

CIDADES INTELIGENTES: A HÉLICE QUÍNTUPLA EXPLICANDO O CONTEXTO DE UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO

*SMART CITIES: THE QUINTUPLE HELIX EXPLAINING THE CONTEXT OF A MEDIUM
SIZED CITY*

JOSÉ EDSON LARA
FUNDAÇÃO PEDRO LEOPOLDO (FPL)

MARLLON FRANK TEIXEIRA FERREIRA
UNIVERSIDADE FUMEC

LUIZ RODRIGO CUNHA MOURA
UNIVERSIDADE FUMEC

THALLES AUGUSTO TISSOT-LARA
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS)

Comunicação:

O XII SINGEP foi realizado em conjunto com a 12th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com o Casablanca Climate Leadership Forum (CCLF 2024), em formato híbrido, com sede presencial na ESCA Ecole de Management, no Marrocos.

CIDADES INTELIGENTES: A HÉLICE QUÍNTUPLA EXPLICANDO O CONTEXTO DE UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO

Objetivo do estudo

Realizar uma análise de conformidade da cidade de Ipatinga-MG, sobre a evolução ao conceito de uma Cidade Inteligente, na perspectiva de seus cidadãos, fundamentando-se no modelo da Hélice Quíntupla, com os agentes: Governo, Economia, Instituições de Ensino, Sociedade e Sustentabilidade Ambiental.

Relevância/originalidade

O tema das Cidades Inteligentes, smart cities, é emergente e importante, face às necessidades das sociedades contemporâneas e às ofertas das múltiplas tecnologias da informação. A originalidade da abordagem refere-se a um estudo empírico utilizando uma adaptação do modelo da Hélice Quíntupla.

Metodologia/abordagem

Realizou-se uma pesquisa quantitativa, survey, com 305 respondentes, de um total de 227.731 residentes em Ipatinga, mediante aplicação de um questionário baseado no modelo, com uma escala própria. A coleta dos dados ocorreu nos meses de fevereiro e março de 2024.

Principais resultados

A pesquisa confirmou as hipóteses de que o Governo e as Ações de Sustentabilidade influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente. Negou as hipóteses de que as IES, as Empresas e a Sociedade influenciam positivamente.

Contribuições teóricas/metodológicas

O estudo contribui ao avanço do conhecimento, ao associar o emergente conceito de Cidades Inteligentes, a um modelo teórico também emergente, da Hélice Quíntupla, permitindo que novas hipóteses sejam testadas. Assim, fortalece esta fronteira do conhecimento, inserindo novos matizes aos estudos.

Contribuições sociais/para a gestão

O estudo oferece aos executivos da Gestão Pública, de setores privados, ONGs, etc., um estudo analítico baseado em um modelo emergente, permitindo estabelecer projetos de desenvolvimento consistentes e viáveis, para conseguir a melhoria da qualidade de vida de pessoas e sustentabilidade.

Palavras-chave: Cidades inteligentes, Hélice Quíntupla, Tecnologia digital, Ipatinga, Gestão pública

SMART CITIES: THE QUINTUPLE HELIX EXPLAINING THE CONTEXT OF A MEDIUM SIZED CITY

Study purpose

To analyse a conformity of the city of Ipatinga-MG, on the evolution to the concept of a Smart City, from the perspective of its citizens, based on the Quintuple Helix model, with the agents: Government, Economy, Education Institutions, Society and Environmental Sustainability.

Relevance / originality

The theme of Smart Cities is emerging and important, given the needs of contemporary societies and the offers of multiple information technologies. The originality of the approach refers to an empirical study using an adaptation of the Quintuple Helix model.

Methodology / approach

A quantitative survey was carried out with 305 respondents, from a total of 227,731 residents in Ipatinga, using a questionnaire based on the model, with its own scale. Data collection took place in February and March 2024.

Main results

The research confirmed the hypotheses that the Government and Sustainability Actions positively influence individuals' perception of Ipatinga being a smart city. He denied the hypotheses that HELs, Companies and Society influence positively.

Theoretical / methodological contributions

The study contributes to the advancement of knowledge, by associating the emerging concept of Smart Cities, with an also emerging theoretical model, the Quintuple Helix, allowing new hypotheses to be tested. Thus, it strengthens this frontier of knowledge.

Social / management contributions

The study offers executives from Public Management, private sectors, NGOs, etc., an analytical study based on an emerging model, allowing them to establish consistent and viable development projects, to achieve improvement in the quality of people's lives and multi-institutional sustainability.

Keywords: Smart cities, Quintuple Helix, Digital technology, Ipatinga, Public management

CIDADES INTELIGENTES: A HÉLICE QUÍNTUPLA EXPLICANDO O CONTEXTO DE UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO

1. INTRODUÇÃO

A cidade, como espaço organizacional civilizatório, foi constituída pelos povos através dos tempos, com o propósito de proporcionar qualidade de vida, integração social, e desenvolvimento econômico. Esta predisposição sempre demandou que diversos atores organizacionais – gestores públicos, instituições, mercado e sociedade civil – se articulassem para criar estratégias e estruturas compatíveis com as pretensões dos povos, em consonância com as condições da gestão da vida urbana (Vasconcelos, 2015).

Assim, a cidade, no contexto urbano, tem sido muito mais do que uma mera aglomeração de edifícios e vias. É um organismo vivo, dinâmico, que se transforma e adapta de acordo com as necessidades e aspirações de seus habitantes. Desde as primeiras aglomerações urbanas nas antigas civilizações até as metrópoles contemporâneas, o conceito de cidade vem sendo redefinido e reinventado, moldado por fatores sociais, econômicos, políticos e tecnológicos. Ao se considerar a evolução das cidades ao longo da história, constata-se que elas surgiram como centros de comércio, cultura, religião e poder. Com o passar do tempo, as cidades foram se tornando polos sociais, econômicos, educacionais, religiosos, esportivos e de serviços, atraindo grandes populações em busca de desenvolvimento, em todo o mundo.

Nesse contexto, como proposição à evolução das condições cidadãs, emerge o conceito de cidades inteligentes. Para a Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas (2019), cidades inteligentes (ou "smart cities") são aquelas dotadas de uma infraestrutura tecnológica interoperável, ou seja, que conecta todos os hardwares, softwares e aplicações pertinentes, de tal forma que se transforme em uma plataforma que atue como um nó que possa conectar todas as demais plataformas. Esse nó permite que a cidade organize de maneira integrada todos os dados que são gerados, de tal forma a se ter um sistema de informações gerenciais aberto e transparente. Assim, a tecnologia atua como estratégia de melhoria da qualidade de vida de seus residentes e visitantes, com base na participação em um processo deliberativo com o suporte do poder público (Souza, 2020). Estas cidades antecipam problemas usando sensores e análise de dados e seus sistemas conversam entre si, criando uma rede integrada que permite o compartilhamento de informações em tempo real. Esta estrutura é impulsionada por tecnologias sem fio, como Bluetooth, RFID, Wi-Fi e serviços de dados via telefone, todos integrados a dispositivos sensoriais e acionadores. Os produtores das tecnologias imaginam cenários futuristas, em que a tecnologia rege todos os aspectos da vida urbana (Reia & Cruz, 2023).

Dentro desse ambiente, surgiram vários modelos teóricos que buscam explicar e orientar as dinâmicas de inovação. Um deles é o da Hélice Quíntupla, que integra os papéis e ações entre os atores Governo, Agentes Econômicos, Instituições de Ensino e Pesquisa, Sociedade e Agentes Ambientalistas. Este modelo não é apenas teórico, mas uma abordagem prática que reconhece a complexidade e interconexão dos desafios urbanos contemporâneos. Ela destaca a importância da colaboração entre diferentes setores e a necessidade de soluções inovadoras que sejam tanto tecnologicamente avançadas, quanto ecologicamente responsáveis e socialmente aceitáveis (Carayannis, et al., 2022).

