessidade se torna ainda mais evidente considerando que estes espaços são frequentemente geridos com recursos limitados, demandando priorização estratégica das intervenções.

Figura 23 – *ParkQualityAnalysis - tela principal*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar que tanto a técnica quanto o próprio *software* não estão restritos ao uso para avaliação de parques, podendo ambos serem empregados na tomada de decisão em qualquer contexto que envolva a ponderação de múltiplos elementos que influenciem na escolha da solução final.

Como produção técnica do programa de mestrado, o ParkQualityAnalysis materializa os princípios do Mestrado em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade - IFG (MTGS), que busca desenvolver tecnologias aplicadas para a promoção da sustentabilidade urbana e melhoria da qualidade de vida nas cidades goianas.

Do ponto de vista do impacto na sociedade, o sistema representa um avanço na integração entre pesquisa acadêmica e gestão pública, traduzindo conceitos teóricos em uma ferramenta prática para o aprimoramento dos espaços urbanos e contribuindo para a qualidade de vida nas cidades e a sustentabilidade ambiental.

4.2 Objetivos e Finalidade do Sistema

4.2.1 Objetivo Geral

O ParkQualityAnalysis tem como objetivo principal fornecer aos gestores públicos uma ferramenta científica de apoio à decisão para a avaliação sistemática da qualidade de parques urbanos, permitindo a priorização técnica de investimentos e a otimização de recursos em contextos de limitações orçamentárias.

4.2.2 Objetivos Específicos

O sistema busca implementar computacionalmente a metodologia AHP para análise multicritério de espaços verdes urbanos, permitindo a avaliação objetiva e comparativa da qualidade de múltiplos parques de uma municipalidade. Para tanto, o ParkQualityAnalysis foi desenvolvido para gerar rankings e relatórios técnicos que subsidiem a tomada de decisão gerencial, facilitando simultaneamente a identificação de pontos fortes e oportunidades de melhoria em cada unidade avaliada.

A ferramenta proporciona flexibilidade na definição de critérios e variáveis de análise, adaptando-se a diferentes contextos municipais, enquanto garante a reprodutibilidade e transparência do processo de avaliação através de registros detalhados das comparações pareadas realizadas.

4.3 Arquitetura e Tecnologias Empregadas

O ParkQualityAnalysis foi desenvolvido com base em uma arquitetura web estruturada segundo o padrão *Model-View-Controller* (MVC), adotando tecnologias consolidadas tanto no backend quanto no frontend, garantindo escalabilidade, modularidade e manutenção facilitada.

O *backend* da aplicação foi construído utilizando a linguagem *Python* e o *microframework Flask*, que permite a criação de aplicações *web* leves e flexíveis. Foram integradas bibliotecas especializadas como *NumPy* e *SciPy* para cálculos numéricos, *Pandas* e *GeoPandas* para manipulação de dados tabulares e geoespaciais, além da biblioteca *ahpy*, responsável pelos cálculos específicos da metodologia AHP.

No *frontend*, foi empregada a biblioteca *React.js*, que possibilita a construção de interfaces dinâmicas e responsivas. A estilização foi realizada com *Tailwind CSS*, garantindo padronização visual e responsividade adequada a diferentes dispositivos. Para visualização dos resultados, utilizou-se a biblioteca *Chart.js*, que viabiliza a criação de gráficos interativos e informativos. Complementando essa estrutura, o uso de *Babel* garantiu a compatibilidade do código *JavaScript* moderno com navegadores diversos.

O sistema conta ainda com gerenciamento de sessões por meio do *Flask-Session* e armazenamento temporário dos dados em arquivos JSON, o que permite a portabilidade e transparência no processo de avaliação. A divisão modular do código em diretórios específicos (*main*, *analysis*, *ahpy*) facilita a organização das funcionalidades. Essa arquitetura não apenas suporta as operações básicas do sistema, como também oferece base sólida para expansões futuras, mantendo os princípios de separação de responsabilidades e reutilização de código.

4.4 Funcionalidades Principais

O ParkQualityAnalysis oferece um conjunto robusto de funcionalidades voltadas à aplicação da metodologia AHP e à avaliação sistemática da qualidade de parques urbanos. As funcionalidades foram organizadas de forma a guiar o usuário por todo o processo avaliativo, desde a definição dos critérios até a visualização dos resultados.

O sistema apresenta duas modalidades principais de análise: o **modelo padrão validado**, que incorpora a estrutura hierárquica e os pesos obtidos na pesquisa, e a **configuração personalizada**, que permite a definição livre de critérios, variáveis e pesos pelo usuário.

Para cada modalidade, o usuário pode optar pela entrada manual de dados ou importação de arquivos, tais como planilhas e shapefiles, contando com interface intuitiva de mapeamento e validação. As comparações pareadas são realizadas por meio de um assistente interativo, com feedbacks de consistência baseados na razão de consistência (CR), conforme preconizado por Saaty.

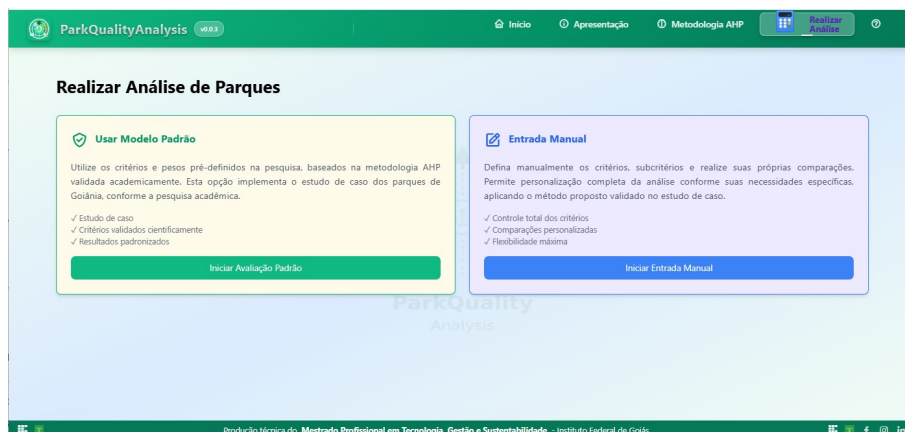
O processamento é automático e inclui cálculo de pesos por autovalores, normalização e verificação de consistência. Os resultados são apresentados em *dashboards* dinâmicos, com visualizações como gráficos de barras, radar e rosca, além de relatórios exportáveis em diversos formatos.

Destaca-se ainda o rigor no tratamento dos dados, a possibilidade de reutilização de configurações personalizadas e o suporte a diferentes resoluções de tela, promovendo acessibilidade e portabilidade da ferramenta.

4.4.1 Modalidades de Análise

O ParkQualityAnalysis foi concebido para atender diferentes perfis de usuários, oferecendo duas modalidades de análise que se adequam tanto a contextos padronizados quanto a configurações personalizadas. A primeira modalidade, denominada *Modelo Padrão Validado*, replica a metodologia definida e testada nesta pesquisa, utilizando os critérios e variáveis estabelecidos cientificamente. A segunda, denominada *Configuração Personalizada*, oferece total liberdade para o usuário definir sua própria estrutura de avaliação, permitindo adaptações conforme o contexto urbano de cada localidade.

Figura 24 – *Interface de seleção entre as modalidades de análise disponíveis no sistema*



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2 Importação e Gestão de Dados

A etapa de alimentação dos dados é fundamental para garantir a qualidade das análises geradas. O sistema oferece suporte a múltiplas formas de entrada de dados, com funcionalidades voltadas à robustez, flexibilidade e integridade das informações inseridas.

O sistema suporta formatos amplamente utilizados, como arquivos geoespaciais (shapefiles), planilhas do Excel e arquivos CSV. Conta com interface gráfica que permite o mapeamento entre colunas do arquivo e as variáveis de análise do sistema, além de mecanismo de validação automática dos dados importados, com identificação de inconsistências ou valores fora dos limites esperados.

Para contextos com menor volume de dados ou quando se deseja iniciar uma avaliação pontual, o sistema permite o cadastro manual das informações. A interface é intuitiva e orienta o usuário em cada etapa do processo de preenchimento, garantindo a correta inserção dos dados necessários para a análise.

Figura 25 – *Entrada manual dos dados dos parques*

Avaliar Parques

Informe os valores para cada variável dos parques. Os valores devem estar entre 0 e 1.

