

CIDADES INTELIGENTES E CIDADES COGNITIVAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA

GILBERTO LUIZ DE SOUZA PAULA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

ANA ESTER DA COSTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

JOÃO ARTUR DE SOUZA

ROBERTO CARLOS DOS SANTOS PACHECO

Introdução

As áreas urbanas estão crescendo velozmente à medida que cresce a população mundial. Os desafios se tornam cada vez mais abrangentes, nesse contexto complexo e as cidades recorrem cada vez mais às tecnologias digitais como solução. As cidades inteligentes possuem grande ênfase tecnológica, enquanto as Cidades cognitivas expandem o conceito tecnológico com foco em aprendizado e adaptação. Este estudo investiga diferenças entre os termos cidades inteligentes (Smart) e Cognitivas (Cognitive) quando utilizados por profissionais de diferentes áreas.

Problema de Pesquisa e Objetivo

As Cidades Cognitivas se configuram em uma nova abordagem, que ampliam o conceito de cidades inteligentes, porém não está claro na literatura como os termos cidades inteligentes e cognitivas são distintos e qual o perfil de publicações por perfil profissional. As Cidades Cognitivas ainda se encontra com a literatura limitada. O objetivo é analisar essas diferenças conceituais por meio de indicadores bibliométricos analisando a utilização dos termos "cidades inteligentes" e "Cidades Cognitivas" (Smart City e Cognitive City) que muitas vezes são utilizados de forma intercambiável.

Fundamentação Teórica

As Cidades Inteligentes emergem como um dos temas de destaque na era da 4ª revolução industrial. Essencialmente, trata-se de uma cidade que se vale amplamente da tecnologia da informação e comunicação para operar e prosperar.(Okafor, Aigbavboa, Akinradewo & Thwala, 2021). Cognitivas são um avanço das inteligentes e um conceito relativamente recente (Finger & Portmann,2016) e estudos sugerem um novo paradigma para o planejamento e gestão urbana integrando a inteligência artificial e a cognição humana para criar cidades mais eficientes, sustentáveis e resiliente(Hanif, Sanchez, Prashad, 2021)

Metodologia

O estudo realizou uma análise bibliométrica para analisar o comportamento e propriedades dos termos nas diferentes áreas e estruturas de pesquisa nas áreas: Estudos Urbanos, Automação e Sistemas de Controle, Arquitetura, e Tecnologia de Construção de Prédios, Casas e Espaços Físicos na base de dados Web Of Science (bibliometria). Foram analisados os 500 artigos mais citados sobre cidades inteligentes e cognitivas. O Teste t-student avaliou as diferenças entre cidades inteligentes e cognitivas (Cientometria).

Análise dos Resultados

Há prevalência dos termos cidades inteligentes nas áreas de automação e tecnologia; de cidades cognitivas nas áreas de estudos urbanos e arquitetura. O teste t confirmou diferenças significativas entre os termos. Cidades cognitivas têm maiores lacunas em pesquisa. O valor de t crítico bicaudal foi 2,06389, que para 24 graus de liberdade é probabilidade (P) de 0.05 (nível de confiança de 5%), existe uma diferença ao nível de significância de 5% entre as duas amostras normalizadas estudadas

Conclusão

A Bibliometria realizada na base de Dados WOS, demonstrou diferenças entre as duas perspectivas. A área de Estudos Urbanos concentra o maior número de publicações em ambas as cidades. As Cognitiva são mais citadas nas áreas de Arquitetura e Estudos Urbanos, enquanto as Cidades Inteligentes são mais citadas nas áreas de Tecnologia de Construção e Automação e Sistema. Existe uma diferença efetiva entre a escolha dos termos e o perfil profissional do pesquisador. O R-Studio (cientometria), avaliou estatisticamente que as amostras são significativamente diferentes, o test t validou os resultados.

Referências Bibliográficas

Bajdor & Starostka-Patyk (2021); Finger & Portmann (2016); Moyser & Uffer (2016); Patra, Bhattacharya & Verma (2006); Hanif, Sanchez & Prashad (2021); Menon, Khosravi, Jolfaei, Kumar & Vinod (2022); Pritchard (1969); Racine & Jeffrey (2012).

Palavras Chave

CIDADES INTELIGENTES, CIDADES COGNITIVAS, BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA

Agradecimento a órgão de fomento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CIDADES INTELIGENTES E CIDADES COGNITIVAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA

1 INTRODUÇÃO

As áreas urbanas estão crescendo velozmente à medida que cresce a população mundial. Os desafios se tornam cada vez mais abrangentes, nesse contexto, vão desde a satisfação de necessidades humanas básicas, à adaptação ao impacto das alterações climáticas e à melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes. Para enfrentar essas questões complexas, as cidades estão recorrendo intensamente à tecnologia como uma solução viável, elas possuem enorme potencial para ajudar a enfrentar os desafios das nossas cidades em rápido crescimento.

O avanço nas tecnologias de informação e comunicação tem possibilitado a melhoria das tomadas de decisões com base em dados em tempo real, na criação de memória e na aprendizagem, permitindo às cidades prestarem melhores serviços para melhorar a qualidade de vida, e fazê-lo de uma forma mais eficiente em termos de recursos naturais e financeiros (Moyser & Uffer, 2016).

No entanto, é importante reconhecer que a adoção da tecnologia também apresenta uma série de desafios (Moyser & Uffer, 2016). Neste sentido, a Cidade Inteligente é uma resposta valiosa aos desafios de eficiência enfrentados pelas cidades modernas. No entanto, esses desafios vão além da eficiência e incluem sustentabilidade e resiliência, exigindo abordagens mais inovadoras que considerem também o ser humano (Finger & Portmann, 2016).

