

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA
CURSO DE MESTRADO

BIANCA LIBARDI

**PERCEPÇÃO DOS CIDADÃOS SOBRE CIDADES INTELIGENTES:
PROPOSTA E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA BASEADA NA NORMA ISO 37122**

CAXIAS DO SUL

2023

BIANCA LIBARDI

**PERCEPÇÃO DOS CIDADÃOS SOBRE CIDADES INTELIGENTES:
PROPOSTA E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA BASEADA NA NORMA ISO 37122**

Dissertação de Mestrado submetida à Banca de Defesa designada pelo Colegiado do Mestrado em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Administração. Linha de Pesquisa: Inovação e Competitividade.

Orientadora: Profa. Dra. Cíntia Paese Giacomello

CAXIAS DO SUL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

L694p Libardi, Bianca

Percepção dos cidadãos sobre cidades inteligentes [recurso eletrônico] : proposta e validação de uma escala baseada na norma Iso 37122 / Bianca Libardi. – 2023.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2023.

Orientação: Cíntia Paese Giacomello.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Cidades inteligentes. 3. ISO 37122. 4. Sustentabilidade. 5. Cidadania. I. Giacomello, Cíntia Paese, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 502.131.1

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

BIANCA LIBARDI

**PERCEPÇÃO DOS CIDADÃOS SOBRE CIDADES INTELIGENTES:
PROPOSTA E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA BASEADA NA NORMA ISO 37122**

Dissertação de Mestrado submetida à Banca de Defesa designada pelo Colegiado do Mestrado em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Administração. Linha de Pesquisa: Inovação e Competitividade.

Orientadora: Profa. Dra. Cíntia Paese Giacomello

Aprovada em: 01/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Cíntia Paese Giacomello
Universidade de Caxias do Sul

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Cristina Fachinelli Bertolini
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Deonir De Toni
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Fábio Verruck
Universidade de Caxias do Sul

Prof^a. Dra. Jamile Sabatini-Marques
Universidade de São Paulo

Dedico este trabalho à minha família, por não medirem esforços para me apoiarem durante toda a minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Universo, por conspirar a meu favor e abrir portas quando tudo parecia escuro.

Agradeço à UCS – Universidade de Caxias do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), que possibilitaram o meu ingresso no Mestrado.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por financiar este projeto de pesquisa.

Aos professores do PPGA – Programa de Pós-Graduação em Administração da UCS, pelo constante incentivo.

À minha orientadora, Dra. Cíntia Paese Giacomello, por sua dedicação, comprometimento, confiança, constante compartilhamento de ideias e novos conhecimentos. Sem medir esforços, mesmo em momentos de questionamentos na busca por soluções.

À minha coorientadora Dra. Ana Cristina Fachinelli Bertolini, por dividir seus conhecimentos, pelo incentivo na busca por novos desafios, por seu apoio, ajuda, compreensão e visão crítica, que também contribuiu para a construção desta dissertação.

Ao grupo de pesquisa Citylivinglab, pela parceria e apoio durante toda a jornada da dissertação e as minhas sócias e colegas de trabalho na Pharus Engenheiras Associadas.

E, com muito amor, agradeço aos meus amigos e familiares. Em especial, aos meus pais e avós, pelo amor, incentivo e confiança. Ao meu irmão, pelo exemplo. Ao meu esposo, pela compreensão, incentivo e companheirismo. Enfim, agradeço a todos que, de alguma forma, me apoiaram nesta caminhada e que contribuíram para a realização de mais um sonho.

RESUMO

As cidades inteligentes vão muito além da implantação de tecnologias: o exercício da cidadania e o gerenciamento de dados são fatores vitais para o seu desenvolvimento. As pesquisas que se concentram na dimensão subjetiva relacionada à percepção do cidadão sustentam que os dados da percepção cognitiva merecem tanta atenção quanto aqueles relacionados a dimensões objetivas. Com base na visão das cidades inteligentes “*citizen centered*”, na teoria do “desenvolvimento baseado em conhecimento” e na nova revisão da normativa ISO 37122 “Cidades e Comunidades Sustentáveis - Indicadores para Cidades Inteligentes”, o problema de pesquisa se estrutura na complexidade que envolve a mensuração da inteligência das cidades com o envolvimento da cidadania. O objetivo geral deste estudo foi propor e validar uma escala de percepção do cidadão sobre as dimensões de uma cidade inteligente estabelecidas pela ISO 37122. Para isso, os 80 indicadores desta normativa, previamente estabelecidos pela Comissão de Estudos Especiais “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, foram reescritos em forma de afirmação para compor a escala de percepção. Para o refinamento do instrumento, foi aplicada a validação de face, após isso, o instrumento passou pelo pré-teste. O questionário foi aplicado para uma amostra de 528 pessoas das 32 cidades da região do Corede Serra. A coleta de dados foi realizada por meio de aplicação do instrumento impresso e por meio virtual. Os dados passaram por limpeza e pela averiguação das premissas para análise multivariada e, para validação do instrumento, foram utilizadas as técnicas de estatística multivariada, com o emprego dos testes de dimensionalidade e confiabilidade, validade convergente e validade discriminante. Nesta etapa, os testes foram aplicados para a amostra geral e, separadamente, em três tamanhos de cidades, visando uma compreensão mais aprofundada do comportamento da escala em diferentes contextos. Os resultados foram consistentes e apontaram um bom desempenho estatístico em grande parte das dimensões, o que sugere que a escala proposta é uma ferramenta promissora para avaliar a percepção das cidades inteligentes. Também foram observadas variações nos resultados entre as diferentes amostras testadas, indicando a influência de variáveis contextuais e demográficas na percepção das cidades inteligentes. Algumas limitações foram encontradas, como a quantidade reduzida de indicadores propostos pela ISO em algumas dimensões e a falta de conhecimento sobre o tema, por parte dos cidadãos. Apesar disso, ficaram evidenciadas as potencialidades ligadas ao desenvolvimento desta escala para estudos futuros, que vão desde cálculos de estatísticas descritivas básicas, até análises de tendência, comparativas, correlações e regressões para um melhor entendimento da percepção dos cidadãos sobre as suas cidades. Isso não só supre carência de estudos que envolvem a percepção daqueles que são os principais beneficiários e usuários ativos das cidades, como também auxilia no desenvolvimento de políticas públicas para inovação, planejamento estratégico, elaboração de planos diretores, visão de futuro e especializações estratégicas para cidades inteligentes.

Palavras-chave: Cidade inteligente. ISO 37122. Percepção do cidadão. Questionário. Escala.

ABSTRACT

Smart cities go far beyond the implementation of technologies: the exercise of citizenship and data management are vital factors for their development. Research focusing on the subjective dimension related to citizen perception supports that cognitive perception data deserve as much attention as those related to objective dimensions. Based on the perspective of "citizen-centered" smart cities, the "knowledge-based development" theory, and the new revision of ISO 37122 "Sustainable Cities and Communities - Indicators for Smart Cities," the research problem is structured around the complexity involved in measuring city intelligence with citizen engagement. The overall objective of this study was to propose and validate a citizen perception scale regarding the dimensions of a smart city as established by ISO 37122. For this purpose, the 80 indicators of this standard, previously established by the Special Study Commission "Sustainable Cities and Communities," were reworded as statements to compose the perception scale. For instrument refinement, face validation was applied, followed by a pilot test. The questionnaire was administered to a sample of 528 individuals from the 32 cities of the Corede Serra region. Data collection was conducted through both printed and virtual instrument applications. The data underwent cleaning and verification of assumptions for multivariate analysis. Multivariate statistical techniques were employed for instrument validation, including tests of dimensionality and reliability, convergent validity, and discriminant validity. These tests were applied to both the overall sample and, separately, to three city size categories, aiming for a deeper understanding of the scale's behavior in different contexts. The results were consistent and showed good statistical performance in most dimensions, suggesting that the proposed scale is a promising tool for evaluating the perception of smart cities. Variations in results were also observed among different tested samples, indicating the influence of contextual and demographic variables on smart city perception. Certain limitations were encountered, such as the reduced quantity of indicators proposed by ISO in some dimensions and citizens' lack of knowledge on the subject. Nevertheless, the potential of developing this scale for future studies was evident, ranging from basic descriptive statistics calculations to trend analyses, comparisons, correlations, and regressions for a better understanding of citizens' perception of their cities. This not only addresses the lack of studies involving the perception of those who are the primary beneficiaries and active users of cities but also aids in the development of public policies for innovation, strategic planning, master plan creation, future vision, and strategic specializations for smart cities.

Keywords: Smart city. ISO 37122. Citizen perception. Survey. Scale.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resultados da bibliometria na base <i>Scopus</i>	22
Figura 2 – Resultados da bibliometria na base <i>Web of Science</i>	22
Figura 3 – Resultados da bibliometria na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações	23
Figura 4 – Lacuna de pesquisa encontrada.....	25
Figura 5 – Delimitação da pesquisa.....	29
Figura 6 – Evolução do conceito de cidades inteligentes	32
Figura 7 – Relação entre a família de normas para cidades e comunidades sustentáveis	37
Figura 8 – Dimensões das cidades inteligentes conforme a ISO 37122.....	38
Figura 9 – Passo a passo da metodologia empregada.....	51
Figura 10 – Modelo bruto amostra geral	74
Figura 11 – Modelo refinado amostra geral	74
Figura 12 – Modelo bruto amostra cidades grandes.....	85
Figura 13 – Modelo refinado amostra cidades grandes.....	85
Figura 14 – Modelo bruto amostra cidades grandes.....	90
Figura 15 – Modelo refinado amostra cidades grandes.....	90
Figura 16 – Modelo bruto amostra cidades pequenas	95
Figura 17 – Modelo refinado amostra cidades pequenas	95
Figura 18 – Desenho dos resultados	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de artigos da busca avançada sobre <i>smart cities</i> e sua mensuração	24
Tabela 2 – Indicadores da ISO e atributos do questionário	63
Tabela 3 – Perfil dos respondentes	66
Tabela 4 – Validade convergente para amostra geral bruta.....	70
Tabela 5 – Validade discriminante para amostra geral bruta	71
Tabela 6 – Validade convergente para amostra geral refinada.....	72
Tabela 7 – Validade discriminante para amostra geral refinada	73
Tabela 8 – Validade convergente para amostra cidades grandes bruta	81
Tabela 9 – Validade discriminante para amostra cidades grandes bruta.....	82
Tabela 10 – Validade convergente para amostra cidades grandes refinada	83
Tabela 11 – Validade discriminante para amostra cidades grandes refinada	84
Tabela 12 – Validade convergente para amostra cidades médias bruta	86
Tabela 13 – Validade discriminante para amostra cidades médias bruta	87
Tabela 14 – Validade convergente para amostra cidades médias refinada	88
Tabela 15 – Validade discriminante para amostra cidades médias refinada	89
Tabela 16 – Validade convergente para amostra cidades pequenas bruta.....	91
Tabela 17 – Validade discriminante para amostra cidades pequenas bruta	92
Tabela 18 – Validade convergente para amostra cidades pequenas refinada.....	93
Tabela 19 – Validade discriminante para amostra cidades pequenas refinada.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estudos recentes que aplicam métricas para cidades inteligentes	35
Quadro 2 – Listagem de experts envolvidos na validação de face	53
Quadro 3 – Dimensões com uma variável observável amostra geral	75
Quadro 4 – Dimensões com duas variáveis observáveis amostra geral	76
Quadro 5 – Dimensões não validadas pela amostra geral	76
Quadro 6 – Dimensões validadas no modelo refinado da amostra geral.....	77
Quadro 7 – Subdimensões de Transporte para a amostra geral.....	78
Quadro 8 – Dimensões validadas no modelo bruto da amostra geral	79
Quadro 9 – Dimensões com limitações de variáveis observáveis	96
Quadro 10 – Dimensões com os melhores resultados de validação	98
Quadro 11 – Dimensões validadas com refinamento	99
Quadro 12 – Dimensões com resultados diferentes para amostras diferentes.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFC	Análise Fatorial Confirmatória
AFE	Análise Fatorial Exploratória
CC	Confiabilidade Composta
CR	<i>Composite Reliability</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Corede	Conselho Regional de Desenvolvimento
EM	<i>Expectation-Maximization</i>
DBC	Desenvolvimento Baseado em Conhecimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PPGA	Programa de Pós-Graduação em Administração
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
UCS	Universidade de Caxias do Sul
VE	Variância Extraída

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.3	ADERÊNCIA DO PROJETO À LINHA DE PESQUISA.....	19
1.1	OBJETIVO.....	20
1.1.1	Objetivo geral.....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
1.2	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	20
1.2.1	Justificativa e relevância teórica.....	20
1.2.2	Justificativa e relevância prática.....	26
1.3	DELIMITAÇÕES.....	28
1.4	ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	30
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	31
2.1	<i>SMART CITIES</i>	31
2.1.1	Desenvolvimento baseado em conhecimento na promoção de cidades inteligentes	32
2.1.2	Dimensões de análise em estudos anteriores.....	34
2.2	ISO 37122.....	36
2.2.1	Economia.....	39
2.2.2	Educação.....	39
2.2.3	Energia.....	39
2.2.4	Meio ambiente e mudanças climáticas.....	40
2.2.5	Finanças.....	40
2.2.6	Governança.....	41
2.2.7	Saúde.....	41
2.2.8	Habitação.....	42
2.2.9	População e condições sociais.....	42
2.2.10	Recreação.....	42
2.2.11	Segurança.....	43
2.2.12	Resíduos sólidos.....	43
2.2.13	Esporte e cultura.....	43
2.2.14	Telecomunicações.....	44

2.2.15	Transporte.....	44
2.2.16	Agricultura urbana e segurança alimentar.....	45
2.2.17	Planejamento urbano.....	45
2.2.18	Águas residuais.....	46
2.2.19	Águas.....	46
2.3	ESCALAS DE PERCEPÇÃO DO CIDADÃO.....	47
2.3.1	Percepção do cidadão.....	47
2.3.2	Desenvolvimento de escalas.....	48
3	METODOLOGIA.....	51
3.1	INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	52
3.1.1	Processo de construção do instrumento de pesquisa.....	52
3.1.2	Refinamento do instrumento de pesquisa.....	53
3.2	POPULAÇÃO-ALVO E AMOSTRA.....	54
3.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	55
3.4	PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO ...	55
3.4.1	Dados perdidos.....	56
3.4.2	Observações atípicas.....	56
3.4.3	Teste das suposições de análise multivariada.....	57
3.4.3.1	<i>Normalidade</i>	58
3.4.3.2	<i>Multicolinearidade</i>	58
3.4.4	Testes de dimensionalidade e confiabilidade.....	59
3.4.5	Validade convergente.....	60
3.4.6	Validade discriminante.....	60
4	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	62
4.1	INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	62
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	66
4.3	PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO ...	67
4.3.1	Dados perdidos, observações atípicas e suposições de análise multivariada	67
4.3.2	Validação estatística da escala.....	69

4.3.2.1	<i>Amostra geral</i>	70
4.3.2.2	<i>Amostra cidades grandes</i>	81
4.3.2.3	<i>Amostra cidades médias</i>	86
4.3.2.4	<i>Amostra cidades pequenas</i>	91
4.3.3	Avaliação dos resultados das diferentes amostras	96
4.3.3.1	<i>Dimensões com limitação de variáveis observáveis</i>	96
4.3.3.2	<i>Dimensões com os melhores resultados de validação</i>	98
4.3.3.3	<i>Resultados diferentes para amostras diferentes</i>	101
4.3.3.4	<i>Desenho dos resultados</i>	105
4.3.4	Limitações e estudos futuros	107
4.3.5	Manual de aplicação da escala	109
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
	REFERÊNCIAS	112
	APÊNDICE A	121
	APÊNDICE B	124

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Atualmente, a população mundial é três vezes maior do que era em meados do século 20. Conforme previsto pelas projeções, a população global atingiu a casa dos 8 bilhões em novembro de 2022 (ONU, 2022a). Além do crescimento populacional, também cresce o percentual da população urbana. Conforme o Fundo de População das Nações Unidas, 2008 marcou o ano em que mais de 50% de todas as pessoas, 3,3 bilhões, já viviam em áreas urbanas (ONU, 2008). Estima-se que até 2050 as cidades acomodem 66% dos cidadãos, totalizando cerca de 6,6 bilhões de habitantes (ONU, 2018), o que indica que o futuro da humanidade é urbano, fazendo da urbanização uma poderosa megatendência do século 21 (ONU, 2022b).

No Brasil, os percentuais de urbanização são ainda maiores. Desde 1940, a população urbana, que apresentava 31% da população total, cresceu gradativamente até atingir os 84% no censo publicado em 2010. Se analisado por territórios, este país de dimensões continentais tem as regiões Norte e Nordeste com aproximadamente 73% de taxa de urbanização, seguidas pela região sul com 85%, Centro Oeste com 89% e lideradas pela região Sudeste, que já atingia a marca de 93% no último censo publicado de forma completa (IBGE, 2010).¹

Como resultado, na atualidade, a maioria dos recursos são consumidos nas cidades de todo o mundo. As cidades ocupam cerca de 2% do espaço geográfico, ao mesmo tempo que produzem 80% das emissões de gases de efeito estufa e consomem aproximadamente 80% de todos os recursos mundiais (YIGITCANLAR *et al.*, 2018). Mas a urbanização acelerada não seria um problema em si, se não fossem as diferentes e complexas formas em que essa se deu (SPOSITO, 2002). Silva (2014) explica que o crescimento desordenado, sem o tempo de planejamento da contemplação de aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais dos espaços urbanos, acarreta a carência de recursos naturais, degradação do meio ambiente, exclusão e segregação social, pobreza, insegurança pública, congestionamentos e poluição.

Por outro lado, o enfrentamento de problemas como estes, faz com que as cidades funcionem como fonte de inovação e de novos paradigmas de vida em sociedade (PRATT, 2008). Fachinelli *et al.* (2022) explicam que as cidades enfrentam desafios tão complexos que surge necessidade indiscutível de buscar novas soluções. Esses desafios demandam uma mudança transformadora na forma como a sociedade trabalha, vive e constrói um novo futuro.

¹ Na data deste documento, ainda não havia sido divulgada esta informação do censo IBGE 2022.

Um dos recursos encontrados para estas transformações é o potencial das aplicações avançadas das tecnologias da informação e comunicação (TICs). Conforme Baum *et al.* (2007), desde a virada do século, quando os impactos das mudanças climáticas globais se tornaram mais catastróficos, os avanços das TICs passaram a ser vistos como uma possível panaceia para, de alguma forma, reverter ou amenizar os impactos desta urbanização insustentável. Desta forma, as ofertas tecnológicas fizeram com que muitos governos em todo o mundo pulassem na onda de soluções tecnológicas – isso deu reconhecimento ao conceito de “cidade inteligente”. Hoje em dia, o potencial dos recursos e funcionalidades das cidades inteligentes são amplamente reconhecidos (FACHINELLI *et al.* 2022).

Desde o surgimento do termo “cidade inteligente”, nos anos 90, até os dias de hoje, os conceitos foram se transformando. Inicialmente, a preocupação era com tecnologias e infraestruturas consideradas aspectos técnicos e estruturais das cidades (ODENDAAL, 2003). Já alguns anos depois, o foco foi a priorização do capital humano e social (GIFFINGER *et al.*, 2007) e, a partir de 2010, foi incorporado o papel do usuário final: o cidadão tornou-se, portanto, o elemento chave para o desenvolvimento das cidades inteligentes (PAPA *et al.*, 2015).

Além dos avanços conceituais do termo, ao longo dos anos foram observados avanços práticos, entre eles, o desenvolvimento de métricas. A partir de 2010, avaliar os processos de desenvolvimento de uma cidade tornou-se o âmago de seu planejamento (MACKE *et al.*, 2018). No ano de 2019, a ISO lançou a norma 37122, com indicadores para cidades inteligentes, para auxiliar as cidades a identificarem indicadores para a aplicação de sistemas de gestão urbana e a implementarem políticas, programas e projetos de cidades inteligentes.

Junto com as métricas, surgem diferentes formas de avaliar as cidades por meio de dados, como a percepção do cidadão. Muito embora organizações e governos concordem com a importância de avaliar o desempenho das cidades por meio de dados objetivos, para melhorar o ambiente de vida, também é necessário usar avaliações que incluam resultados de percepção do cidadão (NAKAMURA; MANAGI, 2020). Smith e Street (2005), indicam a percepção do cidadão como um dos dados mais importantes para medir a eficiência de serviços públicos.

Neste cenário, o desenvolvimento de um instrumento de coleta da percepção dos cidadãos sobre as dimensões das cidades inteligentes, contribui para a revelar dados sobre questões não captadas pelos indicadores oficiais. Captar a percepção, além de promover o engajamento ao exercício da cidadania (MATISĂNE *et al.*, 2022), também serve como base para fornecer um feedback para planos e estratégias de desenvolvimento (SILVA *et al.*, 2019), auxiliando os gestores a entenderem a eficiência dos recursos aplicados e qual impacto as ações de gestão estão tendo sobre a vida dos cidadãos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa se estrutura a partir da ideia de que as cidades inteligentes vão além das questões tecnológicas: o exercício da cidadania e o monitoramento e gerenciamento de dados também são questões importantes para o seu desenvolvimento. Esta ideia leva consigo algumas premissas com base em uma perspectiva sobre as cidades inteligentes, uma teoria chave a uma normativa consolidada, conforme descrito a seguir.

Perspectiva: uma das perspectivas de cidades inteligentes é a de que os cidadãos são vistos como o centro das cidades, pois estes são os principais beneficiários e usuários ativos dos serviços urbanos inteligentes (LEE; LEE, 2014). Neste trabalho, assume-se esta perspectiva, chamada de “*citizen centered*” (KÖNIG, 2021), portanto, a percepção do cidadão é considerada um dado valioso para propor melhorias urbanas e tornar as cidades mais inteligentes.

Teoria: König (2021) explica que o conceito de cidade inteligente está estreitamente ligado à promessa de utilizar os dados como um recurso para criar valor para os cidadãos. Sejam orientados ao cidadão ou não, os dados são componentes essenciais para a construção de uma cidade inteligente (KITCHIN, 2014). Este “uso inteligente” dos dados é um integrante da gestão do conhecimento, que por sua vez, faz parte da teoria do “**desenvolvimento baseado em conhecimento**” (DBC). Esta teoria é uma abordagem das ciências econômicas e de gestão (CARRILLO, 2003) e, no cenário global, aborda a promoção do aprendizado contínuo e a colaboração entre diferentes setores da sociedade para enfrentar os desafios urbanos e alcançar um desenvolvimento inteligente, equitativo e sustentável (CARRILLO, 2003; YIGITCANLAR E LÖNNQVIST 2013).

Normativa: as mesmas preocupações globais que envolvem a importância dada à cidadania e às potencialidades vistas no uso de dados, também são as preocupações que impulsionam a busca por métricas internacionais para as cidades. Quando o tema é o de cidades inteligentes, se destaca a normativa **ISO 37122 Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para cidades inteligentes** (ABNT, 2019). Esta norma foi publicada em janeiro de 2019 e aborda desde dados ambientais até questões sociais, econômicas e serviços urbanos. Os indicadores deste documento foram criados para monitorar o progresso da performance de uma cidade inteligente.

Assim, com base na visão das cidades inteligentes “*citizen centered*”, na teoria do “desenvolvimento baseado em conhecimento” e na normativa ISO 37122, a problemática desta pesquisa reside na complexidade inerente à mensuração das cidades inteligentes, considerando

o envolvimento da cidadania. Logo, a questão que norteia este estudo é: **como avaliar a percepção do cidadão sobre as dimensões de uma cidade inteligente?**

1.3 ADERÊNCIA DO PROJETO À LINHA DE PESQUISA

A problemática dessa pesquisa se enquadra nos objetivos do Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade de Caxias do Sul (UCS), que foca em estabelecer um equilíbrio entre o mundo acadêmico e o mundo empresarial, além de interagir com a comunidade, centrado nas repercussões práticas das investigações que respondam eficazmente às necessidades atuais da sociedade. Há, ainda, alinhamento ao campo de estudo das Ciências Sociais, abordado pelo PPGA, que estuda os aspectos da vida social de indivíduos e grupos humanos (UCS, 2022).