Dados dos Parques 1 parque(s) carregado(s) [Importar do Arquivo](#) [Adicionar Parque](#)

« < 1. Novo Parque 1 > »

Nome do Parque
Novo Parque 1

Índice de Preservação

A. Perspectiva Ambiental Peso do grupo: 33.33%

Cobertura vegetal (Peso: 25.00%)

Nascentes (Peso: 25.00%)

Curso d'água (Peso: 25.00%)

Massas d'água (Lagos) (Peso: 25.00%)

B. Perspectiva de Conservação Peso do grupo: 33.33%

Ocupação irregular (depreciação) (Peso: 50.00%)

Fogo (depreciação) (Peso: 50.00%)

Produção Mestrado do Mestrado Profissional em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade - Instituto Federal de Goiás

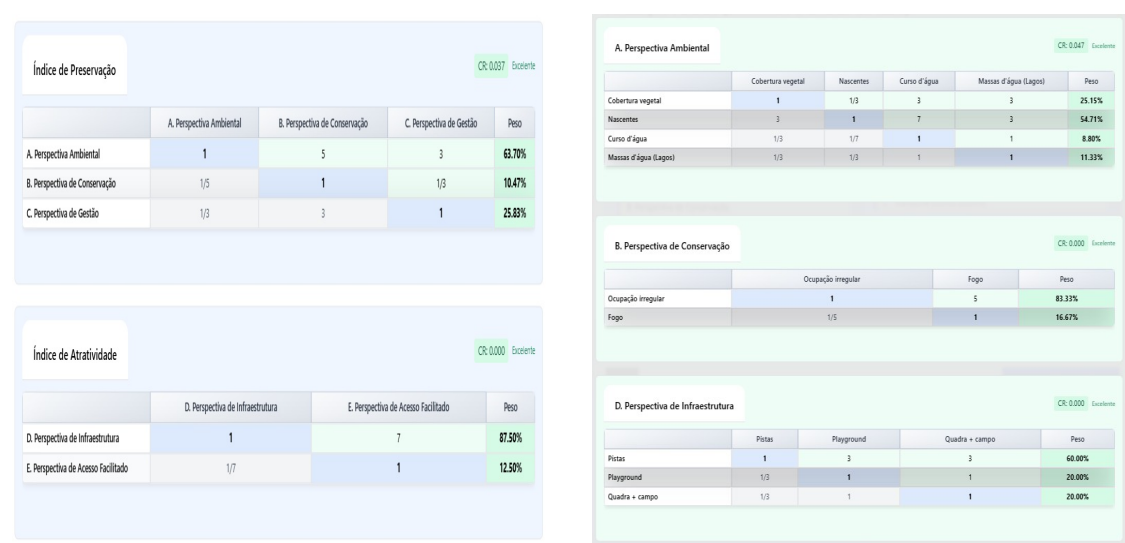
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3 Processamento AHP

O coração do ParkQualityAnalysis é o módulo que implementa a metodologia AHP, conduzindo o usuário pelas etapas fundamentais da análise: comparações pareadas, cálculo de pesos e verificação de consistência.

A interface de comparações permite que o usuário avalie, de forma intuitiva, a importância relativa entre os elementos da hierarquia, conforme a escala proposta por Saaty. Os pares são apresentados sequencialmente, e o sistema orienta quanto à coerência das escolhas, fornecendo feedback imediato sobre a consistência das avaliações realizadas.

Figura 26 – Comparações pareadas



(a) Comparações índices

(b) Comparações grupos

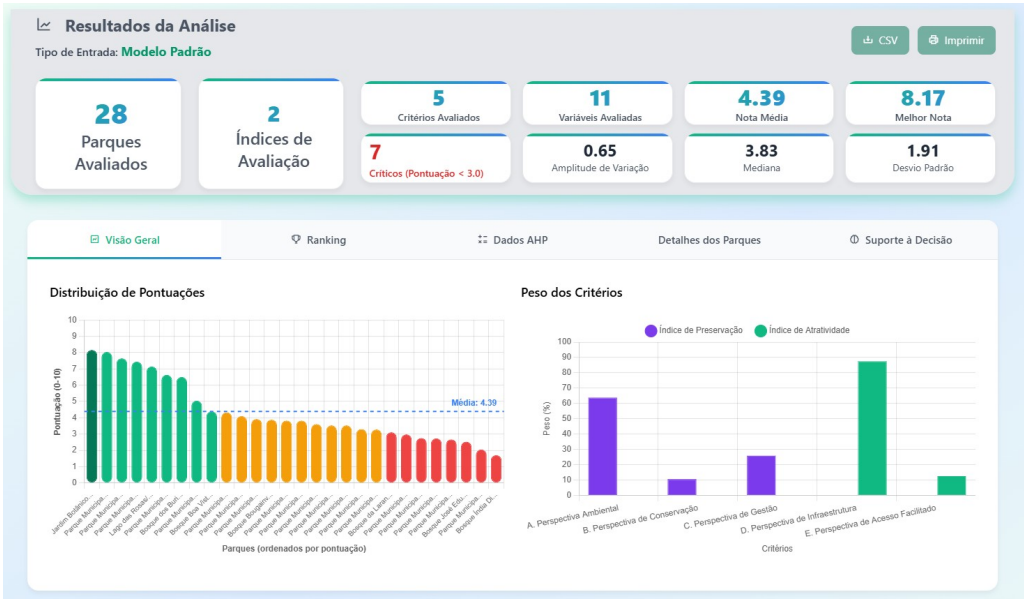
Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema realiza automaticamente o cálculo dos pesos relativos por meio do autovetor principal da matriz de comparações, com verificação automática da razão de consistência (CR). Caso a CR ultrapasse o limite recomendado de 0,10, o sistema apresenta alertas e orientações para revisão, garantindo a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos.

4.4.4 Geração de Resultados

Após o processamento, o sistema oferece ao usuário uma gama de resultados analíticos, que podem ser explorados por meio de visualizações interativas, rankings, relatórios técnicos e análises estatísticas.

Figura 27 – Resultados (parte 1)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema gera ranking geral e rankings parciais por índice (Preservação ou Atratividade), identificando parques com desempenho crítico e fornecendo classificação qualitativa com categorias como Excelente, Bom, Regular, Ruim e Crítico. Paralelamente, oferece estatísticas descritivas dos resultados, incluindo média, mediana, variância e desvio padrão, bem como análise de dispersão e presença de outliers, além de indicadores de desempenho relativo.

As visualizações incluem gráficos de barras, radar e rosca para facilitar a interpretação visual, dashboards responsivos com múltiplas camadas de detalhamento e ferramentas de comparação direta entre parques selecionados. O sistema também produz relatórios detalhados por unidade avaliada, sumários executivos com recomendações e permite exportação em formatos abertos para uso em outras plataformas.

4.5 Interface e Experiência do Usuário

4.5.1 Princípios de Design

A usabilidade do sistema foi priorizada desde o início do projeto. A interface adota princípios clássicos de design centrado no usuário, com foco em clareza, orientação e acessibilidade. O layout é limpo e funcional, com orientação por etapas e mensagens de ajuda em todas as telas. O design responsivo garante adequação a diferentes dispositivos, enquanto o suporte à navegação por teclado amplia a acessibilidade da ferramenta.

4.5.2 Fluxo de Trabalho

O fluxo de uso do sistema foi concebido para refletir a estrutura lógica da metodologia AHP, iniciando com a escolha da modalidade de análise, seguida pela definição dos critérios e estrutura hierárquica (quando aplicável). Posteriormente, o usuário realiza a entrada dos dados dos parques, executa as comparações pareadas e cálculo dos pesos, finalizando com a visualização e exportação dos resultados.

4.6 Limitações e Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento e os testes com usuários, foi identificada uma limitação relacionada à ausência de funcionalidades colaborativas, que permitam a atuação simultânea de múltiplos avaliadores.

Como propostas para trabalhos futuros, destacam-se a implementação de banco de dados relacional para persistência e histórico de avaliações, sistema de autenticação e controle de acesso com múltiplos perfis de usuários, e módulo para avaliação temporal e análise de séries históricas de dados. Adicionalmente, prevê-se a integração com sistemas de informação geográfica (SIG) para visualização espacial, a inclusão de funcionalidades para análise de sensibilidade e simulação de cenários, bem como a exploração de técnicas de inteligência artificial como complemento à análise multicritério.