Como sujeito desta pesquisa, escolheu-se a cidade de Ipatinga em Minas Gerais, com 227.731 habitantes, área territorial de 164,884km², ambas de 2022 e Produto Interno Bruto (PIB) per capita de 42.001,94 de 2020, conforme o IBGE (2023). É, portanto, uma cidade de porte médio, mas com características de uma grande cidade. É uma cidade evoluída, em termos de produção industrial e atividades comerciais. Assim, aspectos urbanos, tais como a estrutura de saúde, de segurança, de serviços públicos, de educação e de produção agrícola em seu

entorno determinam sua atratividade migratória, com expressivo contingente de pessoas e famílias que adotam a cidade como suas residentes.

O objetivo geral desta pesquisa consiste, portanto, em realizar uma análise de conformidade e adequação da cidade de Ipatinga ao modelo de cidade inteligente, focando a perspectiva de seus cidadãos e fundamentando-se no referencial teórico da Hélice Quíntupla. Seus objetivos específicos são: 1) Identificar as características de uma cidade inteligente, colocando-as no contexto do modelo de Hélice Quíntupla; 2) Compreender em que aspectos Ipatinga se adequou aos princípios das cidades inteligentes; 3) Identificar áreas estratégicas de Ipatinga, que devem se beneficiar imediatamente da implementação de tecnologias de informação para as cidades inteligentes.

Esta pesquisa se justifica não só para a academia, mas também para a gestão de cidades e especificamente para seus cidadãos, que veem na inovação um importante vetor de práticas tecnológicas digitais avançadas para o melhoramento em várias áreas importantes para a população. Ainda, a pesquisa avança na literatura já consolidada na área, pois mostra a aplicação do modelo da Hélice Quíntupla em um caso concreto, discutindo o desenvolvimento sustentável de uma economia do conhecimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As cidades e a vida cidadã

Muitas cidades do mundo, ao longo das últimas décadas, têm enfrentado transformações sem precedentes. Com a evolução da tecnologia digital e a incessante busca por inovações, centros urbanos buscam adaptar-se, integrando soluções modernas para desafios tradicionais, ao mesmo tempo em que novos obstáculos vão surgindo (Pierri & Wiltshire, 2021). Neste contexto emerge o conceito de "Cidades Inteligentes", que pressupõe a inserção de tecnologias de informação, integrando e facilitando o acesso de seus cidadãos às condições de vida sustentável e digna (Romani et al, 2022).

As cidades e os cidadãos sempre compartilharam uma relação simbiótica (Stuiver, 2022). Assim, a cidade, com suas estruturas, serviços e ambientes, molda a vida de seus habitantes, enquanto os cidadãos, através de suas ações, decisões e interações, dão vida e identidade à cidade. Essa relação entre cidade e cidadãos é complexa e múltipla. A cidade deve oferecer infraestrutura e serviços públicos essenciais para atender às necessidades básicas dos cidadãos, como moradia, transporte, saúde, educação e segurança. Esses elementos são fundamentais para garantir uma boa qualidade de vida e bem-estar aos habitantes da cidade. Por sua vez, os cidadãos contribuem para a vida da cidade por meio de suas interações sociais, atividades econômicas, participação cívica e cultural. Eles moldam a identidade da cidade, criam comunidades, promovem a diversidade e contribuem para o desenvolvimento econômico e social (Hammonds, 2011). Este autor acrescenta que a orientação para a democracia requer a participação ativa dos cidadãos na tomada de decisões e no planejamento urbano, sendo fundamental para garantir que a cidade atenda às suas necessidades e aspirações. Quando os cidadãos têm voz e são envolvidos no processo de desenvolvimento da cidade, isso promove um senso de pertencimento e fortalece a relação entre eles e o ambiente urbano. Nesse sentido, a relação entre cidade e cidadãos é uma via de mão dupla, em que a cidade fornece infraestrutura e serviços públicos para atender às necessidades dos cidadãos, enquanto os cidadãos contribuem para a vida e identidade da cidade por meio de suas ações e interações.

As cidades representam pontos de convergência de recursos materiais e pessoais, uma circunstância que pode ser amplificada por meio da aplicação de inovação e tecnologia para proporcionar condições adequadas de vida aos seus residentes e atrair turistas e investimentos, objetivando o desenvolvimento permanente de seus cidadãos. Assim, autoridades governamentais, habitantes, corporações/indústrias e instituições acadêmicas apresentam um

interesse mútuo na criação de centros urbanos que harmonizem o desenvolvimento econômico com o social, por meio da sustentabilidade de ambos (Alves, 2019).

Na "era da informação", marcada por avanços tecnológicos em sistemas computacionais e na transmissão de grandes volumes de dados por meio de redes, houve uma revolução na maneira como as sociedades se comunicam. Neste contexto, a digitalização dos serviços públicos é uma inovação que muitas cidades estão adotando para melhorar a eficiência e transparência. No entanto, essa mudança exige que cidadãos e servidores estejam adequadamente capacitados para lidar com as novas ferramentas. Há também a questão da exclusão digital: nem todos têm acesso fácil e equitativo à tecnologia, correndo o risco de criar uma divisão ainda maior entre os que têm e os que não têm acesso (House of Lords, 2023).

A melhoria da qualidade de vida dos cidadãos pode ser alcançada através do desenvolvimento de cidades mais inteligentes, e a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) desempenha um papel fundamental nesse processo. Através da implementação de uma plataforma de software, é possível simplificar significativamente a criação e integração de aplicativos robustos voltados para o contexto de cidades inteligentes (Kon & Santana, 2016).

No âmbito da gestão das cidades, a segurança cibernética tornou-se uma preocupação primordial. À medida que cidades integram sistemas digitais em seus núcleos operacionais, elas se tornam alvos potenciais para ataques cibernéticos. Os riscos vão desde a interrupção de serviços essenciais até a exposição de dados sensíveis dos cidadãos (McFarland, Funk, Kim & Wagners, 2020). Por isso o governo tem fomentado discussão acerca de soluções para que os programas operem sem incidentes, sejam criminosos ou não (Santos et al., 2022).

2.2 Cidades Modelo Prada e Cidades Inteligentes: o presente e o futuro

Sobre as cidades espetaculares, a videografia e a mídia convencional têm sido pródigas em apresentar ao mundo verdadeiros espaços urbanos, que se tornam emblemáticas por mostrar construções exuberantes, colossais e dotadas dos mais sofisticados requintes de fundamentos sensoriais. São cidades shows. São cidades para serem exibidas em plenitude, à exaustão. São cidades "Modelo Prada" (Biondo, 2023). São cidades monumentais, em que as estruturas arquitetônicas encantadoras induzem às mentes mais críticas pensarem se de fato, os recursos empregados não poderiam estar mais direcionados à elevação do nível de vida cidadã da população, mesmo a que está habitando em áreas secundárias e terciárias destes complexos exibicionistas, proporcionando o suporte necessário ao funcionamento das megaestruturas. (Kumer & Davidovič, 2023). São cidades que demonstram ao mundo o poder capitalista de economias que são viabilizadas por imenso contingente de cidadãos desprovidos de recursos básicos para suas sustentabilidades sociais. São cidades que exuberam a capacidade competitiva, pelo emprego de volumes astronômicos de capital financeiro e tecnológico. São cidades edificadas para nichos muito específicos da população, com altíssimos níveis de renda e de padrões de vida consumidora. Mas são cidades mostradas ao mundo como cidades do futuro. De fato, muitas delas apresentam nuances de cidades do futuro. Já são consideradas (ou se consideram), como "Cidades Super Inteligentes". Entretanto, há que se perguntar, se todos os atributos exaltados serão de alcance de cidadãos comuns, ainda que o futuro seja de longo prazo (Mohammadian, 2023). Em um cenário mais geral, os pensadores do espaço urbano e os executivos colocam em relevo o conceito de Cidade Inteligente, ou mais especificamente, a Cidade Inteligente Sustentável, emergindo como o epicentro das transformações. São colocadas como as cidades do imaginário, do futuro. Mas que futuro?

