



AVALIAÇÃO DE INTELIGÊNCIA DE MUNICÍPIOS COM ATÉ 50 MIL HABITANTES: UM MODELO A PARTIR DA QUÍNTUPLA HÉLICE

Maicon Rafael Hammes¹
Argemiro Luís Brum²
Melissa Welter Vargas³
Nelson José Thesing⁴

Resumo

Este artigo resulta de pesquisa bibliográfica e documental, cujo objetivo é criar um modelo de avaliação para municípios inteligentes, para municípios com até 50 mil habitantes. O estudo considera o modelo de desenvolvimento por hélices – especificamente a quintupla hélice – como ponto de partida na criação de indicadores para municípios inteligentes. A aplicação do modelo de quintupla hélice reconhece a importância da colaboração entre cinco atores-chave: governo, setor empresarial, academia, sociedade civil e meio ambiente. Assim, foram elaborados cinquenta indicadores, divididos em cinco grupos ou categorias teóricas, quais sejam: governança inteligente, capital humano inteligente, ambiente inteligente, viver inteligente e economia inteligente. Espera-se, com este rol de indicadores e com a metodologia para avaliação de municípios inteligentes, contribuir no planejamento e gestão municipais, auxiliando na promoção da qualidade de vida das respectivas populações.

Palavras-Chave: Desenvolvimento. Quintupla hélice. Indicadores. Municípios inteligentes.

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Bolsista PROSUC – CAPES, Modalidade II.

² Doutor em Economia Internacional, pela Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR/ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI.

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Bolsista PROSUC – CAPES, Modalidade II.

⁴ Doutor em Integração Regional, pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR/ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI.



1 Introdução

Este trabalho consiste em artigo resultante de pesquisa bibliográfica e documental, tendo por objetivo criar um modelo de avaliação para municípios inteligentes considerando municípios com até 50 mil habitantes. O estudo considera o modelo de desenvolvimento por hélices, especificamente a quádrupla hélice, como ponto de partida na criação de indicadores para municípios inteligentes.

Os municípios inteligentes desempenham um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Por meio da aplicação de tecnologias avançadas e soluções inovadoras, esses municípios buscam otimizar a gestão dos recursos, promover a sustentabilidade ambiental, melhorar a mobilidade urbana, aumentar a eficiência dos serviços públicos e aprimorar a interação entre os cidadãos e o ambiente. Os municípios inteligentes podem oferecer um ambiente mais seguro, saudável e eficiente para seus habitantes. Além disso, ao impulsionar a inovação e o empreendedorismo, esses municípios estimulam o desenvolvimento econômico e a criação de empregos, contribuindo para o bem-estar e a prosperidade da comunidade como um todo.

A aplicação do modelo de quádrupla hélice de desenvolvimento para municípios inteligentes é uma abordagem que reconhece a importância da colaboração entre cinco atores-chave: governo, setor empresarial, academia, sociedade civil e meio ambiente. Esse modelo busca estabelecer uma parceria estratégica entre esses diferentes segmentos, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento sustentável e inteligente dos municípios. Através dessa colaboração, é possível criar um ambiente propício para a inovação, promover a participação cidadã, fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e garantir uma governança eficaz e transparente.

Este artigo compreende diferentes seções que abordam de forma sistemática o tema proposto. A primeira seção é o referencial teórico, que é subdividido em duas partes principais: municípios inteligentes e modelo de desenvolvimento por hélices. Nessa seção, são apresentados os conceitos relacionados à inteligência dos municípios, bem como a evolução dos modelos de desenvolvimento, desde a quádrupla hélice até a quádrupla hélice. A segunda seção aborda a metodologia utilizada no estudo, descrevendo os procedimentos adotados, como o critério de seleção dos indicadores. A terceira seção consiste na apresentação e discussão dos resultados, onde são listados os indicadores selecionados, sua origem e sua relação com cada uma das hélices do modelo de quádrupla hélice. Por fim, a última seção



engloba as considerações finais, trazendo os principais argumentos de encerramento do estudo.

2 O modelo de desenvolvimento por hélices e a definição de indicadores para a mensuração de municípios inteligentes

Este referencial teórico busca destacar algumas das principais obras (livros, capítulos de livros e artigos científicos) publicados a respeito dos construtos que baseiam o presente artigo. Nesta seção, pretende-se relacionar a temática dos Municípios Inteligentes e o Modelo de Desenvolvimento por Hélices. A partir desta exposição teórica, buscar-se-á apresentar elementos que, na prática, permitam verificar a relação entre o desenvolvimento por hélices e indicadores que demonstrem o potencial de um município enquanto um município inteligente.

2.1 Municípios Inteligentes

As Cidades Inteligentes foram criadas para prover soluções para problemas urbanos (MENEZES; FIGUEIREDO, 2019). Tal fato se justifica, pois o IBGE divulgou, em 2015, que 84,36% da população brasileira vive na zona urbana. Em nível mundial, 54% da população reside em áreas urbanas e a previsão é de que em 2050 este indicador chegue a 70% (BENCKE, 2018). Nos países considerados mais desenvolvidos, 74% da população já vivia em áreas urbanas em 2007 (NEVES, 2018).

As pessoas migram para as metrópoles em busca de melhores oportunidades de emprego e renda, alegando dificuldade de manter a atividade rural, sendo o desgaste pelo trabalho, muitas vezes manual, o principal motivo da mudança. Da mesma forma, o investimento necessário para melhorar a produtividade gera incertezas influenciadas por possibilidades de crise econômica e adversidades climáticas.