4.7 Conclusões

O ParkQualityAnalysis representa uma contribuição relevante no contexto da gestão de espaços urbanos, ao oferecer uma ferramenta computacional que alia fundamentação científica, rigor metodológico e usabilidade prática. A aplicação da metodologia AHP em um ambiente acessível e interativo permite que gestores públicos avaliem, de forma estruturada, a qualidade de parques urbanos, promovendo decisões mais qualificadas e alinhadas à sustentabilidade urbana.

A flexibilidade do sistema, associada à possibilidade de personalização de critérios e variáveis, amplia seu potencial de aplicação para além do estudo de caso, podendo ser adaptado a diferentes realidades municipais e a outros tipos de espaços públicos.

Por fim, o sistema materializa os princípios do programa de Mestrado Profissional em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade, ao transformar conhecimento acadêmico em solução prática, com potencial de impacto direto na sociedade e contribuição efetiva para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Conclusões Finais

O presente estudo teve como objetivo central desenvolver um modelo de análise multicritério estruturado em múltiplos níveis hierárquicos para avaliar a qualidade dos parques e bosques municipais de Goiânia, considerando aspectos ambientais, de conservação, gestão, infraestrutura e acessibilidade via transporte público. A partir dos resultados obtidos e das discussões apresentadas nos capítulos anteriores, é possível tecer considerações importantes sobre as contribuições científicas, práticas e metodológicas desta pesquisa.

5.1 Síntese dos principais resultados

A aplicação do método AHP aos 28 parques municipais de Goiânia revelou uma significativa heterogeneidade na qualidade desses espaços urbanos. Com pontuação média de 4,39 pontos numa escala de 10, apenas nove parques (32,1%) obtiveram avaliação superior à média geral, evidenciando a necessidade de investimentos direcionados para a melhoria das condições da maioria dessas unidades de conservação urbana.

Os resultados demonstram que a qualidade dos parques está diretamente relacionada à presença de cobertura vegetal preservada, adequada infraestrutura para visitação e gestão eficiente. A perspectiva ambiental, representada principalmente pela cobertura vegetal e controle de ocupações irregulares, emergiu como fator determinante na classificação final dos parques, refletindo a importância da preservação dos recursos naturais como função primária desses espaços, conforme estabelecido pela legislação ambiental brasileira.

A análise espacial dos resultados revelou padrões interessantes na distribuição da qualidade dos parques municipais de Goiânia. Os parques com melhor avaliação concentram-se em regiões específicas da cidade, sugerindo uma possível correlação com fatores socioeconômicos e de planejamento urbano. O Jardim Botânico Amália Teixeira Franco, com pontuação máxima (8,17 pontos), localiza-se em área central consolidada, enquanto o segundo colocado, Parque Municipal Flam-

boyant Lourival Louza (8,04 pontos), encontra-se em região nobre com grande adensamento e exploração imobiliária recente.

5.2 Contribuições metodológicas

O método AHP mostrou-se adequado para a avaliação multicritério de parques urbanos, permitindo a integração de variáveis quantitativas e qualitativas em um modelo matemático consistente. A estruturação hierárquica em três níveis (índices principais, aspectos específicos e variáveis) facilitou a decomposição do problema complexo de avaliação da qualidade dos parques em elementos mais manejáveis.

A validação da consistência das avaliações através da análise de sensibilidade hierárquica demonstrou estabilidade do modelo proposto. Os testes realizados confirmaram que o ranking dos cinco melhores parques manteve-se praticamente inalterado mesmo com variações nos pesos atribuídos aos critérios, indicando a robustez da metodologia desenvolvida. O coeficiente de variação médio de 7,4% confirma a baixa variabilidade e alta estabilidade dos resultados obtidos.

A utilização de geotecnologias para obtenção de dados ambientais (cobertura vegetal, hidrografia, ocorrência de fogo) conferiu maior precisão e objetividade à avaliação, reduzindo a subjetividade inerente aos métodos tradicionais de avaliação de áreas verdes urbanas. Esta abordagem metodológica representa um avanço significativo na padronização de critérios para avaliação de espaços verdes urbanos no contexto brasileiro.

5.3 Implicações para a gestão pública

Os resultados desta pesquisa fornecem subsídios técnicos para a elaboração de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade dos parques urbanos de Goiânia. A identificação de padrões espaciais na distribuição da qualidade dos parques pode orientar estratégias de investimento e priorização de recursos públicos, contribuindo para o planejamento urbano sustentável e a qualidade de vida da população.

O modelo desenvolvido oferece uma ferramenta objetiva para gestores públicos priorizarem intervenções e investimentos nos parques municipais. A estrutura hierárquica permite identificar especificamente quais aspectos necessitam de maior atenção em cada unidade, facilitando a elaboração de planos de manejo direcionados às necessidades específicas de cada parque.

A perspectiva ambiental, que recebeu maior peso (63,70%) na ponderação realizada pelo pesquisador, reflete a importância fundamental dos parques urbanos como refúgios da biodiversidade e elementos essenciais para o equilíbrio ecológico das cidades. Esta ponderação está alinhada com a legislação ambiental brasileira e com os princípios de sustentabilidade urbana amplamente reconhecidos na literatura científica.

5.4 Limitações e trabalhos futuros

A principal limitação deste estudo refere-se à definição dos pesos relativos entre critérios realizada exclusivamente pelo pesquisador, sem a participação de especialistas externos. Embora esta abordagem assegure a coerência metodológica, a inclusão de um painel de especialistas em áreas como ecologia urbana, gestão ambiental e planejamento urbano poderia enriquecer substancialmente a análise e conferir maior robustez aos julgamentos de importância relativa.

Outra limitação metodológica relevante refere-se à estrutura hierárquica adotada, na qual alguns critérios são compostos por apenas um subcritério, como observado nos critérios 'gestão' e 'acesso facilitado'. Esta configuração pode gerar superdimensionalização da influência de uma única variável, especialmente quando se trata de variáveis binárias. Futuras aplicações do modelo deveriam considerar a decomposição de critérios unitários em múltiplos subcritérios ou a transformação de variáveis binárias em escalas graduais.

As limitações metodológicas identificadas não comprometem a validade do modelo desenvolvido, mas devem ser consideradas em futuras aplicações e refinamentos da metodologia. A estrutura conceitual desenvolvida é suficientemente flexível para incorporar diferentes variáveis de acordo com as prioridades e disponibilidade de dados de cada contexto urbano.

5.5 Recomendações para estudos futuros

Sugere-se a incorporação de variáveis relacionadas ao uso efetivo dos parques pela população, como frequência de visita e satisfação dos usuários, além de elementos sócio-econômicos tanto dos frequentadores quanto dos habitantes da região em que o parque se encontra, para ampliar a compreensão sobre a qualidade desses espaços urbanos.

O método proposto pode ser replicado em outras cidades brasileiras, com adaptações necessárias às particularidades locais. A estrutura conceitual desenvol-

vida é suficientemente flexível para incorporar diferentes variáveis de acordo com as prioridades e disponibilidade de dados de cada contexto urbano.

Recomenda-se também a exploração de técnicas de inteligência artificial como complemento à análise multicritério, especialmente métodos como Delphi¹ ou grupos focais, para conferir maior robustez e legitimidade aos julgamentos de importância relativa entre os critérios avaliados.

5.6 Produto técnico e aplicabilidade prática

Como produto técnico desta pesquisa, foi desenvolvido o sistema ParkQualityAnalysis, uma ferramenta computacional inovadora que materializa a aplicação prática da metodologia AHP na avaliação da qualidade de parques urbanos. O sistema representa uma ferramenta computacional que traduz conceitos teóricos multicritério em uma solução tecnológica acessível e funcional, permitindo que gestores públicos e pesquisadores avaliem de forma estruturada a qualidade de parques urbanos.

A flexibilidade do sistema, associada à possibilidade de personalização de critérios e variáveis, amplia seu potencial de aplicação para além do estudo de caso, podendo ser adaptado a diferentes realidades municipais e a outros tipos de espaços públicos. Esta característica confere ao produto técnico relevante potencial de transferência tecnológica e aplicação em contextos diversos.