Entretanto, para as cidades mais comuns, ou que não estão no espectro das "Cidades Prada", (Biondo, 2023), o modelo urbano deve incluir elementos mais modestos, mas intensos nas vivências humanas e sociais. A elevação do nível de inteligência delas requer que diversos grupos interessados que unam objetivos, estratégias, estruturas e monitoramento constante de

suas dinâmicas, no sentido de desenvolver soluções que satisfaçam as demandas dos habitantes nas áreas urbanas, das atividades empresariais e da preservação do meio ambiente (Raccichini et al., 2022). Neste sentido, elas também podem e devem se orientar ao que se denomina como “cidade inteligente do futuro”.

Entre os recursos, ou patrimônios urbanos, que orientam uma cidade rumo a um melhor nível de inteligência, conforme se pretende para cidades do futuro, sobressaem a excelência das condições devida em termos da satisfação permanente de seus residentes e visitantes, do orgulho de serem cidadãos e do comprometimento com a manutenção e elevação do padrão de comprometimento com as condições de vida cidadã. Concretamente, fundamentos como a facilidade de mobilidade urbana, com sistemas de transporte público mais eficientes e uma maior ênfase em modos de transporte sustentáveis, como bicicletas e veículos elétricos, estão redefinindo a o conceito de cidade inteligente (Ludermir, 2021). Somam-se a estes aspectos essenciais, a oferta de plenas condições para atendimento em saúde, ofertas diversificadas e inclusivas de opções culturais e educacionais, sustentabilidade meio-ambiental na cidade e em suas áreas circundantes, disponibilidade de condições para exercício de profissional com bons níveis de qualidade e de inteligência sofisticada (Alves, 2019). Ademais, a disponibilidade de espaços públicos de qualidade, moradias acessíveis e a preservação de características geográficas, históricas e arquitetônicas de suas localidades contribuem à elevação de cidades ao patamar de inteligência, conforme as literaturas pertinentes (Motta, Batista, & Delicato, 2023), geralmente resultam em economias de aglomeração que estimulam o desenvolvimento, graças à distribuição mais eficiente de pessoas e recursos disponíveis. Em vez de resistir à ideia de compactação urbana, líderes e formuladores de políticas devem abordar desafios sociais preexistentes, com o objetivo de promover a inclusão da população mais vulnerável, criando uma sociedade mais equitativa, resistente, saudável e democrática (Sathler & Leiva, 2022).

Assim, mais do que aparatos fantásticos, que emanam potências sensoriais espetaculares, as cidades do futuro devem, à este juízo, se orientar a valores pessoais e comunitários, serem intuitivas e fáceis de viver, com a contribuição de tecnologias capazes de proporcionar integração entre as ofertas cidadãs e as pessoas.

Neste sentido, o que distancia uma cidade dos parâmetros de “cidade inteligente”, em conformidade com a literatura, são as zonas críticas, ou zonas de vulnerabilidade urbana. Nestes locais a estabilidade social sofre significativos impactos, principalmente durante períodos de crise como pandemias, desastres geográficos, intempéries climáticas, convulsões sociais, etc. (Sathler & Leiva, 2022). Diante disso e das demais necessidades apresentadas, as cidades do futuro serão mais do que conglomerados de edifícios e ruas; serão organismos vivos, adaptáveis e resilientes, centrados nas necessidades humanas e preparados para enfrentar os desafios do futuro com inovação, solidariedade, sustentabilidade e humanidade. Para isto, a verdadeira orientação à filosofia, à ideologia e às práticas no sentido da democracia hão de ser os elementos basilares das cidades inteligentes.

A ideia central das cidades inteligentes é usar a tecnologia e os dados como catalisadores para tornar a vida urbana mais eficiente, sustentável e agradável para seus habitantes. Este requisito impõe uma série de transformações nas infraestruturas urbanas, desde a gestão de resíduos e consumo de água até o planejamento de transportes e a distribuição de energia. Dessa forma, mais do que um conceito científico, a cidade inteligente é um modelo de gestão urbana e, portanto, estratégia de política pública.

Recentemente, Lopes e Leite (2021) propuseram um sistema de medição que identifica sete estratos essenciais de uma cidade inteligente: 1) O nível "cidade", que consiste na importância de fundamentar a noção de uma cidade inteligente no contexto urbano; 2) o nível "cidade verde", inspirada por novas teorias de urbanização sustentável; 3) o nível de "interconexão", que corresponde à disseminação de economias verdes em toda a cidade; 4) o nível "instrumentalização", que sublinha a necessidade de cidades inteligentes responderem em

tempo real às demandas da cidade, com a ajuda de medidores e sensores que coletam dados para informar a tomada de decisões; 5) o nível "integração aberta", destacando a importância de permitir que aplicativos e sistemas de cidades inteligentes comuniquem-se e compartilhem dados, conteúdo, serviços e informações para otimizar o funcionamento da cidade; 6) o nível "aplicação", permitindo que as cidades inteligentes espelhem suas operações em tempo real, atingindo níveis mais elevados de eficiência e capacidade de resposta às necessidades da cidade; e, 7) o nível de "inovação", que enfatiza o papel das cidades inteligentes na criação de um ambiente propício à inovação, abrindo novas oportunidades de negócios e estimulando o desenvolvimento econômico por meio de soluções inovadoras. Estes critérios encontram consonância com outras contribuições da literatura, tais como (Sathler & Leiva, 2022), (Mohammadian, 2023) e (Reia & Cruz, 2023). Brandão (2018) destaca que a concepção de cidades inteligentes surge da interseção entre a sociedade do conhecimento, na qual a ênfase recai sobre informação e criatividade, considerando os capitais humano e social como ativos primordiais e o conceito de cidade digital, que utiliza extensivamente sistemas de telecomunicações e recursos da internet como meio para uma transformação significativa nas formas de interação e estilo de vida.

Sobre a concepção e desenvolvimento como uma *smart city*, no Brasil diversas cidades têm sido referenciadas em literaturas convencionais. Entre elas, destacam-se: Curitiba (PR), Campinas (SP), São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG), São José do Rio Preto (SP), São Carlos (SP), Florianópolis (SC), entre outras. Entretanto, os critérios de categorização tem sido diversos e não unânimes (Lazzaretti et al., 2019) e outros.

Em destaque nestas pesquisas, é noticiado pela Prefeitura de Ipatinga que o município faz parte do rol das 50 cidades brasileiras consideradas "mais inteligentes," de acordo com um ranking divulgado na edição de 5 de agosto da Revista Exame. A pesquisa pioneira, conduzida pela consultoria Urban Systems, foi apresentada durante o evento Connected Smart Cities em São Paulo, no início de agosto. Esse evento foi promovido por uma empresa especializada na organização de eventos de negócios internacionais (Governamental [GOV], 2015). Portanto, o município tem potencial para se tornar uma cidade inteligente nos moldes do modelo da Hélice Quíntupla, pois o modelo traz diversas vantagens para as cidades que o adotam. Esse modelo, considera cinco dimensões principais: academia, indústria, governo, sociedade civil e meio ambiente, como estrutura para se estudar a orientação de um espaço urbano rumo à "Cidade Inteligente".

2.3 Modelo da Hélice Quíntupla, estudando as Cidades Inteligentes

Para o desenvolvimento desta pesquisa buscou-se a utilização do modelo Hélice Quíntupla, ou das Cinco Hélices (Quintuple Helix), por se considerá-lo pertinente, adequado e robusto para se analisar o importante tema das Cidades Inteligentes. Pertinente, porque equaciona relações fundamentais para o crescimento econômico sustentável, ou seja, Governo, Universidades/pesquisa, Economia/Empresas, Sociedade e Sustentabilidade Ambiental, trazendo possibilidades de inovação para a gestão das cidades. Considerou-se o modelo adequado porque ele pode ser aplicado analiticamente ao objeto da nossa pesquisa, ou seja, a gestão inteligente da cidade de Ipatinga. Finalmente, o modelo é robusto porque vai além dos modelos anteriores e acrescenta a abordagem dos ambientes naturais da sociedade e do mercado para a produção do conhecimento e de inovação.