As cidades, como sistemas complexos, não podem ter seus problemas resolvidos apenas com tecnologia. Neste contexto, uma nova abordagem, as Cidades Cognitivas, ampliam o conceito de cidades inteligentes (Finger & Portmann, 2016).

Este estudo busca analisar e compreender a utilização dos termos "cidades inteligentes" e "Cidades Cognitivas" (*Smart City e Cognitive City*) que muitas vezes são utilizados de forma intercambiável (Albino, Berardi & Dangelico, 2015). A análise foi realizada por meio do teste *t-student* (Becker, 2015), se o comportamento das amostras estudadas é estatisticamente diferente, ou seja, se as publicações a respeito de *Cidades Cognitivas* tem um comportamento diferente das publicações a respeito de *Cidades Inteligentes*. Salienta-se que as cidades inteligentes, de acordo com a literatura, se destacam pela ênfase na tecnologia da informação e comunicação, abrangendo aspectos como IoT e TIC (Bajdor & Starostka-Patyk, 2021), já as Cidades Cognitivas vão além, incorporando inteligência artificial e computação cognitiva (Mostashari, Arnold, Maurer, & Wade, 2011).

A diferença fundamental entre ambas reside na capacidade das Cidades Cognitivas de aprender com experiências passadas e adaptar seu comportamento com base nelas, dando ênfase à participação dos cidadãos e à análise sofisticada de dados para aprimorar o ambiente urbano (Mostashari, Arnold, Maurer, & Wade, 2011). Portanto, a escolha entre esses termos depende da abordagem e ênfase desejadas na pesquisa ou na descrição das características das cidades.

Com base na análise da literatura acadêmica referente aos termos cidades inteligentes e cognitivas, este estudo empregará a bibliometria e a cientometria como ferramentas de busca por uma compreensão aprofundada da aplicação dos termos nas diferentes áreas de pesquisas científicas.

A bibliometria permitirá a análise quantitativa das fontes acadêmicas relevantes, identificando tendências e as principais áreas de pesquisa relacionadas às cidades inteligentes e às cognitivas. Isso auxiliará na construção de indicadores sólidos que guiarão a investigação. Ao mesmo tempo, a cientometria fornecerá uma visão mais profunda das relações entre os conceitos, permitindo a definição precisa de seus contornos e a identificação de lacunas no conhecimento (Rostaing, 1996).

Este estudo busca contribuir com as pesquisas sobre o tema para o entendimento das diferenças conceituais entre cidades inteligentes e cidades cognitivas, trazendo maior clareza sobre os termos. Além disso, busca ampliar o conhecimento sobre a aplicação dos conceitos em

diferentes áreas como estudo urbanos, arquitetura e tecnologia. Sendo os achados uma evidência quantitativa da distinção entre os termos por meio de indicadores bibliométricos robustos, o que demonstra que cidades cognitivas representam uma visão mais ampla, mas que ainda carecem de mais investigações (Finger & Portmann, 2016; Moyser & Uffer, 2016).

Quanto às contribuições práticas, busca auxiliar na escolha mais adequada do termo considerando o foco e objetivos da aplicação prática. Também auxiliar na compreensão pelos gestores de que a tecnologia por si só não basta para cidades sustentáveis. O artigo traz contribuições relevantes ao proporcionar maior conscientização sobre a importância da governança colaborativa e participação cidadã proativa na implementação de iniciativas de cidades inteligentes/cognitivas.

Ao elucidar e quantificar as diferenças entre os conceitos-chave, o estudo estimula visões mais abrangentes e multidisciplinares nessa implementação. Os resultados servem como referência para tomadores de decisão sobre lacunas de pesquisa e oportunidades de avanço do conhecimento, além de insumo valioso para políticas públicas que considerem os diferentes matizes na aplicação prática.

Em síntese, as contribuições teóricas e práticas do artigo são significativas ao prover novo conhecimento e perspectivas sobre termos fundamentais na área de cidades inteligentes e sustentabilidade urbana.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CIDADES INTELIGENTES E CIDADES COGNITIVAS

As Cidades Inteligentes emergem como um dos temas de destaque na era da 4ª revolução industrial. Essencialmente, trata-se de uma cidade que se vale amplamente da tecnologia da informação e comunicação para operar e prosperar. Nesse contexto, a tecnologia desempenha um papel integral, transcendendo barreiras convencionais e possibilitando um novo paradigma de desenvolvimento urbano (Okafor, Aigbavboa, Akinradewo & Thwala, 2021).