5.7 Considerações finais

O método AHP demonstrou eficácia na estruturação de um problema complexo e multidimensional como a avaliação da qualidade de parques urbanos. A possibilidade de integrar dados quantitativos obtidos por geotecnologias com julgamentos qualitativos baseados na experiência e conhecimento técnico representa uma abordagem metodológica promissora para estudos futuros na área de gestão de espaços verdes urbanos.

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a qualidade dos parques urbanos de Goiânia apresenta ampla variabilidade, com significativo potencial de melhoria. A concentração de parques de qualidade superior em regiões específicas da cidade sugere a necessidade de políticas públicas que promovam maior equidade

¹O método Delphi é uma técnica qualitativa de investigação que permite reunir e sistematizar opiniões de especialistas geograficamente dispersos, com o objetivo de obter resultados consistentes sobre temas complexos (Marques e Freitas, 2018).

na distribuição de espaços verdes de qualidade, contribuindo para a justiça ambiental e o direito à cidade.

A importância crescente dos parques urbanos no contexto das mudanças climáticas e da busca por cidades mais sustentáveis torna fundamental o desenvolvimento de metodologias robustas para avaliação e monitoramento desses espaços. Este estudo contribui para esse objetivo ao propor um modelo replicável, cientificamente fundamentado e aplicável à realidade brasileira.

O desenvolvimento e aplicação de metodologias como a proposta nesta pesquisa representam passos importantes na consolidação de instrumentos técnicos para a gestão eficiente dos recursos naturais urbanos. A integração entre pesquisa acadêmica e inovação tecnológica, materializada no produto técnico desenvolvido, demonstra o potencial de transformação do conhecimento científico em soluções práticas para os desafios urbanos contemporâneos.

Por fim, os resultados obtidos reafirmam a necessidade de abordagens integradas na gestão de espaços verdes urbanos, considerando simultaneamente aspectos ambientais, sociais, de infraestrutura e gestão. O modelo proposto oferece uma base sólida para futuras investigações e aplicações práticas, contribuindo para o avanço do conhecimento na área e para a melhoria da qualidade de vida urbana através da otimização dos espaços verdes nas cidades brasileiras.

Referências Bibliográficas

AGUARÓN, Juan; MORENO-JIMÉNEZ, José Maria. The geometric consistency index: Approximated thresholds. **European journal of operational research**, Elsevier, v. 147, n. 1, p. 137–145, 2003. 52

ALONSO, Jose Antonio; LAMATA, M Teresa. Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. **International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based systems**, World Scientific, v. 14, n. 04, p. 445–459, 2006. 52

AMMA. Prefeitura de Goiânia. Agência Municipal do Meio Ambiente - AMMA. 2024. 60

AMMA-GOIÂNIA/GO. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 028, DE 18 DE AGOSTO DE 2008. Goiânia, GO, 2008. 7–8 p. Disponível em: https://www.goiania.go.gov.br/Download/legislacao/diariooficial/2008/do_20080901_000004440.pdf. 46

ANDRADE, Karoline Rosalen; PAULA, Victor Aparecido de; MESQUITA, Adailson Pinheiro; VILLELA, Patricia Almeida. Problemas relacionados aos pontos de parada do transporte público nas cidades de porte médio. **Instituto de Engenharia de São Paulo**, p. 1–7, 2004. 68

ARAÚJO, Carlos A A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v. 12, n. 1, p. 11–32, dez. 2006. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/16>. 24

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix: An r-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, Elsevier, n. 11(4), p. 959–975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. 24, 26

ARONSON, Myla FJ; CLARK, Jeffrey AG; HOOVER, Fushcia-Ann; JOO, Hogleum Evan; KREMER, Peleg; ROSA, Daniele La; LARSON, Kelli L;

LEPCZYK, Christopher A; LERMAN, Susannah B; LOCKE, Dexter H *et al.* Limitations of existing park quality instruments and suggestions for future research. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 249, p. 105127, 2024. 20

ARRAIS, Aíla Maria Alves Cordeiro; COSTA, Celme Torres Ferreira da; LOPES, Eva Regina Nascimento; SILVA, Milanya Ribeiro da. Preservação das áreas verdes urbanas: um estudo sobre o parque ecológico das timbaúbas. **NAU Social**, v. 5, n. 8, 2014. 20

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16071-1: Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros – Parte 1: Requisitos básicos**. Rio de Janeiro, 2012. Norma Brasileira. 67

ÅSTRÖM, Fredrik; DANELL, Rickard; LARSEN, Birger; SCHNEIDER, Jesper. Celebrating scholarly communication studies: A festschrift for olle persson at his 60th birthday. International Society for Scientometrics and Informetrics, 2009. 24

ATALAY, Ibrahim; EFE, Recep; OZTURK, Munir. **Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II**. [S.l.]: Cambridge Scholars Publishing, 2011. 38

BANASZEK, Jarosław; LEKSY, Marzena; RAHMONOV, Oimahmad. The ecological diversity of vegetation within urban parks in the dabrowski basin (southern poland). *In: .* [s.n.], 2017. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:54919436>. 23, 44

BAPTISTA, Marcelo; NASCIMENTO, Nilo. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 29–49, 2021. 19

BARREIRA, Aluizio Antunes; DEUS, João Batista de. Goiânia–da utopia à construção do lugar. **Boletim Goiano de Geografia**, Universidade Federal de Goiás, v. 26, n. 1, p. 70–90, 2006. 45

BEDIMO-RUNG, Ariane L.; BEDIMO-RUNG, Ariane L.; MOWEN, Andrew J.; MOWEN, Andrew J.; COHEN, Deborah A.; COHEN, Deborah A. The significance of parks to physical activity and public health: a conceptual model. **American Journal of Preventive Medicine**, 2005. 20

BELTON, Valerie; GEAR, Tony. On a short-coming of saaty’s method of analytic hierarchies. **Omega**, Elsevier, v. 11, n. 3, p. 228–230, 1983. 84

BIRD, Madeleine E; DATTA, Geetanjali D; HULST, Andraea Van; KESTENS, Yan; BARNETT, Tracie A. A reliability assessment of a direct-observation park evaluation tool: the parks, activity and recreation among kids (park) tool. **BMC public health**, Springer, v. 15, p. 1–11, 2015. 61

BOONE, Christopher G.; BOONE, Christopher G.; BUCKLEY, Geoffrey L.; BUCKLEY, Geoffrey L.; GROVE, J. Morgan; GROVE, J. Morgan; SISTER, Chona; SISTER, Chona. Parks and people: an environmental justice inquiry in baltimore, maryland. **Annals of The Association of American Geographers**, 2009. 23, 44

BORNMANN, Lutz; MUTZ, Rüdiger. Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. **Journal of the association for information science and technology**, Wiley Online Library, v. 66, n. 11, p. 2215–2222, 2015. 29

BOTTINI, Andressa Gabriela; RUSCHEL, Andressa Carolina. A importância da preservação das áreas verdes urbanas. **ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL**, v. 15, p. 11, 2017. 23, 44

BRASIL. **LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000**. Brasília, DF, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. 20, 65

_____. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm. 19

BROWN, Greg; SCHEBELLA, Morgan Faith; WEBER, Delene. Using participatory gis to measure physical activity and urban park benefits. **Landscape and urban planning**, Elsevier, v. 121, p. 34–44, 2014. 20

BRUNELLI, Matteo. **Introduction to the analytic hierarchy process**. [S.l.]: Springer, 2014. 50

BUTLER, John; JIA, Jianmin; DYER, James. Simulation techniques for the sensitivity analysis of multi-criteria decision models. **European Journal of Operational Research**, Elsevier, v. 103, n. 3, p. 531–546, 1997. 53

CAMPBELL, Scott. Green cities, growing cities, just cities? urban planning and the contradictions of sustainable development. *In: Classic readings in urban planning*. [S.l.]: Routledge, 2018. p. 308–326. 49

CANHOLI, Aluísio P. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 19

CAVNAR, Marlo M; KIRTLAND, Karen A; EVANS, Martin H; WILSON, Dawn K; WILLIAMS, Joel E; MIXON, Gary M; HENDERSON, Karla A. Evaluating the quality of recreation facilities: Development of an assessment tool. **Journal of Park & Recreation Administration**, v. 22, n. 1, 2004. 61