Portanto, os construtos do modelo foram os mesmos, tal como a literatura pertinente estabelece. Carayannis (2012) apresenta modelo da Hélice Quíntupla como um modelo de inovação não linear e transdisciplinar, que possibilita estratégias de gestão de cidades baseadas no desenvolvimento econômico ecologicamente correto, de tal forma a recuperar o equilíbrio entre cidade/ natureza. Lara et al (2021) também estuda o modelo do ponto de vista da inovação de produtos, processos e organizações, apontando como isso são essenciais para o

desenvolvimento das cidades. O modelo da Quíntupla Hélice representa uma evolução do clássico modelo da Hélice Tríplice, que preconiza que o desenvolvimento, notadamente da inovação de inovação, é fundamentado pelas três hélices: Governo, Economia/Empresas, Universidades/Pesquisa. Carayannis et al. (2011) o evoluiu para o modelo para a Hélice Quádrupla, incluindo o papel da Sociedade no desenvolvimento. Posteriormente os próprios Carayannis et al. (2012), evoluíram o modelo para a Hélice Quíntupla, no qual insere a Sustentabilidade como elemento fundamental ao desenvolvimento.

Apresentando as hélices do modelo, e adaptando-o para este estudo das Cidades Inteligentes, releva-se, preliminarmente o papel do Governo, ou Primeira Hélice. Os governos desempenham um papel essencial estratégico, na elevação de uma cidade à categoria de Inteligente. Suas ações em termos de formulação e execução de políticas públicas com o verdadeiro sentido da governança para os interesses gerais, fomento econômico às iniciativas, alinhamento de interesses políticos e democráticos, garantias legais e ética, determinam a orientação deste construto à elevação de uma cidade ao nível da “Cidade Inteligente”. O segundo fundamento, ou Segunda Hélice no modelo se refere à Economia/Organizações Produtivas. Neste caso, o modelo pressupõe que o papel dos agentes econômicos na elevação de um espaço urbano à Cidade Inteligente é também essencial. Na medida em que os agentes cumpram seus propósitos e processos atendendo aos preceitos da doutrina capitalista ética, no que tange às contribuições ao crescimento sustentável, às relações com o Governo, às relações com as demais instituições, com a criação de mercados e com as *startups*, suas contribuições se tornam efetivas no desenvolvimento de um espaço urbano inteligente.

A Terceira Hélice é caracterizada pela contribuição das Entidades Educacionais, Culturais e de Pesquisa. Estas instituições representam um especial contributo ao contexto de uma Cidade Inteligente. Seus papéis se estendem à excelência no ensino e pesquisa, à oferta cultural, à integração plena com os demais agentes sociais, à orientação acadêmica para as problemáticas regionais, à contribuição efetiva nos planos de desenvolvimento regionais e à orientação de ações ao futuro de suas regiões de referência. A Sociedade, Quarta Hélice do modelo, apresenta sua contribuição à uma Cidade Inteligente, na medida em que constrói e exerce a força de seus agentes sociais para o efetivo desenvolvimento, a orientação para as responsabilidades comprometidas com os interesses sociais gerais, a orientação integradora de interesses sociais, à criação de oportunidades para o empreendedorismo social e contribuição para a geração de indicadores sociais para a gestão pública e para os empreendimentos. Por fim, a Quinta Hélice se estabelece no meio ambiente natural e social, ou Sustentabilidade. Ela pressupõe que as orientações no que se refere às ações dos agentes ambientais sejam efetivas ao proporcionar parâmetros significativos como indicadores de uma Cidade Inteligente, que garantam que os patrimônios ambientais sejam administrados para benefícios da sociedade e do meio ambiente pleno, e que haja a conciliação entre os interesses da preservação ambiental e o desenvolvimento econômico e social.

O modelo da Hélice Quíntupla destaca a interdependência e a colaboração entre esses cinco setores para promover o crescimento econômico, a inovação e o desenvolvimento sustentável. Ao integrar os interesses e esforços de todos esses atores, é possível criar soluções mais abrangentes e eficazes para os desafios enfrentados pelas comunidades modernas. Entretanto, dadas as circunstâncias das tecnologias da informação, este tema é substantivamente robusto, denso, oportuno, pertinente e importante, para ser explorado em uma investigação como a que se está apresentando neste trabalho.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, ajustou-se o modelo, resultando na Figura 2.

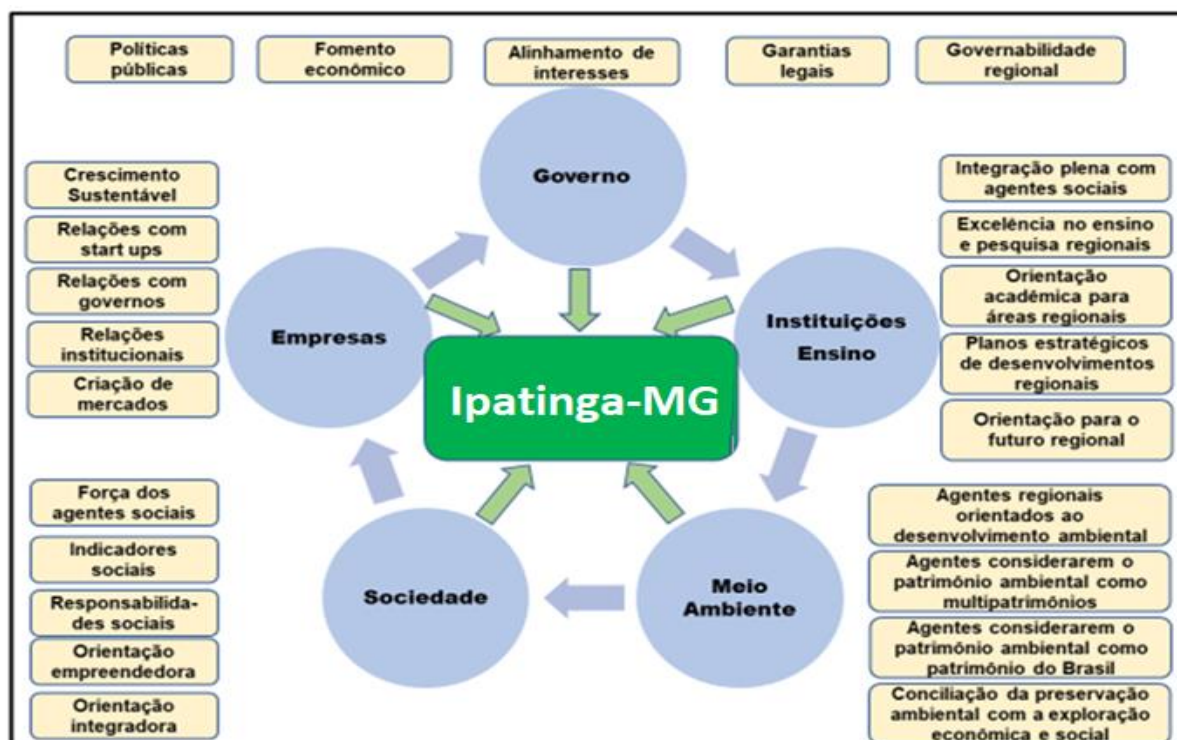


Figura 1: Modelo da pesquisa

No contexto do modelo, a avaliação da orientação da cidade de Ipatinga a um estágio no nível de Cidade Inteligente, formulou-se as hipóteses de trabalho, tal como se apresenta a seguir.