Altamente focada em aspectos tecnológicos, a Cidade Inteligente abrange a Internet das Coisas (IoT), Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e diversas áreas tecnológicas afins, incluindo, nesse cenário, comunidades, dados, economia, digitalização e o público em geral. Pesquisadores que se dedicam ao campo do conceito de Cidades Inteligentes concentram-se, predominantemente, em seus elementos tecnológicos, sendo que sem a presença da tecnologia, a própria essência das Cidades Inteligentes possivelmente sofreria alterações substanciais. O desenvolvimento tecnológico avançado é que viabiliza efetivamente a realização das suas premissas na prática (Bajdor & Starostka-Patyk, 2021) e promove um crescimento urbano sustentável (Menon, Khosravi, Jolfaei, Kumar & Vinod, 2022). Cidades Inteligentes integram tecnologia digital e análise de dados para melhorar a qualidade e a sustentabilidade da vida de seus moradores (Pan, Zhou, Piramuthu, Giannikas & Chen, 2021; Gracias, Parnell, Specking, Pohl & Buchanan, 2023). Com isso, melhora a eficiência das infraestruturas e dos serviços e promove o crescimento econômico sustentável. Na sua configuração, as Cidades Inteligentes integram múltiplos domínios como transporte, energia, saúde, educação e governança para criar um ambiente urbano interligado e inteligente. Entretanto, apesar do potencial para revolucionar a vida urbana, a Cidade Inteligente apresenta desafios e preocupações quanto a privacidade dos dados, o acesso desigual à tecnologia e a necessidade de colaboração entre os setores privado, público e governamental (Gracias, Parnell, Specking, Pohl & Buchanan, 2023). Para Finger e Portmann (2016) as Cidades Inteligentes são baseadas na teoria de controle e gestão científica, com ênfase em eficiência por meio da integração de dados e informações gerados pela implementação de tecnologias da informação e comunicação nos sistemas de infraestrutura urbana. Os autores caracterizam a abordagem das Cidades Inteligentes como tecnocrática, de otimização dos sistemas de infraestrutura

individualmente e como um todo integrado. O uso de dessas tecnologias são para controle e otimização desses sistemas (Finger & Portmann, 2016).

Em outra perspectiva, as Cidades Cognitivas são entendidas como um avanço das cidades inteligentes e um conceito relativamente recente (Finger & Portmann, 2016) e, muitos estudos sugerem que representa um novo paradigma para o planejamento e gestão urbana integrando a inteligência artificial e a cognição humana para criar cidades mais eficientes, sustentáveis e resilientes (Hanif, Sanchez & Prashad, 2021). Cidades Cognitivas ainda se encontra com a literatura limitada, porém, seu entendimento é como uma extensão das Cidades Inteligentes, mas empregando a teoria da cognição (Moyser & Uffer, 2016). Além disso, distingue-se da Cidade Inteligente por utilizar a inteligência artificial e computação cognitiva para aprender com experiências passadas e adaptar seu comportamento com base nelas.

Cidades Cognitivas são baseadas em teorias de sistemas e governança de sistemas sociotécnicos. Elas enfatizam sustentabilidade, resiliência e o envolvimento dos fatores humanos e cognitivos. Sua abordagem é caracterizada como humanista e colaborativa para a governança urbana. O uso de tecnologias é para aprendizado coletivo e adaptação do sistema urbano. Elas engajam ativamente os cidadãos como participantes e sensores humanos (Finger & Portmann, 2016).

Isso implica na incorporação da aprendizagem, criação de memória e experiência de forma intrínseca à cidade, de modo que a tecnologia seja utilizada para constantemente melhorar seu funcionamento. Nesse contexto, a aprendizagem não é exclusiva de seres humanos, mas envolve diversos agentes de informação, como smartphones, sistemas computacionais e infraestruturas operacionais. Um sistema cognitivo, assim, possui a capacidade de perceber, compreender e reagir às mudanças (Moyser & Uffer, 2016).

O próprio termo cognitivo incorpora diferenças das demais variantes de cidades centradas na informação pelo fato de a cognição implicar a existência de aprendizagem, criação de memória e recuperação de experiência para melhorar continuamente a governança urbana (Mostashari, Arnold, Maurer & Wade, 2011). O sistema cognitivo é capaz de sentir, perceber e reagir a mudanças no ambiente, com a habilidade de aprimorar o desempenho de um sistema, ampliando assim sua capacidade adaptativa (Mostashari, Arnold, Maurer, & Wade, 2011; Finger & Portmann, 2016). Significa a capacidade de um sistema aprender com experiências anteriores e adaptar seu comportamento com base nelas (Mostashari, Arnold, Maurer, & Wade, 2011).

Dessa forma, os cidadãos desempenham um papel fundamental nas Cidades Cognitivas, atuando como sensores humanos e fornecendo dados que são usados para construir um sistema social ciberfísico (Mostashari, Arnold, Maurer & Wade, 2011). O autor argumenta que a implementação de redes de sensores não é suficiente para melhorar a vida urbana e propõe uma abordagem de processo arquitetônico que integra a cognição aos processos urbanos. Para Finger e Portmann (2016), as Cidades Cognitivas apresentam uma perspectiva mais ampla em relação às Cidades Inteligentes, pelo fato de incorporarem o fator humano o que exige abordagens inovadoras para a governança urbana.

Os desafios e soluções da implementação de Cidades Inteligentes Cognitivas, exigem envolvimento consistente do cidadão, coleta de dados onipresente e análises sofisticadas para produzir o melhor tipo de Cidades Cognitivas (Menon, 2022).

Importante ressaltar que a tecnologia representa apenas uma parte dos sistemas urbanos. Para verdadeiramente criar cidades habitáveis e prósperas, os gestores municipais devem desenvolver uma visão abrangente, envolver ativamente a comunidade e as partes interessadas, e conduzir um processo de adoção de tecnologia fundamentado e diligente (Moyser & Uffer, 2016).

Diante do notável avanço tecnológico e da sua futura integração no planejamento e administração urbana, a cidade cognitiva se compromete a conectar os habitantes aos serviços de maneira mais eficaz, promovendo uma maior compreensão e aprimoramento do próprio ambiente urbano. Enquanto as cidades inteligentes empregam sensores para coletar dados dos

cidadãos e infraestruturas, visando aprimorar a eficiência e reduzir custos de recursos, uma cidade cognitiva vai além, sendo mais resiliente, eficiente e sustentável. Ela tem a capacidade de perceber, compreender e responder aos desafios do seu entorno, aprendendo e ajustando suas operações, comportamentos e serviços com base na análise e contextualização de experiências passadas (Hanif, Sanchez & Prashad, 2021). No Quadro 1 é possível observar as principais características que diferenciam as cidades Cognitivas e Inteligentes.