Dessa maneira, a mudança para uma cidade maior traz a sensação de maiores possibilidades de melhoria da qualidade de vida. Entretanto, diversos fatores não são considerados como, por exemplo, custos com aluguel, saúde, educação, logística e segurança que costumam ser maiores se comparados a pequenos municípios. Muitas vezes, a procura por emprego não proporciona retorno financeiro necessário para cobrir estes custos. Assim, as famílias acabam indo morar em subúrbios ou comunidades nas quais os problemas sociais são mais agravados, o que dificulta ainda mais a ascensão social.

No Brasil, a zona urbana das cidades passou a ser mais atrativa a partir da industrialização de 1930. A oferta de empregos na indústria e comércio, os avanços em



transportes e outros serviços públicos relacionados à infraestrutura, impulsionaram o êxodo rural e a urbanização desordenada em algumas regiões (REMEDIIO; SILVA, 2017).

Mesmo com a piora da qualidade de vida nas grandes cidades, elas continuam crescendo. Consequentemente, diminui a quantidade de habitantes da zona rural. Porém, os grandes centros possuem problemas como poluição, abastecimento de água deficitário, violência, tráfego intenso e desordenado (inexistência ou inoperância de projetos de mobilidade), aumento de preços e falta de moradias, custos de infraestrutura e tensões sociais (NEVES, 2018).

A migração para as grandes cidades, então, traz consigo duas consequências: a falta de mão de obra nos pequenos municípios, especialmente na zona rural e a possível marginalização de parte da população dos grandes centros. Neste sentido, cabe a elaboração e implementação de projetos de municípios inteligentes a fim de equilibrar as necessidades da população residente tanto nos grandes quanto nos pequenos municípios. Este equilíbrio pode contribuir na melhoria da qualidade de vida destes cidadãos. Infelizmente, falar sobre cidades e municípios inteligentes é uma realidade distante no Brasil, mas algumas iniciativas estão sendo realizadas (MARIANO *et al.*, 2019).

No Brasil, a iniciativa Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas⁵ se dedica a criação do Índice Brasileiro de Cidades Inteligentes e Humanas e o Selo Certificador (PCS). O projeto trabalha com a avaliação de indicadores elaborados a partir da ISO 37120. Entretanto, tal padrão fornece apenas recomendações de como medir tais indicadores, mas não indica valores para definir se uma cidade é considerada inteligente (BENCKE, 2018).

A cidade inteligente é um ambiente no qual predomina o uso de tecnologia. Esta desconsidera questões de tempo e espaço, colocando as pessoas em rede, transformando o espaço social e redefinindo o conceito de espaço (CURY; MARQUES, 2016). Bachendorf *et al.* (2019), complementam que uma cidade inteligente depende da coordenação e integração das tecnologias que muitas vezes são desenvolvidas por empresas distintas e implementadas em momentos diferentes. Para os autores, a união destas tecnologias pode proporcionar melhor qualidade de vida para as pessoas.

⁵ A Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas é formada por agentes políticos, professores universitários e empresários ligados à área de ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento econômico. O objetivo da rede é definir um conceito de cidade inteligente adaptado à realidade brasileira. Mais informações estão disponíveis em: <<https://fnp.org.br/noticias/item/1313-rede-de-cidades-inteligentes-e-humanas-divulga-novo-site>>.



Assim, torna-se necessário definir um novo padrão de cidade inteligente, que considere também pequenos municípios e envolva também a zona rural. As cidades inteligentes médias e pequenas quando estão articuladas em redes, embora também tenham problemas, permitem uma alternativa urbana mais sustentável (NEVES, 2018). Para tanto, é necessário desenvolver projetos para municípios inteligentes, em que o indivíduo esteja bem configurado para o espaço de fluxos em que se tornou a localidade. O que atrai as pessoas para os municípios são as perspectivas de futuro (ELIAS, 2018).

Para Junckes e Teixeira (2017), a educação é uma área indispensável na transformação de um município inteligente. Tal tema, é observado em diversos municípios que são referência em inteligência. Neste sentido, a gestão do conhecimento para o desenvolvimento deve ser aplicada no contexto de atuação do município. O conhecimento é um produto social que traz muitos resultados, porém, ele não consegue criar riqueza sozinho, é necessário um sistema que o administre (RODRÍGUEZ; PÉREZ, MONTERO, 2021).

Da mesma forma, ter excelência em saúde é fundamental para a promoção da qualidade de vida, sendo essa o equilíbrio entre o bem-estar físico, emocional e social (JUNCKES; TEIXEIRA, 2017). Nesta perspectiva, considera-se o ser humano em sua complexidade, tal como são complexas as relações sociais que este estabelece em seu cotidiano.

Territórios Inteligentes precisam de pessoas inteligentes e por isso são necessárias políticas de valorização da educação (REMEDIO; SILVA, 2017), assim como o estabelecimento de políticas de uso de tecnologias, para aumentar a qualidade de vida dos cidadãos a partir de uma perspectiva sustentável (MARIANO *et al.*, 2019).

A população assume um papel fundamental no desenvolvimento territorial. Os habitantes devem ser ágeis, atentos e buscar desenvolver competências que facilitem a manipulação de tecnologias, ou seja, é necessário que sejam cidadãos digitais. O município inteligente necessita propensão para novidades e para tendências de futuro (ELIAS, 2018).

Remedio e Silva (2017) explicam que uma sociedade que está preparada para manipular informações e a partir destas gerar inovação também vai impulsionar a criação de emprego e renda. Os autores complementam que tais ações proporcionam desenvolvimento e contribuem com a economia.