CHAUDHURI, Gargi; CLARKE, Keith. The sleuth land use change model: A review. **International Journal Of Environmental Resource Research**, v. 1, p. 88 – 105, 01 2013. 36

CHIESURA, Anna. The role of urban parks for the sustainable city. **Landscape and urban planning**, Elsevier, v. 68, n. 1, p. 129–138, 2004. 19, 67

CMTC. **Companhia Metropolitana de Transportes Coletivos - CMTC**. 2024. 60

COHEN, Deborah A.; COHEN, Deborah A.; MCKENZIE, Thomas L.; MCKENZIE, Thomas L.; SEHGAL, Amber; SEHGAL, Amber; WILLIAMSON, Stephanie; WILLIAMSON, Stephanie; WILLIAMSON, Stephanie; WILLIAMSON, Stephanie; GOLINELLI, Daniela; GOLINELLI, Daniela; LURIE, Nicole; LURIE, Nicole. Contribution of public parks to physical activity. **American Journal of Public Health**, 2007. 23, 44

COHEN, Pninit; POTCHTER, Oded; SCHNELL, Izhak. A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks. **Applied Geography**, v. 48, p. 87–101, 2014. ISSN 0143-6228. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622814000071>. 23, 44

COSTA, Carlos A Bana E; STEWART, Theodor J; VANSNICK, Jean-Claude. Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the esigma meetings. **European Journal of Operational Research**, Elsevier, v. 99, n. 1, p. 28–37, 1997. 48

DAHER, T. **Goiânia, uma utopia européia no Brasil**. Instituto Centro-Brasileiro de Cultura, 2003. (Coleção Brasil Central). ISBN 9788590383710. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=IC0sAAAAAYAAJ>. 45

DEAN, Marco. Chapter six - multi-criteria analysis. In: MOUTER, Niek (Ed.). **Standard Transport Appraisal Methods**. Academic Press, 2020, (Advances in Transport Policy and Planning, v. 6). p. 165–224. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543000920300147>. 48, 52, 86

DELIAS, Pavlos; DOUMPOS, Michalis. A bibliometric exploration of multiple criteria decision aid and clustering—a conceptual taxonomy. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, Wiley Online Library, v. 31, n. 5-6, p. e1839, 2024. 46, 58

DELIAS, P.; DOUMPOS, M. Multi-criteria decision analysis in hierarchical structures. **European Journal of Operational Research**, 2024. 53

DEMIREL, Zeynel; ÖZER, Zafer; ÖZER, Olcay. Investigation and modelling of water quality of göksu river (cleadnos) in an international protected area by using gis. **TOJSAT**, The association of science, education and technology, v. 1, n. 1, p. 7–17, 2011. 36, 38, 39, 40

DINIZ, Anamaria. Gt4-816 goiânia de attilio corrêa lima a cidade idealizada e não materializada. **Anais ENANPUR**, v. 12, n. 1, 2007. 45

DONTHU, Naveen; KUMAR, Satish; MUKHERJEE, Debmalaya; PANDEY, Nitesh; LIM, Weng Marc. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285–296, 2021. ISSN 0148-2963. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296321003155>. 26

ECKERT, Natalia Hauenstein; BRANDLI, Luciana Londero. Áreas com potencial natural no brasil: um ensaio sobre as atividades e os usos. **Ambiente Construído**, SciELO Brasil, v. 20, p. 323–341, 2020. 20

ESCALANTE, Aida Yarira Reyes; SANDOVAL, Diego Adiel; BUSTILLOS, Edith Vera; ZEZZATTI, Carlos Alberto Ochoa Ortíz. A multi-criteria decision making for sustainable location of urban parks. **Res. Comput. Sci.**, v. 149, n. 6, p. 5–20, 2020. 47

FANELLI, Daniele. Do pressures to publish increase scientists' bias? an empirical support from us states data. **PloS one**, Public Library of Science San Francisco, USA, v. 5, n. 4, p. e10271, 2010. 30

FANELLI, Daniele; LARIVIÈRE, Vincent. Researchers' individual publication rate has not increased in a century. **PloS one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 11, n. 3, p. e0149504, 2016. 30

FBDS. **Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS**. 2024. Disponível em: <https://geo.fbds.org.br/>. Acesso em: 12 jul. 2024. 60

FLETCHER, Grant S. **Epidemiologia Clínica-: Elementos Essenciais**. [S.l.]: Artmed Editora, 2021. 24

FRASER, Robert H; WARREN, Maureen V; BARTEN, Paul K. Comparative evaluation of land cover data sources for erosion prediction 1. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, Wiley Online Library, v. 31, n. 6, p. 991–1000, 1995. 36, 37, 39, 40

GARRIDO, Rodrigo Grazinoli; RODRIGUES, Fabíola Sampaio. Os rumos da ciência brasileira sob a ótica dos índices cienciométricos. **Rev Bioméd**, v. 66, n. 1, p. 20, 2005. Disponível em: https://crbm1.gov.br/bio66/artigocien_66.asp. Acesso em: 20 mai. 2024. 34

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 19

GOMES, Marco Antônio Ferreira. Água: sem ela seremos o planeta marte de amanhã. **Embrapa Meio Ambiente**, mar, 2011. 70

GONÇALVES, Rafael S.; GONÇALVES, Rafael S.; MUSEN, Mark A.; MUSEN, Mark A. The variable quality of metadata about biological samples used in biomedical experiments. **Scientific Data**, 2019. 28

GRECO, Salvatore; FIGUEIRA, Jose; EHRGOTT, Matthias. **Multiple criteria decision analysis**. [S.l.]: Springer, 2016. 49

HAALAND, Christine; BOSCH, Cecil Konijnendijk van Den. Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. **Urban forestry & urban greening**, Elsevier, v. 14, n. 4, p. 760–771, 2015. 21

HAN, Jiawei; KAMBER, Micheline; PEI, Jian. **Data Mining: Concepts and Techniques**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 62

HANLEY, Nick; SPASH, Clive. Cost benefit analysis and the environment. 1996. 49

HIGGINS, Julian PT; GREEN, Sally *et al*. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Wiley Online Library, 2008. 24

HO, Ching-Hua; PAYNE, Laura L.; HO, Ching-Hua; HO, Ching-Hua; ORSEGA-SMITH, Elizabeth; PAYNE, Laura L.; ORSEGA-SMITH, Elizabeth; GODBEY, Geoffrey; GODBEY, Geoffrey. Parks, recreation and public health. **Parks and recreation**, 2003. 20

HO, William. Integrated analytic hierarchy process and its applications—a literature review. **European Journal of operational research**, Elsevier, v. 186, n. 1, p. 211–228, 2008. 52

HONG, Wuyang; JIANG, Renrong; YANG, Chengyun; ZHANG, Fangfang; SU, Mo; LIAO, Qi. Establishing an ecological vulnerability assessment indicator system for spatial recognition and management of ecologically vulnerable areas in highly urbanized regions: A case study of shenzhen, china. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 540–547, 2016. ISSN 1470-160X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X16302631>. 36, 37, 39, 40, 42

IBES, Dorothy C. A multi-dimensional classification and equity analysis of an urban park system: A novel methodology and case study application. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 137, p. 122–137, 2015. 20, 60

IBGE. **Estatísticas históricas do Brasil: séries econômicas, demográficas e sociais de 1550 a 1988**. 1990. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv21431.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2025. 18

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE-Panorama**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>. Acesso em: 11 nov. 2023. 44

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Séries Históricas e Estatísticas**. IBGE Rio de Janeiro, 1872–2010. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD79>. Acesso em: 17 set. 2024. 44

_____. **Censo Demográfico 2010. População**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html>. Acesso em: 06 mai. 2025. 18

_____. **Censo Demográfico 2022. População e Domicílios: Primeiros Resultados**. IBGE Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102011.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2024. 18, 19

IOJă, Cristian I.; BREUSTE, Jürgen H. Urban protected areas and urban biodiversity. *In: Making Green Cities - Concepts, Challenges and Practice*. [s.n.], 2020. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:214040147>. 23, 44

ISHIZAKA, Alessio; LABIB, Ashraf. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert systems with applications**, Elsevier, v. 38, n. 11, p. 14336–14345, 2011. 52