Além disso, ajusta-se à linha de pesquisa de Inovação e Competitividade, que trata de temas voltados a fontes de crescimento, desenvolvimento e sustentabilidade e neste contexto, procura entender a inovação como elemento fundamental, com foco no incremento da competitividade em cenários de mercados regionais, nacionais e internacionais (UCS, 2022).

A problemática também se enquadra nos temas de enfoque do grupo de pesquisa Citylivinglab, que engloba dimensões sociais e tecnológicas simultaneamente, em uma parceria entre negócios-cidadãos-governo-academia (CITILIVINGLAB, 2022). E conforma-se com o tema da bolsa de estudos CNPq para Apoio a Projetos de Pesquisa Científica, Tecnológica e de Inovação, conforme a portaria 1122 de 19/03/2020 do MCTI, Art. 6º, na Área de Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável, no setor de cidades inteligentes e sustentáveis, com bolsa outorgada no processo 130268/2021-6.

O projeto de apoio do CNPq tem como pressuposto que a melhoria das sociedades humanas é impulsionada pelo desenvolvimento de estratégias eficientes e eficazes para usar o conhecimento como fator para criar valor em escala local, regional e global. Assim, o conhecimento é uma construção social e um fator essencial de desenvolvimento com uma estrutura de valor única que caracteriza ambientes sociais complexos. Este projeto visa ampliar as condições do PPGA de atender às demandas da comunidade no que se refere à inovação para o desenvolvimento regional baseado em conhecimento. Com esse projeto, busca-se o desenvolvimento da pesquisa científica colaborativa alinhada com os padrões internacionais de cidades inteligentes, sustentáveis e do conhecimento sem perder de vista a realidade local, justificando o aporte financeiro público dispendido em prol do desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação do País.

1.1 OBJETIVO

Conforme Collis e Hussey (2021), a partir do problema de pesquisa, é necessário definir os objetivos ou metas da investigação, isto é, o objetivo que norteará a direção geral do estudo. Dessa forma, nesta seção serão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo, a fim de esclarecer a intenção da pesquisa, sintetizar o que se pretende alcançar e explicitar os detalhes sobre quais resultados se pretende alcançar (SILVA; MENEZES, 2005).

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo é propor e validar uma escala da percepção do cidadão sobre as dimensões de uma cidade inteligente com base na ISO 37122.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do estudo são:

- a) traduzir indicadores da ISO 37122 em itens de um instrumento de coleta;
- b) analisar a validade semântica da escala;
- c) analisar a validade estatística da escala.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A presente seção apresenta as justificativas teórica e prática para a realização da pesquisa juntamente com a relevância do tema. O objetivo desta seção é demonstrar o valor da pesquisa e chamar a atenção para as possíveis contribuições ao estado da arte e oportunidades em termos sociais práticos.

1.2.1 Justificativa e relevância teórica

Antes de realizar uma pesquisa, é necessário verificar se o tema e o contexto da pesquisa estão sendo alvo de outras pesquisas, ou de interesse científico e de publicações. Costa *et al.* (2012) explicam que a avaliação da produção científica acerca de um tema é importante para caracterizar se o tema pesquisado está sendo um instrumento pelo qual a comunidade científica

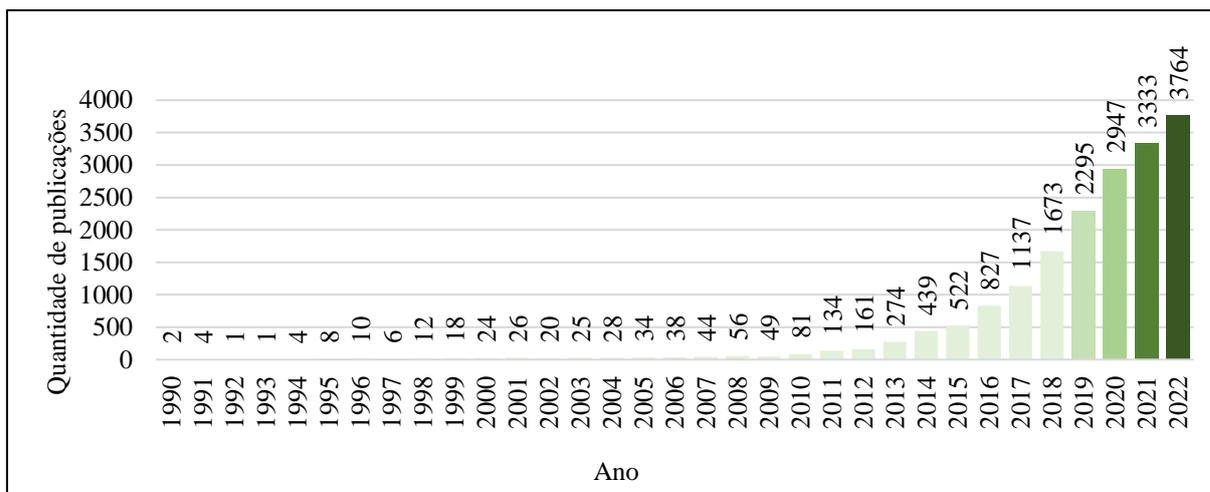
reconhece relevância nas investigações. Assim sendo, inicialmente, serão apresentadas evidências em termos produção científica envolvendo o contexto das *smart cities* e a sua mensuração.

Ao fazer uma análise qualitativa temporal do conceito, definições, dimensões e iniciativas de *smart cities*, Albino, Berardi e Dangelico (2015) apresentam que o termo foi usado pela primeira vez na década de 1990. Gibson, Kozmetsky e Smilor (1992) explicam que o termo foi criado a fim de conceituar o fenômeno de desenvolvimento urbano dependente de tecnologia, inovação e globalização, principalmente em uma perspectiva econômica. Entretanto, foi nas últimas duas décadas que o conceito de “cidade inteligente” se tornou mais popular e evoluiu na literatura científica, aumentando significativamente o número de publicações acerca deste tema. Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2009) explicam que o crescente interesse nas *smart cities* vem do reconhecimento do impacto competitivo e sustentável das aplicações do conceito, assim passando a ter mais espaço em periódicos.

Para confirmar estas afirmações, foram buscadas evidências que pudessem comprovar o progresso nas publicações. Para isso, foram feitas pesquisas na base de dados *Web of Science* (2023), na base de dados *Scopus* (2023), ambas bases de relevância internacional e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (2023), que integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes nas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, portanto traz parâmetros da produção científica nacional.

A primeira etapa da pesquisa nas bases de dados consistiu em verificar se o assunto em questão, de maneira geral, é um assunto atual, qual a recorrência de publicações relacionadas ao tema e como estas publicações variaram ao longo dos anos. Diante disso, foi realizada uma busca pelo termo “*smart ci**” entre aspas para inclusão do termo completo e com a ajuda do operador asterisco para garantir que as variações nas terminações do termo não fossem desconsideradas, nas duas bases internacionais anteriormente mencionadas. A busca se deu na opção que inclui a pesquisa do termo nos títulos, resumos e palavras-chave das publicações. Utilizou-se a opção de pesquisa “todos os anos”, para que não houvesse limite de período para a pesquisa, além disso, restringiu-se a pesquisa apenas aos artigos.

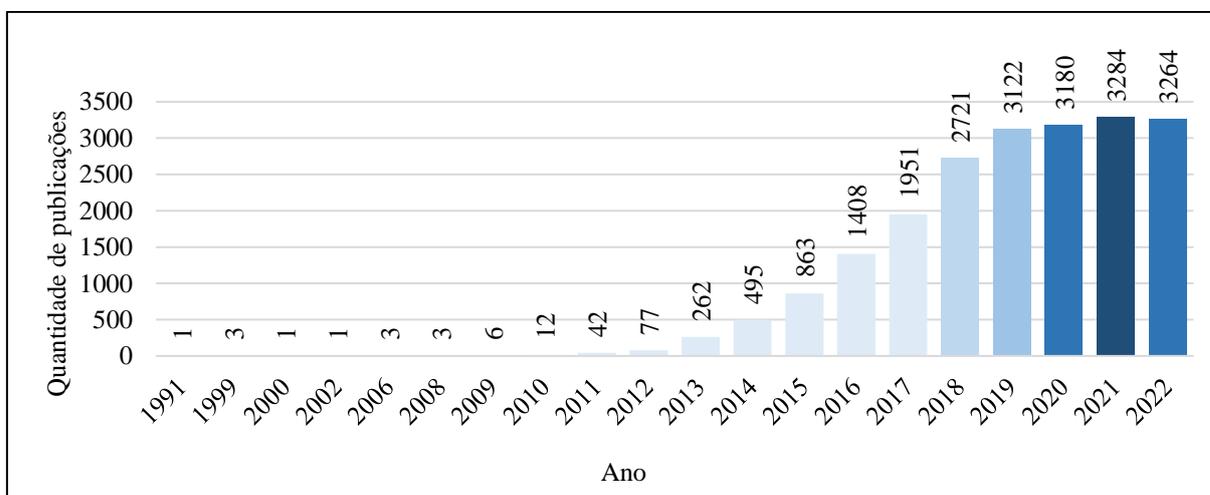
A pesquisa realizada na base de dados *Scopus* (2023) retornou um total de 20.137 documentos entre os anos de 1990 e 2023 em 133 diferentes países. O número de documentos encontrados se distribui entre os anos de forma crescente. A Figura 1 apresenta o gráfico de colunas com a quantidade dos artigos encontrados, por ano e em ordem cronológica de publicação até 2022, período que antecede o ano deste estudo.

Figura 1 – Resultados da bibliometria na base *Scopus*

Fonte: *Scopus* (2023).

Obs.: Informações consultadas em 17/07/2023.

Conforme pode ser verificado na Figura 1, há registros de publicações sobre o assunto desde 1990, mas há um crescimento efetivo nas publicações a partir do início dos anos 2010. Contudo, foi 2015, o primeiro ano em que as publicações passaram de 500, seguindo com uma elevação gradativa, até chegarem ao nível máximo no ano de 2022, com 3764 publicações. Complementando estes dados, para os mesmos critérios de busca, a pesquisa na base de dados *Web of Science* (2023) retornou um total de 19.885 documentos entre os anos de 1991 e 2023 em 134 diferentes países. A Figura 2 apresenta o gráfico destes artigos por ordem cronológica de publicação.

Figura 2 – Resultados da bibliometria na base *Web of Science*

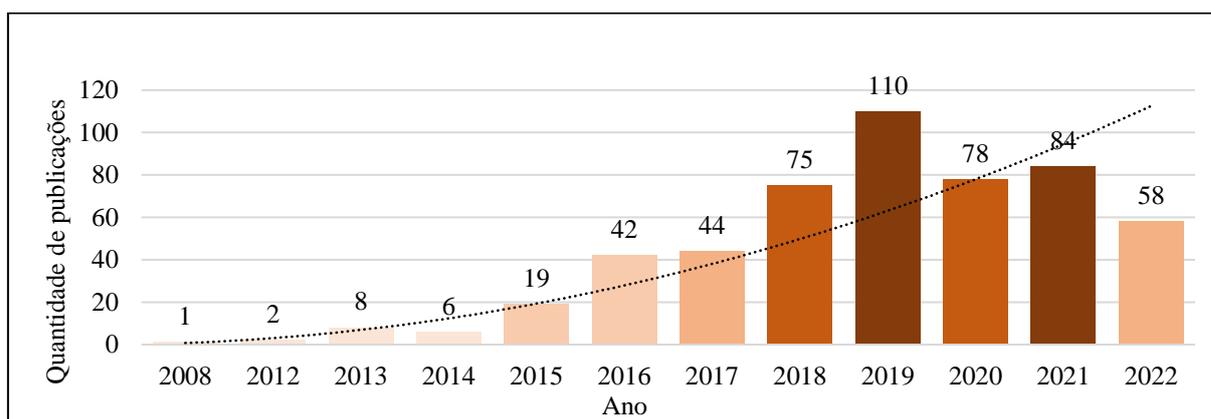
Fonte: *Web of Science* (2023).

Obs.: Informações consultadas em 17/07/2023.

Conforme pode ser verificado na Figura 2, há registros de publicações sobre o assunto desde 1991, mas há um crescimento efetivo nas publicações a partir do ano de 2012. Contudo, foi 2015, o primeiro ano em que as publicações passaram de 500, seguindo com uma elevação gradativa, até chegarem ao nível máximo no ano de 2021, com 3284 publicações.

Feitas as buscas nestas duas bases internacionais, foi iniciada a busca por publicações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (2023). Como as opções de busca avançada são diferentes das outras bases, neste caso foram pesquisadas as palavras “*smart city*”, “*smart cities*”, “cidade inteligente” e “cidades inteligentes” entre aspas para inclusão do termo completo, com a ajuda do operador “qualquer termo” correspondente ao operador booleano “OU” para garantir que a busca se desse a todos os termos. A Figura 3 apresenta o gráfico da quantidade de documentos encontrados em ordem cronológica de publicação.

Figura 3 – Resultados da bibliometria na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações



Fonte: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (2023).

Obs.: Informações consultadas em 17/07/2023.

Conforme pode ser verificado na Figura 3, há registros de publicações sobre o assunto desde 2008, mas há um número mais expressivo de publicações a partir do ano de 2015, que passa a variar entre 19 e 110 publicações até 2022. Embora haja uma diminuição de publicações nos anos 2020, 2021 e 2022, a curva de tendência do gráfico aponta no sentido do crescimento.

A busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações aponta que os pesquisadores brasileiros têm participado ativamente dos estudos acerca das *smart cities* desde meados dos anos 2010. Já as buscas nas duas bases apontam para um mesmo resultado, o nascimento do termo nos anos 90 e o crescimento contínuo do tema de *smart cities*, principalmente a partir da década de 2010, confirmando as afirmações de Gibson, Kozmetsky e Smilor, (1992); Caragliu, Del Bo e Nijkamp, (2009) e Albino, Berardi e Dangelico (2015). O

pico de publicações nos anos de 2021 e 2022 mostra como o contexto das *smart cities* continua sendo objeto de pesquisa por parte dos estudiosos e como os periódicos continuam publicando estas pesquisas, comprovando que ainda existem questões a serem desenvolvidas sobre o tema.

Outro aspecto que justifica e aumenta a relevância de um trabalho é a sua originalidade, ou o quanto o estudo implica no desvendamento de dúvidas, apresentação de perspectivas à abordagem de problemas, revelação de resoluções, explicação de correlações importantes e descrição de novidades que enriqueçam o conhecimento sobre um assunto (BICAS, 2008).

Assim, é importante destacar que, embora atualmente o conceito de cidade inteligente seja amplamente utilizado, isso não significa que haja um consenso entre os pesquisadores sobre as *smart cities* (MARCHETTI, 2019). Albino, Berardi e Dangelico (2015) explicam que não só o conceito ainda carece de universalidade, como a medição de uma cidade inteligente ainda é um ponto de complicação. Por isso, um sistema fixo e universal para as cidades inteligentes é difícil de ser definindo, principalmente por conta da variedade de características das cidades em todo o mundo. Diante destas afirmações, foram buscadas mais evidências que pudessem comprovar esta carência na literatura, por meio de uma pesquisa mais específica voltada para a mensuração de *smart cities* com foco no cidadão e considerando a métrica ISO 37122.

Desta vez, a busca avançada foi feita na base que mais apresentou resultados na primeira etapa, esta foi a base *Scopus* (2023). Para isso, foram elencadas quatro palavras-chave: “*smart ci**”, “37122”, “*citizen*” e “*perception*”. Para a palavra “*perception*”, também foram utilizadas as palavras alternativas “*survey*” e “*questionnaire*”, por meio do uso do operador booleano “*OR*”. Primeiramente foram combinadas cada uma das palavras com a palavra “*smart ci**”, depois todas elas juntas, com o uso do operador booleano “*AND*” e, por fim, foram filtrados somente artigos. A busca se deu na opção que inclui a pesquisa dos termos nos títulos, resumos e palavras-chave das publicações. Os resultados obtidos nas buscas estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de artigos da busca avançada sobre *smart cities* e sua mensuração

Combinação de palavras	Quantidade de publicações
<i>smart city + citizen</i>	1477
<i>smart city + perception/survey/questionnaire</i>	1050
<i>smart city + 37122</i>	2
<i>smart city + citizen + perception/survey/questionnaire + 37122</i>	0

Fonte: *Scopus* (2023).

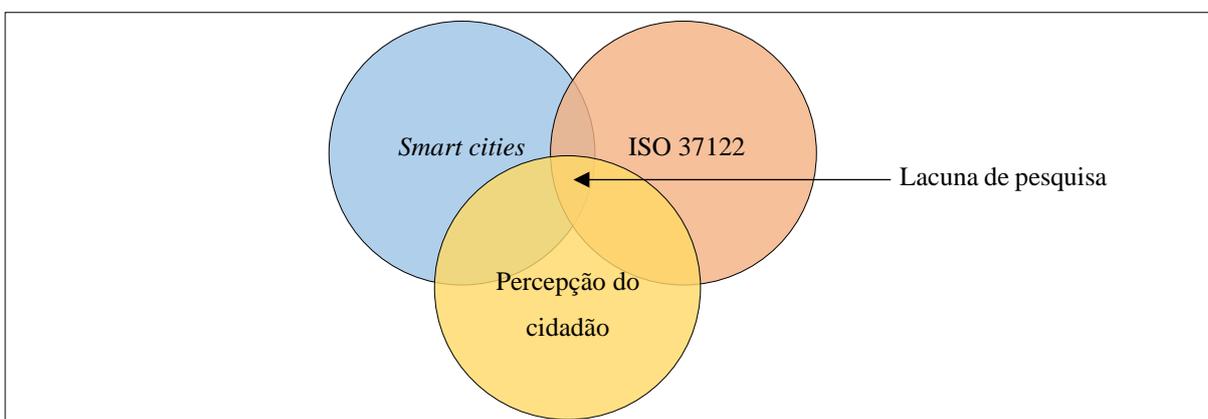
Obs.: Informações consultadas em 17/07/2023.

Conforme pode ser verificado na Tabela 1, ao pesquisar os termos “*smart city*” e “*citizen*” juntos, 1477 publicações foram encontradas. Essa quantidade expressiva se dá pois, conforme Angelidou (2015) já existe a ideia de que a *smart city* vai além do protagonismo tecnológico e diversos estudos sugerem conduzir o desenvolvimento das cidades inteligentes de forma que envolva ativamente também aspectos humanos, para junto com os cidadãos promover o desenvolvimento urbano.

Ainda na Tabela 1, é possível perceber que ao pesquisar os termos “*smart city*” e “*perception/survey/questionnaire*” juntos, 1050 publicações foram encontradas. Ao verificar o motivo desta quantidade expressiva de publicações, foi possível notar que “*survey*” aparece muitas vezes com o sentido de “pesquisa”, não estando atrelada ao sentido da percepção ou a de um questionário. Neste caso, os artigos classificados como os de maior relevância apresentam temas como a discussão sobre a participação pública nas cidades inteligentes (LEE; WOODS; KONG, 2020), análise da percepção das cidades inteligentes por meio de análise sistemática da literatura (YIGITCANLAR; KANKANAMGE; VELLA, 2021) e análise das percepções de diferentes autores sobre a temática (PRAHARAJ; HAN, 2019). Já os estudos encontrados nestas duas primeiras combinações, com um pouco mais de similaridade com o objetivo de entender a percepção do cidadão sobre a sua cidade, foram selecionados para uma abordagem mais profunda na seção 2.1 deste estudo.

Quando foi feita a busca pelos termos “*smart city*” e “37122” juntos, o número de publicações reduziu, apresentando um número de apenas dois artigos nos quais são desenvolvidos temas não pertinentes a este estudo, já demonstrando uma possível lacuna de pesquisa. Por fim, esta lacuna de pesquisa se confirmou, quando todos os termos foram pesquisados em conjunto e nenhuma publicação foi encontrada.

Figura 4 – Lacuna de pesquisa encontrada



A Figura 4 demonstra de forma gráfica os resultados obtidos na busca avançada e a lacuna de pesquisa encontrada, que converge com as conclusões de Albino, Berardi e Dangelico (2015) de quão complicada é a medição de uma cidade inteligente. Ao mesmo tempo, a lacuna demonstra a carência de estudos que envolvem a percepção daqueles são os principais beneficiários e usuários ativos das cidades (LEE; LEE, 2014), tornando claras as possíveis contribuições do presente estudo ao estado da arte.

1.2.2 Justificativa e relevância prática

Embora as pesquisas aplicadas a dados objetivos considerem os mais variados indicadores em diferentes níveis (DIENER; SUH, 1997), para melhor compreender as condições sociais de uma cidade, deve-se avaliar “como e quanto” os aspectos de nível social afetam a o nível da percepção individual (VEENHOVEN, 2018). Neste sentido, muitas pesquisas se concentram na dimensão subjetiva relacionada à percepção do cidadão e sustentam que a percepção cognitiva de um indivíduo merece tanta atenção quanto dimensões objetivas, pois a percepção revela uma avaliação subjetiva da experiência de vida não captada por dados objetivos (CAMPBELL, 1976; VEENHOVEN, 2018).

Na visão das cidades inteligentes *citizen centered*, por exemplo, as prioridades de atuação nos problemas urbanos podem ser originadas a partir da percepção do cidadão, que se torna instrumento para o exercício da cidadania e para tomada de decisão. Com relação ao engajamento e ao exercício da cidadania, Matisãne *et al.* (2022) explicam que a promoção de mudanças comportamentais pessoais requer o envolvimento ativo da sociedade, e que, aumentar a conscientização do público em geral pode promover o engajamento dos cidadãos, o que, por sua vez, pode capacitá-los a pressionar o poder público a tomar ações eficazes. Já com relação à tomada de decisão, identificar as características das percepções serve como base para fornecer um feedback preciso para planos e estratégias de desenvolvimento (SILVA *et al.*, 2019). A percepção do cidadão pode mostrar aos gestores públicos em quais áreas os investimentos estão atuando de forma eficiente e em quais áreas a cidade apresenta maiores deficiências (ALLEN *et al.*, 2020).

Outro aspecto a ser dentro da pesquisa de percepção é a escolha da população e da amostra (COUPER, 2000). A pesquisa em questão será aplicada na região do estado do Rio Grande do Sul denominada Corede Serra. A sigla Corede significa Conselho Regional de Desenvolvimento e os Coredes foram criados em 1994 com objetivos muito amplos, que passam pela promoção do desenvolvimento regional sustentável, melhoria da qualidade de vida

da população, distribuição equitativa da riqueza produzida, além da preservação e recuperação do meio ambiente e estímulo à permanência do homem em sua região. Além disso, busca promover a participação de todos os segmentos da sociedade regional no diagnóstico de suas necessidades e potencialidades, para a formulação e implementação das políticas de desenvolvimento integrado da região (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

O Corede Serra, mais especificamente, é formado por 32 municípios. São eles: Antônio Prado, Bento Gonçalves, Boa Vista do Sul, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Coronel Pilar, Cotiporã, Fagundes Varela, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Guabiju, Guaporé, Montauri, Monte Belo do Sul, Nova Araçá, Nova Pádua, Nova Prata, Nova Roma do Sul, Paraí, Pinto Bandeira, Protásio Alves, Santa Tereza, São Jorge, São Marcos, São Valentim do Sul, Serafina Corrêa, União da Serra, Veranópolis, Vila Flores e Vista Alegre do Prata (COREDE SERRA, 2022). Dos 32 municípios, 17 deles possuem população menor de quatro mil habitantes. Já a grande região possui o segundo maior núcleo habitacional do Estado, com quase 1 milhão de habitantes. Trata-se de municípios de grande e médio portes, como é o caso da capital regional Caxias do Sul, com mais de 460 mil habitantes, e da sub-capital Bento Gonçalves, com mais de 120 mil habitantes (IBGE, 2022).

Com uma área total de área de 6.947,5 km², o Corede Serra apresenta atividades produtivas diferenciadas. Reconhecida como uma região altamente industrializada, concentra, também, empresas e empregos em setores de média e alta tecnologia. Alguns, totalmente dependentes da agropecuária e, outros, com forte atividade turística consolidada (IBGE, 2022).