Para Cappellari, Neto e Sausen (2019), o município é inteligente quando existe um espaço digital ou virtual relacionado com a comunidade. Tal relação deve ser caracterizada pelo uso de tecnologias e inovações, bem como de instrução dos cidadãos.



Cury e Marques (2016) defendem que o município inteligente é construído a partir da união entre três inteligências: humana, coletiva e artificial. A humana combina capacidades e atividades das pessoas que geram conhecimento. As pessoas com conhecimento contribuem, a partir das suas características potenciais, ideias e atividades. A inteligência coletiva trata da ação conjunta de instituições de inovação, tecnologia e ensino para o desenvolvimento de novos produtos. Por fim, a inteligência artificial aborda os espaços digitais de comunicação. É quando a inovação passa a ser colocada em prática por diversos agentes como bairros, parques tecnológicos, regiões ou clusters.

Assim, o município inteligente é aquele em que existe investimento em capital humano e social, tecnologias e infraestrutura, crescimento econômico sustentável, qualidade de vida, gestão dos recursos naturais a partir de governança participativa (BACHENDORF *et al.*, 2019). A visão de Cappelari, Neto e Sausen (2019) é complementar, pois, para os autores, os municípios inteligentes possuem uma visão de futuro em diversas dimensões como economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida. Entretanto, as dimensões não atuam de maneira isolada, portanto, o município inteligente é criado a partir da combinação de atitudes decisivas, independentes e conscientes dos atores locais.

Neste sentido, Rodríguez, Pérez e Montero (2021) defendem que municípios inteligentes são aqueles em que os atores são receptivos a novas ideias, a mudança. Os autores explicam que a inovação surge a partir da união de vários processos nos quais teorias e práticas se complementam, inovadores compartilham experiências e organizações públicas e privadas cooperam. Dessa maneira, o conhecimento aplicado é gerado através da conexão entre o conhecimento científico (universidades) e prático (indústria).

A sustentabilidade deve ser um tema central na transformação de municípios inteligentes. Além disso, gerir um ambiente sustentável é um desafio a ser enfrentado no século XXI (CURY; MARQUES, 2016). O município sustentável atua sem desperdícios e equilibrando o uso dos recursos essenciais para o funcionamento bem como dos resíduos produzidos. Rodríguez, Pérez e Montero (2021) complementam que para alcançar o desenvolvimento sustentável de municípios inteligentes é necessária a participação de todos os atores sociais envolvidos nesses processos.

Junckes e Teixeira (2017) explicam que um município se torna inteligente a partir da eficiência da administração pública. Portanto, o objetivo deve ser promover a qualidade de vida a partir do desenvolvimento econômico (emprego e renda). Da mesma forma, oferecer estrutura básica em saúde, saneamento, educação e preservação do meio ambiente. Conforme os autores, assim as futuras gerações poderão usufruir de melhores cidades,



municípios e territórios. Portanto, o município inteligente é um espaço delimitado geograficamente, onde as iniciativas locais atuam em conjunto através dos esforços de todos os atores para realizar uma gestão pública mais participativa e democrática (RODRÍGUEZ; PÉREZ, MONTERO, 2021).

2.2 Modelo de Desenvolvimento por Hélices

Apesar de já existir desde 1920, o modelo de hélice tríplice (HT) foi publicado pela primeira vez por Etzkowitz somente na metade dos anos 90 (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). O referido modelo é uma metodologia para examinar pontos fortes e fracos locais e auxiliar na melhoria de relações entre universidade, indústria e governo.

No modelo da hélice tríplice a universidade está no centro, sendo a protagonista, pois o desenvolvimento é baseado no conhecimento. Dessa maneira, a universidade assume o papel de geradora de novas empresas além das atividades relacionadas ao ensino e pesquisa. Novas organizações são formadas a partir da interação entre as hélices, denominadas organizações híbridas sendo essas o motor que gera a movimentação das hélices.

Conforme Etzkowitz e Zhou (2017), o desenvolvimento de inovação ocorre a partir da interação entre Estado, Indústria e Universidade. Entretanto, gerar esta interação é difícil, tendo em vista que cada uma das hélices possui, particularmente, objetivos diferentes. Portanto, para que o modelo funcione é necessária uma sociedade civil vibrante e protagonista, que atue como base neste processo (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

Etzkowitz e Zhou (2017) ressaltam que na existência de universidade empreendedora, indústria baseada em conhecimento e governo moderador, será atraído o capital de risco que atuará como parceiro. Neste sentido, formam-se entidades de inovação como startups, incubadoras, aceleradoras, entre outras. Portanto, a inovação deve ser tratada como um processo contínuo que no futuro vai envolver também o desenvolvimento social.

Há dois modelos de origem da hélice tríplice. O primeiro tem foco no Estado, sendo que este atua como controlador. Portanto, o governo assume papel de liderança no desenvolvimento de projetos e na disponibilização de recursos para inovação. As universidades têm apenas que fornecer pessoas treinadas para atuar no mercado. O segundo modelo é baseado no *laissez-faire*, no qual a universidade é provedora de pesquisa e mão de obra. Esse modelo estimula a competição entre as empresas, sendo proibida a colaboração. O governo atua como mediador quando houver falhas do mercado. A interação entre as



hélices é realizada a partir de intermediários que devem cuidar para não invadir a área de atuação das demais hélices. A atividade econômica ocorre nas empresas.