Quadro 1 - Diferenças conceituais entre cidades inteligentes e cidades cognitivas

Cidades Inteligentes	Cidades Cognitivas
Baseadas em teoria de controle e gestão científica	Baseadas em teorias de sistemas e governança
Ênfase em eficiência e otimização	Ênfase em sustentabilidade, resiliência e sustentabilidade.
Abordagem tecnocrática e de engenharia	Abordagem humanista e colaborativa
Uso de TICs para controle e otimização	Uso de TICs para aprendizado e adaptação
Foco em infraestrutura e dados	Foco em pessoas e comunidades
Visão limitada de gestão urbana	Visão ampla e holística
Controle centralizado	Governança participativa
Soluções tecnológicas	Soluções sociotécnicas
Ênfase em tecnologia	Ênfase em aprendizado, adaptação e engajamento humano
Cidadãos como usuários passivos	Cidadãos como participantes ativos
Incorpora tecnologia da informação e comunicação	Incorpora inteligência artificial e computação cognitiva
Abrange aspectos como IoT e TIC	Aprende com experiências passadas e adaptar seu comportamento com base nelas
Prioriza dados e sistemas	Prioriza pessoas e comunidades

Fonte: Adaptado de Finger e Portmann (2016), Mostashari, Arnold, Maurer e Wade (2011), Bajdor e Starostka-Patyk (2021), Hanif, Sanchez e Prashad (2021).

2.3 BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA

A pesquisa bibliométrica representa um conjunto único de técnicas para o monitoramento e análise de recursos de informação, bem como gestão do conhecimento em contextos sociais e organizacionais. Os métodos bibliométricos são utilizados em estudos de comportamento e propriedades do conhecimento para análise das estruturas de pesquisa e áreas científicas. Os “métodos estatísticos são aplicados para mensurar a autoria, padrão de citação e publicação, e o relacionamento dentro de domínios científicos e comunidades de pesquisa e para estruturar campos específicos”. De acordo com estes autores, o termo bibliometria foi introduzido por Pritchard (1969) (Patra, Bhattacharya & Verma, 2006, p. 31-32), e foi definido como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para a análise da produção científica (Rostaing, 1996).

A cientometria é uma análise mais abrangente. O termo foi introduzido em 1969 por Nalimov e Mulchenko (1969) que conceituaram cientometria a aplicação de abordagens quantitativas para analisar a ciência como processo de informação. Dessa forma, consiste em medir a base de informação científica, ao passo que a bibliometria trata de processos de informação mais gerais (Patra, Bhattacharya & Verma, 2006).

3 METODOLOGIA

Para melhor compreender como a academia percebe a identidade de cada modelo de cidade, Cidades Inteligentes e Cidades Cognitivas, este estudo realizou a **bibliometria** com o uso da ferramenta CAFÉ/ CAPES, na busca de periódicos, baseada na literatura das Áreas de Estudos Urbanos, Automação e Sistemas de Controle, Arquitetura, e Tecnologia de Construção de Prédios, Casas e Espaços Físicos. A opção pela escolha destas áreas se deve ao fato de serem as áreas que impactam na usabilidade das cidades. A presença destas áreas na bibliografia pesquisada, se alinha com a prática do uso de cada conceito de cidade.

Para este fim, o presente trabalho inicia a busca na base de dados *Web of Science (WOS)* com as palavras “*Smart City/Cidades Inteligentes*” e “*Cognitive City/Cognitive Cities*”. Retornaram um total de 6.120 trabalhos referente ao termo “*Cidades Inteligentes*”, já para o termo “*Cidades Cognitivas*”, apenas 572 trabalhos. Importante salientar que a coleta de dados para a análise foi realizada assumindo a classificação por citações e, por isso, foram elegíveis os 500 trabalhos mais citados de cada um dos termos pesquisados (1.000 estudos).

Na Tabela 1 são apresentados os dados da coleta realizada diretamente na base de dados *WOS*. Embora, utilizando as palavras de busca citadas tivessem sido encontrados 6.120 artigos para *Cidades Inteligentes*, e 572 artigos para *Cidades Cognitive*, um mesmo artigo pode estar classificado em duas áreas diferentes, por isso tem-se 6.242, para Cidades Inteligentes, e 612, para Cidades Cognitivas.

Tabela 1 - Comparação a respeito da participação percentual de cada área dentro da perspectiva *Smart* ou *Cognitive*

	cognitive	Áreas	smart	
52,61%	322	Estudos Urbanos	2717	43,53%
19,28%	118	Automação e sistemas	1626	26,05%
15,85%	97	Arquitetura	438	7,02%
12,25%	75	Tecnologia de Construção	1461	23,41%
	612		6242	

Fonte: autores.

A Tabela 1, ainda, descreve o resultado da análise de variação percentual de cada perspectiva (*Smart* ou *Cognitive*). Nesse sentido, a análise horizontal da tabela indica que a área de Estudos Urbanos é a que concentra maior número de publicações em ambas as perspectivas. Automação e sistemas também apresentam um volume de publicações similares. Já na análise vertical, comparando as Cidades Inteligentes com as Cidades Cognitivas, a perspectiva Cognitiva apresentou maior volume de publicações nas áreas de Arquitetura e Estudos Urbanos, enquanto na perspectiva Smart as áreas mais representativas foram de Tecnologia de Construção e Automação e Sistemas.