Hipótese 1: Quanto mais efetivas forem as políticas e ações governamentais, maior será a contribuição ao desenvolvimento geral da cidade e dos cidadãos de Ipatinga;

Hipótese 2: Quanto mais efetivas, intensas e integradas forem as atividades econômicas, maior será a contribuição ao desenvolvimento geral da cidade e dos cidadãos de Ipatinga;

Hipótese 3: Quanto mais as instituições educacionais promovem uma educação emancipatória w direitos humanos, mas capazes de interferir no debate público e construir uma agenda pública estarão os cidadãos;

Hipótese 4: Quanto mais engajada e ativa for a sociedade, maior será sua contribuição para a construção de uma cidade inteligente, através do seu papel de fiscalizadora, colaboradora e agente de mudança;

Hipótese 5: Quanto mais as forças municipais se comprometem com a proteção e melhoria do meio ambiente, mais contribuem para a construção de uma cidade inteligente.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como quantitativa, estudando dados numéricos relacionados às percepções sobre a inteligência urbana de Ipatinga. Portanto, as análises de dados estatísticos permitiram identificar correlações, padrões significativos e tendências. A unidade analítica é a cidade de Ipatinga, que está localizada no Vale do Aço, no leste de Minas Gerais, encontrando-se a uma distância de 217 km de Belo Horizonte. A cidade abriga grandes empresas, como a Usiminas, a Unisimas Mecânica e outras que lhes proporcionam o suporte logístico e de produção. Segundo o IBGE (2022), o município ocupa a décima posição entre as cidades mais populosas de Minas Gerais, com 227.731 residentes, sendo que 99,25% reside na área urbana

e 0,75% na zona rural e 70.907 pessoas estão ocupadas no município. A taxa de escolarização para crianças e jovens de 6 a 14 anos está acima de 97%. 85,52% da população é atendida com esgotamento sanitário, frente a média de 67,5% do estado de Minas Gerais e 60,73% do país e 100% do esgoto é tratado, frente a média de 56,94% do estado de Minas Gerais e 81,64% do país, com abastecimento de água para 91,73%. Toda a população é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares.

Nos dados coletados houve predominância feminina com 52,8% e masculina com 47,2% sendo que 83% têm até o terceiro grau e 14,7% possui MBA, Mestrado e Doutorado. A idade predominante situa-se na faixa de 21 a 50 anos, com 81% e as profissões mais comuns são professores, administradores, estudantes e vendedores. A amostra dos entrevistados, com 305 entrevistados, foi selecionada por grau de atuação com os principais atores/representantes de cada hélice do modelo. A *survey* foi realizada de forma aleatória, utilizando um formulário do Google, enviado por aplicativos de mensagens. Foi criado um questionário com perguntas sobre as características mais comuns na literatura, atendendo ao modelo, de forma a permitir os testes de hipóteses. O questionário atendeu a uma adaptação da escala Likert, com sete pontos. O procedimento de análise dos dados foi processado pelo SPSS, e a pesquisa de campo foi realizada nos meses de fevereiro e março de 2024.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estatísticas Descritivas

A descrição das características da amostra, em conformidade com o modelo da Hélice Quintupla, constatada pelas médias, medianas e desvios padrões é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1

Estatísticas descritivas de Ipatinga, segundo o Modelo da Hélice Quintupla

Indicador	Média	Mediana	Desvio
Estatísticas descritivas do construto Governo			
A cidade de IPATINGA é muito agradável para se viver	5,73	6	1,18
Eu sei que a Prefeitura de IPATINGA tem um setor especializado em prestar informações aos cidadãos, com tecnologias digitais avançadas	4,52	5	1,85
É muito fácil saber o que a Prefeitura está fazendo para atender os cidadãos	3,89	4	1,78
A cidade de IPATINGA dispõe de tudo o que eu necessito para viver bem	4,67	5	1,70
A cidade de IPATINGA dispõe de faculdades e outras escolas, para atender muito bem aos cidadãos	5,31	6	1,63
A Prefeitura de IPATINGA cada vez mais integra muito bem com as indústrias e comércio local, gerando bons resultados a todos	4,70	5	1,48
A Prefeitura de IPATINGA se integra cada vez melhor com a sociedade local, buscando soluções e promovendo o bem estar de todos	4,35	5	1,54
A Prefeitura de IPATINGA desenvolve atividades que vêm melhorando muito as questões ambientais para ser uma CIDADE INTELIGENTE	4,23	4	1,70
NO GERAL, eu posso afirmar que as ações governamentais da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	4,14	4	1,73
Estatísticas descritivas do construto Instituições de Ensino Superior -IES			
A cidade de IPATINGA dispõe de boas faculdades e outras escolas, permitindo boa formação profissional aos cidadãos	5,37	6	1,50
A cidade de IPATINGA oferece todos os tipos de cursos de que se necessita para se desenvolver nas profissões, inclusive em tecnologias digitais	4,79	5	1,79
As Faculdades e outras escolas de IPATINGA desenvolvem ótimo ensino, desenvolvem pesquisa e estimulam as inovações digitais pelos alunos	4,83	5	1,61
Todo o Setor Educacional de IPATINGA se entrosa muito bem com os diversos governos: municipal, estadual e da União	4,31	4	1,66
As Faculdades e escolas de IPATINGA estimulam a criação de novas empresas, e se interagem muito bem com elas	4,44	4	1,62

As Faculdades e escolas de IPATINGA interagem muito bem com a sociedade local, contribuindo à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos	4,61	5	1,58
As Faculdades e escolas de IPATINGA desenvolvem muitas atividades de melhoria ambiental, contribuindo à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, com inclusão digital	4,28	4	1,65
NO GERAL, eu posso afirmar que as Faculdades e outras escolas da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	4,53	5	1,73
Estatísticas descritivas do construto Economia/Empresas			
As empresas: comércio, indústria e agricultura de IPATINGA oferecem todos os empregos necessários ao desenvolvimento da cidade	4,59	5	1,61
As empresas de IPATINGA são sempre inovadoras e criam os produtos e serviços necessários às demandas da cidade, inclusive produtos e serviços digitais de vanguarda	4,46	5	1,56
As empresas de IPATINGA interagem muito bem com o Governo Local, Estadual e Federal, cumprindo suas obrigações legais e sociais, inclusive por meios digitais	4,47	5	1,15
As empresas de IPATINGA interagem muito bem com as Faculdades e outras escolas, contribuindo na formação de profissionais	4,54	5	1,16
As empresas de IPATINGA interagem muito bem com a Sociedade Local, contribuindo à melhoria do nível de qualidade de vida dos cidadãos	4,43	5	1,57
As empresas de IPATINGA desenvolvem sempre ações de melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, nos aspectos ambientais de todo tipo	4,16	4	1,62
NO GERAL, eu posso afirmar que as empresas da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	4,41	5	1,59
Estatísticas descritivas do construto Sociedade			
A Sociedade Ipatinguense é bem integrada, amiga, solidária e recebe muito bem os visitantes	5,14	6	1,68
A Sociedade Ipatinguense é participativa nas iniciativas públicas de desenvolvimento social e urbano	4,57	5	1,65
A Sociedade Ipatinguense é empreendedora de ações que visem a qualidade de vida dos cidadãos, utilizando tecnologias digitais	4,56	5	1,59
A Sociedade Ipatinguense se integra adequadamente às entidades governamentais, para cobrar e contribuir com ações que visem o desenvolvimento, inclusive por meios digitais	4,29	4	1,60
A Sociedade Ipatinguense se integra bastante com as iniciativas empresariais da cidade, consumindo produtos locais e oferecendo contribuições gerais para a convivência na cidade	4,74	5	1,53
A Sociedade Ipatinguense se integra bem às faculdades e outras escolas, contribuindo com ações e cobrando iniciativas de melhoria do nível de ensino, de pesquisa e de outras prestações de serviços educacionais	4,44	5	1,65
A Sociedade Ipatinguense desenvolve e estimula ações de natureza ambientalista, contribuindo muito com a qualidade de vida dos cidadãos.	4,20	4	1,64
NO GERAL, eu posso afirmar que a Sociedade Ipatinguense contribui significativamente, fazendo dela uma CIDADE INTELIGENTE	4,47	5	1,62
Estatísticas descritivas do construto Sustentabilidade ambiental			
IPATINGA é uma cidade que atua intensamente no sentido da melhoria da qualidade de vida ambiental, utilizando, inclusive meios digitais	4,27	4	1,63
A cidade de IPATINGA dispõe de todos os tipos de tratamento de resíduos indesejáveis, que prejudicam a qualidade de vida	4,28	4	1,70
A cidade de IPATINGA dispõe de um planejamento e de desenvolvimento de plantio de árvores e jardins, compatíveis com as melhores cidades	4,83	5	1,63
Os diversos tipos de Governo atuam fortemente, utilizando recursos tecnológicos, incluindo os digitais, para a melhoria da qualidade de vida ambiental na cidade e região de IPATINGA	4,32	4	1,63
Eu constato que as Empresas contribuem muito para a boa qualidade de vida ambiental na cidade e região de IPATINGA	4,17	4	1,54
Eu percebo que a Sociedade/Pessoas estão satisfeitas e contribuem com as iniciativas de melhoria da qualidade ambiental da cidade	4,09	4	1,64