Nordberg (2015) defende que o modelo da HT não é suficiente para explicar as inovações em longo prazo. Para o autor, a expansão do modelo de HT se justifica tendo em vista que o conhecimento científico é cada vez mais avaliado pela sua robustez e inclusividade, demanda por inovação pela sociedade civil e pelo papel crescente dos usuários nos processos de inovação.

Portanto, surge o conceito de Hélice Quádrupla (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009) que adiciona as perspectivas de mídia, cultura e sociedade civil como a quarta hélice de inovação. Os autores defendem a inserção da sociedade pela necessidade de compreensão da produção do conhecimento e ampliação da inovação.

Dessa maneira, o público deve estar integrado ao processo de inovação e os usuários são centrais neste modelo e impulsionam os processos de inovação atuando como cocriadores. No modelo de hélice quádrupla, o papel das demais hélices é apoiar os cidadãos nas atividades de inovação fornecendo informações e subsídios para o desempenho das atividades de inovação. Com a maior atenção mundial às questões climáticas e ambientais, surgiu o debate sobre a inserção de mais uma hélice, a sustentabilidade e o meio ambiente (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012).

A hélice quádrupla, por sua vez, engloba o meio ambiente como fator principal para a preservação, sobrevivência e vitalização da humanidade (MINEIRO *et al.*, 2018). Portanto, os ambientes naturais são importantes para a produção do conhecimento e inovação. Barcellos-Paula, De La Vega e Gil-Lafuente (2021) explicam que a natureza deve ser um componente central da inovação, tendo o mesmo peso que as outras quatro hélices. A hélice quádrupla analisa o desenvolvimento sustentável e a ecologia social. Representa novos conhecimentos e inovações para os desafios ambientais considerando as transformações socioecológicas. A humanidade precisa solucionar desafios globais e a harmonia e cooperação entre as hélices para o desenvolvimento sustentável (BARCELLOS-PAULA; DE LA VEGA; GIL-LAFUENTE, 2021).

Portanto, os recursos naturais devem fazer parte de uma nova cultura que tem por objetivo cuidar do planeta e as decisões dos agentes devem considerar este aspecto (DE LA VEGA HERNÁNDEZ; BARCELLOS DE PAULA, 2020). O uso indiscriminado dos recursos naturais não pode ser concebido sem a participação da sociedade nas decisões sobre o impacto disso no planeta. Na quádrupla hélice, o meio ambiente é fator imprescindível para a



preservação e sobrevivência da humanidade e precisa estar presente nas agendas e debates de desenvolvimento regional (MINEIRO; SOUZA; CASTRO, 2021).

Mineiro, Souza e Castro (2021) explicam que com relação a quintupla hélice existe uma abordagem que tem por objetivo a preservação do meio ambiente e outra que fica na natureza do aprendizado para gerar novos conhecimentos por empresas com tecnologia limpa. Assim, o ambiente natural serve para preservar, sobreviver, vitalizar a humanidade e criar novas tecnologias verdes (BARCELLOS-PAULA; DE LA VEGA; GIL-LAFUENTE, 2021).

Países desenvolvidos, em estágio de hélice quintupla de inovação, desenvolvem estratégias e planos para solucionar problemas de mudanças climáticas, bem como a redução da emissão dos gases de efeito estufa (MINEIRO; SOUZA; CASTRO, 2021). A nação que conseguir articular as capacidades dinâmicas das cinco hélices com base na circulação do conhecimento avança para o desenvolvimento sustentável (DE LA VEGA HERNÁNDEZ; BARCELLOS DE PAULA, 2020).

Para iniciar o movimento de inserção da sustentabilidade no ambiente de inovação é necessário que uma hélice adote passos neste sentido. Assim, haverá um grande impacto nas demais hélices e em todo o sistema. Portanto, é importante analisar os ambientes onde essas interações podem ocorrer para gerar um movimento de influências positivas (MINEIRO; SOUZA; CASTRO, 2021).

3 Metodologia

A pesquisa é um processo de investigação que gera conhecimento. É considerada um conjunto de ações a serem realizadas tendo por objetivo a solução de um problema. Pesquisar é procurar informações para auxiliar a encontrar essas soluções. Dessa maneira, a metodologia apresenta a forma pela qual se partirá em busca de tal conhecimento para a solução da adversidade referida (MINAYO, 2009; RASIA *et al.*, 2009).

Por se tratar de pesquisa que envolve a realidade concreta dos municípios pesquisados, nos mais diversos aspectos que compõem a complexidade das relações sociais que neles se estabelece, optou-se por pesquisa qualitativa, por considerar que este tipo de pesquisa possibilita apreender e enfatizar aspectos históricos e processuais relativos ao objeto de estudo. O fenômeno ora em estudo, é parte de uma realidade social que se constituiu ao longo da história, por isso o ambiente natural é a fonte de coleta de dados, no qual o pesquisador assume um papel crucial na análise das informações (RASIA *et al.*, 2009).



Este estudo, de caráter exploratório e explicativo, intenciona desvelar e compreender indicadores que permitam verificar/mensurar, a partir das cinco dimensões da quintupla hélice, municípios inteligentes. Para chegar aos indicadores de cada hélice, realizou-se pesquisa bibliográfica e documental, a fim de reconhecer dados e informações existentes acerca de cada eixo, bem como a sua disponibilidade de acesso e, em especial, a sua aplicabilidade aos casos de municípios de até 50 mil habitantes (foco deste trabalho).

A metodologia deste estudo se baseia nas ideias propostas por Lombardi *et al.* (2012) na obra *Modelling the smart city performance*. As mesmas têm por objetivo criar um método de avaliação de desempenho de municípios inteligentes tendo como ponto de partida o modelo da hélice tríplice de inovação. Entretanto, os autores acrescentam a sociedade civil e a sustentabilidade na elaboração de indicadores para cidades inteligentes.