JÚNIOR, Francisco Rubens Feitosa; SANTOS, Alex Mota dos; ALVARADO, Swanni T; SILVA, Carlos Fabricio Assunção da; NUNES, Fabrizia Gioppo. Remote sensing applied to the study of fire in savannas: A literature review. **Ecological Informatics**, v. 79, p. 102448, 2024. 26, 29, 30, 63

KLIASS, Rosa Grena. **Parques urbanos de São Paulo**. [S.l.: s.n.], 1993. 46

KÖKSALAN, M Murat; WALLENIIUS, Jyrki; ZIONTS, Stanley. **Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century**. [S.l.]: World Scientific, 2011. 48

KOOPMANS, Tjalling C. An analysis of production as an efficient combination of activities. **Activity analysis of production and allocation**, Wiley, 1951. 49

KOTHENCZ, Gyula; BLASCHKE, Thomas. Urban parks: Visitors' perceptions versus spatial indicators. **Land use policy**, Elsevier, v. 64, p. 233–244, 2017. 23, 44

KRAUS, Sascha; BREIER, Matthias; LIM, Weng Marc; DABIĆ, Marina; KUMAR, Satish; KANBACH, Dominik; MUKHERJEE, Debmalya; CORVELLO, Vincenzo; PIÑEIRO-CHOUSA, Juan; LIGUORI, Eric *et al.* Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice. **Review of Managerial Science**, Springer, v. 16, n. 8, p. 2577–2595, 2022. 26

LARSEN, Peder; INS, Markus Von. The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by science citation index. **Scientometrics**, Akadémiai Kiadó, co-published with Springer Science+ Business Media BV ..., v. 84, n. 3, p. 575–603, 2010. 30

LARSON, Lincoln R; JENNINGS, Viniece; CLOUTIER, Scott A. Public parks and wellbeing in urban areas of the united states. **PLoS one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 11, n. 4, p. e0153211, 2016. 23, 44

LEE, Rebecca E; BOOTH, Katie M; REESE-SMITH, Jacqueline Y; REGAN, Gail; HOWARD, Hugh H. The physical activity resource assessment (para) instrument: evaluating features, amenities and incivilities of physical activity resources in urban neighborhoods. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, Springer, v. 2, p. 1–9, 2005. 60

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001. 19

LI, Chenying; ZHANG, Tiantian; WANG, Xi; LIAN, Zefeng. Site selection of urban parks based on fuzzy-analytic hierarchy process (f-ahp): A case study of nanjing, china. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, MDPI, v. 19, n. 20, p. 13159, 2022. 47, 52, 57

LI, Zhen; WANG, Zhuowei; WEN, Ding; WU, Leixiang. How urban parks and their surrounding buildings affect seasonal land surface temperature: A case study in beijing, china. **Urban Forestry & Urban Greening**, Elsevier, v. 87, p. 128047, 2023. 23, 44

LIMA, Ana Maria Liner Pereira; CAVALHEIRO, F; NUCCI, J C; SOUSA, M A L B; FIALHO, N O; PICCHIA, P C D. Problemas de utilizacao na conceituacao de termos como espacos livres, areas verdes e correlatos. *In: Congresso Brasileiro de Arborizacao Urbana*. [S.l.]: Uema/Emater-Ma, 1994. 19, 46

LINNENLUECKE, Martina K; MARRONE, Mauricio; SINGH, Abhay K. Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses. **Australian Journal of Management**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 45, n. 2, p. 175–194, 2020. 23

LIU, Jiang; KANG, Jian; BEHM, Holger; LUO, Tao. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. **Landscape and urban planning**, Elsevier, v. 123, p. 30–40, 2014. 23, 44

LIU, Yunqiang; LI, Long; CHEN, Longqian; CHENG, Liang; ZHOU, Xisheng; CUI, Yifan; LI, Han; LIU, Weiqiang. Urban growth simulation in different scenarios using the sleuth model: A case study of hefei, east china. **PLoS One**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 14, n. 11, p. e0224998, 2019. 36

LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS, Bruno Luiz Domingues De. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125–139, 2005. 19, 44

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 19

MA, Wan-hua. Economic reform and higher education in china. **CIDE Occasional Papers Series, Los Angeles: Center for International and Development Education**, 2003. 33

MALCZEWSKI, Jacek. **GIS and multicriteria decision analysis**. [S.l.]: John wiley & sons, 1999. 49, 53, 57

_____. Gis-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. **International journal of geographical information science**, Taylor & Francis, v. 20, n. 7, p. 703–726, 2006. 47

MAPBIOMAS. **MapBiomias - Coleção de Mapas**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 05 mai. 2025. 58, 60

_____. **Projeto MapBiomias - Coleção 2 (Beta) de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial**. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/mapbiomas-cobertura-10m/>. Acesso em: 05 mai. 2025. 60

MARICATO, Ermínia. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015. 19

MARQUES, Joana Brás Varanda; FREITAS, Denise de. Método delphi: caracterização e potencialidades na pesquisa em educação. **Pro-Posições**, SciELO Brasil, v. 29, n. 2, p. 389–415, 2018. 98

MARTINS, Suelem; SANTOS, Alex dos; SOUZA, Paulo; SILVA, Ioná; SOUZA, Ícaro; FERNANDES, Mariana; SILVA, Carlos; NUNES, Fabrizia; LISBOA, Gerson. Processamento digital de imagens para mapeamento de uso e cobertura da terra: Uma revisão de literatura: Digital image processing for land use and land cover mapping: A literature review. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 9, n. 2, p. 131–143, 2023. 32

MARTINS, Suelem Farias Soares; SANTOS, Alex Mota dos; SILVA, Carlos Fabricio Assunção e outros da. Estudo do fogo em regiões semiáridas: Uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 01, p. 234–260, 2025. 29

MEDEIROS, Filipa. A historiografia medieval portuguesa na viragem do milénio: análise bibliométrica (2000-2010) e representação taxonómica. Universidade de Évora, p. 38–87, 2014. Disponível em: <https://books.openedition.org/cidehus/1232>. 27

MMA. **Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Qualidade Ambiental, 2021**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes>. Acesso em: 21 nov. 2023. 20

MORENO-GARCÍA, María del Carmen. The microclimatic effect of green infrastructure (gi) in a mediterranean city: the case of the urban park of ciutadella (barcelona, spain). **Arboricult. Urban For**, v. 45, p. 100–108, 2019. 23, 44

MOTA, Ana Flávia Rêgo. Imaginário e parque urbano: um estudo do bosque dos buritis em goiânia. 2017. 20

MOURA, Ana Clara M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise de multicritérios. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 13, p. 2899–2906, 2007. 47, 82, 86

MOURA, L. C.; FALEIRO, R. M.; OLIVEIRA, M. S.; ANDRADE, A. S. R.; SCHMIDT, Isabel Belloni. **Guia prático para elaboração de plano de manejo integrado do fogo em comunidades rurais e tradicionais**. Brasília: [s.n.], 2023. 63

NICHOLLS, Sarah. Measuring the accessibility and equity of public parks: A case study using gis. **Managing leisure**, Taylor & Francis, v. 6, n. 4, p. 201–219, 2001. 49, 67

NICOLAI, Joaquim CJ; SILVA, P; SANTOS, AC; ROTHEN, M. Sistema de transporte coletivo urbano por ônibus: Planejamento e operação. **Mercedes-Benz do Brasil SA, Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte**. São Bernardo, SP, 1987. 68

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. [S.l.]: Edição do autor, 2008. 60

OH, Kyushik; JEONG, Seunghyun. Assessing the spatial distribution of urban parks using gis. **Landscape and urban planning**, Elsevier, v. 82, n. 1-2, p. 25–32, 2007. 49

ORSI, Francesco; GENELETTI, Davide; BORSODORF, Axel. Mapping wildness for protected area management: A methodological approach and application to the dolomites unesco world heritage site (italy). **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 120, p. 1–15, 2013. 57

ÖZTÜRK, Oğuzhan; KOCAMAN, Rıdvan; KANBACH, Dominik K. How to design bibliometric research: an overview and a framework proposal. **Review of managerial science**, Springer, p. 1–29, 2024. 25, 26

PAGE, Matthew J; MCKENZIE, Joanne E; BOSSUYT, Patrick M; BOUTRON, Isabelle; HOFFMANN, Tammy C; MULROW, Cynthia D; SHAMSEER, Larissa; TETZLAFF, Jennifer M; AKL, Elie A; BRENNAN, Sue E *et al.* A declaração prisma 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Revista panamericana de salud publica**, SciELO Public Health, v. 46, p. e112, 2023. 27