Todos os Coredes possuem um Plano Estratégico de Desenvolvimento Regional. O último Plano produzido para a serra refere-se ao período 2015-2030, com propostas de infraestrutura logística, energia, urbanismo e habitação, meio ambiente, turismo, setor produtivo, saúde, educação e segurança. Assim, os municípios buscam constantemente soluções regionais para problemas que afetam o desenvolvimento socioeconômico dos municípios integrantes, a partir de uma visão integrada de desenvolvimento e baseada no Plano Estratégico 2015-2030, que se caracteriza como um documento base para a definição de investimentos dos governos federal e estadual (MATTIA e NICHELE, 2017).

Diante desta explanação, esta pesquisa se justifica de forma prática por ser um estudo com possíveis impactos positivos ao exercício da cidadania e à gestão das cidades, com vistas a proporcionar o desenvolvimento de políticas públicas para inovação, planejamento estratégico, elaboração de planos diretores, visão de futuro e especializações estratégicas para cidades inteligentes, além de ser aplicado em um contexto relevante e condizente com a proposta da escala de medição.

1.3 DELIMITAÇÕES

Todos os temas abordados até este ponto da introdução – cidade inteligente, foco voltado para o cidadão e desenvolvimento baseado em conhecimento – estão inseridos dentro de um mesmo contexto, que delimita este projeto: os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ABNT, 2019; FRITZ *et al.*, 2019; RIZZON *et al.*, 2019). Nesta subseção está descrito como o estudo é abarcado pelos ODS, bem como outras informações que delimitam o projeto: o tema principal, a teoria base, a visão, as métricas de referência e os objetivos do estudo, dentro de um balizamento geográfico e uma restrição temporal.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que se possa atingir a Agenda Global das Nações Unidas 2030, um plano global de um mundo melhor para todos os povos e nações (ONU, 2015).

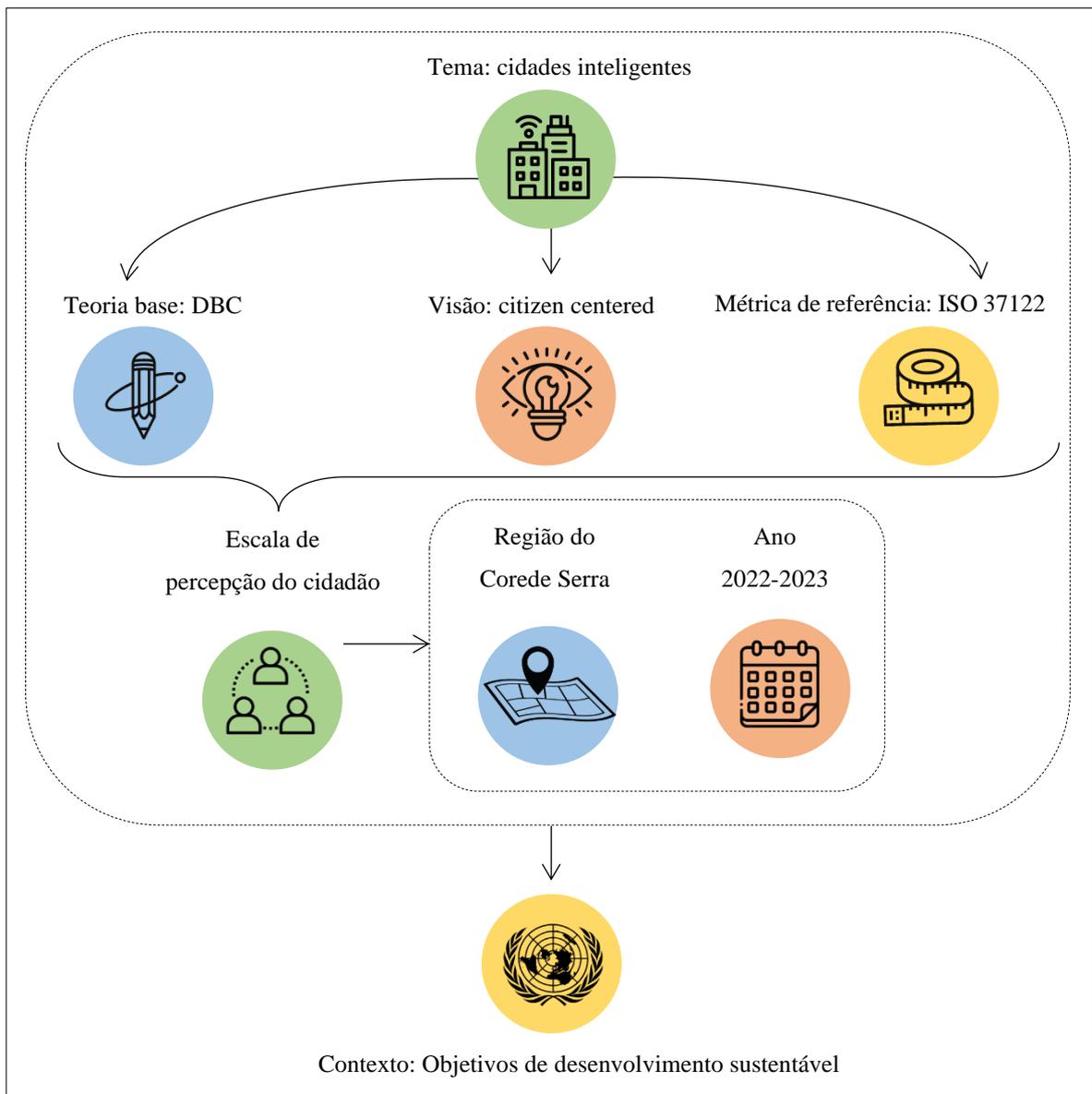
Caminhando na mesma direção, a *International Organization for Standardization* (ISO) define alinhamentos com a ambiciosa Agenda 2030, construída em torno de um espírito de colaboração e com a padronização desempenhando um papel fundamental na transformação do mundo em um mundo sustentável. A ISO é uma organização internacional não governamental independente, com 167 membros de organismos nacionais de normalização. Por meio de seus membros, reúne especialistas para compartilhar conhecimento e desenvolver Normas Internacionais voluntárias, baseadas em consenso e relevantes para os mercados que apoiam a inovação e fornecem soluções para os desafios globais. Essa rede global é um dos principais padronizadores do mundo (ISO, 2022).

Enquanto a Organização das Nações Unidas dá os direcionamentos para um mundo mais sustentável e a ISO estabelece métricas e padrões para mensuração destes direcionamentos, as instituições políticas que operam programas de governo estão cada vez mais direcionadas a desenvolver seus programas em resposta a dados para melhorar o bem comum (LE DANTEC; EDWARDS, 2010). Um modelo aderente a estas questões é o de Desenvolvimento Baseado em Conhecimento, teoria que se tornou uma política prevalente para as cidades e regiões que buscam aumentar sua competitividade, atualizar infraestruturas, atrair e reter investimentos e talentos para melhorar a qualidade de vida urbana (YIGITCANLAR *et al.*, 2017).

O tema principal voltado para cidades inteligentes, incluído no panorama dos **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**, baseado nos princípios da teoria do **Desenvolvimento Baseado em Conhecimento** e referenciado pela métrica de cidades inteligentes da norma **ISO**

37122, priorizando a visão de cidades inteligentes *citizen centered*, na qual o cidadão é o principal elemento das cidades, delimitam esta pesquisa. A delimitação temporal se dá nos anos de 2022 e 2023 e a delimitação espacial, conforme descrito na seção anterior à esta, se dá dentro da Região do Corede Serra do estado do Rio Grande do Sul. A Figura 5 apresenta, de forma gráfica, as delimitações do estudo, tendo em vista o objetivo principal de propor e validar uma escala da percepção do cidadão sobre as dimensões de uma cidade inteligente.

Figura 5 – Delimitação da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

1.4 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Diante do exposto, este trabalho está dividido em cinco capítulos:

- a) o primeiro capítulo contempla o problema central da pesquisa e a sua aderência à linha de pesquisa, além dos objetivos propostos para o trabalho, sua justificativa e relevância e a delimitação do problema de pesquisa;
- b) o segundo capítulo contempla a fundamentação teórica que está dividida em três temas abordados no presente estudo: o primeiro referente ao conceito de cidades inteligentes; o segundo a respeito da norma ISO 37122 e o terceiro sobre a percepção do cidadão e escalas de percepção;
- c) no terceiro capítulo são apresentados os métodos de pesquisa utilizados por meio da descrição de cada etapa e seus procedimentos para elaboração da escala, definição de amostragem, coleta de dados, análise e validação da escala;
- d) o quarto capítulo apresenta a análise e interpretação dos resultados obtidos nesta pesquisa, com destaque não só para as contribuições do estudo, mas também suas limitações e sugestões para estudos futuros, e;
- e) o quinto capítulo contempla as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com base nos objetivos deste projeto, este capítulo visa apresentar o referencial teórico que fundamenta a pesquisa. Este referencial está dividido em três partes. A primeira aborda a evolução do conceito de *smart cities*, suas relações com a teoria do desenvolvimento baseado em conhecimento e a sua visão *citizen centered*. Na sequência, é apresentado o escopo da ISO 37122, suas dimensões e indicadores. E, por fim, a terceira parte se refere ao uso de escalas para medir fenômenos e sua aplicação na percepção do cidadão.

2.1 SMART CITIES

Desde a virada do século, quando os impactos das mudanças climáticas globais se tornaram mais catastróficos, os avanços das tecnologias de informação e comunicação passaram a ser vistos como uma potencial solução para, de alguma forma, reverter ou amenizar os impactos da urbanização insustentável, das práticas de industrialização e do consumismo desenfreado (BAUM *et al.*, 2007). Diante disso, a capacidade das aplicações avançadas das TICs na tomada de decisões dentro das cidades passou a ser reconhecida, assim, muitos governos, em níveis local, regional, estadual, nacional e supranacional, em todo o mundo pularam na onda das soluções tecnológicas, dando origem ao conceito de **cidade inteligente** (YIGITCANLAR *et al.*, 2018).

A ideia de “cidade inteligente”, propriamente dita, tem a sua origem associada ao movimento *Smart Growth* (Crescimento Inteligente), que ocorreu nos anos 1990. Este movimento também surgiu como uma resposta ao crescimento populacional e alastramento urbano nos Estados Unidos, associados a problemas ambientais e sociais como congestionamento, poluição e desigualdade social (NEIROTTI *et al.*, 2014).

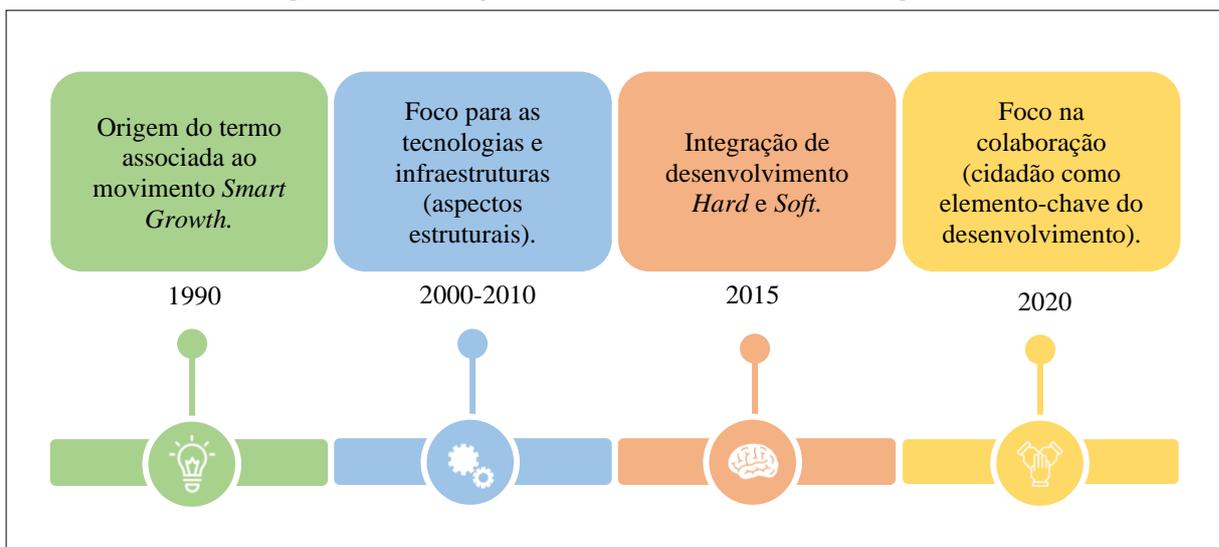
Da mesma maneira que as diferentes categorias de cidades, como Cidade Sustentável, Cidade de Baixo Carbono, Cidade Ecológica, Cidade Verde, Cidade Habitável, Cidade Digital, Cidade Onipresente, Cidade da Informação, Cidade Resiliente e Cidade do Conhecimento, a categoria de Cidade Inteligente foi criada com o intuito de ajudar os tomadores de decisões a melhorar e proporcionar um ambiente mais adequado às necessidades humanas, a fim de reduzir as desigualdades, trazer dignidade e fornecer ferramentas úteis para criar lugares onde todos os cidadãos possam se beneficiar (JONG *et al.* 2015).

Embora o conceito tenha surgido no início dos anos 90, seu foco sofreu diversas alterações ao longo dos anos. No início a preocupação era com tecnologias e infraestruturas, ou

seja, o foco era em aspectos mais estruturais das cidades inteligentes (ODENDAAL, 2003). Como exemplo disso, Harrison *et al.* (2010) definiam como principais características das cidades inteligentes a exploração de dados operacionais, o uso de sensores físicos e virtuais e a integração e análise de dados.

Cinco anos depois, o foco já integrava o desenvolvimento *hard* e *soft*, passando a considerar a criatividade como impulsionadora da inteligência (ALBINO, BERARDI E DANGELICO, 2015). A partir de então, se incorporou o conceito de qualidade de vida e o papel do usuário final, assim, o cidadão tornou-se o elemento-chave de seu desenvolvimento (PAPA *et al.*, 2015). Para Anand e Navio-Marco (2018), a busca por cidades inteligentes emerge quando a alteração do foco da cidade inteligente, centrada na tecnologia, passa a estar focada na colaboração. Foi deste foco que surgiu a visão de cidades inteligentes em que os cidadãos são vistos como o centro das cidades (LEE; LEE, 2014). Conforme já explicado, esta visão é chamada de “*citizen centered*” (KÖNIG, 2021).

Figura 6 – Evolução do conceito de cidades inteligentes



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

2.1.1 Desenvolvimento baseado em conhecimento na promoção de cidades inteligentes

Para além da visão centrada no cidadão, König (2021) explica que, atualmente, o conceito de cidade inteligente está estreitamente ligado à promessa de utilizar os dados como um recurso para criar valor para os cidadãos. Segundo Yigitcanlar *et al.*, (2018), para combinar aspectos de inteligência e sustentabilidade, as cidades precisam de soluções desenvolvidas localmente e de planejamento urbano estratégico integrado. Dado que a economia e a sociedade

do conhecimento estão definindo a experiência urbana no século XXI, a forma de tornar as cidades inteligentes e sustentáveis também envolve a assimilação do conhecimento como um dos principais motores do desenvolvimento urbano contemporâneo (CARRILLO *et al.*, 2014).

Voltando um pouco na história, observa-se que por mais de dois séculos, os componentes tradicionais de produção, como o trabalho, a terra e o capital financeiro, todos de caráter tangível, foram suficientes para explicar o crescimento das economias das cidades (CARRILLO *et al.*, 2014). Entretanto, na segunda metade do século XX, pesquisadores e economistas começaram a perceber que as taxas de crescimento de diversas economias não podiam ser explicadas somente por estes fatores econômicos tradicionais. Assim, tornou-se nítido que as formas de capital intangível, capital intelectual ou capital do conhecimento, também desempenhavam um papel central no desenvolvimento e na competitividade, especialmente em economias voltadas para a inovação (CARRILLO *et al.*, 2014; MICHELAM *et al.*, 2020).

Essa nova percepção levou à formulação do modelo estratégico conhecido como Desenvolvimento Urbano Baseado no Conhecimento (DUBC), que articula quatro domínios de desenvolvimento baseado no conhecimento (econômico, social, espacial e institucional) para um processo de transformação urbana de longo prazo, no contexto da nova economia do conhecimento e da competitividade global. Esse modelo tornou-se popular na agenda de planejamento urbano por volta do final do século XX (YIGITCANLAR *et al.*, 2017). Desde então, o DBC tem sido um modelo comum usado por cidades e regiões para melhorar sua qualidade de vida, atrair investimentos e talentos, atualizar infraestrutura e aumentar sua competitividade geral (CARRILLO *et al.*, 2014).

O Desenvolvimento Baseado em Conhecimento, ao incorporar dados relativos a aspectos tangíveis e intangíveis, desempenha um papel crucial no impulsionamento das cidades inteligentes (YIGITCANLAR *et al.*, 2017). A utilização eficaz de informações tangíveis, como dados econômicos e de infraestrutura, aliada à consideração dos elementos intangíveis, como capital intelectual e inovação, proporciona uma visão holística da dinâmica urbana (CARRILLO *et al.*, 2014).

Além disso, ao articular os quatro domínios - econômico, social, espacial e institucional - esse processo estabelece as bases para uma transformação urbana de longo prazo. O desenvolvimento econômico sustentável, a inclusão social, o planejamento espacial inteligente e a eficácia institucional convergem para criar cidades inteligentes que se destacam pela inovação, eficiência e qualidade de vida para seus habitantes (MICHELAM *et al.*, 2020). Essa abordagem integrada e orientada pelo conhecimento é essencial para moldar as cidades do

futuro, capazes de enfrentar os desafios e oportunidades da crescente urbanização global (YIGITCANLAR *et al.*, 2017).

Portanto, nesta era de conhecimento, o desafio das cidades inteligentes é conseguir traduzir inovação e tecnologia em desenvolvimento econômico local, criando oportunidades e promovendo o bem-estar de forma igualitária por meio de um planejamento estratégico sólido, ecologicamente correto e socialmente justo. Isso pois o progresso tecnológico por si só não é o remédio para todos os males do desenvolvimento urbano desregrado, e somente com uma visão holística, as cidades podem se tornar verdadeiramente inteligentes (YIGITCANLAR *et al.*, 2019). É neste contexto que o DBC oferece uma abordagem integrada para a transformação de cidades inteligentes, facilitando a transformação econômica e ambiental por meio da atração, desenvolvimento e retenção de conhecimento, e fomentando a inovação (CHANG *et al.*, 2018).

2.1.2 Dimensões de análise em estudos anteriores

Além dos avanços conceituais e da consolidação do termo “cidades inteligentes”, ao longo dos anos, também foram observados avanços práticos relacionados ao tema. Entre eles, o desenvolvimento de padrões e métricas para a calibração das cidades inteligentes. Como exemplo disso, algumas pesquisas recentes, encontradas durante a bibliometria descrita na seção 1.2.1, podem ser citadas:

1. Shan e Shen (2022) realizaram uma análise quantitativa, com coleta de dados por meio de questionário padrão, a respeito do apoio dos cidadãos ao desenvolvimento de cidades inteligentes, nesta pesquisa foram identificados cinco construtos que as compõem: **ambiente inteligente, pessoas inteligentes, modo de vida inteligente, economia e política econômica inteligente e mobilidade inteligente.**
2. Andreou e Manika (2021), após caracterizarem as *smart cities* com base na literatura existente, coletaram opiniões dos cidadãos, para análise quantitativa, sobre a organização de uma cidade inteligente e importância dada para as seguintes dimensões: **meio ambiente, governança participativa, e-governo, energia e transporte.**

3. Fachinelli *et al.* (2022), avaliaram o desempenho das capitais brasileiras como *smart cities*, por meio de dados secundários, considerando cinco pilares: **economia inteligente, sociedade inteligente, ambiente inteligente, governança inteligente e tecnologia inteligente.**
4. El Hilali e Azougagh (2021), realizaram uma pesquisa etnográfica para compreender as percepções dos cidadãos e, para isso, utilizaram um modelo de *smart city* com as seguintes dimensões de análise: **tecnologia, pessoas e colaboração.**

Quadro 1 – Estudos recentes que aplicam métricas para cidades inteligentes

Fonte	Dimensões de calibração
Shan e Shen (2022)	Ambiente Pessoas Modo de vida Economia/Política Mobilidade
Andreou e Manika (2021)	Meio ambiente Governança participativa E-governo Energia Transporte
Fachinelli <i>et al.</i> (2022)	Economia Sociedade Ambiente Governança Tecnologia
El Hilali e Azougagh (2021)	Tecnologia Pessoas Colaboração

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Conforme pode ser visto no Quadro 1, os estudos não apresentam um consenso sobre as dimensões de análise das cidades inteligentes, assim, torna-se necessária a busca por um padrão. Uma solução para isso é identificada ao constatar que o desenvolvimento de métricas e padrões de cidades inteligentes, além de evoluir em pesquisas independentes, também apresentou avanços internacionais intergovernamentais. Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU), em conjunto com 70 países, trabalhou em uma agenda para o ano de 2030, composta por dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2016). Esses 17 ODS são pontos que seguem eixos centrais, tais como erradicação da pobreza, desenvolvimento sustentável, redução das desigualdades, educação de qualidade, dentre outros. Segundo Leal Filho *et al.* (2018), os ODS são instrumentos muito importantes para orientar o desenvolvimento social e sustentável globalmente. Incorporar uma visão compartilhada na direção de espaços mais seguros e justos para todos os seres humanos é um dos princípios que todos os países devem assumir como sua responsabilidade (MOSCHEN *et al.*, 2019).

Baseada nos ODS, em 2019, surgiu a norma ISO 37122: Indicadores para cidades inteligentes, normativa que providencia requisitos, conceitos, classificações e métricas fundamentais quanto às cidades inteligentes, de forma consolidada e com amplitude

internacional. Essa norma tornou-se referência quando se trata de avaliar as complexidades que envolvem a inteligência das cidades. Mendes (2021) enfatiza importância desta métrica para a construção de avanços das cidades inteligentes pela sua completude de indicadores. É diante de sua notoriedade e do potencial identificado de englobar os mais diversos aspectos que envolvem as cidades inteligentes – visto que aborda 19 dimensões, que este estudo é referenciado pelas métricas de cidades inteligentes da norma ISO 37122, com vistas a oferecer uma escala de percepção robusta e com potencial de generalização e reprodução em cidades ao redor do mundo. A norma ISO 37122 é abordada em detalhes na próxima seção.

2.2 ISO 37122

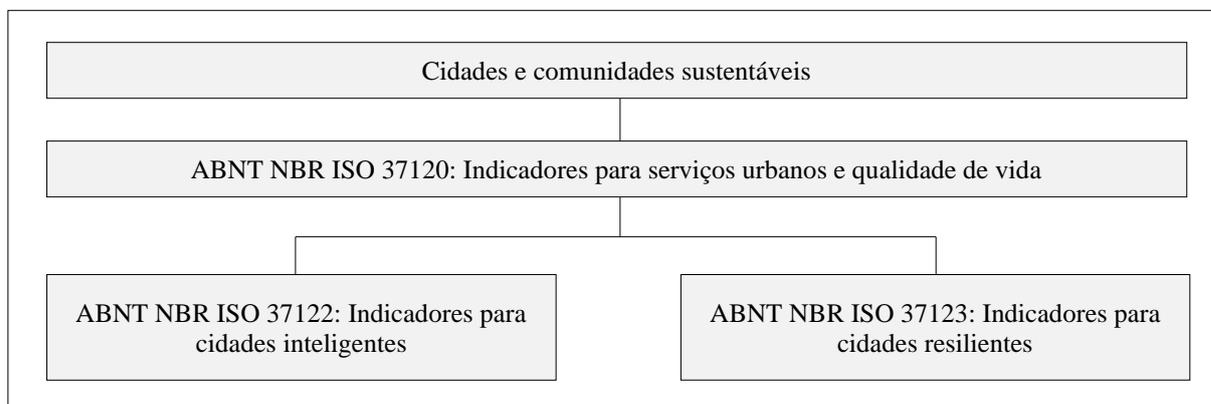
No ano de 2014, a ISO lançou a primeira norma técnica global referente a padrões de sustentabilidade em comunidades urbanas, a ISO 37120:2014 *Sustainable Development of Communities Indicators for City Services and Quality of Life*. Esta norma definia e estabelecia metodologias para um conjunto de indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável nas cidades, com o objetivo de orientar e medir o desempenho de serviços urbanos e a qualidade de vida (ABNT, 2018).