Dessa maneira, foram elaborados cinquenta indicadores divididos em cinco grupos: governança inteligente, capital humano inteligente, ambiente inteligente, viver inteligente e economia inteligente. Tais grupos representam cada uma das cinco hélices de desenvolvimento. A partir desses indicadores, os autores analisaram a contribuição de cada hélice bem como a necessidade de integração destas.

Na seleção dos indicadores, foram adotados critérios específicos. O critério primordial foi a disponibilidade das informações em formato online, a fim de possibilitar comparações entre os municípios. Além disso, considerou-se a importância e viabilidade dos indicadores para municípios de pequeno porte. Nesse sentido, as principais fontes consultadas foram o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o Índice de Governança Municipal do Conselho Federal de Administração, o Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul e a Secretaria Estadual de Saúde do RS.

O referido estudo de Lombardi *et al.* (2012) foi realizado na Europa. Por isso, pretende-se adaptar o modelo proposto por Lombardi *et al.* (2012) para englobar diretamente as cinco hélices bem como contemplar um território, ou seja, o conjunto das zonas urbanas e rurais de um município, a fim de aplicá-lo a municípios (brasileiros) de pequeno porte.

4 Resultados e Discussão

Com o objetivo de estabelecer um conjunto de indicadores aplicáveis a municípios de pequeno porte, foram adotadas categorias fundamentadas no conceito de desenvolvimento por hélices. Dessa forma, os indicadores foram agrupados nas seguintes áreas: governança



inteligente, economia inteligente, capital humano inteligente, ambiente inteligente e qualidade de vida inteligente. A seguir são apresentados os indicadores de cada tópico.

4.1 Governança Inteligente

No eixo de governança, o primeiro indicador utilizado é a situação previdenciária do município, que avalia a adequação financeira do sistema de previdência municipal. Em seguida, o percentual de disponibilidade de informações no índice de gestão municipal é considerado para verificar a qualidade das informações nas bases de dados federais. Outro indicador considerado é o incentivo à Lei Geral de Pequenas e Médias Empresas, que é crucial para promover o crescimento econômico sustentável, impulsionar a inovação e fomentar a criação de empregos.

No que se refere à transparência municipal, o indicador de regularidade do município com o Sistema de Informações sobre Requisitos Fiscais - CAUC mensura o número de pendências que o município possui. Já o indicador de vulnerabilidade social avalia o percentual da população em situação de vulnerabilidade econômica, considerando a pobreza e a extrema pobreza.

Outro indicador utilizado é o gasto com pessoal, que mede o nível de despesas com pessoal no município. Esse indicador é calculado dividindo-se os gastos com pessoal pela receita corrente líquida do município. Por fim, o índice de transparência municipal é utilizado para mensurar o cumprimento das leis referentes à transparência por parte dos municípios.

Esses indicadores têm origem no Índice de Governança Municipal do Conselho Federal de Administração, que fornece uma base sólida para avaliar a governança nos municípios. O Índice de Efetividade de Gestão Municipal (IEGM) é uma ferramenta essencial para avaliar a eficácia das políticas públicas adotadas pelos municípios do Rio Grande do Sul.

No eixo da governança, é crucial considerar indicadores de planejamento que verifiquem a consistência entre o planejamento e a execução das políticas públicas, bem como a coerência entre as metas alcançadas e os recursos empregados. O indicador fiscal analisa a execução financeira e orçamentária, levando em conta os limites estabelecidos pela Lei de Responsabilidade Fiscal.

Além disso, o índice de Governança de Tecnologia da Informação avalia o conhecimento e o uso dos recursos tecnológicos em benefício da sociedade. Ele abrange informações sobre planejamento, políticas de uso da informática, segurança da informação,



capacitação do pessoal e transparência, sendo um componente importante para uma governança eficaz no campo da tecnologia.

4.2 Economia Inteligente

No eixo de economia inteligente, considera-se o PIB per capita, que consolida as informações sobre a atividade econômica dos municípios. Essas informações são extraídas das estatísticas das cidades disponibilizadas pelo IBGE.

Outro indicador relevante é o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, que analisa o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros nas áreas de emprego, renda, educação e saúde.

Além disso, o valor monetário gerado a partir das atividades de exportação do município é um indicador importante para avaliar a economia inteligente. Esse indicador refere-se às vendas de produtos, bens e serviços para outros países, demonstrando a capacidade econômica internacional do município. A quantidade de empresas também é um indicador que representa o potencial de geração de riqueza no município.

Essas informações são provenientes do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul, fornecendo dados valiosos para a análise do desenvolvimento econômico nos municípios.

O Valor Adicionado Bruto (VAB) total do município é um indicador que representa o valor gerado por cada setor da economia em uma determinada região. É um elemento essencial para o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB). O Valor Adicionado Bruto da agropecuária, por exemplo, evidencia a relevância desse setor na economia, especialmente em pequenos municípios, sobretudo os localizados no interior do Estado. Já o Valor Adicionado Bruto nas indústrias reflete o potencial de desenvolvimento econômico desse setor.

A presença de polos, parques ou incubadoras tecnológicas é outro indicador significativo para uma economia inteligente. As incubadoras proporcionam suporte técnico, gerencial e formação complementar aos empreendedores, facilitando o desenvolvimento tecnológico e o acesso a mercados e investidores.