PAGE, Matthew J; MOHER, David; BOSSUYT, Patrick M; BOUTRON, Isabelle; HOFFMANN, Tammy C; MULROW, Cynthia D; SHAMSEER, Larissa; TETZLAFF, Jennifer M; AKL, Elie A; BRENNAN, Sue E; CHOU, Roger; GLANVILLE, Julie; GRIMSHAW, Jeremy M; HRÓBJARTSSON, Asbjörn; LALU, Manoj M; LI, Tianjing; LODER, Elizabeth W; MAYO-WILSON, Evan; MCDONALD, Steve; MC-GUINNESS, Luke A; STEWART, Lesley A; THOMAS, James; TRICCO, Andrea C; WELCH, Vivian A; WHITING, Penny; MCKENZIE, Joanne E. Prisma 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **BMJ**, BMJ Publishing Group Ltd, v. 372, 2021. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n160>. 27

PARASTUTY, Zulaicha. Systematic review of research on exit: A bibliometric analysis and future directions. **International Review of Entrepreneurship**, v. 16, n. 4, 2018. 24

PARK, Jung-Ran. Metadata quality in digital repositories: A survey of the current state of the art. **Cataloging & Classification Quarterly**, Routledge, v. 47, n. 3-4, p. 213–228, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01639370902737240>. 28

PAYNE, Laura L.; PAYNE, Laura L.; ORSEGA-SMITH, B.; GODBEY, Geoffrey; ORSEGA-SMITH, B.; ROY, Mark P.; GODBEY, Geoffrey; ROY, M. Local parks and the health of older adults. **null**, 1998. 20

PENEDO, Frank J.; PENEDO, Frank J.; DAHN, Jason R.; DAHN, Jason R. Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. **Current Opinion in Psychiatry**, 2005. 20

PERES, Jonatas Dojame; GODINHO, Daniele Severino de S. Parques urbanos de goiânia: Bosque dos buritis e parque flamboyant. 2021. 20, 44

PERKL, Ryan; NORMAN, Laura M; MITCHELL, David; FELLER, Mark; SMITH, Garrett; WILSON, Natalie R. Urban growth and landscape connectivity threats assessment at saguaro national park, arizona, usa. **Journal of land use science**, Taylor & Francis, v. 13, n. 1-2, p. 102–117, 2018. 35, 36, 39, 40

PIRRI, Salvatore; LORENZONI, Valentina; TURCHETTI, Giuseppe. Scoping review and bibliometric analysis of big data applications for medication adherence: an explorative methodological study to enhance consistency in literature. **BMC Health Services Research**, Springer, v. 20, p. 1–23, 2020. 26

PREFEITURA DE GOIÂNIA. **Parques e Bosques**. 2023. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/sobre-goiania/parques-e-bosques/>. Acesso em: 11 nov. 2023. 46

QGIS. **QGIS Geographic Information System. QGIS Association**. 2025. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em: 06 mai. 2025. 58

RAMOS, Helci Ferreira. **Conflitos Fundiários e Gestão Urbana de Parques e Bosques no Município de Goiânia - GO (1950 A 2021)**. Tese defendida em 04/04/2024 (Doutorado em Geografia). Orientador: Profa. Dra. Fabrizia Gioppo Nunes. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024. 20, 44, 60, 61, 65, 66

REZENDE, Patrícia Soares; SOUZA, JR; SILVA, Gustavo Oliveira; RAMOS, Renata Ribeiro; SANTOS, DG dos. Qualidade ambiental em parques urbanos: levantamento e análises de aspectos positivos e negativos do parque municipal victório siqueierolli–uberlândia–mg. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia**, v. 4, n. 10, p. 53–73, 2012. 20

RIGOLON, Alessandro; NÉMETH, Jeremy. A quality index of parks for youth (quinpy): Evaluating urban parks through geographic information systems. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 45, n. 2, p. 275–294, 2018. 61

RODRIGUES, Ana Paula Moreira; PASQUALETTO, Antonio; GARÇÃO, Anna Luiza Oliveira. A influência dos parques urbanos no microclima de goiânia. **Revista Baru-Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 3, n. 1, p. 25–44, 2017. 44

RUSSO, Rosaria de FSM; CAMANHO, Roberto. Criteria in ahp: A systematic review of literature. **Procedia computer science**, Elsevier, v. 55, p. 1123–1132, 2015. 84

SAATY, Thomas L. The analytic hierarchy process (ahp). **The Journal of the Operational Research Society**, v. 41, n. 11, p. 1073–1076, 1980. 50, 51, 52, 53, 56, 57, 69

_____. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, Inderscience Publishers (IEL), v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008. 56

SADEGHIAN, Mohammad Mehdi; VARDANYAN, Zhirayr. The benefits of urban parks, a review of urban research. **Journal of Novel Applied Sciences**, v. 2, n. 8, p. 231–237, 2013. 19, 20, 44, 71

SANCHO, Rosa. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. revisión bibliográfica. **Revista Española de Documentación Científica**, v. 13, n. 3-4, p. 842–865, dic. 1990. Disponível em: <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1254>. 27

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2020. 19

SRDJEVIC, Bojan; SRDJEVIC, Zorica; REYNOLDS, Keith M; LAKICEVIC, Milena; ZDERO, Senka. Using analytic hierarchy process and best–worst method in group evaluation of urban park quality. **Forests**, MDPI, v. 13, n. 2, p. 290, 2022. 47

STEEN, R Grant; CASADEVALL, Arturo; FANG, Ferric C. Why has the number of scientific retractions increased? American Psychological Association, 2016. 30

STREGLIO, Carolina Ferreira da Costa; OLIVEIRA, Ivanilton José de. Parques urbanos de goiânia-go: papel social e potencial turístico. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, 2011. 20, 44, 45

SUBRAMANIAN, Nachiappan; RAMANATHAN, Ramakrishnan. A review of applications of analytic hierarchy process in operations management. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, v. 138, n. 2, p. 215–241, 2012. 52

SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 29, p. 177–193, 2013. 23, 44

SZOMSZOR, Martin; ADAMS, Jonathan; FRY, Ryan; GEBERT, Chris; PENDLEBURY, David A; POTTER, Ross WK; ROGERS, Gordon. Interpreting bibliometric data. **Frontiers in Research Metrics and Analytics**, Frontiers Media SA, v. 5, p. 628703, 2021. 32, 33

TALEN, Emily. Visualizing fairness: Equity maps for planners. **Journal of the American planning Association**, Taylor & Francis, v. 64, n. 1, p. 22–38, 1998. 49

THELWALL, Mike; SUD, Pardeep. Scopus 1900–2020: Growth in articles, abstracts, countries, fields, and journals. **Quantitative Science Studies**, MIT Press One Broadway, 12th Floor, Cambridge, Massachusetts 02142, USA ..., v. 3, n. 1, p. 37–50, 2022. 30

TORT, Adriano BL; TARGINO, Zé H; AMARAL, Olavo B. Rising publication delays inflate journal impact factors. **PLoS One**, Public Library of Science San Francisco, USA, v. 7, n. 12, p. e53374, 2012. 30

TRIANANTAPHYLLOU, E.; SÁNCHEZ, A. **Multi-criteria decision making methods: a comparative study**. [S.l.]: Springer, 1997. 53

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. 19

UN, United Nations. **World Urbanization Prospects 2018: Highlights**. New York: United Nations, 2019. (ST/ESA/SER.A/421). Disponível em: <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Highlights.pdf>. 18

WANG, Jiangping; ZHANG, Yichuan. Service quality evaluation of urban parks based on ahp method and sd software. **Journal of Applied Sciences**, v. 14, n. 3, p. 291–295, 2014. 52

WEBER, Eliseu; ANZOLCH, Roni; FILHO, Jugurta Lisboa; COSTA, Andréia Castro; IOCHPE, Cirano. Qualidade de dados geoespaciais. **Relatório de Pesquisa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1999. 55

YU, Po-Lung. **Multiple-criteria decision making: concepts, techniques, and extensions**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013. 49

ZELENY, Milan. Multiple criteria decision making: Eight concepts of optimality. **Human Systems Management**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 17, n. 2, p. 97–107, 1998. 49