Com o passar do tempo e com as mudanças globais ocorridas, também vieram mudanças na norma e, a partir de janeiro de 2017, a ISO iniciou processo de Revisão da Norma ISO 37120, para atender aos princípios da sustentabilidade urbana, à Agenda 2030 e, consequentemente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ABNT, 2018). Assim, a norma foi relançada baseada no sistema de gestão para o desenvolvimento sustentável apresentado pela norma ISO 37101:2016 (ABNT, 2018).

Um dos desdobramentos disso, foi o de que os indicadores detalhados na ISO 37120 se tornaram rapidamente o ponto de referência internacional para cidades sustentáveis (ABNT, 2019). Já em 2019, a Comissão de Estudos Especiais “Cidades e Comunidades Sustentáveis” identificou a necessidade de criar indicadores adicionais para cidades inteligentes e, assim, elaborou a ISO 37122. Essa norma estabelece indicadores para cidades inteligentes, com definições e metodologias para medir e considerar aspectos e práticas que aumentem o ritmo em que as cidades melhoram os seus resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental. Além desta, outra norma de indicadores complementar à ISO 37120 é a ISO 37123:2019 Cidades e Comunidades Sustentáveis, que apresenta indicadores para cidades

resilientes. A relação entre a família de normas com padrões de indicadores para cidades e comunidades sustentáveis pode ser vista na Figura 7.²

Figura 7 – Relação entre a família de normas para cidades e comunidades sustentáveis



Fonte: Adaptado de ABNT (2021).

O objetivo por trás da ISO 37122 é auxiliar as cidades a identificarem indicadores para a aplicação de sistemas de gestão urbana e a implementarem políticas, programas e projetos de cidades inteligentes que: respondam a desafios como as mudanças climáticas, o rápido crescimento populacional e a instabilidade política e econômica, melhorando a forma como envolvem a sociedade; apliquem métodos de liderança colaborativa e trabalhem entre disciplinas e sistemas urbanos; usem informações de dados e tecnologias modernas para oferecerem melhores serviços e qualidade de vida para aqueles que estão na cidade (moradores, empresas, visitantes); proporcionem um melhor ambiente de vida, em que políticas, práticas e tecnologias inteligentes sejam colocadas a serviço dos cidadãos; alcancem os seus objetivos ambientais e de sustentabilidade de forma mais inovadora; identifiquem a necessidade e os benefícios das infraestruturas inteligentes; facilitem a inovação e o crescimento; e construam uma economia dinâmica e inovadora, pronta para os desafios do futuro (ISO, 2019).

A norma apresenta 80 indicadores, que se destinam a fornecer um conjunto completo de métricas para medir o progresso em direção a uma cidade inteligente. Estes são distribuídos em 19 dimensões: economia, educação, energia, meio ambiente e mudanças climáticas, finanças, governança, saúde, habitação, população e condições sociais, recreação, segurança, resíduos sólidos, esporte e cultura, telecomunicações, transporte, agricultura urbana local e segurança alimentar, planejamento urbano, águas residuais e água.

² Além das normas apresentadas, a Comissão de Estudos Especiais “Cidades e Comunidades Sustentáveis” conta com 10 normas e/ou projetos sob sua responsabilidade direta afins ao tema.

Figura 8 – Dimensões das cidades inteligentes conforme a ISO 37122



Fonte: Adaptado de ABNT (2019).

A lista de indicadores contidos em cada uma das dimensões baseia-se em seis critérios. O primeiro deles é o de **integralidade**, isso quer dizer que há uma preocupação com que os indicadores mensurem e equilibrem todos os aspectos relevantes para a avaliação de uma cidade inteligente. O segundo, relativo à **tecnologia neutra**, diz respeito a não favorecer uma tecnologia sobre outra, existente ou futura. O terceiro é o de **simplicidade**, visando que os indicadores possam ser expressos e apresentados de forma compreensível e clara. O quarto é relativo à **validade** e considera que os indicadores são um reflexo preciso dos fatos e dados que podem ser coletados usando técnicas científicas. O quinto diz respeito à **verificabilidade**, ou seja, considera que os indicadores são verificáveis e reproduzíveis e que as metodologias são suficientemente rigorosas para dar certeza ao nível de implementação dos critérios. Já o último é o de **disponibilidade**, que pressupõe que dados de qualidade estão disponíveis, ou que é viável iniciar um processo de monitoramento e confiável a ser disponibilizado no futuro (ISO, 2019).

Em posse do conhecimento sobre a criação, o objetivo, os critérios e as dimensões da ISO 37122, torna-se necessário estudar mais a fundo os indicadores propostos para dar seguimento ao estudo. Portanto, nas subseções a seguir, são detalhadas as dimensões desta norma, com seus respectivos indicadores.

2.2.1 Economia

A primeira dimensão abordada pela norma ISSO 37122 é a de economia. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto governo é transparente, responsável e acessível, além de mensurar a geração de novos empregos e o quanto os produtos e serviços de qualquer setor são criados ou melhorados. A dimensão também avalia a produtividade de trabalhos que melhoram a competitividade internacional por meio do desenvolvimento inovador.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão economia: porcentagem dos contratos de prestação de serviços municipais que disponham de política de dados abertos; taxa de sobrevivência de novos negócios por 100.000 habitantes; porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e; porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações nos setores de educação, pesquisa e desenvolvimento.

2.2.2 Educação

A segunda dimensão abordada pela norma é a de educação. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto a população é bem-educada e diversificada, podendo lidar com interações que ultrapassam as fronteiras nacionais. Além disso, trata da alfabetização em informática por meio dispositivos de aprendizagem digital e da visão geral do conjunto de habilidades da população como uma base para participação significativa na força de trabalho e como meio para reduzir a pobreza e a desigualdade.

Para isso, a ISO 37122 propõe três indicadores na dimensão educação: porcentagem da população da cidade com proficiência profissional em mais de um idioma; número de computadores, *laptops*, *tablets* ou outros dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por 1.000 estudantes e; número de graduados em ensino superior nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática por 100.000 habitantes.

2.2.3 Energia

A terceira dimensão abordada pela norma é a de energia. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto as cidades possuem sistemas elétricos confiáveis, fornecimento de qualidade, aferição de consumo robusto e controle do equilíbrio entre oferta e demanda. Além

de quanto as cidades reconhecem o potencial dos resíduos como fonte de energia sustentável e facilitam o acesso regular e conveniente às estações de carregamento de veículos elétricos.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes dez indicadores na dimensão energia: porcentagem de energia elétrica e térmica produzida a partir do tratamento de resíduos (sólidos, líquidos e calor); energia elétrica e térmica produzida a partir do tratamento de águas residuais; energia elétrica e térmica produzida a partir de resíduos sólidos ou outros processos de tratamento de resíduos líquidos; porcentagem da energia elétrica consumida na cidade produzida por meio de sistemas descentralizados de geração energética; capacidade de armazenamento da rede de energia, relativa ao consumo total de energia da cidade; porcentagem dos pontos de iluminação pública gerenciados por sistema de telegestão; porcentagem dos pontos de iluminação pública que tenham sido remodelados e recém-instalados; porcentagem de edifícios públicos que necessitam de renovação/remodelagem; porcentagem de edifícios na cidade com medidores inteligentes de energia e; número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado.

2.2.4 Meio ambiente e mudanças climáticas

A quarta dimensão abordada pela norma ISSO 37122 é a de meio ambiente e mudanças climáticas. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto as cidades avaliam os impactos das mudanças climáticas no meio ambiente e quanto medem e identificam as fontes e os fatores que influenciam a qualidade do ar, para propor soluções adequadas. Além de quantificar a presença de edificações com padrões ecológicos e bom desempenho ambiental e energético.

Para isso, a ISO 37122 propõe três indicadores na dimensão meio ambiente e mudanças climáticas: porcentagem de edifícios construídos ou reformados nos últimos cinco anos, em conformidade com os princípios da construção verde; número de estações remotas de monitoramento da qualidade do ar em tempo real por quilômetro quadrado e; porcentagem de edifícios públicos equipados para monitoramento da qualidade do ar interior.

2.2.5 Finanças

A quinta dimensão abordada pela norma é a de finanças. Esta dimensão levanta aspectos que representam a inclusão de novas economias na política existente, permitindo a tributação

que complementa os orçamentos municipais, além de aspectos como o uso de sistemas automáticos de contabilidade que garantem mais segurança e redução dos custos para a cidade, para seus negócios e seus cidadãos, por meio do uso da tecnologia. Para isso, ISO 37122 propõe estes dois indicadores na dimensão finanças: receita anual obtida a partir de economia compartilhada, como porcentagem da receita própria e; porcentagem de pagamentos para a cidade realizados por meio eletrônico.

2.2.6 Governança

A sexta dimensão abordada pela norma é a de governança. Esta dimensão levanta aspectos que representam o desempenho e compromisso dos serviços urbanos. Além de mensurar o acesso público aos dados gerenciados pelos municípios e a agilidade do município às demandas da população.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão finanças: número anual de visitas *on-line* ao portal municipal de dados abertos por 100.000 habitantes; porcentagem de serviços urbanos acessíveis e que podem ser solicitados on-line; tempo médio de resposta a chamados realizados por meio de sistema de chamados não emergenciais da cidade e; tempo médio de inatividade da infraestrutura de TI da cidade.

2.2.7 Saúde

A sétima dimensão abordada pela norma é a de saúde. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto o sistema de saúde permite que os profissionais de saúde cuidem dos pacientes usando uma abordagem holística, com um funcionamento eficaz. A dimensão também avalia se são oferecidas alternativas às consultas tradicionais que incluem populações envelhecidas, com mobilidade reduzida ou acesso limitado ao transporte. Além de mensurar sistemas que fornecem informações importantes e conselhos ao público para minimizar a exposição à poluentes.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes três indicadores na dimensão saúde: porcentagem da população da cidade com prontuário eletrônico unificado, acessível on-line pelos provedores de serviços de saúde; número anual de consultas médicas realizadas remotamente por 100.000 habitantes e; porcentagem da população da cidade com acesso a sistemas de alertas públicos em tempo real sobre condições de qualidade do ar e da água.

2.2.8 Habitação

A oitava dimensão abordada pela norma é a de habitação. Esta dimensão levanta aspectos que representam os meios para entender como e quando a energia e a água estão sendo usadas, para planejar e conservar estes fornecimentos. Além disto, a dimensão também avalia se os consumidores possuem recursos para entender melhor e monitorar o uso da água e da energia em suas residências. Para isso, a ISO 37122 propõe estes dois indicadores na dimensão habitação: porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia e; porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de água.

2.2.9 População e condições sociais

A nona dimensão abordada pela norma é a de população e condições sociais. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto a cidade é inclusiva e remove barreiras para pessoas afetadas por desafios diversos, promovendo uma sociedade equitativa. Para isso, são propostos indicadores voltados para serviços e infraestruturas que apoiam a autonomia das pessoas com deficiência, incluindo idosos. Além disso, a dimensão avalia se a cidade fornece recursos para que estas pessoas possam adquirir ou aprimorar habilidades tecnológicas para participar ativamente da sociedade.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão população e condições sociais: porcentagem de edifícios públicos acessíveis por pessoas com necessidades especiais; porcentagem do orçamento municipal alocado a ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com necessidades especiais de mobilidade; porcentagem das faixas de travessia de pedestres equipadas com sinalização de acessibilidade e; porcentagem do orçamento municipal alocado a programas voltados à redução da exclusão digital.

2.2.10 Recreação

A décima dimensão abordada pela norma é a de recreação. Esta dimensão levanta o aspecto que representa a disponibilidade de reservas on-line de recreação, que oferecem maior acessibilidade e conscientização para o público, bem como fontes de dados para a participação de recreação pública. Para isso, a ISO 37122 propõe o seguinte indicador na dimensão recreação: porcentagem de serviços públicos de recreação que podem ser reservados on-line.

2.2.11 Segurança

A 11ª dimensão abordada pela norma é a de segurança. Esta dimensão levanta o aspecto que representa uma alternativa para o impedimento de crimes e outras ofensas: as câmeras de vigilância digitais. Estas, oferecem uma representação precisa dos eventos, além de serem confiáveis e possuírem qualidade de imagem, criando arquivos que são facilmente distribuídos e difíceis de manipular. Para isso, a ISO 37122 propõe o seguinte indicador na dimensão segurança: porcentagem da área da cidade coberta por câmeras de vigilância digital.

2.2.12 Resíduos sólidos

A 12ª dimensão abordada pela norma é a de resíduos sólidos. Esta dimensão levanta aspectos que representam se a cidade possui um planejamento otimizado de rotas e programação de coleta de resíduos sólidos com informações em tempo real. Além de abordar as perspectivas da reciclagem de plásticos, gerenciamento ambientalmente saudável no final de vida útil dos eletrônicos e produção de energia a partir da digestão de resíduos, visando a sustentabilidade e uma forma de alcançar independência energética.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes seis indicadores na dimensão resíduos sólidos: porcentagem de centros de coleta (contêineres) de resíduos equipados com telemetria; porcentagem da população da cidade que dispõe de coleta de lixo porta a porta com monitoramento individual das quantidades de resíduos domésticos; porcentagem da quantidade total de resíduos da cidade empregada para gerar energia; porcentagem da quantidade total de resíduos plásticos reciclados na cidade; porcentagem das lixeiras públicas que são dotadas de sensores e; porcentagem de resíduos elétricos e eletrônicos da cidade que são reciclados.

2.2.13 Esporte e cultura

A 13ª dimensão abordada pela norma é a de esporte e cultura. Esta dimensão levanta aspectos que representam a conexão das pessoas e a construção de uma sociedade coesa e aberta, por meio da disponibilidade de recursos que forneçam uma condição básica para a aprendizagem ao longo da vida para um público amplo. Além disso, a dimensão aborda o esforço formal de garantir que as informações digitais sejam gerenciadas para promover acesso e usabilidade contínuos.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão esporte e cultura: número de reservas on-line para instalações culturais por 100.000 habitantes; porcentagem do acervo cultural da cidade que foi digitalizado; número de livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books por 100.000 habitantes e; porcentagem da população da cidade que é usuária ativa de bibliotecas públicas.

2.2.14 Telecomunicações

A 14ª dimensão abordada pela norma é a de telecomunicações. Esta dimensão levanta aspectos que representam o direito à liberdade de opinião e expressão, o progresso da sociedade por meio de um acesso mais amplo à informação. Acesso que se dá, não só por meio de conexões particulares, mas também públicas, que permitem que todos aproveitem os benefícios econômicos e sociais que a internet pode oferecer, além de ajudar os municípios a acompanharem passivamente os usuários para fins de planejamento futuro.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes três indicadores na dimensão telecomunicações: porcentagem da população da cidade com acesso à banda larga suficientemente rápida; porcentagem de área da cidade sob uma zona branca/ponto morto/não coberta por conectividade de telecomunicações e; porcentagem da área da cidade coberta por conectividade à internet fornecida pelo município.

2.2.15 Transporte

A 15ª dimensão abordada pela norma é a de transporte. Esta dimensão é aquela com maior número de indicadores entre as dezenove e levanta aspectos que representam um planejamento eficiente e o uso efetivo da mobilidade, por meio de ferramentas de compartilhamento de dados em tempo real, economia compartilhada, veículos de baixa emissão, transportes alternativos, integração multimodal e infraestrutura idônea.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes 14 indicadores na dimensão transporte: porcentagem de ruas e vias da cidade cobertas por alertas e informações de tráfego on-line em tempo real; número de usuários de sistemas de transporte baseados em economia compartilhada por 100.000 habitantes; porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão; número de bicicletas disponíveis por serviços municipais de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes; porcentagem de linhas de transporte público equipadas

com sistema acessível ao público em tempo real; porcentagem dos serviços de transporte público da cidade cobertos por um sistema de pagamento unificado; porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de pagamento eletrônico; porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de monitoramento de disponibilidade em tempo real; porcentagem dos semáforos que são inteligentes; área da cidade mapeada por sistemas interativos de mapeamento de vias públicas em tempo real, como porcentagem da área total da cidade; porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos autônomos; porcentagem das linhas de transporte público dotada de conectividade à internet para os usuários, oferecida e/ou gerenciada pelo município; porcentagem de vias em conformidade com sistemas de condução autônomos e; porcentagem da frota de ônibus da cidade movida por sistemas limpos.

2.2.16 Agricultura urbana e segurança alimentar

A 16ª dimensão abordada pela norma é a de agricultura urbana e segurança alimentar. Esta dimensão levanta aspectos que representam a aplicação de cadeias de suprimento menores, que reduzem o uso de energia, água e outros recursos. A dimensão também aborda a mensuração da produtividade de alimentos e promoção de crescimento sustentável e inteligente por meio da compostagem de resíduos e a questão de mapeamento de dados para melhor planejamento da cidade e seus cidadãos.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes três indicadores na dimensão agricultura urbana e segurança alimentar: porcentagem do orçamento municipal anual destinada a iniciativas de agricultura urbana; total de resíduos alimentares coletados anualmente enviados a instalações de processamento para compostagem per capita e; porcentagem da área da cidade coberta por sistema on-line de mapeamento de fornecedores de alimentos.

2.2.17 Planejamento urbano

A 17ª dimensão abordada pela norma é a de planejamento urbano. Esta dimensão levanta aspectos que representam o quanto a comunidade tem contribuições e influencia no plano de governo municipal, além de mensurar a eficiência dos serviços públicos ligados à licenciamento de construções e, o crescimento inteligente da cidade. Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão planejamento urbano: número anual de cidadãos

engajados no processo de planejamento urbano por 100.000 habitantes; porcentagem das solicitações de licenças de construção submetidas por sistema eletrônico; tempo médio para aprovação de licença de construção e; porcentagem da população da cidade que reside em zonas de média ou alta densidade populacional.

2.2.18 Águas residuais

A 18ª dimensão abordada pela norma é a de águas residuais. Esta dimensão levanta aspectos que representam soluções consistentes com princípios de economia circular que ajudam a enfrentar mudanças climáticas e desafios de adaptação por meio do reuso das águas residuais e a sua utilização para geração de energia. Esta dimensão ainda aborda aspectos da administração e da operação remota das redes de esgoto e águas pluviais, sua capacidade de detectar problemas e prosseguir com soluções rápidas e eficientes.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes cinco indicadores na dimensão águas residuais: porcentagem de águas residuais tratadas que é reutilizada; porcentagem de biossólidos que são reutilizados; energia derivada de águas residuais como porcentagem do consumo de energia total da cidade; porcentagem da quantidade total de águas residuais da cidade que é empregada para geração de energia e; porcentagem da rede de coleta de esgotos que é monitorada em tempo real por sistema de sensores.

2.2.19 Águas

A 19ª e última dimensão abordada pela norma é a de águas. Esta dimensão levanta aspectos que representam a eficiência da administração da distribuição de água, por meio de observações em tempo real, processamento e análise de dados e informações sobre a qualidade da água. Esta dimensão analisa se a cidade é eficaz em seu planejamento de distribuição e conservação da água, e se este planejamento contribui para reduzir os impactos de mudanças climáticas no ambiente e nos ecossistemas aquáticos.

Para isso, a ISO 37122 propõe estes quatro indicadores na dimensão águas: porcentagem da água potável cuja qualidade é monitorada em tempo real por estações remotas; número de estações de monitoramento de qualidade da água ambiental em tempo real por 100.000 habitantes; porcentagem da rede de distribuição de água da cidade monitorada por sistemas inteligentes e; porcentagem dos imóveis da cidade que possuem medidores inteligentes de água.

2.3 ESCALAS DE PERCEPÇÃO DO CIDADÃO

Por meio da abordagem realizada até então, foi possível perceber como as cidades inteligentes são amplamente exploradas (YIGITCANLAR *et al.*, 2019), além de comprovar como este tema possui importância notória na academia (ALBINO, BERARDI e DANGELICO, 2015) e justificar porque a ISO 37122 já garante indicadores objetivos bem consolidados para a avaliação das cidades inteligentes (ABNT, 2019). A partir deste ponto, o referencial é conduzido para a conceituação da **percepção do cidadão** na busca por entender como funcionam as **métricas para medir este fenômeno**. Nesta seção, serão abordados estes tópicos, para assim finalizar a fundamentação teórica da pesquisa, a fim de, em seguida, utilizar de todos estes conceitos como base para a aplicação da metodologia em busca do objetivo proposto.

2.3.1 Percepção do cidadão

A emergência da “sociedade do conhecimento” associada a movimentos de gestão do conhecimento é parte da fundamental de diversas perspectivas na evolução do campo do desenvolvimento das cidades baseado em conhecimento. Dentro deste campo, a mensuração da percepção dos cidadãos com relação a valores que contam para o crescimento e para a prosperidade da sociedade tem se tornado uma das condições essenciais para o seu desenvolvimento (FACHINELLI, 2017).

Isso porque, como explicado na justificativa deste estudo, embora as pesquisas aplicadas a dados objetivos considerem os mais variados indicadores em diferentes níveis (DIENER; SUH, 1997), para melhor compreender as condições sociais de uma cidade, deve-se avaliar “como e quanto” os aspectos de nível social afetam o nível da percepção individual (VEENHOVEN, 2018). Neste sentido, muitas pesquisas se concentram na dimensão subjetiva relacionada à percepção do cidadão e sustentam que a percepção cognitiva de um indivíduo merece tanta atenção quanto dimensões objetivas, isso pois a percepção revela uma avaliação subjetiva da experiência de vida (CAMPBELL, 1976; VEENHOVEN, 2018).

A percepção do cidadão compreende tanto elementos tangíveis quanto intangíveis. Os elementos tangíveis são aqueles que podem ser percebidos pelo toque, pelo sentido físico, e que satisfazem as necessidades básicas da população (como a durabilidade ou a funcionalidade das edificações, facilidade de uso de algum sistema de transporte ou a aparência de algum local). Já o componente intangível fornece as características imateriais, as quais podem ir além da

necessidade inerente dos cidadãos (como governança e condições sociais) (TOIVONEN, 2012). Nesse contexto, a percepção dos cidadãos é interpretada como resultado do julgamento dos cidadãos sobre sua experiência e relacionada ao ambiente em que estão inseridos e à cidade como plataforma de serviços (SILVA *et al.*, 2019).

Nos últimos anos, as pesquisas relacionadas à percepção dos cidadãos sobre as cidades têm tido reconhecimento na literatura e na gestão em prática (GUDIPUDI *et al.*, 2018; MARANS, 2015; NAKAMURA e MANAGI, 2020). Marchetti *et al.* (2019) destacam a importância de pesquisadores e gestores buscarem informações confiáveis dos cidadãos para avaliar o impacto das decisões dos gestores municipais em sua percepção. Isso pois a organização social de uma cidade prevê a criação de redes de colaboração, seja pela tomada de decisão gerencial, pela percepção do usuário, ou pelo relacionamento entre *stakeholders* (SILVA *et al.*, 2019).

Assim, entende-se que a percepção dos cidadãos sobre os indicadores deste estudo ajuda a fornecer informações importantes motivadas pelas características marcantes das cidades inteligentes. Para isso se tornar possível, são necessárias métricas capazes de captar tal percepção (Marchetti *et al.*, 2019). Quando um pesquisador está estudando algo que não tem uma história rica de pesquisas anteriores – como é o caso da percepção do cidadão a respeito do desempenho da sua cidade quanto aos indicadores da ISO 37122 – novas métricas podem ser desenvolvidas. O processo geral de desenvolvimento de itens de escala pode ser longo e detalhado (HAIR Jr *et al.*, 2009), o essencial deste processo é destacado na próxima seção.

2.3.2 Desenvolvimento de escalas

Sam *et al.* (2019) trouxeram um estudo do estado da arte em desenvolvimento de escalas de percepção, com base em vários autores, incluindo Hinkin (1998), DeVellis (2017), Morgado *et al.* (2017) e Boateng *et al.* (2018), que forneceram guias abrangentes sobre as melhores práticas para desenvolver escalas consistentes com princípios psicométricos estabelecidos. O resultado desta revisão mostrou que o desenvolvimento e a validação de uma escala para uso em pesquisas de levantamento seguem procedimentos sistemáticos em nove etapas (BOATENG *et al.*, 2018; DEVELLIS, 2017; HINKIN, 1998):

- a) especialização no domínio do conteúdo e geração de itens;
- b) avaliação da validade de conteúdo;
- c) pré-teste das questões;
- d) amostragem e administração de questionários;

- e) redução inicial do item;
- f) extração de fatores;
- g) testes de dimensionalidade;
- h) testes de confiabilidade e;
- i) testes de validade.