O percentual da população ocupada, ou seja, aquelas que estão empregadas, reflete o desempenho dos habitantes do município na economia. Da mesma forma, o salário médio mensal dos trabalhadores formais também representa o potencial econômico do município na



geração de riqueza. Esses indicadores são essenciais para compreender o panorama econômico e o potencial de desenvolvimento das regiões.

4.3 Capital Humano Inteligente

Para o eixo de capital humano inteligente, considera-se uma série de indicadores relevantes. O primeiro deles é a distorção idade-série, que mostra a porcentagem de alunos matriculados com idade pelo menos dois anos acima do esperado para aquela série.

A quantidade de concluintes do ensino superior é outro indicador significativo, pois reflete a proporção da população que busca qualificação profissional em nível de graduação. Isso tende a proporcionar melhores oportunidades de trabalho e, conseqüentemente, uma renda mais alta em comparação ao restante da população.

Outro indicador importante para o capital humano inteligente é a taxa de abandono escolar. Tal indicador é crucial para avaliar o acesso e a qualidade da educação, pois reflete os desafios e as barreiras que impedem os alunos de concluir seus estudos.

A disponibilidade de acesso à internet nos domicílios também é um indicador relevante para o capital humano inteligente. O acesso à rede mundial de computadores permite a conexão com diversas plataformas de geração de conhecimento. Portanto, um município inteligente, para ser reconhecido como tal, precisa garantir que sua população esteja conectada.

O Índice de Desenvolvimento Socioeconômico da Educação é utilizado para medir a qualidade da educação no município. Esse indicador abrange desde a educação infantil até a população que concluiu o ensino fundamental.

O Índice de Efetividade de Gestão Municipal na área da educação avalia as ações da gestão pública em aspectos como infraestrutura escolar, avaliação educacional, planejamento de vagas, atuação do conselho municipal de educação, merenda escolar e qualificação dos professores.

Outros indicadores importantes incluem o percentual de escolas do município com acesso à internet banda larga, que evidencia o acesso dos estudantes à rede mundial de computadores, proporcionando uma abordagem pedagógica que integra escrita, fala e imagem com rapidez, flexibilidade e interação. A taxa de cobertura de creches avalia a proporção de crianças de 0 a 3 anos que têm acesso à educação infantil. Além disso, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é usado para avaliar a qualidade e o



aprendizado dos alunos do ensino fundamental, considerando tanto os anos iniciais (1º ao 5º ano) quanto os anos finais (6º ao 9º ano).

4.4 Ambiente Inteligente

Para o eixo de ambiente inteligente, todos os indicadores podem ser encontrados no site do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (TCE-RS). O primeiro indicador a ser considerado é o percentual da população que recebe tratamento de esgoto sanitário. A coleta de esgoto sanitário contribui para a redução de doenças transmitidas pela água, aumentando assim a expectativa de vida e melhorando a qualidade de vida da população, além de promover a preservação do meio ambiente.

Outro indicador relevante é a existência de coleta seletiva de resíduos sólidos tanto na zona urbana quanto na zona rural do município. A coleta seletiva é essencial para a gestão adequada dos resíduos, contribuindo para a redução da poluição e o aproveitamento de materiais recicláveis.

O terceiro indicador a ser analisado é a existência de previsão orçamentária para o desenvolvimento das atividades da Política Municipal do Meio Ambiente. Essa previsão demonstra a capacidade de investimento para a realização de ações de conscientização e preservação ambiental, garantindo a efetividade das políticas ambientais implementadas.

Além disso, a existência de uma lei própria que discipline a obrigatoriedade das ligações prediais de esgoto, com previsão de aplicação de sanções em caso de descumprimento, é outro indicador relevante para um ambiente inteligente. Essa lei contribui para a efetiva universalização do tratamento de esgoto, incentivando a responsabilidade dos cidadãos e garantindo a preservação dos recursos hídricos e a qualidade do meio ambiente.

O apoio à execução de projetos, programas e ações voltados para a proteção do meio ambiente é outro indicador de grande importância, pois avalia a parceria entre o município e outras organizações na realização de atividades ambientais. Além disso, a existência de uma unidade administrativa dedicada exclusivamente ao tratamento de questões ambientais, com foco no controle e fiscalização de atividades e empreendimentos que possam causar impacto ambiental local, também é um indicador relevante, demonstrando o comprometimento sério do município com as questões ambientais.

Igualmente importante para um ambiente inteligente é o percentual da população, tanto urbana quanto rural, atendida por coleta regular de resíduos sólidos. A separação



adequada dos resíduos é um processo crucial, uma vez que a mistura indiscriminada dificulta o processo de reciclagem e aumenta os custos envolvidos.

A existência de um plano municipal de saneamento básico também é um indicador relevante para um município com um ambiente inteligente. Esse indicador reflete as condições de saúde pública relacionadas ao fornecimento de água potável, tratamento de esgoto e eliminação adequada de excrementos humanos.

Além disso, a existência de diretrizes que orientem os procedimentos a serem adotados por grandes e pequenos geradores de resíduos da construção civil, incluindo a previsão de alternativas para a destinação final dos resíduos de construção e demolição (RCD) no planejamento municipal, é um indicador relevante para promover um ambiente inteligente.

Por fim, o percentual de tratamento de esgoto sanitário do município também é avaliado como um indicador importante para um ambiente inteligente, buscando garantir a qualidade dos recursos hídricos e a preservação do meio ambiente.