ZHANG, Jinguang; WEI, Wei; CHENG, Yingyi; ZHAO, Bing. Study on site selection of small and medium-sized city parks based on gis suitability evaluation. **JOURNAL OF NANJING FORESTRY UNIVERSITY**, v. 44, n. 1, p. 171, 2020. 57

ZHANG, Yuting; LIAO, Yu. Higher education for international students in china: A review of policy from 1978 to 2020. **ECNU Review of Education**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 4, n. 4, p. 873–889, 2021. 32, 33

Apêndice A – Script R Studio

```
1 library(pubmedR)
2 library(bibliometrix)
3
4 path <- 'D:/temp' # especificar o caminho dos arquivos
5 setwd(path)
6
7 bib_scopus <- convert2df("todos_scopus.bib", dbsource = 'scopus', format = "bibtex")
8 bib_websci <- convert2df("todos_webofscience.bib", dbsource = 'isi', format = "bibtex")
9
10 # Juntar bases de dados, scopus e Web Science
11 merged <- mergeDbSources(bib_scopus, bib_websci, remove.duplicated = TRUE)
12
13 rio::export(merged, file="Mesclados.xlsx")
14
15 biblioshiny()
```

O script acima efetua o processamento do resultado das consultas Scopus e Web of Science, com o objetivo de gerar um único arquivo no formato excel, sem eventuais duplicidades de registros. A execução passo a passo do código é descrita a seguir, conforme sequência indicativa do número da linha no código.

- (1) Carrega biblioteca 'pubmedR'
- (2). Carrega biblioteca 'bibiliometrix'
- (4). Atribui à variável path o caminho (pasta do computador) onde o script irá ler e gravar (os arquivos
- (5). Configura o ambiente R para trabalhar no caminho especificado
- (7). Lê o arquivo todos_scopus.bib, contendo os resultados das pesquisas no Scopus
- (8). Lê o arquivo todos_webofscience.bib, contendo os resultados das pesquisas no Web Of Science
- (10). (comentário)
- (11). Faz a junção dos dois arquivos, removendo os registros duplicados, o que é determinado pelo parâmetro remove.duplicated = TRUE
- (13). exporta o conteúdo mesclado, que será gravado no arquivo em formato excel, com o nome "Mesclados.xlsx"
- (15). Faz a chamada a aplicação de interface web (biblioshiny) do Bibliometrix

Apêndice B – Tabela de classificação de status do bibliometrix

Tabela 12 – *Status de completude*

Status	Percentual de Ausências	
	De	Até
Excelente		0.00
Bom	0.01	10.00
Aceitável	10.01	20.00
Ruim	20.01	50.00
Crítico	50.01	99.99
Completamente ausente	100.00	

Fonte: <https://github.com/massimoaria/bibliometrix/blob/master/README.md>,
acessado em 14/03/2024

Apêndice C – Sumarização dos dados resultantes do biblioanalysis

MAIN INFORMATION ABOUT DATA

Timespan	1975 : 2024
Sources (Journals, Books, etc)	1332
Documents	2874
Annual Growth Rate %	0
Document Average Age	6.36
Average citations per doc	17.33
Average citations per year per doc	2.477
References	1

DOCUMENT TYPES

article	2264
article article	6
article; data paper	1
article; early access	19
article; proceedings paper	22
book	4
book chapter	44
conference paper	128
conference paper article	2
conference paper review	1
conference review	7
data paper	1
editorial	1
editorial material	3
erratum	1
letter	1
proceedings paper	288
proceedings paper; book chapter	1
reprint	1
review	75
review; book chapter	3
review; early access	1

DOCUMENT CONTENTS

Keywords Plus (ID)	9135
Author's Keywords (DE)	8332

AUTHORS

Authors	9219
Author Appearances	11968
Authors of single-authored docs	304

AUTHORS COLLABORATION

Single-authored docs	331
Documents per Author	0.312
Co-Authors per Doc	4.16
International co-authorships %	18.06

Annual Scientific Production

Year	Articles
1975	1
1977	1
1978	1
1981	1
1987	1
1988	3
1991	3
1992	6
1993	3
1994	6
1995	5
1996	6
1997	11
1998	12
1999	14
2000	15
2001	12
2002	18
2003	23
2004	21
2005	30
2006	40
2007	38

2008	48
2009	41
2010	56
2011	63
2012	90
2013	98
2014	103
2015	112
2016	147
2017	167
2018	226
2019	238
2020	283
2021	318
2022	344
2023	268
2024	1

Annual Percentage Growth Rate 0

Most Productive Authors

	Authors	Articles	Authors	Articles Fractionalized
1	LI Y	44	NA N	17.00
2	LIU Y	40	LIU Y	9.81
3	ZHANG Y	40	LI Y	9.33
4	WANG Y	37	WANG X	7.99
5	LIU X	32	WANG Y	7.86
6	WANG X	32	ZHANG Y	7.53
7	LI X	31	LI X	6.71
8	LI J	30	LI J	6.10
9	ZHANG X	28	LIU X	5.69
10	WANG J	25	ZHANG X	5.14

Top manuscripts per citations

	Paper	DOI	TC	TC
1	JERRETT M, 2005, J EXPO ANAL ENVIRON EPIDEMIOL	10.1038/sj.jea.7500388		
2	JOPPA LN, 2009, PLOS ONE	10.1371/journal.pone.00082		
3	BENINDE J, 2015, ECOL LETT	10.1111/ele.12427		
4	CARRUS G, 2015, LANDSC URBAN PLAN	10.1016/j.landurbplan.20		
5	VENTER ZS, 2020, ENVIRONRESLETT	10.1088/1748-9326/abb396		
6	DEARBORN DC, 2010, CONSERV BIOL	10.1111/j.1523-1739.2009		
7	SETO KC, 2010, ANNU REV ENVIRON RESOUR	10.1146/annurev-environ-		
8	SEIDELL JC, 2001, AM J CLIN NUTR	NA		
9	IVES CD, 2016, GLOB ECOL BIOGEOGR	10.1111/geb.12404		
10	LI X, 2017, ENVIRON POLLUT	10.1016/j.envpol.2017.08		

Corresponding Author's Countries

	Country	Articles	Freq	SCP	MCP	MCP_Ratio
1	CHINA	613	0.2423	515	98	0.1599
2	USA	290	0.1146	241	49	0.1690
3	BRAZIL	150	0.0593	140	10	0.0667
4	ITALY	105	0.0415	85	20	0.1905
5	POLAND	87	0.0344	79	8	0.0920
6	SPAIN	80	0.0316	66	14	0.1750
7	AUSTRALIA	76	0.0300	59	17	0.2237
8	TURKEY	76	0.0300	75	1	0.0132
9	UNITED KINGDOM	69	0.0273	41	28	0.4058
10	IRAN	64	0.0253	54	10	0.1562

SCP: Single Country Publications

MCP: Multiple Country Publications

Total Citations per Country

	Country	Total Citations	Average Article Citations
1	USA	10518	35.534
2	CHINA	9633	15.689
3	UNITED KINGDOM	3030	43.913
4	ITALY	2323	21.710
5	AUSTRALIA	2118	27.868
6	GERMANY	1957	36.925
7	SPAIN	1275	15.549
8	BRAZIL	1258	7.862
9	CANADA	1252	27.217
10	TURKEY	947	11.987

Most Relevant Sources

	Sources	Articles
1	SUSTAINABILITY	68
2	SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	61
3	ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT	51
4	ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	44
5	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH	44
6	LANDSCAPE AND URBAN PLANNING	38
7	LAND	35
8	LAND USE POLICY	33
9	ECOLOGICAL INDICATORS	30
10	IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE	30

Most Relevant Keywords

	Author Keywords (DE)	Articles	Keywords-Plus (ID)	Articles
1	URBANIZATION	95	ENVIRONMENTAL PROTECTION	319
2	PROTECTED AREAS	80	CONSERVATION	317
3	GIS	79	BIODIVERSITY	294
4	CONSERVATION	78	CITY	250
5	ECOSYSTEM SERVICES	73	URBANIZATION	228
6	BIODIVERSITY	69	CHINA	200
7	REMOTE SENSING	60	PROTECTED AREA	193
8	SUSTAINABILITY	60	CITIES	167
9	LAND USE	56	ARTICLE	165
10	CLIMATE CHANGE	54	PROTECTED AREAS	156