A primeira etapa do desenvolvimento de uma escala envolve a concepção de um conjunto inicial de itens para avaliar o construto que está sendo estudado (BOATENG *et al.*, 2018; MORGADO *et al.*, 2017), esses itens devem refletir o domínio de conteúdo do construto de interesse. Mesmo que seja impossível abranger o construto de maneira completa, ainda assim o objetivo final é obter um subconjunto de itens apropriados que refletem a definição conceitual aplicável a essa escala (DEVELLIS, 2017).

Hinkin (1998) explica que este conjunto inicial de itens pode ser gerado dedutivamente, indutivamente ou de ambas as formas. A abordagem dedutiva para geração de itens de uma escala envolve extensa revisão da literatura de ponta e de escalas existentes para estabelecer a base teórica da nova escala. A abordagem indutiva, por outro lado, envolve a amostragem de opiniões sobre o assunto da escala proposta a partir de uma amostra da população-alvo para gerar o conjunto inicial de itens (Hinkin, 1998). Neste estudo, a primeira etapa já tem seus itens estabelecidos como os indicadores da ISO 37122, desenvolvidos pela Comissão de Estudos Especiais “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, portanto estes serão reescritos em forma de afirmação para compor a escala, o que será mais bem detalhado no capítulo seguinte.

A segunda etapa envolve submeter este conjunto inicial de itens à avaliação da validade de conteúdo (MORGADO *et al.*, 2017). Conforme DeVellis (2017), a validade de conteúdo é a medida em que um conjunto de itens reflete um domínio de conteúdo. As duas técnicas mais comuns para estabelecer a validade de conteúdo no desenvolvimento de escalas envolvem o uso de juízes especialistas – no desenvolvimento de escalas ou no construto de estudo – ou juízes da população-alvo – potenciais usuários da escala (BOLLEN, 1989; DEVELLIS, 2017; NUNNALLY, 1978). Na etapa 3, os itens conceitualmente inconsistentes, com base nas opiniões dos juízes, são excluídos e, na etapa 4, os itens restantes são posteriormente administrados, em formato de questionário, a uma amostra representativa da população-alvo (DEVELLIS, 2017).

Durante a quinta etapa, os itens administrados são otimizados para a validação dos construtos. Já nas etapas 6 e 7, o número de itens a serem retidos e suas dimensões dependem tanto de justificativas teóricas quanto de critérios quantitativos, como a carga fatorial, a variância total explicada e a comunalidade (HINKIN, 1998).

Durante a fase de avaliação da escala, chamada de análise psicométrica, a dimensionalidade dos itens é confirmada por meio da análise fatorial confirmatória (BOATENG *et al.*, 2018). Posteriormente, os itens da escala são submetidos à avaliação da confiabilidade interna, a oitava etapa. As etapas 6, 7 e 8 também podem ser realizadas por meio do método de mínimos quadrados parciais, ao em vez de fatoriais (HAIR Jr. *et al.*, 2021).

Por fim, na etapa 9, a escala proposta é avaliada quanto à validade dos construtos (BOATENG *et al.*, 2018; MORGADO *et al.*, 2017). A validade dos construtos, ou seja, a medida em que o instrumento mede o que foi projetado para medir, pode ser avaliada por meio de várias abordagens, incluindo análise de validade convergente e discriminante (DEVELLIS, 2017). A validação dos construtos deve confirmar a ligação entre a teoria e a medição psicométrica e, portanto, é um aspecto central do desenvolvimento da escala (KERLINGER, 1986; SCHMITT e KLIMOSKI, 1991).

Após entender melhor a evolução do conceito de *smart cities*, o escopo da ISO 37122 e, também, como funciona o desenvolvimento e a validação de escalas de percepção, é finalizado o referencial teórico que fundamenta esta dissertação de mestrado. Considerando os aspectos apresentados até este ponto do estudo, na próxima seção serão discriminadas as ações metodológicas necessárias para alcançar o objetivo proposto no estudo.

3 METODOLOGIA

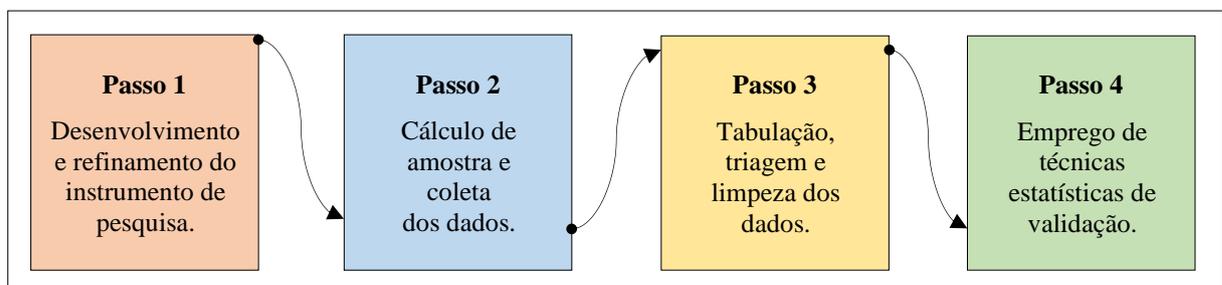
Esta seção apresenta o método empregado para atingir os objetivos da dissertação de mestrado. A metodologia tem como pressuposto uma ontologia realista, ou seja, de que “existe um mundo lá fora”, independente das percepções e construções mentais que possamos ter a respeito dele. Além disso, este estudo caracteriza-se por uma epistemologia objetivista, que tem a linguagem matemática como uma grande aliada para a construção do conhecimento e pressupõe que os significados sobre todos os objetos e entidades existem independentemente de operações mentais do ser humano (SACCOL, 2009; GIL, 2008).

Juntas, esta ontologia e epistemologia, levam à um paradigma de pesquisa positivista, que considera que a realidade é composta por estruturas palpáveis, tangíveis e relativamente estáveis. De acordo com o paradigma positivista, segue-se, em geral, uma lógica hipotético-dedutiva, isto é, a partir de um conhecimento prévio, são identificadas lacunas e questões não respondidas (SACCOL, 2009; GIL, 2008).

Do ponto de vista dos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória – que tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito – e descritiva, que tem como objetivo a descrição das características de determinado evento. Já do ponto de vista da natureza, esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa. Assim, é desenvolvida pela utilização de números e medidas estatísticas que possibilitam descrever fenômenos (HAIR Jr. *et al.*, 2009; MALHOTRA *et al.*, 2017).

Visto o delineamento que norteia a metodologia desta pesquisa, segue-se para o passo a passo metodológico. O passo a passo empregado para atingir os objetivos da dissertação de mestrado pode ser visualizado na Figura 9 e é melhor detalhado nas seções 3.1 até 3.4.

Figura 9 – Passo a passo da metodologia empregada



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

3.1 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O instrumento de coleta de dados, ou questionário de uma pesquisa, consiste em um conjunto de indagações para a coleta padronizada dos dados, sejam escritas ou orais, o instrumento deve ser respondido pelos entrevistados de forma padronizada (MALHOTRA *et al.*, 2017). Os construtos abordados neste projeto de pesquisa, as dimensões da ISO 37122, são variáveis não-observáveis ou variáveis latentes, que não podem ser testados sem considerar o erro associado a eles (HAIR Jr. *et al.*, 2009; KLINE, 2015).

Assim sendo, Byrne (2001) e Kline (2015) explicam que, para operacionalizar um construto ou variável latente, são definidas variáveis observáveis, que podem ser determinadas por uma ou mais variáveis ou indicadores, neste caso, indagações baseadas em cada um dos indicadores da ISO 37122. Para a elaboração do instrumento de coleta desta pesquisa, inicialmente foram aplicados dois passos: construção do instrumento de pesquisa (seção 3.1.1) e refinamento do instrumento de pesquisa (seção 3.1.2).

3.1.1 Processo de construção do instrumento de pesquisa

A primeira etapa do desenvolvimento do instrumento foi a concepção do conjunto inicial de itens para avaliar as dimensões que estão sendo estudadas (BOATENG *et al.*, 2018; MORGADO *et al.*, 2017). Nesta etapa, os indicadores previamente estabelecidos da ISO 37122 pela Comissão de Estudos Especiais “Cidades e Comunidades Sustentáveis” como indicadores para cidades inteligentes foram reescritos em forma de afirmação para compor a escala de percepção.

Para isso, foi importante reconhecer os formatos de afirmações que podem ser incluídas em questionários e identificar os cuidados a serem tomados na elaboração e ordenação das perguntas, como: incluir apenas questões diretamente relacionadas com o problema da pesquisa; formular questões breves; evitar questões muito gerais; utilizar linguagem simples, clara e precisa; evitar questões que induzem a respostas; evitar questões múltiplas; evitar questões que incluem negativas e; evitar questões com palavras estereotipadas ou ameaçadoras (GIL, 2008).

Para a operacionalização do instrumento, foi utilizada uma escala do tipo *Likert* de sete pontos, com possibilidade de respostas com extremos variando de “1. Discordo totalmente” a “7. Concordo totalmente” (LIKERT, 1932). Mesmo que originalmente tenha sido baseada em cinco pontos, a quantidade de pontos da escala *Likert* pode ser ampliada ou reduzida de acordo

com a necessidade de cada pesquisa (BERMUDES et al., 2016). Para a operacionalização da escala nessa pesquisa, foi definida a utilização de sete pontos por apresentar resultados superiores às escalas de cinco pontos no aspecto confiabilidade e validade (CHURCHILL; SURPRENANT, 1982).

Por tratar-se de um assunto possivelmente novo para a população, foi incluída a opção de resposta “Não sei responder”, a fim de evitar respostas incertas por parte dos respondentes (GIL, 2008). Além disso, Hill *et al.* (2005), sugerem que quando as perguntas solicitam opiniões e atitudes que requerem um conhecimento específico, é preferível construir duas perguntas: a primeira para verificar o conhecimento do respondente, a segunda para investigar suas opiniões e atitudes, portanto, o instrumento possui quatro perguntas de verificação do conhecimento e opiniões. Por fim, em um segundo bloco, foram formuladas perguntas para a caracterização da amostra.

3.1.2 Refinamento do instrumento de pesquisa

O processo de refinamento de um instrumento consiste em fazer ajustes ou melhorias em uma escala existente para torná-la mais precisa, detalhada ou útil para um determinado propósito (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Para o refinamento do instrumento de coleta de dados, inicialmente foi aplicada a validação do conteúdo, também denominada de validade de face (KINNEAR e TAYLOR, 1996), ou validade nominal (MALHOTRA *et al.*, 2017), que consiste em uma avaliação subjetiva, mas sistemática, da representatividade do conteúdo das escalas a serem utilizadas na pesquisa para o trabalho de medição a que se propõe (MALHOTRA *et al.*, 2017). Tal procedimento deve considerar a definição teórica dos construtos a serem estudados, a fim de avaliar quanto as variáveis observáveis representam cada construto a ser estudado (HAIR Jr. *et al.*, 2009; SARIS e GALLHOFER, 2014).

Por conseguinte, o questionário desenvolvido foi enviado para avaliação e validação por seis experts da área, sendo eles professores doutores, pesquisadores em Administração, atuantes nas áreas de cidades inteligentes e de construções de escalas. Cinco destes especialistas são internos ao grupo de pesquisa e, o sexto, externo. Suas especialidades são mais bem detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Listagem de experts envolvidos na validação de face

Pesquisador	Especialidade
Especialista 1	Ciências da informação e comunicação

Especialista 2	Métodos quantitativos de pesquisa
Especialista 3	Bases de dados científicas
Especialista 4	Planejamento de cidades baseado em conhecimento
Especialista 5	Escalas de marketing
Especialista 6	Metodologias de pesquisa das ciências sociais

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir da avaliação do grupo de experts, o instrumento de coleta de dados recebeu ajustes como a reformulação da escrita, a adequação de termos técnicos, a simplificação de sentenças e a inclusão de adjetivos e adjuntos adverbiais de modo e de intensidade, para adequar as questões à operacionalização da escala do tipo *Likert* e para facilitar o entendimento dos respondentes.

Após a validação de conteúdo, para o refinamento do instrumento, também foi aplicado o pré-teste, ou teste-piloto. Este refere-se ao teste do questionário em uma pequena amostra de entrevistados, e tem como objetivo identificar ou eliminar potenciais problemas de linguagem ou de estrutura, aperfeiçoando, dessa forma, o instrumento de coleta de dados (MALHOTRA *et al.* 2017, HAIR Jr. *et al.* 2009; SARIS e GALLHOFER, 2014). É importante que os participantes do pré-teste apresentem características semelhantes às daquelas do público-alvo da pesquisa, sendo extraídos da mesma população-alvo (MALHOTRA *et al.*, 2017). Sendo assim, o pré-teste foi aplicado para 20 respondentes, número aplicado até que se atingisse a saturação de informações. Os respondentes foram questionados sobre se encontraram dificuldades em entender alguma expressão ou alguma afirmação como um todo e, a partir disso, o instrumento de coleta de dados – APÊNDICE A – recebeu pequenos ajustes, como a fusão de questões que tratavam de indicadores muito semelhantes e o esclarecimento de termos com o uso de explicações entre parênteses nas sentenças, chegando ao modelo final de aplicação para validação.

3.2 POPULAÇÃO-ALVO E AMOSTRA

O universo ou população-alvo é um conjunto de indivíduos que têm pelo menos uma característica em comum, enquanto a amostra é uma parcela da população convenientemente selecionada para fins de estudo (MARCONI e LAKATOS, 2011). Com base nessa definição, a população considerada nessa pesquisa são todos os cidadãos moradores da região do Corede Serra e a amostra, uma parte desta população, com base nos critérios definidos a seguir.

A amostra a ser utilizada é caracterizada como não probabilística por conveniência, pois “envolve a seleção de elementos de amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte no estudo e que podem oferecer as informações necessárias” (HAIR JR. *et al.*, 2009). Além desta característica, a amostra em questão se caracteriza como proporcionalmente estratificada, pois compreende o julgamento da população por categorias, as cidades. Considerando estas duas características, uma vez atribuídas as categorias, existe considerável liberdade na escolha dos elementos a serem incluídos na amostra, desde que estejam enquadrados na categoria de controle (MALHOTRA *et al.*, 2017). A determinação do intervalo amostral (i), decorre da divisão entre o número da população (N) que habita na cidade e a amostra (n) necessária para esta pesquisa (MALHOTRA *et al.*, 2017). O tamanho da amostra (n) segue as orientações necessárias para se adequar às técnicas multivariadas.

Estudos sugerem uma proporção mínima de cinco observações por variável independente (HAIR Jr. *et al.*, 2009), seguindo esta regra e considerando as 73 questões baseadas nos indicadores da ISO 37122, seriam necessárias, no mínimo, 365 observações – foram realizadas 528. Como a análise se deu na região como um todo, e não por categorias, não é necessário considerar o número mínimo de 20 observações por categoria – neste caso, as 32 cidades (HAIR Jr. *et al.*, 2009). A região de estudo tem população total de 1.015.512 de habitantes (IBGE, 2021), portanto, neste contexto, a amostra coletada representa um percentual de aproximadamente 0,052% do total da população estimada pelo IBGE (2021).

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de aplicação do instrumento impresso, junto à população em áreas públicas dos municípios, e por meio virtual, via *Google Forms*, que foi impulsionado pelas redes sociais do grupo de pesquisa Citylivinglab e divulgado para as prefeituras municipais.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO

Como procedimento para análise e validação do instrumento, foi definida a utilização da estatística descritiva multivariada, com o emprego dos testes de dimensionalidade e confiabilidade (Alfa de Cronbach, comunalidades e pesos dos indicadores), além da validade convergente (confiabilidade composta e variância extraída) e validade discriminante (pelo critério de Fornell e Lacker (1981)). Técnicas estas, que foram precedidas pela averiguação dos

dados, ou seja, uma triagem de questionários para detectar respostas incompletas, inconsistentes ou ambíguas (MALHOTRA *et al.*, 2017), além da averiguação de algumas premissas para análise multivariada. Com o intuito de cumprir com a metodologia proposta, foram utilizados os softwares *Microsoft Office Excel 2016*, *SSPS Statistics 21* e o *SmartPLS 4*.

3.4.1 Dados perdidos

Os dados perdidos podem ser resultado de erros de entrada de dados, problemas no processo de coleta de dados, derivados de erro sistemático ou mesmo a recusa do respondente em responder determinada questão (HAIR Jr. *et al.*, 2009; ENDERS, 2010). De acordo com Hair Jr. *et al.* (2009), o tratamento dos dados perdidos (*missings*) é realizado para que se mantenha a distribuição mais próxima do original dos valores a fim de não alterar os resultados.

Hair Jr. *et al.* (2009) e Byrne (2001) explicam que se deve aceitar o percentual de até 10% de dados perdidos. Já no que se refere à escolha do método de atribuição para os *missings*, o valor perdido deve ser estimado com base em valores válidos de outros elementos da amostra, como no método de substituição pela média, que consiste na substituição dos valores perdidos para uma variável pelo valor médio obtido para aquela variável.

Isto posto, no método proposto por este estudo, será utilizada a abordagem *Expectation-Maximization* (EM), com o auxílio do software SPSS 21. Em consonância à Hair Jr. *et al.* (2009), este processo representa um método iterativo da verossimilhança para estimar e atribuir dados perdidos, na qual os dados perdidos são substituídos pela média dos dados disponíveis. Dessa forma, para os casos com menos de 10% de não resposta (*missings*), os dados perdidos foram substituídos pela média dos dados disponíveis. Já as questões, ou os respondentes, com mais de 10% de não respostas foram eliminados do banco de dados (HAIR Jr. *et al.*, 2009).

3.4.2 Observações atípicas

As observações atípicas são observações com uma combinação de características únicas identificadas como distintamente diferentes das demais observações que compõem a amostra, ou seja, casos com escores muito diferentes em comparação ao restante dos casos (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Também chamadas de *outliers*, estas observações devem ser tratadas a fim de evitar

distorções das variâncias e covariâncias entre as variáveis que podem prejudicar os resultados das análises dos dados (BYRNE, 2001; KLINE, 2015).

De acordo com Hair Jr. *et al.* (2009), os *outliers* podem apresentar situações univariadas, ou multivariadas. A identificação univariada dos *outliers* ocorre na existência de escores extremos em uma variável (KLINE, 2015), ou seja, a seleção daqueles casos que estão nos extremos dos intervalos de distribuição (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Já as observações multivariadas, por sua vez, significam que há escores extremos em mais de uma variável.

No estudo, as observações atípicas foram identificadas pela combinação das análises uni e multivariada. Fávero *et al.* (2009) sugerem que cada variável seja transformada em um escore padrão, chamado de *Z score*, com o intuito de eliminar o viés provocado pelas diferenças de escalas e, identificando e eliminando os valores superiores a $|3|$ em cada variável, pois caracterizam observações atípicas univariadas (HAIR Jr. *et al.*, 2009; KLINE, 2015). Em seguida, para a identificação dos *outliers* multivariados é sugerido o cálculo da distância de Mahalanobis, que constata a posição de cada observação em comparação ao centro de todas as observações sobre um conjunto de variáveis, definido como medida de graus de liberdade (MARÔCO, 2010). Conforme Hair Jr. *et al.* (2009), amostras que possuem acima de 200 casos válidos devem utilizar como referência medidas (Distância de Mahalanobis/Graus de Liberdade), resultando em valores superiores a 3 ou 4. Portanto, estes serão os valores de referência para exclusão dos *outliers* uni e multivariados.

3.4.3 Teste das suposições de análise multivariada

Feito o tratamento de *missings* e *outliers*, antes do desenvolvimento das análises multivariadas, Kline (2015) e Hair Jr. *et al.* (2009) recomendam determinados testes em função de quatro suposições que afetam as técnicas estatísticas multivariadas: (i) normalidade; (ii) homocedasticidade; (iii) linearidade e; (iv) multicolinearidade.

Para a validação estatística da escala, foram aplicados apenas os testes de normalidade e multicolinearidade. Os testes de homoscedasticidade e linearidade não foram aplicados para este estudo, pois não foram feitas comparações de médias nem foram estudadas relações de dependências entre as variáveis (HAIR JR. *et al.*, 2009). A fim de realizar esses testes, foram utilizados os *softwares* mencionados anteriormente. Os detalhes dos testes aplicados podem ser encontrados nas seções 3.4.3.1 e 3.4.3.2 do estudo.

3.4.3.1 Normalidade

A normalidade se refere à forma como os dados se distribuem, e para estatísticas paramétricas, o apropriado é que comportamento ou variação dos dados acompanhe a curva normal, pois caso contrário, os testes estatísticos resultantes não serão válidos (HAIR Jr. *et al.*, 2009), sendo esta, uma suposição fundamental das análises multivariadas. A recomendação na literatura consiste em comprovar tal índice por meio do teste de assimetria (*skewness*), que analisa a igualdade entre média, moda e mediana e de curtose (*kurtosis*), que representa a elevação ou achatamento da distribuição em relação à curva normal, tendo a primeira como parâmetro escores de até $|3|$ e a segunda de até $|10|$ (KLINE, 2015). Portanto, para analisar a normalidade, esta pesquisa foi fundamentada nos valores de assimetria e curtose indicados por Kline (2015), tais valores foram extraídos no software SPSS por meio de estatística descritiva.

3.4.3.2 Multicolinearidade

A multicolinearidade é o grau de previsão ou explicação de qualquer efeito em relação a outras variáveis, ou seja, esta permite verificar a extensão pela qual uma variável pode ser explicada por outras variáveis inseridas na análise (KLINE, 2015). A multicolinearidade representa a relação entre duas ou mais variáveis, que exibem colinearidade completa se seu coeficiente de correlação for 1 e falta de colinearidade se seu coeficiente de correlação for 0. Dessa maneira, à medida que a multicolinearidade aumenta, a interpretação da variável estatística é dificultada, pois se torna difícil verificar o efeito de qualquer variável devido a suas inter-relações (HAIR Jr. *et al.*, 2009).

Os testes que são mais utilizados para verificar a multicolinearidade entre as variáveis é o teste de Valor de Tolerância e o de Fator de Inflação da Variância, os quais são inversos. Portanto, a multicolinearidade é aceitável quando apresentar valores entre 1 e 10 de Fator de Inflação da Variância ou Valor de Tolerância entre 0,10 a 1,00 (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Portanto, para analisar a multicolinearidade, esta pesquisa foi fundamentada nos valores indicados por Hair Jr. *et al.* (2009), tais valores serão extraídos por meio dos *softwares* já descritos e apresentados por meio de estatística descritiva.

Deste modo, após os procedimentos adotados com a identificação dos casos de *missings* e de *outliers*, bem como dos testes das suposições, foi possível confirmar se os dados da amostra final atendem aos pressupostos para as análises multivariadas, podendo assim, prosseguir para

a análise dos dados propriamente dita e aplicação das técnicas que validam o instrumento, as quais são apresentadas nas seções a seguir, 3.4.4 até 3.4.6.

Como trata-se de uma pesquisa exploratória, os procedimentos de validação da escala descritos nas seções a seguir foram aplicados inicialmente para a amostra toda e, posteriormente, separando a amostra em três portes de cidades diferentes (grandes: 100 mil habitantes ou mais; médias: entre 20 e 100 mil habitantes e; pequenas: menos de 20 mil habitantes), com o intuito de averiguar o comportamento dos construtos quando submetidos a realidades distintas. O critério para a classificação dos tamanhos foi unicamente a distribuição dos habitantes da região estudada.

3.4.4 Testes de dimensionalidade e confiabilidade

As medidas unidimensionais sugerem que um grupo de variáveis de medida, ou indicadores, apresentem somente um construto subjacente. Dessa maneira, a unidimensionalidade admite maior segurança entre o que está sendo mensurado e sua conformidade com os pressupostos teóricos, sendo alcançada quando as variáveis de um construto proporcionam ajuste suportável em apenas um único fator (HAIR Jr. *et al.*, 2009).