Destaca-se que na área de Arquitetura, a perspectiva Cognitiva apresenta o dobro de publicações em relação à perspectiva Inteligente. Por outro lado, na área de Tecnologia de Construção, ocorre o inverso, as publicações na perspectiva Inteligente são o dobro da perspectiva Cognitiva.

Para a cientometria (Rostaing, 1996) foi utilizado o método de análise *test t-student* (Becker, 2015) para avaliar se existem diferenças entre as médias nos conceitos de *Cidades Inteligentes* e *Cidades Cognitivas* junto à comunidade científica (Becker, 2015). O R-Studio (Racine, 2012) foi utilizado para o levantamento cientométrico dos dados, que foram

organizados e organizados no presente trabalho como fundamento para a análise de resultados da pesquisa e conclusões. A análise dos resultados foi realizada pela cientometria.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados desta seção são referentes aos 500 artigos mais citados na coleta de dados. O período mais expressivo para publicações na perspectiva de Cidades Cognitivas se situa entre 1998 e 2023. Para as Cidades Inteligentes o período é de 1998 a 2022. Por mais que os dados brutos apresentados sejam explicitamente diferentes, é necessária uma avaliação da correlação dos dados, para isso é realizado um teste *t student* (Becker, 2015) de dados independentes para testar se o comportamento das amostras estudadas é estatisticamente diferente, ou seja, as publicações a respeito de Cidades Cognitivas têm um comportamento diferente das publicações a respeito de *Cidades Inteligentes*. Realizando a cientometria com respeito a Cidades Cognitivas (Quadro1 - informações principais) no intervalo de tempo de 27 anos, escolhidos os 500 artigos mais citados, têm-se 169 fontes bibliográficas, com a média de publicações ao ano de 5,69, e média de citações por documento de 20,05.

Figura 1 - *Main Information* sobre Cidades Cognitivas



Fonte: *Web of Science* através do *R-studio*

Realizando a cientometria com respeito a Cidades Inteligentes (Quadro2 - informações principais) no intervalo de tempo de 27 anos, escolhidos os 500 artigos mais citados, têm-se 82 fontes bibliográficas, com a média de publicações ao ano de 6,37, e média de citações por documento de 97,77.

Figura 2 - *Main Information* Sobre Cidades Inteligentes



Fonte: Web of Science através do *R-studio*

Comparando o comportamento das Cidades Cognitivas (Figura 1) com as Cidades Inteligentes (Figura 2), no intervalo de tempo equivalente de 27 anos, para os 500 artigos mais citados, têm-se 169 fontes bibliográficas para as Cidades Cognitivas e 82 fontes bibliográficas para as Cidades Inteligentes. Considerando que existem na *WOS* 6.120 publicações para as Cidades Inteligentes e 572 publicações para as Cidades Cognitivas, as fontes desta são mais dispersas, ou seja, diferentes publicações por diferentes fontes.

A média de publicações ao ano é de 5,69 para Cidades Cognitivas, e de 6,37 para as Cidades Inteligentes, indicando que as fontes publicam mais com os termos de Cidades Inteligentes. A média de citações por documento é de 20,05 para as Cidades Cognitiva enquanto para as Cidades Inteligentes é de 97,77, isso demonstra que os trabalhos são mais citados dentro da pesquisa realizada na perspectiva de Cidades Inteligentes.

Tabela 2 - Comparação das publicações científicas sobre cidades inteligentes e cognitivas

500 artigos mais citados – Cidades Inteligentes	500 artigos mais citados – Cidades Cognitivas
82 fontes bibliográficas	169 fontes bibliográficas
6,37 artigos/ano	5,69 artigos/ano
97,77 citações/artigo	20,05 citações/artigo
Áreas predominantes: <ul style="list-style-type: none">• Automação e Sistemas e Tecnologia da Construção	Áreas predominantes: <ul style="list-style-type: none">• Estudos Urbanos e Arquitetura

Fonte: autores

Analisando os resultados para comparar as duas amostras observa-se abaixo (Tabela 2) as informações importantes a respeito do período de publicação, quantidade de pesquisadores envolvidos, o número de fontes diferentes, número de referências utilizadas, quantidade de coautoria internacional por publicação, razão de crescimento da pesquisa de acordo com a descrição de Cidades Cognitivas e Cidades Inteligentes, média de citação por artigo e também a idade média da publicação.

Tabela 2 - *Main Information* tabelado e normalizado

	Cognitive	Smart	Cognitive	Smart
Time	1996	1995	0,500125282	0,499875
	2023	2022	0,500123609	0,499876
autor	1368	1467	0,482539683	0,51746
palavra chave do autor	2000	1966	0,504286435	0,495714
Fontes	169	82	0,673306773	0,326693
Autor sozinho	118	59	0,666666667	0,333333
referências	24268	27466	0,469091893	0,530908
documento	500	500	0,5	0,5
Co autoria internacional	26,80%	39%	0,407294833	0,592705
Idade media do documento	5,69	6,37	0,471807629	0,528192
Razão de crescimento anual	14,74%	8,90%	0,623519459	0,376481
co autor por doc	3,05	3,5	0,465648855	0,534351
media de citação por doc	20,05%	97,77%	0,170174843	0,829825

Fonte: autores.