As Faculdades e outras escolas desenvolvem ações como palestras e outros eventos, destinados a contribuir para a melhoria da qualidade de vida ambiental de IPATINGA	4,45	4	1,70
NO GERAL, eu posso afirmar que as iniciativas de Sustentabilidade Ambiental em IPATINGA contribuem significativamente para fazer dela uma CIDADE INTELIGENTE	4,44	5	1,63
NO GERAL, COM TODAS AS AFIRMAÇÕES ACIMA, EU POSSO CONSIDERAR IPATINGA COMO UMA CIDADE INTELIGENTE	4,55	5	1,54

Fonte: dados da pesquisa.

Nas estatísticas referentes à contribuição do Governo da cidade para elevar Ipatinga à uma categoria razoável da condição de uma Cidade Inteligente, considerando-se a média na escala adotada como 3, as respostas indicam um razoável nível de satisfação dos respondentes em todas as questões expostas para avaliações, com forte predominância para a agradabilidade da cidade para se viver. Em relação às Instituições Educacionais, os resultados mostram que os respondentes concordam, em sua grande maioria, com as afirmativas sobre a influência e a importância das faculdades e escolas para ajudar a cidade de Ipatinga a se tornar uma cidade inteligente. Para diversos indicadores, o grupo de respostas que representam diferentes níveis de concordância é superior a 50% das respostas. No caso do construto Empresas, os resultados demonstram de que as empresas colaboram para tornar Ipatinga uma cidade inteligente, em um considerável nível. Sobre o construto Sociedade, identificou-se que os entrevistados apresentam nível de concordância maior do que o nível de discordância à respeito do papel da sociedade em relação a tornar a cidade de Ipatinga uma cidade inteligente. Da mesma forma como ocorreu para os construtos anteriores para o construto Sustentabilidade Ambiental, a opinião dos respondentes é a de um maior nível de concordância do que de discordância considerando o enunciado das questões. Por fim, existe uma questão isolada sobre a percepção geral do respondente, se Ipatinga é uma cidade inteligente ou não. Os resultados mostram que os entrevistados concordam mais com a afirmativa sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente do que o contrário. Assim, a percepção geral é de que a cidade se encontra em situação intermediária no continuum da escala de inteligência, porém acima da média considerada.

Nesta análise geral dos dados da pesquisa, estudou-se os graus de Normalidade, Common Method Bias, Unidimensionalidade e Confiabilidade. Na análise da normalidade utilizou-se o Teste de Kolmogoriv-Smirnov para todas as variáveis numéricas que formam os construtos. Verificou-se que nenhuma das variáveis possui uma distribuição normal. Utilizou-se o Harman's Single-Factor Test para a verificação do Common Method Bias, pela análise fatorial exploratória, indicando a possibilidade da ocorrência do CMB. Nos testes de comunalidade todos os indicadores demonstraram serem formados por somente um fator, ou dimensão. No teste de Confiabilidade o menor valor apurado para o Alpha de Cronbach foi de 0,882, valor muito superior ao mínimo aceitável. Assim, todas as escalas são consideradas confiáveis.

4.2 Validade Convergente

Para a análise da validade convergente, foram utilizados a variância média extraída (AVE) e a confiabilidade composta (CC), tal como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2

Valores da variância média extraída e da confiabilidade composta de cada um dos construtos

Construtos	AVE	CC
Governo Municipal	0,567	0,886
Economia/Empresas	0,721	0,939
Instituições de Ensino e Pesquisa	0,676	0,936
Sociedade	0,710	0,945

Sustentabilidade Ambiental	0,699	0,942
----------------------------	-------	-------

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados mostram que os valores da variância média extraída, da confiabilidade composta estão acima dos valores de referência para todos os construtos, demonstrando validade convergente.

4.3 Validade Discriminante

O teste da validade discriminante requer a comparação dos valores da correlação entre cada par de construtos com o valor da raiz quadrada das AVEs. Entre os quinze pares de construtos existentes, seis delas não possui validade discriminante, conforme Tabela 3.

Tabela 3

Matriz de correlação entre os construtos e com a raiz quadrada da AVE.

Construtos do Modelo	Economia/ Empresa	IES	Governo/ Município	Sociedade	Sustentabilidade Ambiental	Cidade Inteligente Geral
Empresa	0,849					
IES	0,839	0,822				
Município	0,789	<u>0,764</u>	0,753			
Sociedade	<u>0,856</u>	0,744	0,721	0,843		
Sustentabilidade Ambiental	<u>0,890</u>	0,756	0,744	<u>0,893</u>	0,836	
Cidade Inteligente Geral	0,797	0,683	<u>0,761</u>	0,822	<u>0,865</u>	0,822

Fonte: dados da pesquisa.

4.4 Validade Nomológica

A validade nomológica indica a validade das relações entre os construtos do modelo, representando as hipóteses e suas relações causais na cadeia de relações (Malhotra, 2011). Foi executada a modelagem de equações estruturais (SEM), utilizando-se o Maximum Likelihood (ML). A Figura 3 representa o modelo hipotético com os resultados.

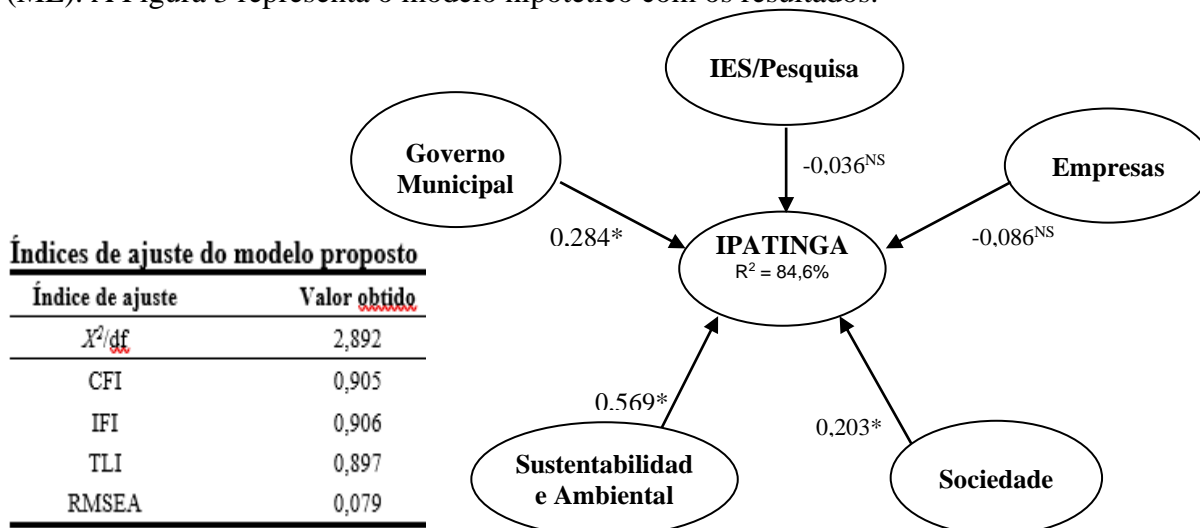


Figura 2: Modelo proposto e os resultados da SEM.