Como nenhum item isolado é uma medida perfeita de um conceito, devemos confiar em várias medidas diagnósticas para avaliar consistência interna (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Neste estudo, a análise da unidimensionalidade se dará pela avaliação do coeficiente Alpha de Cronbach, além da obtenção dos pesos e das comunalidades dos atributos.

Para os coeficientes de Alfa de Cronbach, geralmente valores acima de 0,70 demonstram que há confiança na escala e este é tido como limite inferior aceito. Mas, em algumas áreas de pesquisa, como estudos exploratórios, psicometria ou em pesquisas com construtos de poucos itens, o valor de 0,6 pode ser considerado aceitável (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Quanto aos pesos dos indicadores, eles devem ser maiores que 0,30 para alcançar o nível mínimo quanto à significância estatística, enquanto os pesos com valores de 0,40 são importantes, e os superiores a 0,50 são ideais, especialmente para amostras maiores que 120 observações, como no caso desta (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Já quanto à análise das comunalidades, valores acima de 0,50 são bons indicadores de explicação (HAIR Jr. *et al.*, 2009).

Para este estudo, foram considerados valores mínimos para a validação da dimensionalidade e confiabilidades dos construtos os seguintes: Alfa de Cronbach (0,6); Pesos dos Atributos (0,5) e Comunalidades dos Atributos (0,5). Como estes valores referem-se à estrutura subjacente dos construtos e à sua consistência interna, no capítulo de resultados, estes

são apresentados no item **4.3.2 Validação estatística da escala**, juntamente com as tabelas de validade convergente, que tem sua metodologia apresentada na próxima seção.

3.4.5 Validade convergente

A validade convergente dos construtos demonstra até que ponto os seus indicadores convergem ou compartilham variâncias (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Neste estudo, foi utilizado o método dos Mínimos Quadrados Parciais, no *software* do *SmartPLS*, para rodar o modelo e testar a validade convergente, buscando estimar os pesos e as relações entre os construtos latentes e seus indicadores observáveis (HAIR Jr. *et al.*, 2021). De forma mais prática, a análise da validade convergente se dá por meio de dois testes: confiabilidade composta e variância extraída (KLINE, 2015; HAIR Jr. *et al.*, 2009).

A confiabilidade composta avalia a consistência interna da variável ou do conjunto de variáveis, mede o grau de relação de uma variável com relação ao conjunto de variáveis, gera um escore total para a escala, e é considerada como uma medida de consistência interna, que deve apresentar índices iguais ou superiores a 0,70 (MALHOTRA *et al.*, 2017; HAIR Jr. *et al.*, 2009). No *software SmartPLS*, a confiabilidade composta é avaliada por meio do indicador “CR” (*composite reliability*), calculado a partir dos pesos dos indicadores e das variâncias dos construtos latentes, indicando o grau em que os indicadores representam de forma consistente o construto latente. (HAIR Jr. *et al.*, 2021).

Já a variância extraída representa a quantidade de variância dos indicadores que explicam um construto latente, ou seja, a quantidade de variância de cada indicador que é utilizada para compor a avaliação do construto. Neste contexto, a variância extraída deve apresentar valores iguais ou superiores à 0,50 (GARVER e MENTZER, 1999; HAIR Jr. *et al.*, 2009, HAIR Jr. *et al.*, 2021).

3.4.6 Validade discriminante

A validade discriminante demonstra o quanto os construtos estão correlacionados, ou seja, é o grau no qual um construto se difere dos demais (HAIR Jr. *et al.*, 2009; MALHOTRA *et al.*, 2017). Logo, uma validade discriminante com valor elevado evidencia que o construto é único e que captura alguns fenômenos que outras medidas não conseguem. Para esta avaliação, serão extraídas as variâncias de cada um dos construtos e comparadas com as variâncias

compartilhadas, obtidas pelo cálculo das correlações entre construtos ao quadrado (FORNELL e LARCKER, 1981).

A validade discriminante entre os construtos é ideal quando estes apresentam variâncias extraídas superiores às variâncias compartilhadas com os demais construtos. Portanto, a validade discriminante avalia se as escalas desenvolvidas realmente representam os construtos indicados no modelo proposto (FORNELL e LARCKER, 1981). Os resultados para as análises da validade discriminante entre os construtos seguem os critérios de Fornell e Lacker (1981).

Neste capítulo, foi apresentado o conjunto de métodos para a proposição e validação estatística da escala de percepção de cidades inteligentes. Por fim, é importante ressaltar que os números obtidos nas análises estatísticas representam uma parte crucial da validação da escala. No entanto, a avaliação desses números pelo pesquisador desempenha um papel fundamental na interpretação e compreensão dos resultados. A interpretação contextualizada dos resultados estatísticos permite uma compreensão mais profunda da escala, na identificação de aspectos tanto positivos, quanto negativos (FIELD, 2013).

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Após todas as etapas de estudo e de procedimentos de análise dos dados caracterizados no capítulo anterior, esse capítulo destina-se a apresentar os resultados da pesquisa, desde o processo de construção do instrumento elaborado, passando pela coleta dos dados, até os diferentes resultados obtidos nos testes de validação estatística. Para além da descrição dos resultados, foram buscados os porquês para cada uma das descobertas, sem desconsiderar as limitações e vieses potenciais dos dados. Por fim, este capítulo visa transformar os dados obtidos em informações relevantes que respondem às perguntas da pesquisa e contribuem para o conhecimento sobre a percepção do cidadão a respeito das cidades inteligentes.

4.1 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O resultado das etapas de elaboração e refinamento do instrumento de coleta é um questionário estruturado com 73 questões que representam, em forma de afirmações, os 80 indicadores da ISO 37122. As questões, são operacionalizados por meio de escala tipo *Likert* de sete pontos, com a opção de “Não sei responder”.

Também fazem parte do instrumento, quatro afirmações de investigação de conhecimento, opinião e atitude dos respondentes a respeito do assunto perguntado. Além de um segundo bloco, no qual foram formuladas perguntas para a caracterização da amostra (gênero, idade, renda, grau de instrução, tempo que reside na cidade, bairro em que mora e se tem filhos).

Na Tabela 2, é possível visualizar todos os indicadores da ISO 37122 em ordem e organizados por suas dimensões, alinhados com seus respectivos atributos desenvolvidos para o questionário. Os atributos estão identificados com o número correspondente de identificação no instrumento e, aqueles marcados com “*” são atributos que abrangem mais de um indicador, por isso se repetem nesta tabela.

Já o APÊNDICE A apresenta o instrumento, exatamente nos moldes utilizados para a aplicação, com identificação do grupo de pesquisa “CityLivingLab”, contraste visual nas linhas, identificação do questionário, termo de consentimento do respondente, duas perguntas iniciais sobre conhecimento e opinião, instruções para o respondente para utilização da escala likert, identificação da cidade, 73 questões de cidades inteligentes, outras duas perguntas sobre conhecimento e opinião, perguntas para caracterização do perfil do respondente e agradecimento final.

Tabela 2 – Indicadores da ISO e atributos do questionário

Indicador ISO		Atributo no questionário
Economia		
5.1	Porcentagem dos contratos de prestação de serviços municipais que disponham de política de dados abertos	7* As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
5.2	Taxa de sobrevivência de novos negócios por 100 000 habitantes	25 A maioria dos negócios que abrem sobrevivem por bastante tempo (pelo menos 2 anos).
5.3	Porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC)	21 O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação emprega muitas pessoas.
5.4	Porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações nos setores de educação, pesquisa e desenvolvimento	22 Os setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento empregam muitas pessoas.
Educação		
6.1	Porcentagem da população da cidade com proficiência profissional em mais de um idioma	23 Muitas pessoas precisam falar outros idiomas para trabalhar.
6.2	Número de computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por 1 000 estudantes	19 A maioria das escolas públicas disponibilizam computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos digitais de aprendizagem para os alunos.
6.3	Número de graduados em ensino superior nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) por 100 000 habitantes	20 Existem muitas ofertas de cursos superiores de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).
Energia		
7.1	Porcentagem de energia elétrica e térmica produzida a partir do tratamento de águas residuais, resíduos sólidos (...)	53* O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
7.2	Energia elétrica e térmica (GJ) produzida a partir do tratamento de águas residuais per capita por ano	53* O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
7.3	Energia elétrica e térmica (GJ) produzida a partir de resíduos sólidos ou outros processos de tratamento de resíduos líquidos	53* O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
7.4	Porcentagem da energia elétrica consumida na cidade produzida por meio de sistemas descentralizados de geração energética	56 Muitas pessoas e empresas utilizam energia alternativa (placas solares, placa fotovoltaica, energia eólica, geotérmica).
7.5	Capacidade de armazenamento da rede de energia, relativamente ao consumo total de energia da cidade	51* Na minha cidade todos têm acesso à energia elétrica legalizada.
7.6	Porcentagem dos pontos de iluminação pública gerenciados por sistema de telegestão	51* Na minha cidade todos têm acesso à energia elétrica legalizada.
7.7	Porcentagem dos pontos de iluminação pública que tenham sido remodelados e recém-instalados	52 A rede de iluminação pública do meu bairro é constantemente reformada ou renovada.
7.8	Porcentagem de edifícios públicos que necessitam de renovação/remodelagem	47 As edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) estão sendo reformadas e renovadas constantemente.
7.9	Porcentagem de edifícios na cidade com medidores inteligentes de energia	57* Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.
7.10	Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado	30 Existem várias estações de carregamento de veículos elétricos na minha cidade.
Meio ambiente e mudanças climáticas		
8.1	Porcentagem de edifícios construídos ou reformados, nos últimos cinco anos, em conformidade com os princípios da construção verde	48 Muitas edificações foram construídas ou reformadas com os princípios ecológicos.
8.2	Número de estações remotas de monitoramento da qualidade do ar em tempo real por quilômetro quadrado (km ²)	72 É fácil consultar a qualidade do ar da cidade em tempo real.
8.3	Porcentagem de edifícios públicos equipados para monitoramento da qualidade do ar interior	73 A maior parte das edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) monitoram a qualidade do ar interno.
Finanças		
9.1	Receita anual obtida a partir de economia compartilhada, como porcentagem da receita própria	24 Muitas pessoas têm como fonte de renda atividades da economia compartilhada (Uber, 99, Garupa, ifood, Airbnb).
9.2	Porcentagem de pagamentos para a cidade realizados por meio eletrônico	7* As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
Governança		
10.1	Número anual de visitas on-line ao portal municipal de dados abertos por 100 000 habitantes	6 É fácil consultar dados do município através do portal on-line/internet da prefeitura.
10.2	Porcentagem de serviços urbanos acessíveis e que podem ser solicitados on-line	10 É fácil solicitar serviços urbanos pela internet (coleta de lixo, água, energia, consertos e manutenções).
10.3	Tempo médio de resposta a chamados realizados por meio de sistema de chamados não emergenciais da cidade (dias)	15 As respostas às solicitações de serviços municipais não emergenciais são rápidas.
10.4	Tempo médio de inatividade da infraestrutura de TI da cidade	1 A infraestrutura de TI (tecnologia da informação) do município funciona bem.

Saúde		
11.1	Porcentagem da população da cidade com prontuário eletrônico unificado, acessível on-line pelos provedores de serviços de saúde	8 É fácil acessar minhas informações médicas por aplicativos de serviços de saúde.
11.2	Número anual de consultas médicas realizadas remotamente por 100 000 habitantes	9 É fácil realizar consultas médicas por vídeo conferência.
11.3	Porcentagem da população da cidade com acesso a sistemas de alertas públicos em tempo real sobre condições de qualidade do ar e da água	71 Existem sistemas eficientes de alerta público sobre qualidade do ar e da água.
Habitação		
12.1	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia	57* Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.
12.2	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de água	70* Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.
População e condições sociais		
13.1	Porcentagem de edifícios públicos acessíveis por pessoas com necessidades especiais	42 Os edifícios públicos têm acesso adequado para pessoas em cadeiras de rodas e mobilidade reduzida.
13.2	Porcentagem do orçamento municipal alocado a ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com necessidades especiais de mobilidade	43 O município investe em a ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com mobilidade reduzida.
13.3	Porcentagem das faixas de travessia de pedestres equipadas com sinalização de acessibilidade	44 As faixas de segurança de pedestres são equipadas com sinalização de acessibilidade (semáforos sonoros e piso tátil).
13.4	Porcentagem do orçamento municipal alocado a programas voltados à redução da exclusão digital	2 O município investe em programas de inclusão digital (acesso à internet, computadores).
Recreação		
14.1	Porcentagem de serviços públicos de recreação que podem ser reservados on-line	11 É fácil reservar serviços públicos de recreação pela internet (quadras e ginásios de esporte).
Segurança		
15.1	Porcentagem da área da cidade coberta por câmeras de vigilância digital	41 Muitas ruas da cidade são cobertas por câmeras de vigilância.
Resíduos sólidos		
16.1	Porcentagem de centros de coleta (contêineres) de resíduos equipados com telemetria	58 Diversos containers de coleta de lixo são equipados com sensores que detectam quando estão cheios.
16.2	Porcentagem da população da cidade que dispõe de coleta de lixo porta a porta com monitoramento individual das quantidades de resíduos domésticos	60 O município monitora a quantidade de resíduos gerados na maioria das residências.
16.3	Porcentagem da quantidade total de resíduos da cidade empregada para gerar energia	53* O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
16.4	Porcentagem da quantidade total de resíduos plásticos reciclados na cidade	62 A maior parte dos resíduos plásticos da cidade são reciclados.
16.5	Porcentagem das lixeiras públicas que são dotadas de sensores	59 Diversas lixeiras públicas têm sensores que detectam quando estão cheias.
16.6	Porcentagem de resíduos elétricos e eletrônicos da cidade que são reciclados	63 A maior parte dos resíduos elétricos e eletrônicos da cidade são reciclados.
Esporte e cultura		
17.1	Número de reservas on-line para instalações culturais por 100 000 habitantes	12 É fácil reservar espaços públicos para eventos culturais pela internet.
17.2	Porcentagem do acervo cultural da cidade que foi digitalizado	16 Grande parte do acervo cultural da cidade foi digitalizado.
17.3	Número de livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books por 100 000 habitantes	17 Há muitos livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books.
17.4	Porcentagem da população da cidade que é usuária ativa de bibliotecas públicas	18 Muitas pessoas da cidade frequentam bibliotecas públicas.
Telecomunicação		
18.1	Porcentagem da população da cidade com acesso à banda larga suficientemente rápida	3 Muitas pessoas têm acesso a banda larga (internet) com velocidade adequada.
18.2	Porcentagem de área da cidade sob uma zona branca/ponto morto/não coberta por conectividade de telecomunicações	4 A maior parte da cidade é coberta por conectividade de telecomunicações (internet, telefone, celular...).
18.3	Porcentagem da área da cidade coberta por conectividade à Internet fornecida pelo município	5 O município fornece internet para pessoas que não têm condições.
Transporte		
19.1	Porcentagem de ruas e vias da cidade cobertas por alertas e informações de tráfego on-line em tempo real	31 O município oferece diversas informações em tempo real sobre o trânsito.

19.2	Número de usuários de sistemas de transporte baseados em economia compartilhada por 100 000 habitantes	38	Muitas pessoas na cidade usam transporte de economia compartilhada (Uber, 99 e similares).
19.3	Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão	28	Há muitos veículos elétricos na cidade.
19.4	Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços municipais de compartilhamento de bicicletas por 100 000 habitantes	39	O município oferece serviço eficiente de compartilhamento de bicicletas.
19.5	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com sistema acessível ao público em tempo real	36	As linhas de transporte público oferecem informações relevantes em tempo real (rotas, horários, tempo de espera).
19.6	Porcentagem dos serviços de transporte público da cidade cobertos por um sistema de pagamento unificado	37	As linhas de transporte público dispõem de sistema eficiente de pagamento unificado.
19.7	Porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de pagamento eletrônico	34	É fácil pagar por aplicativo o estacionamento público.
19.8	Porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de monitoramento de disponibilidade em tempo real	33	É fácil ver por aplicativo, em tempo real, as vagas de estacionamento público disponíveis.
19.9	Porcentagem dos semáforos que são inteligentes	40	Muitos semáforos da cidade são inteligentes (abrem e fecham de acordo com o movimento).
19.10	Área da cidade mapeada por sistemas interativos de mapeamento de vias públicas em tempo real, como porcentagem da área total da cidade	32	É fácil consultar mapas interativos das ruas em tempo real.
19.11	Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos autônomos	26	Há muitos veículos autônomos (sem motorista) na cidade.
19.12	Porcentagem das linhas de transporte público dotada de conectividade à Internet para os usuários, oferecida e/ou gerenciada pelo município	35	É fácil acessar internet gratuita no transporte público.
19.13	Porcentagem de vias em conformidade com sistemas de condução autônomos	27	Há várias vias preparadas para veículos autônomos.
19.14	Porcentagem da frota de ônibus da cidade movida por sistemas limpos	29	Há muitos ônibus elétricos na cidade.
Agricultura urbana e segurança alimentar			
20.1	Porcentagem do orçamento municipal anual destinada a iniciativas de agricultura urbana	49	O município investe bastante em agricultura urbana.
20.2	Total de resíduos alimentares coletados anualmente enviados a instalações de processamento para compostagem per capita (em toneladas)	61	Os resíduos alimentares são bastante utilizados em compostagem (transformação em adubo).
20.3	Porcentagem da área da cidade coberta por sistema on-line de mapeamento de fornecedores de alimentos	50	O município mapeia a maioria dos fornecedores de alimento de maneira on-line.
Planejamento Urbano			
21.1	Número anual de cidadãos engajados no processo de planejamento urbano por 100 000 habitantes	45	Os cidadãos da cidade participam do seu planejamento.
21.2	Porcentagem das solicitações de licenças de construção submetidas por sistema eletrônico	13	É fácil solicitar para a prefeitura licenças de construção pela internet.
21.3	Tempo médio para aprovação de licença de construção (dias)	14	As licenças de construção são aprovadas rapidamente.
21.4	Porcentagem da população da cidade que reside em zonas de média ou alta densidade populacional	46	A maior parte das pessoas vivem em áreas bastante populosas da cidade.
Águas residuais			
22.1	Porcentagem de águas residuais tratadas que é reutilizada	65	As águas residuais tratadas (esgotos tratados) são bastante reutilizadas.
22.2	Porcentagem de biossólidos que são reutilizados (massa de matéria seca)	66	Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante reutilizados.
22.3	Energia derivada de águas residuais como porcentagem do consumo de energia total da cidade	54	As águas residuais são bastante utilizadas para gerar energia.
22.4	Porcentagem da quantidade total de águas residuais da cidade que é empregada para geração de energia	55	Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante utilizados para gerar energia.
22.5	Porcentagem da rede de coleta de esgotos que é monitorada em tempo real por sistema de sensores	64	A maior parte da rede de coleta de esgotos é monitorada em tempo real por sensores.
Águas			
23.1	Porcentagem da água potável cuja qualidade é monitorada em tempo real por estações remotas	67	A qualidade da água potável é monitorada em tempo real por estações remotas.
23.2	Número de estações de monitoramento de qualidade da água ambiental em tempo real por 100 000 habitantes	68	A qualidade da água ambiental (rios, lagos, lençol freático) é monitorada em tempo real por estações remotas.
23.3	Porcentagem da rede de distribuição de água da cidade monitorada por sistemas inteligentes	69	A rede de distribuição de água da cidade é monitorada adequadamente por sistemas inteligentes.
23.4	Porcentagem dos imóveis da cidade que possuem medidores inteligentes de água	70*	Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.

Fonte: Adaptado de ABNT (2019); Resultados da pesquisa (2023).

* Atributos que representam mais de um indicador.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Após a coleta presencial em todos os municípios do Corede Serra, além do impulsionamento online, ao todo, 528 cidadãos responderam ao questionário. Essa amostra é caracterizada a seguir pelo gênero, pela faixa etária, pelo grau de instrução e pela renda familiar mensal.

Tabela 3 – Perfil dos respondentes

	Classificação	Frequência	Percentual
Gênero	Masculino	231	43,75%
	Feminino	288	54,55%
	Outro	7	1,33%
	Não respondeu	2	0,38%
Idade	18 - 27	187	35,42%
	28 - 37	154	29,17%
	38 - 47	84	15,91%
	48 - 57	63	11,93%
	58 - 67	29	5,49%
	Acima de 67	11	2,08%
Grau de instrução	Nenhum	1	0,19%
	E. Fundamental incompleto	11	2,08%
	E. Fundamental	11	2,08%
	E. Médio incompleto	18	3,41%
	E. Médio	139	26,33%
	E. Superior incompleto	162	30,68%
	E. Superior	170	32,20%
	Mestrado	7	1,33%
	Doutorado	3	0,57%
	Não respondeu	6	1,14%
Renda familiar mensal	Até 2 SM	116	21,97%
	De 2 a 5 SM	244	46,21%
	De 5 a 10 SM	108	20,45%
	De 10 a 20 SM	45	8,52%
	Acima de 20 SM	6	1,14%
	Não respondeu	9	1,70%

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Em relação ao gênero, 43,75% dos participantes são do gênero masculino, enquanto 54,55% são do gênero feminino. Uma pequena porcentagem, representando 1,33% dos

participantes, identifica-se como pertencente a outra categoria de gênero. Além disso, 0,38% dos participantes optam por não responder a essa pergunta.

No que diz respeito à faixa etária dos participantes, observa-se uma distribuição diversificada. A faixa etária de 18 a 27 anos é a mais representada, abrangendo 35,42% dos participantes. Em seguida, a faixa etária de 28 a 37 anos é representada por 29,17% dos participantes. As faixas etárias de 38 a 47 anos, 48 a 57 anos, 58 a 67 anos e acima de 67 anos têm representações de 15,91%, 11,93%, 5,49% e 2,08%, respectivamente.

No que se refere ao grau de instrução, os participantes demonstram uma variedade de níveis educacionais. Dos participantes, 32,20% possuem ensino superior completo, enquanto 30,68% têm ensino superior incompleto. Além disso, 26,33% possuem ensino médio completo e 3,41% têm ensino médio incompleto. A pesquisa também indica que 2,08% dos participantes possuem ensino fundamental completo e a mesma porcentagem possui ensino fundamental incompleto. Além disso, 1,33% dos participantes possuem mestrado, 0,57% possuem doutorado, e 1,14% optam por não responder a essa pergunta.

No que se refere à renda familiar mensal, a pesquisa revela que 46,21% dos participantes têm renda entre 2 e 5 salários-mínimos, e 21,97% têm uma renda de até 2 salários-mínimos. Além disso, 20,45% dos participantes possuem uma renda entre 5 e 10 salários-mínimos, enquanto 8,52% têm uma renda entre 10 e 20 salários-mínimos. Uma pequena parcela, representando 1,14% dos participantes, possui uma renda acima de 20 salários-mínimos. Por fim, 1,70% optam por não responder a essa pergunta.

Ao fim da descrição da amostra, é importante ressaltar que é necessário verificar se a amostra utilizada é representativa da população-alvo para garantir a generalização dos resultados. No entanto, no contexto deste estudo de validação da escala de percepção, sem a intenção de realizar inferências estatísticas sobre médias ou outras estatísticas descritivas da população, as conclusões obtidas são específicas para a amostra utilizada, e sua generalização para a população em geral requer análises adicionais que levem em consideração a representatividade amostral.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO

4.3.1 Dados perdidos, observações atípicas e suposições de análise multivariada

Dos 528 respondentes, 221 destes deixaram em branco ou marcaram com “Não sei responder” 10% ou mais das questões. Portanto, pelo critério de HAIR Jr. *et al.* (2009) estes

respondentes, foram eliminados do banco de dados. Já aqueles com mais de 90% das respostas preenchidas, dentro dos limites da escala tipo *Likert*, tiveram seus valores ausentes substituídos pela média dos dados disponíveis.

Com vistas que 41,8% dos respondentes optaram por marcar "Não sei responder" em 10% ou mais das questões, foram avaliadas algumas possibilidades para explicar essa situação. A primeira delas é a possível falta de conhecimento ou compreensão por parte do respondente. Os conceitos ligados à *smart cities* podem ser relativamente novos para algumas pessoas, e elas podem não ter um entendimento claro de alguns significados, portanto, esses respondentes podem ter preferido marcar "Não sei responder" (GIL, 2008; MARCHETTI *et al.*, 2019).