Dentro das limitações de busca (Estudos urbanos, Automação e sistemas, Arquitetura e Construção) a respeito das publicações (Fontes comparadas em Figura 1 e 2) envolvendo Cidades Cognitivas e Cidades Inteligentes. Importante sinalizar que as fontes que tratam de Cidades Cognitivas são aproximadamente o dobro daquelas que o fazem a respeito de Cidades Inteligentes.

Existem mais do que o dobro de autores publicando a respeito de Cidades Cognitivas do que a respeito de Cidades Inteligentes, muito embora o número de referências seja aproximadamente igual para os 500 artigos mais citados na busca na *Web Of Science*.

Em termos de coautoria, embora o percentual de participação seja levemente maior para a Cidades Inteligentes do que para as Cidades Cognitivas, elas são próximas. Importante observar que o crescimento anual no período para as publicações a respeito de Cidades Cognitivas é quase o dobro do número de publicações a respeito de Cidades Inteligentes, embora a coautoria por documento publicado seja levemente maior para a Cidades Inteligentes.

Como dado crítico deste levantamento para os 500 artigos mais citados na base de dados, cabe ressaltar que a média de citação das Cidades Inteligentes são 97,77%, enquanto nas publicações a respeito de Cidades Cognitivas são de 20,5% de citação por documento publicado, demonstrando que existe uma saturação nas pesquisas a respeito de Cidades Inteligentes comparando com a perspectiva de Cidades Cognitivas.

Para testar o comportamento das publicações a respeito de Cidades Inteligentes são estatisticamente diferentes do comportamento das publicações sobre Cidades Cognitivas. Os dados (Tabela 3) normalizados e depois são avaliados através de um teste *t-student* para mostrar que existe evidências de que são estatisticamente diferentes.

Para o valor de t crítico bicaudal foi de 2,06389, o que para 24 graus de liberdade tem uma probabilidade (P) de até 0.05, ou seja, um nível de confiança de 5%, o que conclui que **existe uma diferença ao nível de significância de 5% entre as duas amostras estudadas**, lembrando que as amostras estão **normalizadas** e, portanto, não considera o volume de publicações da Cidade Inteligentes em relação a Cidades Cognitivas.

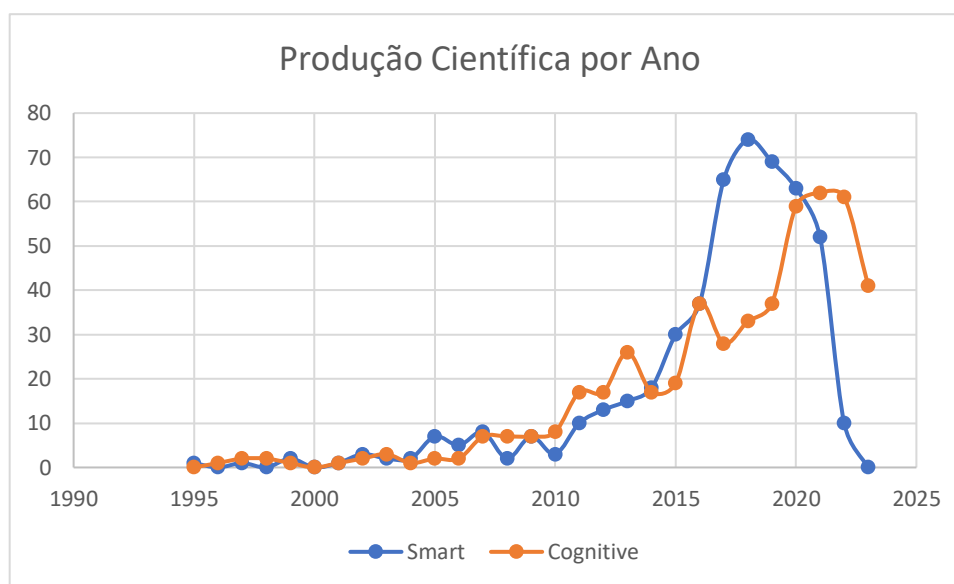
Tabela 3 – Teste-t: Duas Amostras Presumindo Variâncias Diferentes

	<i>Cognitive</i>	<i>Smart</i>
Média	0,494968151	0,505031849
Variância	0,016114432	0,016114432
Observações	13	13
Hipótese da diferença de μ	0	
gl	24	
Stat t	-0,202118838	
P(T<=t) uni-caudal	0,420763666	
t crítico uni-caudal	1,71088208	
P(T<=t) bi-caudal	0,841527332	
t crítico bi-caudal	2,063898562	

Fonte: autores.

Avaliando a produção científica por ano entre as Cidades Cognitivas (linha amarelo) e Cidades Inteligentes (linha azul), é possível perceber a importância e atualidade destes assuntos visto o comportamento do crescimento das pesquisas no período estudado, claro que a queda de atividade científica no período de 2020 é esperada dada a pandemia de Covid 19. Interessante observar que a partir de 2020 a produção científica a respeito de Cidades Cognitivas superou a produção científica considerando as Cidades Inteligentes, cuja razão deve ser estudada.

Gráfico 1 - Produção Científica por ano das Cidades Inteligentes e Cidades Cognitivas



Fonte: autores.

Realizando um ensaio a respeito destes dados após a observação de que as médias são iguais, afinal para um período equivalente foram selecionados os 500 artigos mais citados, e considerando que se pretende avaliar se as amostras são estatisticamente diferentes, realiza-se o teste *t-Student* abaixo para medias.