Nota: *** indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,001; ** indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,01; * indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,05; NS indica que a relação não é estatisticamente significativa.

Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 2 demonstra que a maioria dos contrastes foi estatisticamente significativa, o que permite apresentar os testes da Tabela 4.

Tabela 4

Análise dos testes de hipóteses

Hipótese	Coefficiente de Caminho	Significância	Resultado
H1: As ações municipais em Ipatinga influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente.	0,284	***	Apoiada
H2: As escolas, faculdades e universidades em Ipatinga influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente.	0,036	NS	Rejeitada
H3: As ações empresariais (comércio, indústria e agricultura) em Ipatinga influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente.	0,086	NS	Rejeitada
H4: As ações da sociedade ipatinguense influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente.	0,203	*	Rejeitada
H5: As ações de sustentabilidade social em Ipatinga influenciam positivamente a percepção dos indivíduos sobre Ipatinga ser uma cidade inteligente.	0,569	***	Apoiada

Nota: *** indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,001; ** indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,01; * indica que a relação é estatisticamente significativa em nível de 0,05; NS indica que a relação não é estatisticamente significativa.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3.1 Regressão Linear Múltipla

Nessa pesquisa a variável dependente é a percepção do respondente sobre Ipatinga ser ou não uma cidade inteligente. Além disso, existem cinco variáveis independentes que são:

1. A percepção dos respondentes sobre as ações governamentais da cidade de Ipatinga que fazem a cidade se tornar uma cidade inteligente.
2. A percepção dos respondentes sobre as faculdades e outras escolas da cidade de Ipatinga que fazem a cidade se tornar uma cidade inteligente.
3. A percepção dos respondentes sobre as empresas da cidade de Ipatinga que fazem a cidade se tornar uma cidade inteligente.
4. A percepção dos respondentes sobre a contribuição que a sociedade de Ipatinga traz para a cidade se tornar uma cidade inteligente.
5. A percepção dos respondentes sobre a contribuição das iniciativas de sustentabilidade ambiental em Ipatinga traz para a cidade se tornar uma cidade inteligente.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6

Regressão Linear Múltipla

Modelo	R ²	R ² Ajustado	Mudança R ²	Sig. Mudança F	Durbin-Watson	Sig. Anova
1	,783	0,779	0,783	0,000	2,037	0,000

Nota: a) Preditores: (Constante), **No geral**, eu posso afirmar que as iniciativas de **Sustentabilidade Ambiental em Ipatinga** contribuem significativamente para fazer dela uma **Cidade Inteligente**; **No geral**, eu posso afirmar que as ações governamentais da cidade de **Ipatinga fazem dela uma Cidade Inteligente**; **No geral**, eu posso afirmar que a **Sociedade Ipatinguense** contribui significativamente, fazendo dela uma **Cidade Inteligente**; **No geral**, eu posso afirmar que as faculdades e outras escolas da cidade de **Ipatinga** fazem dela uma **Cidade Inteligente**; **No geral**, eu posso afirmar que as empresas da cidade de **Ipatinga fazem dela uma Cidade Inteligente**.

b) Variável Dependente: **No geral, por todas as afirmações acima, eu posso considerar a cidade de Ipatinga como uma cidade inteligente**

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados obtidos mostram que o modelo gerado a partir de todas as variáveis independentes em conjunto (governo, empresas, IES, sociedade e sustentabilidade ambiental) forma um modelo estatisticamente significativo – sig. mudança $F = 0,000$ -, cujo valor de explicação da variável dependente (percepção de Ipatinga como uma cidade independente) é de 79,9%. A Tabela 7 mostra os resultados dos valores dos coeficientes da regressão linear múltipla.

Tabela 7

Coefficientes da regressão linear múltipla

Variáveis	Coefficiente não padronizado b	Coefficient e Padronizado Beta	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	,425		,002**		
NO GERAL, eu posso afirmar que as ações governamentais da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	,240	,270	,000***	,437	,287
NO GERAL, eu posso afirmar que as FACULDADES E OUTRAS ESCOLAS da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	,043	,048	,313 ^{NS}	,326	,063
NO GERAL, eu posso afirmar que as empresas da cidade de IPATINGA fazem dela uma CIDADE INTELIGENTE	,134	,139	,006**	,288	,473
NO GERAL, eu posso afirmar que a SOCIEDADE IPATINGUENSE contribui significativamente, fazendo dela uma CIDADE INTELIGENTE	,259	,272	,000***	,343	,918
NO GERAL, eu posso afirmar que as iniciativas de SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL em IPATINGA contribuem significativamente para fazer dela uma CIDADE INTELIGENTE	,268	,284	,000***	,365	,738

Nota: *** representa significância em nível de 0,001; ** representa significância em nível de 0,01; NS representa um valor estatisticamente não significativo.

Fonte: dados da pesquisa.

Assim, o resultado da regressão linear múltipla pode ser representado por um modelo estatisticamente significativo:

$$F(5,266) = 216,525; p < 0,001; R^2 = 0,783.$$

A equação que descreve as relações identificadas é:

Ipatinga Cidade Inteligente = 0,425 + 0,240(Governo) + 0,134(Economia/Empresas) + 0,259(Sociedade Ipatinguense) + 0,268(Sustentabilidade Ambiental).

Os resultados mostram que existe um alto nível de correlação entre a variável dependente e as variáveis independentes, o que indica a existência de uma relação linear entre elas. Os resultados mostram ainda, que não existe uma dispersão homogênea dos resíduos, o que sugere que a homocedasticidade não foi alcançada, apesar do achatamento da figura ser baixo. Isso indica baixo índice de heterocedasticidade.

4.6 Discussão

A literatura vem reconhecendo a importância da evolução da governança das cidades para um conceito de *smart cities*, projetando as cidades do futuro, com qualidade de vida de pessoas e sustentabilidade. Afinal, as cidades desempenham um papel essencial na dinâmica do mundo. Ademais, os desafios enfrentados na governança são crescentes e cada vez mais complexos Guma (2023).

Neste estudo, as atribuições de valor prestadas pelos entrevistados pela distribuição de frequências, indicaram uma predominância significativa de avaliações com as notas 4, 5 e 6, em uma escala de 1 a 7. No que tange aos testes das hipóteses estabelecidas, duas foram apoiadas, ou não rejeitadas. Como as hipóteses foram formuladas no sentido de se dirigir ao senso comum, visto que não foram encontradas referências literárias específicas para os construtos e suas variáveis, é possível inferir que os respondentes atribuíram um protagonismo aos construtos Governo e Sustentabilidade, como explicativos mais expressivos da orientação de Ipatinga a um conceito de cidade inteligente. Neste sentido, as políticas públicas devem intensificar seus esforços na governança destes dois elementos. É possível inferir que os entrevistados não conseguem perceber as contribuições efetivas dos três agentes: Instituições de Ensino, Organizações Produtivas e Sociedade, como contribuintes efetivos para a elevação do nível de inteligência da cidade de Ipatinga. Ainda que o modelo, pelos seus construtos e variáveis, indique uma certa padronização de informações e comparabilidade de dados, a perspectiva holística da cidade lhe garante algo de unicidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: conclusões, contribuições e limitações da pesquisa

A evolução do conceito de cidades inteligentes está profunda e diretamente associada à evolução das tecnologias, notadamente da comunicação. Em sua concepção ampla, para que uma cidade seja considerada como inteligente, todos os seus fatores determinantes haverão de proporcionar sua “cota de inteligência”, contribuindo à explicabilidade do nível de inteligência. Assim, cidade inteligente requer governança, economia, meio ambiente, mobilidade, estilo de vida cidadã e pessoas atuando em níveis inteligentes. O elemento comum em todos estes fatores tem sido a evolução e emprego de tecnologias e de gestão, que energizam e proporcionam as dinâmicas necessárias à evolução das cidades.