Outra possibilidade é a falta de experiência prática. Se as cidades da região em questão ainda não possuem essas características ou não informam adequadamente seus cidadãos sobre os esforços em direção a uma cidade inteligente, isso pode explicar por que muitos respondentes optaram por marcar "Não sei responder". Além disso, a falta de divulgação ou comunicação sobre os projetos de transformação digital pode contribuir para a falta de conhecimento dos cidadãos sobre o assunto (HILL *et al.*, 2005; MARCHETTI *et al.*, 2019).

Voltando aos procedimentos, o próximo passo foi verificar a existência de observações atípicas, por meio do z-score. Este valor indica quantos desvios padrão um valor específico está acima ou abaixo da média HAIR Jr. *et al.* (2009). Como a amostra resultante contém menos de 500 respondentes, adotou-se o intervalo de -3 e 3 para dados típicos. Os respondentes com 3 ou mais valores de z-score fora deste intervalo foram removidos do banco de dados. Cinco respondentes foram removidos nesta etapa.

Ainda dentro das observações atípicas, foi verificada a distância de Mahalanobis, métrica que indica o quão desviado um ponto de dados está em relação ao centro da distribuição multivariada HAIR Jr. *et al.* (2009). Nenhum valor ultrapassou a referência de 2,5, portanto nesta etapa nenhum questionário precisou ser removido, partindo para a próxima etapa, com o banco de dados composto por 302 observações válidas.

Embora alguns estudos sugiram uma proporção mínima de cinco observações por variável independente (HAIR Jr. *et al.*, 2009) o número de observações deste estudo foi considerado suficiente pois o método utilizado para as análises (Mínimos Quadrados Parciais) é conhecido por sua capacidade de lidar com amostras menores. Ele permite a análise de modelos mesmo quando o número de respondentes é limitado. Isso é especialmente útil quando a disponibilidade de participantes é escassa ou quando a pesquisa é voltada para um público específico e limitado (Hair Jr., *et al.*, 2021; HENSELER, *et al.*, 2016).

Eliminados os dados perdidos e removidas as observações atípicas, foram verificadas a assimetria e curtose de cada uma das questões perguntadas. Nenhuma questão extrapolou os valores estipulados de até | 3 | para assimetria e até | 10 | para curtose, portanto a base manteve-se a mesma da última etapa.

Por último, foi avaliado o Fator de Inflação da Variância e, todos os valores analisados, tanto de atributos de forma individual, quanto entre dimensões, não ultrapassaram o valor de 3. Este é um indicativo de que não há evidências significativas de multicolinearidade entre as variáveis, em outras palavras, a correlação entre as variáveis independentes é baixa o suficiente para não afetar negativamente a interpretação dos resultados, indicando uma característica favorável para escala proposta quando aplicada à esta amostra. Finalizando assim os esforços de avaliação e limpeza que preparam os dados para a aplicação das demais técnicas de análise estatística (HAIR Jr. *et al.*, 2009).

4.3.2 Validação estatística da escala

A seguir, serão apresentados os resultados de dimensionalidade, confiabilidade, validade convergente e discriminante para a escala proposta. Primeiramente serão apresentados os resultados dos testes para a amostra total (302 observações válidas), com todos os indicadores e dimensões propostos (modelo bruto), seguidos pelos resultados da mesma amostra, retirando aqueles atributos que apresentaram baixas cargas fatoriais, influenciando negativamente nos parâmetros dos construtos (modelo refinado).

Para melhor visualização, os dois modelos (bruto e refinado) são apresentados visualmente lado a lado, após as tabelas. A mesma forma de apresentação se dará para os três grupos da amostra (cidades grandes com 91 observações válidas, médias com 96 observações válidas e pequenas com 115 observações válidas) testadas separadamente: resultado do modelo bruto, resultado do modelo refinado e, também apresentando a imagem dos modelos bruto e refinado lado a lado. Lembrando que esta foi uma escolha metodológica feita a nível exploratório, com o intuito de averiguar o comportamento dos construtos quando submetidos a amostras distintas.

Para facilitar a visualização das tabelas e figuras, algumas dimensões tiveram os seus nomes reduzidos: Agricultura urbana e segurança alimentar (Agricultura urbana); Meio ambiente e mudanças climáticas (Meio Ambiente); População e condições sociais (População) e; Planejamento urbano (Urbanização).

4.3.2.1 Amostra geral

Tabela 4 – Validade convergente para amostra geral bruta

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana	0,57	0,00	0,24
2 - Economia	0,59	0,53	0,32
3 - Educação	0,42	0,14	0,24
4 - Energia	0,62	0,60	0,36
5 - Esporte e cultura ¹	0,69	0,79	0,50
6 - Finanças	-0,23	0,31	0,53
7 - Governança	0,64	0,66	0,38
8 - Habitação ¹	0,72	0,78	0,65
9 - Meio ambiente	0,79	0,53	0,39
10 - População	0,75	0,13	0,18
11 - Recreação ²	-	-	-
12 - Resíduos sólidos	0,77	0,64	0,33
13 - Saúde	0,64	0,62	0,41
14 - Segurança ²	-	-	-
15 - Telecomunicações ¹	0,64	0,71	0,50
16 - Transporte	0,93	0,01	0,09
17 - Urbanização	0,56	0,68	0,44
18 - Águas ¹	0,85	0,85	0,66
19 - Águas residuais ¹	0,85	0,87	0,58

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões não avaliadas por conterem somente um atributo

Para a amostra geral, cinco das dimensões foram validadas estatisticamente sem nenhum tipo de refinamento, são elas: **Esporte e cultura, Habitação, Telecomunicações, Água e Águas residuais**. Os parâmetros Alfa de Cronbach, Confiabilidade Composta e Variância Extraída podem ser consultados na Tabela 4, enquanto a Validade discriminante pelo critério de Fornell e Lacker (1981) está exposta na Tabela 5. Embora todas as dimensões tenham obtidos valores satisfatórios na validade discriminante, somente aquelas que também atingiram os parâmetros mínimos estabelecidos para dimensionalidade, confiabilidade e validade convergente foram consideradas validadas e foram destacadas na Tabela 4.

Tabela 5 – Validade discriminante para amostra geral bruta

Dimensões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,49																
2 - Economia	-0,03	0,56															
3 - Educação	-0,05	0,07	0,49														
4 - Energia	-0,01	-0,03	-0,06	0,60													
5 - Esporte e cultura	0,08	0,28	0,03	0,24	0,70												
6 - Finanças	-0,05	0,10	-0,14	0,36	0,15	0,73											
7 - Governança	-0,07	0,14	-0,05	0,46	0,40	0,44	0,62										
8 - Habitação	0,11	0,10	0,17	0,05	0,26	-0,02	0,21	0,81									
9 - Meio ambiente	-0,02	0,07	0,09	-0,19	0,14	-0,11	-0,05	0,30	0,63								
10 - População	0,07	0,08	-0,23	0,20	0,08	0,06	0,16	0,08	-0,14	0,42							
12 - Resíduos sólidos	0,02	0,10	0,14	-0,17	0,22	-0,01	0,09	0,49	0,43	-0,07	0,57						
13 - Saúde	0,03	0,25	0,17	-0,11	0,42	-0,05	0,12	0,54	0,61	-0,02	0,61	0,64					
15 - Telecomunicações	-0,03	0,21	0,11	0,16	0,37	0,31	0,31	0,23	-0,01	0,07	0,13	0,23	0,69				
16 - Transporte	-0,11	-0,08	0,03	0,07	-0,09	0,11	0,20	0,12	0,04	0,09	0,07	-0,01	0,15	0,31			
17 - Urbanização	-0,02	0,17	-0,09	0,32	0,54	0,34	0,65	0,28	0,06	0,23	0,23	0,34	0,38	0,09	0,66		
18 - Águas	0,01	0,26	0,15	-0,08	0,38	-0,07	0,14	0,35	0,39	-0,01	0,46	0,56	0,10	0,04	0,27	0,81	
19 - Águas residuais	-0,04	0,23	0,13	-0,19	0,37	-0,12	0,04	0,43	0,47	-0,06	0,57	0,70	0,16	-0,09	0,27	0,60	0,76

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Após a exclusão dos atributos com baixas cargas fatoriais, ou seja, aqueles com menos força de relação o seu construto latente, mais oito dimensões foram validadas: **Governança, Planejamento Urbano, Energia, Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, Saúde, Agricultura Urbana e Segurança Alimentar, População e Condições Sociais e Resíduos Sólidos**. Já a dimensão **Transporte** foi segregada em duas por apresentar uma parte dos indicadores com cargas negativas quando avaliada por inteiro.

Tabela 6 – Validade convergente para amostra geral refinada

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana ²	0,61	0,74	0,61
4 - Energia ²	0,73	0,79	0,57
5 - Esporte e cultura ¹	0,69	0,79	0,50
7 - Governança ²	0,60	0,76	0,53
8 - Habitação ¹	0,72	0,78	0,65
9 - Meio ambiente ²	0,85	0,93	0,87
10 - População ²	0,82	0,90	0,83
12 - Resíduos sólidos ²	0,73	0,83	0,57
13 - Saúde ²	0,73	0,85	0,74
15 - Telecomunicações ¹	0,64	0,71	0,50
16.1 - Transporte (1) ³	0,85	0,89	0,62
16.2 - Transporte (2) ³	0,91	0,92	0,56
17 - Urbanização ²	0,68	0,81	0,59
18 - Águas ¹	0,85	0,85	0,66
19 - Águas residuais ¹	0,85	0,87	0,58

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões validadas após refinamento (ao todo 10 atributos deixaram o modelo)

³ Dimensão ramificada após refinamento

Tabela 7 – Validade discriminante para amostra geral refinada

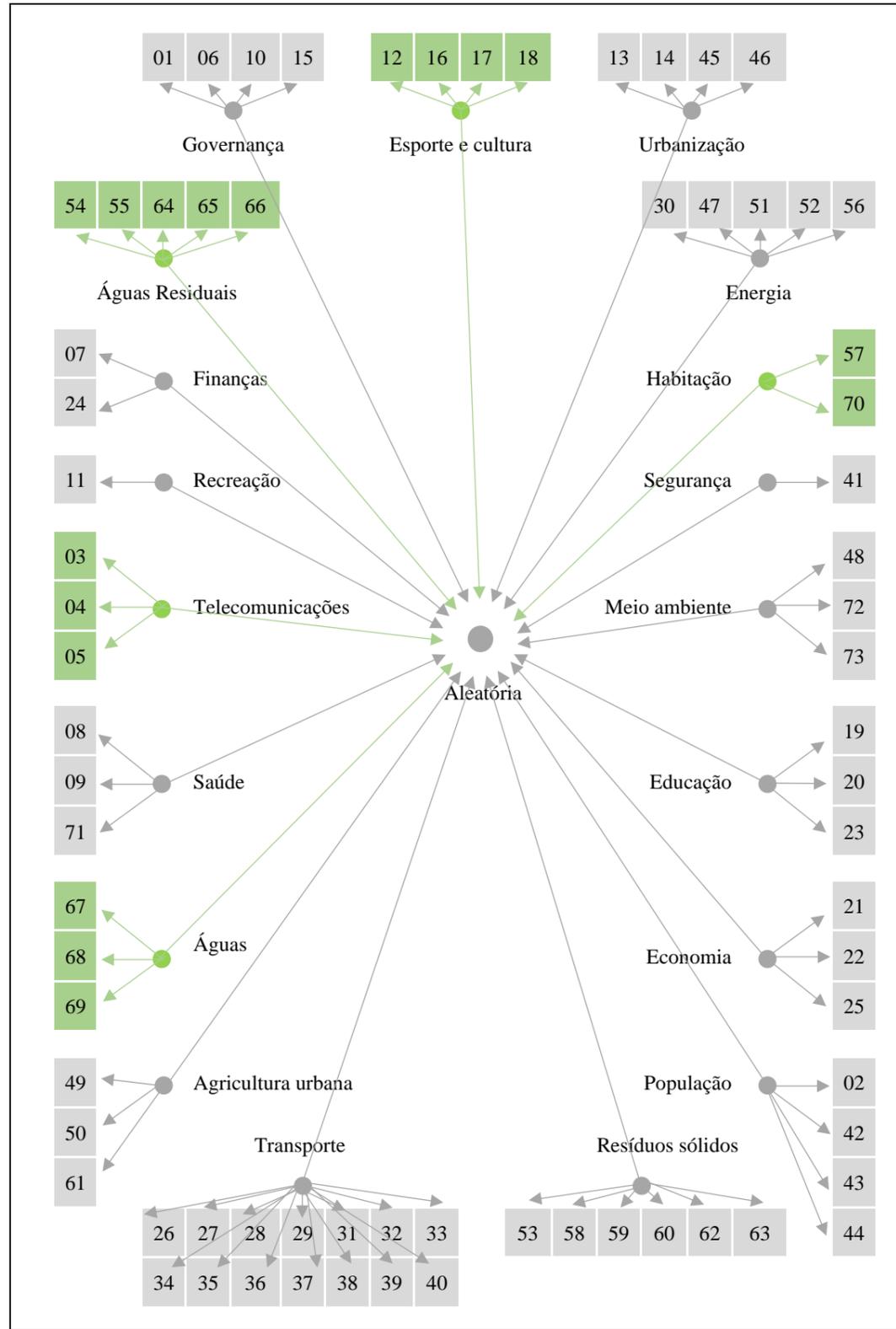
Dimensões	1	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16.1	16.2	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,78														
4 - Energia	0,24	0,75													
5 - Esporte e cultura	0,44	0,34	0,70												
7 - Governança	0,28	0,54	0,45	0,73											
8 - Habitação	0,40	0,17	0,26	0,21	0,81										
9 - Meio ambiente	0,53	0,12	0,36	0,13	0,51	0,93									
10 - População	0,41	0,30	0,50	0,35	0,39	0,36	0,91								
12 - Resíduos sólidos	0,49	0,14	0,36	0,22	0,55	0,64	0,33	0,75							
13 - Saúde	0,39	0,11	0,48	0,35	0,28	0,32	0,31	0,33	0,86						
15 - Telecomunicações	0,28	0,20	0,37	0,38	0,23	0,21	0,34	0,18	0,35	0,69					
16.1 - Transporte	0,38	-0,02	0,31	0,14	0,44	0,56	0,28	0,62	0,37	0,18	0,79				
16.2 - Transporte	0,45	-0,13	0,40	-0,02	0,36	0,55	0,30	0,60	0,35	0,06	0,63	0,75			
17 - Urbanização	0,46	0,40	0,57	0,66	0,30	0,34	0,55	0,39	0,55	0,39	0,32	0,28	0,77		
18 - Águas	0,35	0,04	0,38	0,15	0,35	0,50	0,34	0,57	0,24	0,10	0,47	0,45	0,29	0,81	
19 - Águas residuais	0,49	-0,03	0,37	0,04	0,43	0,64	0,35	0,70	0,32	0,16	0,56	0,66	0,32	0,60	0,76

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

As Tabela 6 e Tabela 7 apresentam os valores dos parâmetros de todas as dimensões da escala que foram validadas para a amostra geral, de todas as cidades da região do Corede Serra. As dimensões **Recreação** e **Segurança** não foram avaliadas por conterem somente um atributo e as dimensões **Finanças**, **Educação** e **Economia** não foram passíveis de validação estatística para a amostra submetida. Das dimensões validadas mediante refinamento, 10 atributos foram removidos.

Na próxima página, são apresentadas as Figuras 10 e 11, nas quais é possível identificar pelas cores o comportamento do modelo com uso da amostra geral quando submetido à validação. Cada atributo é identificado pelo número atrelado ao questionário e ligado à variável latente respectiva. Todas as variáveis latentes são ligadas a uma variável aleatória apenas para fins de execução do modelo.

Figura 10 – Modelo bruto amostra geral



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados inicialmente
 Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Figura 11 – Modelo refinado amostra geral



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados
n Atributos e dimensões validados no refinamento
n n Dimensão ramificada após refinamento
 Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

O processo de validação com uso da amostra geral possibilitou algumas inferências. A primeira delas é a respeito das dimensões **Recreação e Segurança**, retratadas pela norma ISO 37122 com apenas um indicador cada que, quando transformados em afirmações do questionário, resultam em duas variáveis latentes representadas por apenas uma variável observável, conforme é possível visualizar no Quadro 3.

Quadro 3 – Dimensões com uma variável observável amostra geral

Recreação
11 - É fácil reservar serviços públicos de recreação pela internet (quadras e ginásios de esporte).
Segurança
41 - Muitas ruas da cidade são cobertas por câmeras de vigilância.

Fonte: Adaptado de ABNT (2019).

A escolha de utilizar apenas um indicador nestas dimensões foi motivada pela intenção de criar uma escala que refletisse fielmente as diretrizes estabelecidas pela ISO 37122. Isso se torna um problema, pois o uso de somente um atributo impossibilita a validação estatística destas dimensões. Jöreskog *et al.* (2016) defendem o uso mínimo de três variáveis observáveis para a avaliação de construtos. A razão para esse requisito mínimo de três variáveis observáveis está relacionada ao conceito de identificabilidade do modelo. Com pelo menos três variáveis observáveis, é possível estimar os parâmetros do modelo de forma adequada e única, garantindo que os resultados sejam confiáveis e válidos.

No entanto, é importante ressaltar que a quantidade mínima de variáveis observáveis pode mudar dependendo do contexto e da complexidade do modelo. Gefen *et al.* (2000) defendem que, em alguns casos, é possível utilizar apenas duas variáveis observáveis para avaliar uma variável latente, argumentando que em algumas situações essa abordagem pode fornecer *insights* valiosos e economizar recursos na coleta de dados.

Para a escala em questão, duas dimensões foram propostas com apenas duas variáveis observáveis: **Habitação** e **Finanças**. Sendo, para a amostra geral, **Habitação** foi validada sem nenhum tipo de refinamento e **Finanças** não foi validada, conforme apresentado no Quadro 4. Durante o processo, foi possível observar que as dimensões propostas com apenas dois atributos, ou foram validadas no modelo bruto, ou não foram validadas, pois não são passíveis de refinamento, uma vez que removido um dos atributos a dimensão restante permanece com somente um, se enquadrando no caso explicado anteriormente.

Quadro 4 – Dimensões com duas variáveis observáveis amostra geral

Finanças
24 - Muitas pessoas têm como fonte de renda atividades da economia compartilhada (Uber, 99, Garupa, ifood, Airbnb).
07 - As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
Habitação
57 - Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.
70 - Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

O motivo pelo qual a dimensão de **Finanças** não atingiu valores satisfatórios na validade convergente pode ser porque, embora a ISO 37122 traga como indicadores de **Finanças** “economia compartilhada” e “transparência dos serviços públicos”, quando traduzidos para atributos de uma dimensão de escala de percepção, há uma aparente falta de convergência semântica. A convergência semântica refere-se à consistência e similaridade dos atributos em termos de significado e interpretação. Se os atributos não convergirem semanticamente, isso significa que eles não estão se referindo ao mesmo conceito ou não estão sendo interpretados de maneira consistente pelas pessoas que estão respondendo à pesquisa ou avaliando os dados. Assim, os resultados estatísticos podem ser distorcidos ou não fornecer informações úteis (DEVELLIS e THORPE, 2021). As dimensões **Educação** e **Economia** também enfrentaram este problema na aplicação na amostra geral, pois mesmo com tentativas de refinamento não atingiram valores satisfatórios de convergência. Estas dimensões podem ser visualizadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Dimensões não validadas pela amostra geral

Economia
7 - As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
25 - A maioria dos negócios que abrem sobrevivem por bastante tempo (pelo menos 2 anos).
21 - O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação emprega muitas pessoas.
22 - Os setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento empregam muitas pessoas.
Educação
23 - Muitas pessoas precisam falar outros idiomas para trabalhar.
19 - A maioria das escolas públicas disponibilizam computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos digitais de aprendizagem para os alunos.
20 - Existem muitas ofertas de cursos superiores de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

No caso de algumas outras dimensões, apesar de enfrentarem problemas de validação no modelo original, estas foram passíveis de validação mediante refinamento. Quando um ou mais atributos não convergem com a dimensão proposta, isso significa que eles não estão medindo o mesmo construto ou não estão relacionados de forma significativa com a percepção que está sendo avaliada. Portanto, o refinamento envolve o processo de remover estes atributos da dimensão de estudo, contribuindo para melhorar a precisão das respostas dos participantes, pois reduz a confusão e ambiguidade na interpretação dos itens, aumentando a validade e confiabilidade da medida (HAIR Jr. *et al.*, 2021). Tais dimensões são: **Governança, Urbanização, Saúde, Meio ambiente, População, Resíduos sólidos, Energia e Agricultura Urbana**, presentes no Quadro 6.

Quadro 6 – Dimensões validadas no modelo refinado da amostra geral

Governança
6 - É fácil consultar dados do município através do portal on-line/internet da prefeitura.
10 - É fácil solicitar serviços urbanos pela internet (coleta de lixo, água, energia, consertos e manutenções).
15 - As respostas às solicitações de serviços municipais não emergenciais são rápidas.
1 - A infraestrutura de TI (tecnologia da informação) do município funciona bem.
Urbanização
45 - Os cidadãos da cidade participam do seu planejamento.
13 - É fácil solicitar para a prefeitura licenças de construção pela internet.
14 - As licenças de construção são aprovadas rapidamente.
46 - A maior parte das pessoas vivem em áreas bastante populosas da cidade.
Saúde
8 - É fácil acessar minhas informações médicas por aplicativos de serviços de saúde.
9 - É fácil realizar consultas médicas por vídeo conferência.
71 - Existem sistemas eficientes de alerta público sobre qualidade do ar e da água.
Meio ambiente
48 - Muitas edificações foram construídas ou reformadas com os princípios ecológicos.
72 - É fácil consultar a qualidade do ar da cidade em tempo real.
73 - A maior parte das edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) monitoram a qualidade do ar interno.
População
42 - Os edifícios públicos têm acesso adequado para pessoas em cadeiras de rodas e mobilidade reduzida.
43 - O município investe em ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com mobilidade reduzida.
44 - As faixas de segurança de pedestres são equipadas com sinalização de acessibilidade (semáforos sonoros e piso tátil).

02 - O município investe em programas de inclusão digital (acesso à internet, computadores).

Resíduos sólidos

58 - Diversos containers de coleta de lixo são equipados com sensores que detectam quando estão cheios.

60 - O município monitora a quantidade de resíduos gerados na maioria das residências.

53 - O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.

62 - A maior parte dos resíduos plásticos da cidade são reciclados.

59 - Diversas lixeiras públicas têm sensores que detectam quando estão cheias.

63 - A maior parte dos resíduos elétricos e eletrônicos da cidade são reciclados.

Energia

53 - O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.

56 - Muitas pessoas e empresas utilizam energia alternativa (placas solares, placa fotovoltaica, energia eólica, geotérmica).

51 - Na minha cidade todos têm acesso à energia elétrica legalizada.

52 - A rede de iluminação pública do meu bairro é constantemente reformada ou renovada.

47 - As edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) estão sendo reformadas e renovadas constantemente.

57 - Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.

30 - Existem várias estações de carregamento de veículos elétricos na minha cidade.

Agricultura urbana

49 - O município investe bastante em agricultura urbana.

61 - Os resíduos alimentares são bastante utilizados em compostagem (transformação em adubo).

50 - O município mapeia a maioria dos fornecedores de alimento de maneira on-line.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Outra ocorrência verificada foi a ramificação da dimensão **Transporte** em duas. Dimensões com muitos atributos podem enfrentar problemas de sobreposição conceitual, isso pode indicar a existência de subdimensões ou conceitos diferentes dentro dessa dimensão. Nesse caso, uma análise de validade convergente pode revelar que a dimensão original está, na verdade, dividida em duas ou mais dimensões distintas. Portanto, é necessário revisar e aprimorar os itens do questionário, removendo aqueles que não convergem com a dimensão principal ou reorganizando-os em subdimensões distintas para refletir com mais precisão a estrutura conceitual do fenômeno estudado (HAIR Jr. *et al.*, 2009). O Quadro 7 apresenta as subdimensões oriundas da dimensão **Transporte**.