Tabela 4 - Teste-t: duas amostras em par para médias

	<i>Smart</i>	<i>Cognitive</i>
Média	17,24137931	17,24137931
Variância	568,7610837	388,046798
Observações	29	29
Correlação de Pearson	0,680945888	
Diferença de média	0	
gl	28	
Stat t	0	
P(T<=t) uni-caudal	0,5	
t crítico uni-caudal	1,701130934	
P(T<=t) bi-caudal	1	
t crítico bi-caudal	2,048407142	

Fonte: autores.

Observando a tabela de valores críticos, para a distribuição crítica de t com 28 graus de liberdade, com t-crítico bicaudal de 2,048 se obtêm a probabilidade de 0,05, ou seja, as amostras **são diferentes para o nível de significância de 5%**.

Muito embora o comportamento do gráfico da produção científica por ano das Cidades Cognitivas e Cidades Inteligentes pareçam similares, o teste *t-student* bicaudal demonstra que o comportamento de cada um dos conceitos em volume de publicações por ano é diferente para cada uma delas.

Os resultados deste estudo revelam diferenças importantes entre as publicações científicas sobre cidades inteligentes e Cidades Cognitivas. Conforme destacado por Bajdor e Starostka-Patyk (2021), as cidades inteligentes têm maior foco nos aspectos tecnológicos, como IoT e TIC. Isso justifica a preponderância de publicações sobre cidades inteligentes nas áreas de Automação e Sistemas e Tecnologia da Construção.

Já o conceito de Cidades Cognitivas, como explicado por Mostashari, Arnold, Maurer e Wade (2011), enfatiza a capacidade de aprendizado e adaptação, além da participação ativa dos cidadãos. Por isso, há maior interesse sobre Cidades Cognitivas nas áreas de Estudos Urbanos e Arquitetura, preocupadas com o bem-estar e engajamento da população.

Concordando com Finger e Portmann (2016), as Cidades Cognitivas representam uma visão mais abrangente que as cidades inteligentes, incorporando aspectos humanos e de governança. Isso explica o maior volume de publicações sobre Cidades Cognitivas na área de Estudos Urbanos.

O teste t demonstrou que, de fato, as publicações sobre cidades inteligentes e Cidades Cognitivas têm comportamentos estatísticos distintos. Apesar de similaridades na coautoria e crescimento anual, ficou evidente que a citação por documento é substancialmente maior para cidades inteligentes. Isso sinaliza certa saturação nessa linha de pesquisa, enquanto o campo de Cidades Cognitivas ainda é novo e carece de investigações (Moyser & Uffer, 2016).

Portanto, confirma-se que a opção por um ou outro termo deve considerar a ênfase e abordagem desejadas, bem como a área de atuação dos pesquisadores. Cidades inteligentes priorizam tecnologia, ao passo que Cidades Cognitivas enfatizam aprendizado e engajamento humano. Os resultados quantitativos refletem essas diferenças conceituais e de aplicação prática entre os termos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho descreve o resultado da análise de variação percentual de cada perspectiva de definição de Cidades Inteligentes e de Cidades Cognitiva, utilizando a Web of Science (WOS) como base de dados, e o R-Studio como instrumento de análise dos dados.

A análise de dados foi realizada sobre os 500 artigos mais citados na WOS, como critério de comparação entre as duas perspectivas.

A escolha pela limitação das áreas de Estudos Urbanos, Automação e Sistemas de Controle, Arquitetura, e Tecnologia de Construção de Prédios, Casas e Espaços Físicos se deve ao fato que estas áreas estão mais focadas nas questões de cidades como tal, e a aplicação de sistemas nos processos de inteligência através dos sistemas para as cidades.

Dentro da Bibliometria oferecida pela base de Dados WOS, as diferenças entre as duas perspectivas foram marcantes, mesmo com a área de Estudos Urbanos concentrando o maior número de publicações em ambas as perspectivas, e Automação e sistemas também apresentam um volume de publicações similares, existe diferença entre elas.

Na perspectiva Cognitiva as áreas de Arquitetura e Estudos Urbanos, superaram as Cidades Inteligentes. Porém nas áreas de Tecnologia de Construção e Automação e Sistemas, as publicações envolvendo a perspectiva Cidades Inteligentes foram superiores à perspectiva Cidades Cognitivas. O que expõe uma diferença efetiva entre a escolha da perspectiva e o perfil profissional do pesquisador.

Para a cientometria foi utilizado o R-Studio, e para a avaliação estatística das diferentes perspectivas foi utilizado o método de análise de dados *test t-student*, que avalia se as amostras são significativamente diferentes, mesmo que a análise tenha sido realizada com amostras normalizadas, não refletindo, necessariamente, o mesmo resultado para volume muito maior de publicações sobre Cidades Inteligentes.

Embora o crescimento anual no período para as publicações a respeito de Cidades Cognitivas seja o dobro do número de publicações a respeito de Cidades Inteligentes, e a coautoria por documento seja levemente maior para a Cidades Inteligentes, para os 500 artigos mais citados na base de dados, a média de citação das Cidades Inteligentes é maior do que na Cidades Cognitivas.

Ficou demonstrado que o comportamento das publicações a respeito de Cidades Inteligentes são estatisticamente diferentes daquele das publicações a respeito das Cidades Cognitivas para os dados normalizados, e que também existem diferenças fundamentais entre o uso dos conceitos de Cidades Cognitivas e Cidades Inteligentes muito além do que o simples conceito delas, mas principalmente com o perfil do público e pelas áreas de estudo para o qual o artigo científico está orientado, o que indica uma interpretação da aplicação das IoT e TICs focadas em seu uso.