Esta pesquisa parte de um tema sofisticado, denso, importante, oportuno e robusto, o das cidades inteligentes. Para explicá-lo, utilizou-se um modelo igualmente amplo, robusto e denso.. Por conseguinte, se configura também a ousadia própria de uma pesquisa que pretende contribuir ao avanço do conhecimento neste importante e vasto campo de conhecimentos. Assim, os objetivos desta pesquisa foram cumpridos plenamente.

As contribuições ao avanço do conhecimento neste importante campo do conhecimento e de ações executivas podem ser muitas. Estudou-se um tema turbulento, em que muitas contribuições vêm surgindo, face às condições de vida social, econômica, política e tecnológica.

Ademais, a utilização de um modelo inovador, o da Hélice Quíntupla, em uma análise quantitativa de Equações Estruturais, proporciona robustez ao estudo, contribuindo à literatura.

Como contribuição às ações executivas, seja na cidade de Ipatinga, ou em outra qualquer, este trabalho instiga a adoção de práticas na capacidade absorptiva, sugerindo que o município deve buscar aprender com fontes externas, como outras cidades inteligentes ou especialistas em desenvolvimento urbano. Isso pode ser alcançado por meio de benchmarking, participação em redes de aprendizado e colaboração com instituições de pesquisa e consultoria. O trabalho sugere ainda, que o estímulo à inovação e à experimentação é essencial à vida pessoal e coletiva.

A limitação mais consistente desta pesquisa foi a utilização de um modelo inovador, mas com características intuitivas e perceptuais de avaliações pelos respondentes.

REFERÊNCIAS

- Alves, L. A. (2019). Cidades Saudáveis e Cidades Inteligentes: uma abordagem comparativa. *Sociedade & Natureza*, 31. <https://doi.org/10.14393/sn-v31-2019-47004>.
- Biondo, S. (2023), The City Wears Prada: Urban Transformation and Cultural Tourism, Gravari-Barbas, M. and Sabatini, N. (Ed.) Fashion and Tourism (Tourism Social Science Series, v. 26), Emerald Publishing Limited, Leeds, p. 193-213. <https://doi.org/10.1108/S1571-504320230000026012>
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2022). O modelo de inovação da Hélice Quíntupla: o aquecimento global como desafio e motor da inovação. *Revista de Direito, Inovação e Regulações*, 1(2).
- Ebrahiem, S., El-Kholei, A.O. & Yassein, G. (2024), "Socially sustainable smart cities: mapping the research trends by co-word analysis", *Open House International*, Vol. 49 No. 2, pp. 315-339. <https://doi.org/10.1108/OHI-10-2022-0247>
- Freitas, V. P. d., & Silva, L. C. d. (2020). Cidades inteligentes: a busca pela sustentabilidade e o impacto na privacidade. *Revista de Direito da Cidade*, 12(1). <https://doi.org/10.12957/rdc.2020.40588>.
- Fuller, C. M., Simmering, M. J., Atinc, G., Atinc, Y., & Babin, B. J. (2016). Common methods variance detection in business research. *Journal of Business Research*, 69(8), 3192-3198.
- Guma, P.K. (2023) Smart cities and their settings in the Global South: informality as a marker. *Dialogues in Human Geography*. ISSN 2043-8206 <https://doi.org/10.1177/20438206231206751>
- Hammonds, W. (2011). Culture and Democracy: the evidence How citizens' participation in cultural activities enhances civic engagement, democracy and social cohesion. European Commission. <https://doi.org/10.2766/39199>
- House of Lords (2023). Digital exclusion. Communications and Digital Committee 3rd Report of Session 2022–23. <https://committees.parliament.uk/committee/170/communications-and-digital-committee/publications/>
- Ivars-Baidal, J., Casado-Díaz, A., Navarro-Ruiz, S. & Fuster-Uguet, M. (2024). Smart tourism city governance: exploring the impact on stakeholder networks. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. ISSN: 0959-6119. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCHM-03-2022-0322/full/html?skipTracking=true>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023, 14 de outubro). IBGE. *Cidades e Estados. Ipatinga*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/ipatinga.html>.
- Kumer, P. & Davidovič, D. (2023). Foreword to the thematic issue on cities in global capitalismo. *Journal for Geography*, v.18, n.2, p. 1-4. <https://doi.org/10.18690/rg.18.2.3574>
- Lara, J. E., Esteves, C. M. A., Cremonez, V. G., & Ribeiro, R. M. (2021). A hélice quíntupla modelando a inovação tecnológica: caracterização e estado das aceleradoras de negócios

- em uma região metropolitana. *International Journal of Professional Business Review*, 6(1), Artigo e0221. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2021.v6i1.221>.
- Lazzaretti, K., Sehnem, S., Bencke, F. F., & Machado, H. P. V. (2019). Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118>.
- Lima, C. d. A., & Fortunato, R. A. (2017). Mobilidade e qualidade espacial urbana no entorno de terminais do sistema BRT de Curitiba: desenho urbano e condições socioambientais. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9 (suppl 1), 329–345. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.009.supl1.ao06>.
- Lopes, D. & Leite, V. (2021). Cidades Inteligentes. Conceitos e Aplicações. Escola Nacional de Administração Pública <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream%20Cidades%20inteligentes%20-.pdf>
- Ludermir, T. B. (2021). Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. *Estudos Avançados*, 35(101), 85–94. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007>.
- Mohammadian, H.D. (2023), "Blue-Green Smart U-Cities via Clean Technologies: Toward High Sustainable and Low Greenhouse Gas Emissions Urban Areas", El Amine Abdelli, M., Sghaier, A., Akbaba, A., Gamoura, S.C. and Mohammadian, H.D. (Ed.) Smart Cities for Sustainability (Advanced Series in Management, Vol. 32), Emerald Publishing Limited, Leeds, p. 83-102. <https://doi.org/10.1108/S1877-636120230000033007>
- Malhotra, N. K. *Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada*. Bookman Editora, 2011.
- Pierri, P. & Wiltshire, E. (2021). Cities and Citizens for Digital Rights The Role for Public Participation in Digital Governance. PND. <https://orcid.org/10.18154/RWTH-2021-10415>
- Prefeitura de Ipatinga (2019). *Ipatinga: uma cidade vocacionada para o desenvolvimento*. Disponível em: <https://www.ipatinga.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/ipatinga-uma-cidade-vocacionada-para-o-desenvolvimento/95198>.
- Raccichini, Andrea et al, *O Caminho para Cidades Inteligentes no Brasil: O Papel da Infraestrutura de Conectividade*. FGV EUROPE: 2022.
- Reia, J., & Cruz, L. (2023). Cidades inteligentes no Brasil: conexões entre poder corporativo, direitos e engajamento cívico. *Cadernos MetrÓpole*, 25(57), 467–490. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5705>.
- Santos, É. L., Franz, N. M., Simão, A. G., Ternoski, S., Silva, C. L. da, & Santos, G. D. (2022). Cidades inteligentes e sustentáveis: percepções sobre a cidade de Curitiba/PR a partir dos planos plurianuais de 2014 a 2021. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, (14). <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210299>.
- Sathler, D., & Leiva, G. (2022). A cidade importa: urbanização, análise regional e segregação urbana em tempos de pandemia de Covid-19. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 39. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0205>.
- Souza, D. C. M. (2020). *Gestão pública orientada para cidades inteligentes* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- Stuiver, M. (2022). The symbiotic city. Wageningen Academic Publishers. Chapter 2. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-935-0_2.
- Vasconcelos, P. A. (2015). As metamorfoses do conceito de cidade. *Revista Mercator*, 14(spe). <https://doi.org/10.4215/RM2015.1404.0002>.
- Weiss, M. C., Bernardes, R. C., & Consoni, F. L. (2013). Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 9(18).