Esses indicadores permitem uma avaliação abrangente do desempenho ambiental do município, fornecendo informações essenciais para o planejamento de ações e a implementação de políticas que promovam a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida da população. Dessa forma, esses indicadores permitem avaliar o grau de desenvolvimento do município no que diz respeito à gestão ambiental, proporcionando informações valiosas para a tomada de decisões e o planejamento de ações visando um ambiente mais sustentável e inteligente.

4.5 Viver Inteligente

No eixo viver inteligente, são considerados diversos indicadores que fornecem uma visão abrangente da saúde e qualidade de vida da população do município. O percentual de adultos com índice de massa corporal (IMC) superior a 25 é um indicador importante, uma vez que está relacionado a várias doenças e impacta diretamente a longevidade e o bem-estar da população. Além disso, o índice de internações por transtornos mentais e comportamentais (TMC) é outro indicador relevante, uma vez que o equilíbrio emocional é fundamental para a qualidade de vida.

O índice de gravidez na adolescência também é considerado no contexto do viver inteligente, pois gestações precoces podem trazer riscos tanto para a mãe quanto para o recém-nascido, além de gerar desafios sociais e biológicos. Esses indicadores são obtidos a



partir do painel de pactuação estadual de indicadores disponibilizados pela Secretaria Estadual de Saúde do RS.

Outro indicador relevante é o Índice de Efetividade de Gestão Municipal (IEGM) - Saúde, que avalia o desempenho do município em áreas como atendimento nas unidades de saúde nos finais de semana, tempo médio de atendimento de urgências e promoção da saúde bucal. Essas informações podem ser consultadas no site do Tribunal de Contas do RS.

Além disso, o viver inteligente considera indicadores do índice de gestão municipal disponibilizados pelo Conselho Federal de Administração (CFA). A taxa de homicídios, por exemplo, mensura a segurança do município ao medir o número de homicídios ocorridos a cada 100 mil habitantes. Também é avaliado o percentual da população em situação de vulnerabilidade social, levando em consideração a pobreza e a extrema pobreza.

Os investimentos per capita em saúde e em educação são indicadores que refletem o grau de comprometimento do governo com a saúde pública e a educação. A cobertura vacinal também é considerada, pois demonstra a capacidade do município em realizar campanhas de vacinação e proteger a população contra doenças. Por fim, a cobertura da atenção básica avalia o acesso da população aos serviços de saúde, como acolhimento com classificação de risco, consultas de enfermagem, médicas e de saúde bucal, distribuição e administração de medicamentos, entre outros.

A análise desses indicadores proporciona informações valiosas para o planejamento de ações e a implementação de políticas que visem a promoção da saúde, a redução da vulnerabilidade social e o acesso equitativo aos serviços essenciais.

5 Considerações Finais

O crescimento dos municípios demanda investimentos que representem, efetivamente, melhorias na qualidade de vida dos seus moradores. Acredita-se que o uso de tecnologias avançadas e soluções inovadoras, possam otimizar a gestão dos recursos, gerando impactos positivos na sustentabilidade ambiental, na mobilidade urbana, na eficiência dos serviços públicos e, assim, na promoção de ambiente mais seguro, saudável e eficiente para as pessoas. Outrossim, o estímulo à inovação e ao empreendedorismo, consequentemente impulsiona o desenvolvimento econômico e a criação de empregos.

Neste estudo, utilizou-se o modelo de quintupla hélice de desenvolvimento como eixos base na seleção de indicadores para a criação de um método de avaliação de desempenho de municípios inteligentes. Considerou-se o modelo da quintupla hélice, pela compreensão



de que esses cinco segmentos (governo, setor empresarial, academia, sociedade civil e meio ambiente), articulados, podem efetivamente criar um ambiente propício para a inovação, promover a participação cidadã, fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e garantir uma governança eficaz e transparente.

Nesse sentido, foram adotadas categorias fundamentadas no conceito de desenvolvimento por hélices. A partir de cada hélice, elencou-se dez indicadores para comporem um método de avaliação de cidades inteligentes, direcionando, neste estudo, para a avaliação de cidades de até 50 mil habitantes. Os indicadores foram agrupados nas áreas de governança inteligente, economia inteligente, capital humano inteligente, ambiente inteligente e qualidade de vida inteligente.

Ressalta-se que na realização deste estudo atentou-se para o critério da disponibilidade das informações em formato online, a fim de possibilitar e facilitar comparações entre os municípios. Nesse sentido, as principais fontes consultadas foram o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o Índice de Governança Municipal do Conselho Federal de Administração e o Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul e a Secretaria Estadual de Saúde do RS.

Diante do exposto, considera-se que o objetivo principal do estudo foi alcançado. Uma vez que foram estruturados os indicadores mensuráveis para cada eixo teórico, verifica-se a possibilidade de desvelar/mensurar, a partir das cinco dimensões da quádrupla hélice, municípios inteligentes, entre os municípios de pequeno porte, conforme intento deste trabalho. Nesse sentido, espera-se contribuir nos processos de planejamento e de governança dos municípios, contribuindo na melhoria das condições reais de promoção da qualidade de vida de seus moradores.

Enquanto limitações ou lacunas deste trabalho, remete-se à necessidade ou dependência – para sua execução – da disponibilidade dos dados *online* atualizados, o que pode, por vezes, dificultar ou inviabilizar a utilização de algum(ns) indicador(es) ou a realização de estudo comparativo. Considera-se ainda pertinente sugerir a possibilidade de que estudos futuros possam realizar não só a revisão desses indicadores e a sua complementação, como também a sua aplicação prática na análise de municípios e/ou regiões específicas.