As pesquisas na perspectiva Cidades Inteligentes são mais evidentes nas áreas de Automação e Sistemas e Tecnologia da construção, enquanto na perspectiva de Cidades Cognitiva, são mais utilizadas nas áreas de Estudos Urbanos e Arquitetura.

As contribuições teóricas deste estudo residem principalmente em trazer nova compreensão e quantificar as diferenças conceituais entre os termos cidades inteligentes e cidades cognitivas, temas essenciais na literatura de estudos urbanos e tecnologia. Os resultados da análise bibliométrica e teste t corroboram a distinção qualitativa destacada por diversos autores (Finger & Portmann, (2016); Mostashari, Arnold, Maurer & Wade (2011); Bajdor & Starostka-Patyk (2021); Hanif, Sanchez & Prashad (2021)) entre as duas visões.

Em termos práticos, o estudo serve como referência para que gestores públicos e tomadores de decisão compreendam que a adoção de tecnologia por si só não garantirá cidades mais sustentáveis e habitáveis. É preciso uma mentalidade de cidade cognitiva, com governança colaborativa e engajamento ativo da população.

As descobertas também ressaltam lacunas de pesquisa sobre cidades cognitivas, que carecem de maior investigação acadêmica em comparação às já estabelecidas cidades

inteligentes. Isso sinaliza oportunidades para expandir o conhecimento nessa vertente de pesquisa.

Além disso, ao elucidar quantitativamente a distinção entre os termos, o estudo serve como insumo relevante para políticas públicas que almejem incorporar tecnologia na gestão urbana. O poder público deve atentar para os diferentes matizes e opções de abordagens ao investir nesse campo.

Por fim, o artigo contribui para maior conscientização e visões mais integrais sobre a complexidade dos sistemas urbanos. Aponta para a necessidade de combinar aspectos tecnológicos com engajamento humano e boa governança, indo além da racionalidade técnica das cidades inteligentes rumo a ecossistemas urbanos mais responsivos e humanizados.

A amostra foca em 4 áreas do conhecimento (estudos urbanos, automação e sistemas, arquitetura e tecnologia da construção), porém, futuros estudos, ampliar para mais áreas que poderia trazer resultados ainda mais ricos e uma visão multidisciplinar. Também, como sugestões para futuros trabalhos, expandir a busca bibliométrica para outras bases de dados além do *Web of Science*, trazendo uma visão mais ampla da produção científica. Avaliar a evolução cronológica dos temas e o surgimento de novos conceitos relacionados, como "cidades híbridas". Empregar outros indicadores bibliométricos, como análise de redes sociais dos autores e palavras-chave.

Há oportunidades para aprofundar essa linha de pesquisa tanto em termos metodológicos quanto conceituais, trazendo perspectivas multidisciplinares para um campo ainda emergente.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7 REFERÊNCIAS

Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, 22(1), 3-21.

Bajdor, P., & Starostka-Patyk, M. (2021). Cidades Inteligentes: A bibliometric analysis of conceptual dimensions and areas. *Energies*, 14(14), 4288.

Becker, J. L. (2015). *Estatística básica: transformando dados em informação*. Bookman editora.

Finger, M., & Portmann, E. (2016). What are cognitive cities?. *Towards Cognitive Cities: Advances in Cognitive Computing and its Application to the Governance of Large Urban Systems*, 1-11.

Gracias, J. S., Parnell, G. S., Specking, E., Pohl, E. A., & Buchanan, R. (2023). Smart Cities—A Structured Literature Review. *Smart Cities*, 6(4), 1719-1743.

Hanif, M., Sanchez, J.A., & Prashad, M. (2021). Cognitive Cities: The Synthesis of Artificial Intelligence and The Urban Environment. *Urbanie & Urbanus - Smart City?*

Menon, V. G., Khosravi, R., Jolfaei, A., Kumar, A., & Vinod, P. (2022). Cognitive smart cities: Challenges and trending solutions. *Expert Systems*, 39(5), e12981.

Mostashari, A., Arnold, F., Maurer, M., & Wade, J. (2011). Citizens as sensors: The Cidades Cognitivas paradigm. In *2011 8th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World* (pp. 1-5). IEEE.

Moyser, R., & Uffer, S. (2016). From Smart to Cognitive: A Roadmap for the Adoption of Technology in Cities. *Towards Cognitive Cities*, 13–35. doi:10.1007/978-3-319-33798-2_2

Nalimov, V.V. & Mulchenko, B.M. (1969). *Scientometrics*, Nauka, Moscow.

Okafor, C. C., Aigbavboa, C. O., Akinradewo, O. I., & Thwala, W. D. (2021). The future of Cidades Inteligentes: A review of the impending Cidades Inteligentes technologies in the world. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1107, No. 1, p. 012228). IOP Publishing.

Pan, S., Zhou, W., Piramuthu, S., Giannikas, V., & Chen, C. (2021). Cidades Inteligentes for sustainable urban freight logistics. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2079-2089.

Patra, S. K., Bhattacharya, P., & Verma, N. (2006). Bibliometric study of literature on bibliometrics. *DESIDOC Bulletin of Information Technology*, 26(1), 27-32.

Pritchard, A. Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 1969, 24, 348-49. 2.

Racine, Jeffrey S. (2012). R-Studio: a platform-independent IDE for R and Sweave. *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS* 27: 167–172. DOI: 10.1002/jae.1278

Gracias, J. S., Parnell, G. S., Specking, E., Pohl, E. A., & Buchanan, R. (2023). Smart Cities—A Structured Literature Review. *Smart Cities*, 6(4), 1719-1743.