Referências

BARCELLOS DE PAULA, L.; DE LA VEGA, I.; GIL-LAFUENTE, A. M. The quintuple helix of innovation model and the sdgs: Latin-American countries' case and its forgotten effects.



Mathematics, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 1–24, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/math9040416>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

BACHENDORF, C. et al. Cidades Inteligentes e Sustentáveis: uma análise sob a perspectiva das políticas públicas de Pato Branco-PR. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 29–50, 2019. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/19323>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

BENCKE, L; PEREZ, A. L. F. Análise dos principais modelos de indicadores para cidades sustentáveis e inteligentes. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. Tupã, v.6, n.37, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1754>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CAPPELLARI, G.; NETO, A. C.; SAUSEN, J.O. Cidade Inteligente: as mudanças estratégicas promovidas no município de Santa Rosa/RS estão inseridas neste conceito. **Revista Turydes: Turismo y Desarrollo**, n. 26, 2019. Disponível em: <<https://www.eumed.net/rev/turydes/26/cidade-inteligente-santarosa.html>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. The quintuple helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 2, 2012.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Mode 3 and Quadruple Helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management**, v. 46 n. 3-4. p. 201-234, 2009. Disponível em <<https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJTM.2009.023374>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CURY, M. J. F.; MARQUES, J. A. L. F. A Cidade Inteligente: uma reterritorialização. **Redes**, v. 22, n. 1, p. 102-117, 31 dez. 2016. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/8476>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

DE LA VEGA HERNÁNDEZ, I. M.; BARCELLOS DE PAULA, L. The quintuple helix innovation model and brain circulation in central, emerging and peripheral countries. **Kybernetes**, [s. l.], v. 49, n. 9, p. 2241–2262, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1108/K-08-2019-0522>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

ELIAS, H. As cidades inteligentes e as narrativas de futuro. **Revista de Comunicação e Linguagens**, n. 48, 17 Abr. 2018. Disponível em <<https://rcl.fchsh.unl.pt/index.php/rcl/article/view/70>>. Acesso em 10 de set de 2021.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)>. Acesso em 11 de set de 2021.



ETZKOWITZ, E.; ZHOU, C. **Hélice tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo**. Estudos Avançados, 31 (90), 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003>>. Acesso em 10 de set de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **IBGE divulga estimativa da população dos municípios para 2021**, 2021. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31461-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2021>>. Acesso em 10 set. 2021.

JUNCKES, D.; TEIXEIRA, C. S. Modelo brasileiro de maturidade para cidades inteligentes: análise dos municípios do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Contabilidade e Gestão**, [S. l.], v. 5, n. 10, p. 94-102, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/reavi/article/view/8929>>. Acesso em 12 de set de 2021.

LOMBARDI, P. *et al.* Modelling the smart city performance. **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, v. 25, n. 2, p. 137–149, 2012. Disponível em <<https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>>. Acesso em 10 de set de 2021.

MARIANO, A. M, *et al.* O papel da aceitação da tecnologia nas cidades inteligentes. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**; Lousada Ed. E17, (Jan 2019): 571-583. Disponível em <<https://www.proquest.com/openview/f8691ce6ac65f34e3c3d1e3fd3d2f3bb/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>>. Acesso em 10 de set de 2021.

MENEZES, A; FIGUEIREDO, C. Um Middleware para Sensores Virtuais Baseados em Localização no Contexto de Cidades Inteligentes. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA (SBCUP)*, 11, 2019, Belém. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. ISSN 2595-6183. DOI: <<https://doi.org/10.5753/sbcup.2019.6597>>. Acesso em 12 de set de 2021.

MINAYO, M. C. S.: **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2009.

MINEIRO, A. A. da C.; SOUZA, T. A. de; CASTRO, C. C. de. The quadruple and quintuple helix in innovation environments (Incubators and science and technology parks). **INMR - Innovation & Management Review**, [S. l.], v. 18, n. 03, p. 262-307, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1108/INMR-08-2019-0098>>. Acesso em: 12 de set de 2021.

MINEIRO, A. A. C. *et al.* Da hélice tríplice a quintupla: uma revisão sistemática. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 18, n. 51, 2018. Disponível em <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/17645>>. Acesso em: 12 de set de 2021.

NEVES, J. P. Das cidades inteligentes às metatopias urbanas. **Revista de Comunicação em Linguagens**. N.48, 2018. Disponível em <<https://hdl.handle.net/1822/55065>>. Acesso em 09 de set de 2021.



NORDBERG, K. Enabling Regional Growth in Peripheral Non-University Regions - The Impact of a Quadruple Helix Intermediate Organisation. **J Knowl Econ** 6:334–356, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s13132-015-0241-z>>. Acesso em 09 de set de 2021.

RASIA, P. C.; TEIXEIRA, E. B.; ZAMBERLAN, L. **Pesquisa em Administração**. 01. ed. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2009. v. 1. 232p

REMEDIO, J. A.; SILVA, M. R. O uso monopolista do Big Data por empresas de aplicativos: políticas públicas para um desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes em um cenário de economia criativa de livre concorrência. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**. Brasília, v.7, n.3, 2017, p.671-693. DOI: <<https://doi.org/10.5102/rbpp.v7i3.4966>>. Acesso em 12 de set de 2021.

RODRÍGUEZ, A. E. R.; PÉREZ, E. A.; MONTERO, A. B. Município inteligente para o desenvolvimento local sustentável a partir da gestão do conhecimento. **Interações (Campo Grande)**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 977–1000, 2021. DOI: 10.20435/inter.v22i3.2978. Disponível em: <<https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/2978>>. Acesso em: 8 jun. 2023.