Quadro 7 – Subdimensões de Transporte para a amostra geral

Transporte (1)

26 - Há muitos veículos autônomos (sem motorista) na cidade.

27 - Há várias vias preparadas para veículos autônomos.

28 - Há muitos veículos elétricos na cidade.

29 - Há muitos ônibus elétricos na cidade.

Transporte (2)

31 - O município oferece diversas informações em tempo real sobre o trânsito.

32 - É fácil consultar mapas interativos das ruas em tempo real.

33 - É fácil ver por aplicativo, em tempo real, as vagas de estacionamento público disponíveis.

34 - É fácil pagar por aplicativo o estacionamento público.

35 - É fácil acessar internet gratuita no transporte público.

36 - As linhas de transporte público oferecem informações relevantes em tempo real (rotas, horários, tempo de espera).

37 - As linhas de transporte público dispõem de sistema eficiente de pagamento unificado.

38 - Muitas pessoas na cidade usam transporte de economia compartilhada (Uber, 99 e similares).

39 - O município oferece serviço eficiente de compartilhamento de bicicletas.

40 - Muitos semáforos da cidade são inteligentes (abrem e fecham de acordo com o movimento).

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Ao analisar o Quadro 7, observou-se que a primeira subdivisão engloba temas relacionados à aplicação de tecnologias em veículos, como veículos autônomos e elétricos. Por outro lado, a segunda subdivisão está mais associada à aplicação da Internet das Coisas (IoT) no transporte público e na mobilidade urbana. Essa divisão em duas dimensões reflete a existência de dois domínios conceituais distintos dentro da percepção dos respondentes sobre a influência da tecnologia nesses contextos específicos.

Para finalizar a análise da amostra geral, aquelas dimensões com três ou mais atributos que convergiram sem ajustes (**Águas residuais, Águas, Esporte e cultura e Telecomunicações**), é possível inferir que apresentam características satisfatórias do ponto de vista semântico e estatístico. Essas dimensões se mostraram unidimensionais, representando um único construto subjacente, permitindo que os participantes expressassem sua percepção de forma precisa (DEVELLIS e THORPE, 2021). No aspecto estatístico, a dimensão demonstra boas propriedades, como uma distribuição adequada das respostas e atendimento aos pressupostos dos testes estatísticos (HAIR Jr. *et al.*, 2021). O Quadro 8 apresenta tais dimensões.

Quadro 8 – Dimensões validadas no modelo bruto da amostra geral

Águas residuais

65 - As águas residuais tratadas (esgotos tratados) são bastante reutilizadas.

66 - Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante reutilizados.

54 - As águas residuais são bastante utilizadas para gerar energia.

55 - Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante utilizados para gerar energia.

64 - A maior parte da rede de coleta de esgotos é monitorada em tempo real por sensores.

Águas

67 - A qualidade da água potável é monitorada em tempo real por estações remotas.

68 - A qualidade da água ambiental (rios, lagos, lençol freático) é monitorada em tempo real por estações remotas.

69 - A rede de distribuição de água da cidade é monitorada adequadamente por sistemas inteligentes.

70 - Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.

Esporte e cultura

12 - É fácil reservar espaços públicos para eventos culturais pela internet.

16 - Grande parte do acervo cultural da cidade foi digitalizado.

17 - Há muitos livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books.

18 - Muitas pessoas da cidade frequentam bibliotecas públicas.

Telecomunicação

3 - Muitas pessoas têm acesso a banda larga (internet) com velocidade adequada.

4 - A maior parte da cidade é coberta por conectividade de telecomunicações (internet, telefone, celular...).

5 - O município fornece internet para pessoas que não têm condições.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Feitas as primeiras inferências, a seguir serão apresentados, de maneira corrida, todos os demais testes de validação estatística para a os três grupos da amostra (cidades grandes, médias e pequenas). Para, em seguida, apresentar os achados importantes encontrados relacionados a todos os testes, suas semelhanças, diferenças, limitações e aspectos positivos.

4.3.2.2 Amostra cidades grandes

Tabela 8 – Validade convergente para amostra cidades grandes bruta

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana ¹	0,71	0,71	0,51
2 - Economia	0,51	0,67	0,41
3 - Educação	0,45	0,68	0,45
4 - Energia	0,71	0,60	0,30
5 - Esporte e cultura	0,68	0,05	0,19
6 - Finanças	0,44	0,24	0,40
7 - Governança	0,61	0,01	0,18
8 - Habitação	0,74	0,84	0,72
9 - Meio ambiente ¹	0,80	0,88	0,72
10 - População ¹	0,77	0,84	0,57
11 - Recreação ²	-	-	-
12 - Resíduos sólidos	0,75	0,77	0,37
13 - Saúde	0,61	0,61	0,41
14 - Segurança ²	-	-	-
15 - Telecomunicações	0,62	0,42	0,34
16 - Transporte	0,86	0,02	0,13
17 - Urbanização	0,53	0,50	0,32
18 - Águas ¹	0,79	0,86	0,68
19 - Águas residuais ¹	0,84	0,88	0,59

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões não avaliadas por conterem somente um atributo

Para a amostra de cidades grandes, cinco das dimensões foram validadas estatisticamente sem nenhum tipo de refinamento, são elas: **Agricultura urbana, Meio Ambiente, População, Água e Águas residuais**. Os parâmetros Alfa de Cronbach, Confiabilidade Composta e Variância Extraída podem ser consultados na Tabela 8, enquanto a Validade discriminante pelo critério de Fornell e Lacker (1981) está exposta na Tabela 9. Embora todas as dimensões tenham obtidos valores satisfatórios na validade discriminante, somente aquelas que também atingiram os parâmetros mínimos estabelecidos para dimensionalidade, confiabilidade e validade convergente foram consideradas validadas e destacadas na Tabela 8.

Tabela 9 – Validade discriminante para amostra cidades grandes bruta

Dimensões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,70																
2 - Economia	0,05	0,64															
3 - Educação	0,12	0,38	0,67														
4 - Energia	0,50	0,13	0,24	0,54													
5 - Esporte e cultura	0,05	0,18	-0,04	0,15	0,44												
6 - Finanças	0,16	0,15	0,07	0,25	-0,02	0,64											
7 - Governança	0,13	-0,06	-0,18	0,22	0,05	0,17	0,43										
8 - Habitação	0,50	0,13	0,18	0,51	0,02	0,17	0,19	0,85									
9 - Meio ambiente	0,62	0,15	0,15	0,58	0,02	0,19	0,16	0,74	0,85								
10 - População	0,40	0,15	0,27	0,48	0,06	0,27	0,23	0,40	0,44	0,75							
12 - Resíduos sólidos	0,54	0,17	0,35	0,54	0,01	0,14	0,17	0,66	0,69	0,45	0,61						
13 - Saúde	0,59	0,12	0,21	0,47	-0,05	0,19	0,04	0,69	0,79	0,39	0,67	0,64					
15 - Telecomunicações	-0,19	0,24	0,21	-0,16	-0,04	0,20	-0,04	0,03	-0,08	0,08	0,05	-0,02	0,58				
16 - Transporte	-0,01	0,24	0,34	0,14	0,15	-0,02	-0,04	0,07	0,02	0,21	0,20	0,12	-0,05	0,36			
17 - Urbanização	0,46	0,12	0,18	0,42	0,37	0,22	0,15	0,43	0,47	0,48	0,49	0,46	-0,12	0,20	0,57		
18 - Águas	0,59	0,24	0,16	0,38	-0,01	0,43	0,08	0,40	0,47	0,49	0,47	0,54	0,07	-0,01	0,42	0,82	
19 - Águas residuais	0,68	0,06	0,09	0,49	0,03	0,15	0,16	0,65	0,77	0,48	0,65	0,67	-0,17	0,07	0,47	0,53	0,77

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Após a exclusão dos atributos com baixas cargas fatoriais, ou seja, aqueles com menos força de relação o seu construto latente, mais oito dimensões foram validadas: **Governança, Esporte e cultura, Urbanização, Energia, Telecomunicações, Saúde, Educação, Economia e Resíduos Sólidos**. Já a dimensão **Transporte** foi segregada em duas por apresentar uma parte dos indicadores com cargas negativas quando avaliada por inteiro.

Tabela 10 – Validade convergente para amostra cidades grandes refinada

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana ¹	0,71	0,71	0,51
2 - Economia ²	0,66	0,70	0,57
3 - Educação ²	0,60	0,77	0,63
4 - Energia ²	0,61	0,79	0,56
5 - Esporte e cultura ²	0,66	0,81	0,59
7 - Governança ²	0,61	0,77	0,63
8 - Habitação ¹	0,74	0,84	0,72
9 - Meio ambiente ¹	0,80	0,88	0,72
10 - População ¹	0,77	0,84	0,57
12 - Resíduos sólidos ²	0,85	0,86	0,60
13 - Saúde ²	0,68	0,78	0,66
15 - Telecomunicações ²	0,67	0,83	0,71
16.1 - Transporte (1) ³	0,77	0,81	0,53
16.2 - Transporte (2) ³	0,85	0,87	0,58
17 - Urbanização ²	0,63	0,70	0,58
18 - Águas ¹	0,79	0,86	0,68
19 - Águas residuais ¹	0,84	0,88	0,59

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões validadas após refinamento (ao todo 16 atributos deixaram o modelo)

³ Dimensão ramificada após refinamento

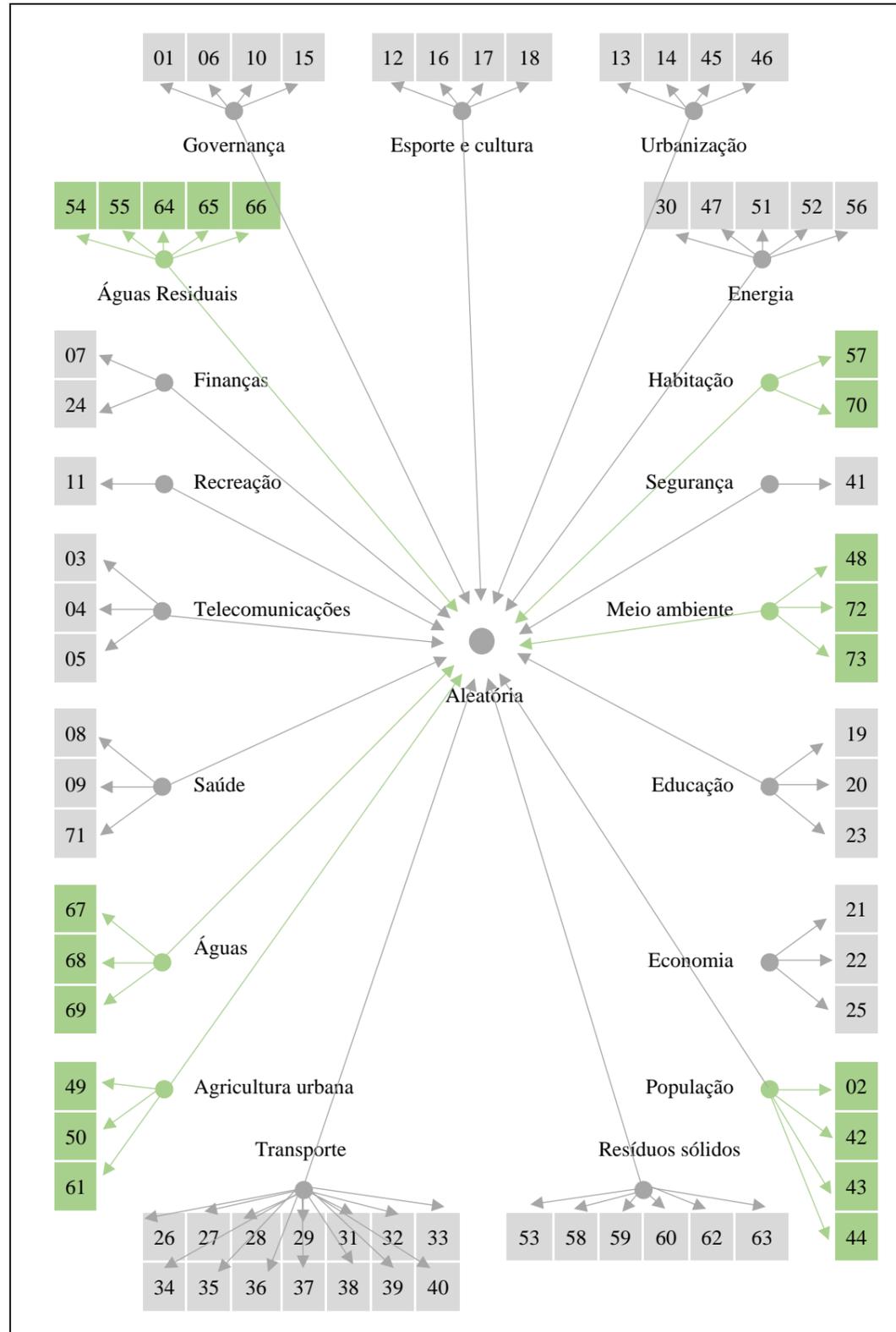
Tabela 11 – Validade discriminante para amostra cidades grandes refinada

	1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16.1	16.2	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,70																
2 - Economia	0,00	0,76															
3 - Educação	0,11	0,19	0,80														
4 - Energia	0,58	0,08	0,28	0,75													
5 - Esporte e cultura	0,38	0,18	0,34	0,47	0,77												
7 - Governança	0,34	0,29	0,30	0,34	0,59	0,80											
8 - Habitação	0,50	0,03	0,17	0,55	0,47	0,40	0,85										
9 - Meio ambiente	0,62	0,05	0,15	0,63	0,44	0,38	0,74	0,85									
10 - População	0,40	0,11	0,27	0,55	0,51	0,43	0,40	0,44	0,75								
12 - Resíduos sólidos	0,65	-0,12	-0,03	0,63	0,32	0,31	0,70	0,75	0,32	0,78							
13 - Saúde	0,18	0,20	0,24	0,25	0,52	0,66	0,23	0,22	0,24	0,21	0,81						
15 - Telecomunicações	0,12	0,22	0,19	0,19	0,34	0,52	0,27	0,28	0,28	0,20	0,50	0,84					
16.1 - Transporte	0,43	-0,12	0,17	0,49	0,32	0,25	0,59	0,62	0,39	0,56	0,24	0,11	0,72				
16.2 - Transporte	0,47	-0,17	-0,01	0,42	0,25	0,32	0,44	0,53	0,23	0,60	0,18	0,29	0,40	0,76			
17 - Urbanização	0,44	0,06	0,21	0,45	0,31	0,40	0,41	0,45	0,47	0,41	0,24	0,17	0,52	0,22	0,76		
18 - Águas	0,59	0,12	0,15	0,43	0,45	0,50	0,40	0,47	0,49	0,51	0,35	0,28	0,27	0,35	0,41	0,82	
19 - Águas residuais	0,68	0,00	0,09	0,52	0,39	0,31	0,65	0,77	0,48	0,70	0,15	0,15	0,50	0,44	0,45	0,53	0,77

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

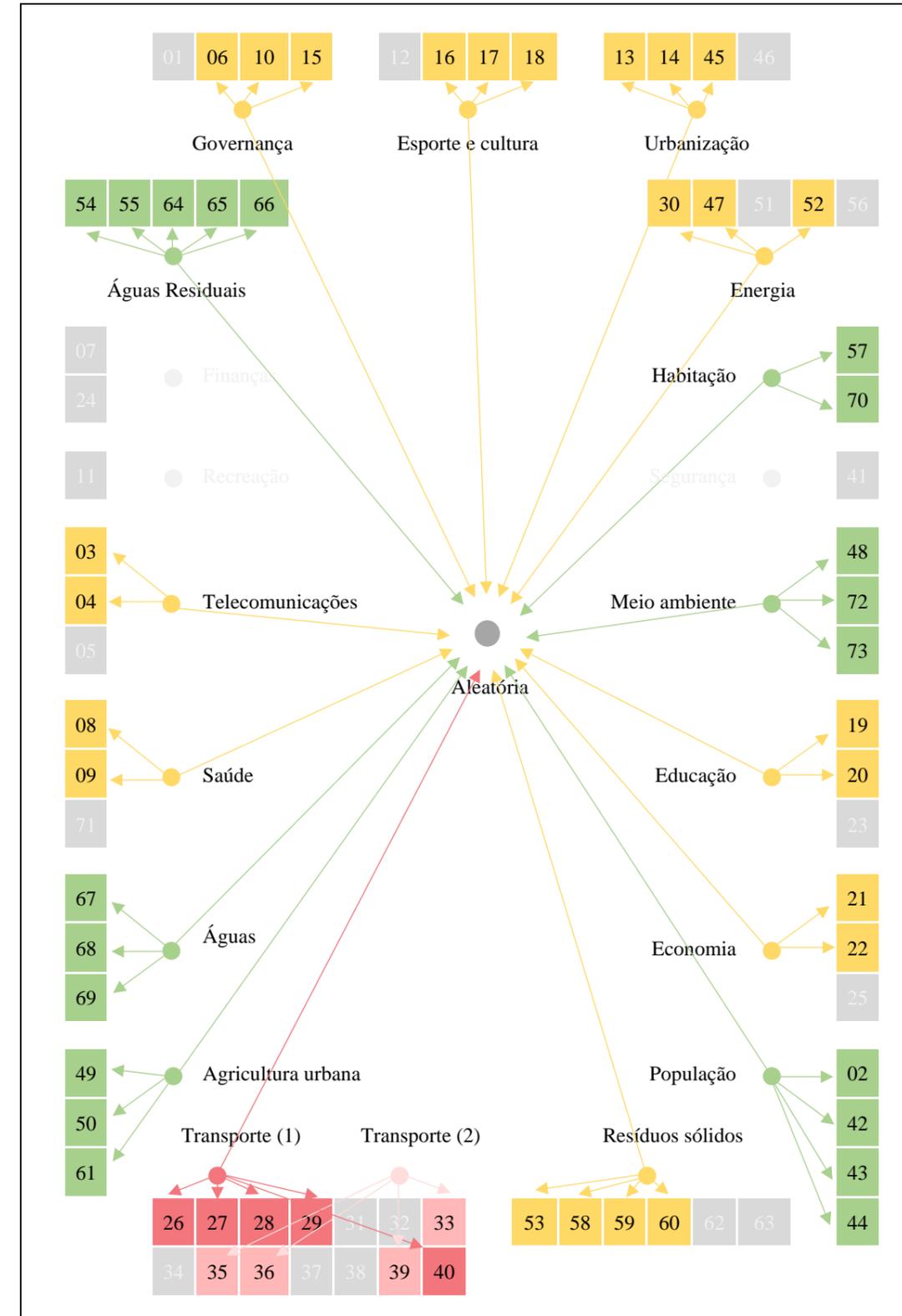
A Tabela 10 e a Tabela 11 apresentam os valores dos parâmetros de todas as dimensões da escala que foram validadas para a amostra de cidades grandes. Outra vez, **Recreação** e **Segurança** não foram avaliadas por conterem somente um atributo e a dimensão de **Finanças** não foi passível de validação estatística para a amostra submetida. Das dimensões validadas mediante refinamento, 16 atributos foram removidos. A seguir, são apresentadas as Figuras 12 e 13, para visualização do modelo com uso da amostra de cidades grandes. Os atributos são identificados pelo número do questionário e novamente, todas as variáveis latentes são ligadas a uma variável aleatória para fins de execução do modelo.

Figura 12 – Modelo bruto amostra cidades grandes



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados inicialmente
 Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Figura 13 – Modelo refinado amostra cidades grandes



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados
n Atributos e dimensões validados no refinamento
n n Dimensão ramificada após refinamento
 Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

4.3.2.3 Amostra cidades médias

Tabela 12 – Validade convergente para amostra cidades médias bruta

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana	0,67	0,30	0,29
2 - Economia	0,49	0,37	0,40
3 - Educação	0,43	0,44	0,34
4 - Energia	0,71	0,01	0,15
5 - Esporte e cultura ¹	0,78	0,84	0,58
6 - Finanças	0,05	0,57	0,50
7 - Governança	0,59	0,57	0,40
8 - Habitação ¹	0,79	0,90	0,81
9 - Meio ambiente ¹	0,76	0,81	0,60
10 - População	0,75	0,35	0,24
11 - Recreação ²	-	-	-
12 - Resíduos sólidos	0,82	0,72	0,32
13 - Saúde	0,52	0,65	0,54
14 - Segurança ²	-	-	-
15 - Telecomunicações	0,54	0,42	0,30
16 - Transporte ¹	0,92	0,92	0,57
17 - Urbanização ¹	0,70	0,78	0,50
18 - Águas ¹	0,89	0,92	0,79
19 - Águas residuais	0,88	0,00	0,17

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões não avaliadas por conterem somente um atributo

Para a amostra de cidades médias, seis das dimensões foram validadas estatisticamente sem nenhum tipo de refinamento, são elas: **Esporte e cultura, Habitação, Meio ambiente, Transporte, Urbanização e Águas**. Os parâmetros Alfa de Cronbach, Confiabilidade Composta e Variância Extraída podem ser consultados na Tabela 12, enquanto a Validade discriminante pelo critério de Fornell e Lacker (1981) está exposta na Tabela 13. Novamente todas as dimensões obtiveram valores satisfatórios na validade discriminante, mas somente aquelas que também atingiram os parâmetros mínimos de dimensionalidade, confiabilidade e validade convergente foram consideradas validadas e destacadas na Tabela 12.

Tabela 13 – Validade discriminante para amostra cidades médias bruta

Dimensões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,54																
2 - Economia	0,13	0,63															
3 - Educação	0,27	0,21	0,58														
4 - Energia	0,17	0,11	0,50	0,39													
5 - Esporte e cultura	0,30	0,34	0,37	0,09	0,76												
6 - Finanças	0,19	0,32	0,22	-0,13	0,47	0,71											
7 - Governança	0,06	0,27	0,23	0,14	0,49	0,15	0,63										
8 - Habitação	0,41	0,45	0,49	0,38	0,42	0,25	0,25	0,90									
9 - Meio ambiente	0,23	0,35	0,48	0,49	0,43	0,26	0,10	0,58	0,78								
10 - População	0,11	0,32	-0,07	-0,05	0,37	0,24	0,38	0,14	0,19	0,49							
12 - Resíduos sólidos	0,15	0,13	0,16	0,07	0,45	0,12	0,39	0,49	0,26	0,30	0,57						
13 - Saúde	-0,03	0,14	0,01	-0,10	0,39	0,31	0,50	0,08	0,07	0,37	0,34	0,73					
15 - Telecomunicações	0,33	0,10	0,34	0,17	0,32	0,25	0,23	0,26	0,16	0,15	0,13	0,09	0,55				
16 - Transporte	0,19	0,28	0,34	0,32	0,57	0,44	0,30	0,35	0,66	0,21	0,28	0,18	0,09	0,69			
17 - Urbanização	0,09	0,17	0,16	0,18	0,69	0,22	0,33	0,28	0,51	0,40	0,39	0,53	0,14	0,44	0,69		
18 - Águas	0,37	0,43	0,48	0,44	0,46	0,15	0,26	0,71	0,63	0,19	0,45	0,04	-0,02	0,48	0,34	0,89	
19 - Águas residuais	-0,13	-0,04	-0,04	0,04	-0,08	-0,25	-0,14	0,09	0,01	-0,03	0,18	-0,15	-0,29	-0,11	0,04	0,32	0,41

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Após a exclusão dos atributos com baixas cargas fatoriais, ou seja, aqueles com menos força de relação o seu construto latente, mais oito dimensões foram validadas: **Governança, Águas residuais, Energia, Saúde, Economia, Agricultura, População e Resíduos Sólidos**. Nos testes anteriores a dimensão **Transporte** havia sido segregada em duas, o que não aconteceu para a amostra de cidades médias, com a qual a dimensão foi validada sem a necessidade de refinamentos.

Tabela 14 – Validade convergente para amostra cidades médias refinada

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
1 - Agricultura urbana ²	0,66	0,83	0,72
2 - Economia ²	0,74	0,80	0,68
4 - Energia ²	0,67	0,86	0,75
5 - Esporte e cultura ¹	0,78	0,84	0,58
7 - Governança ²	0,71	0,81	0,60
8 - Habitação ¹	0,79	0,90	0,81
9 - Meio ambiente ¹	0,76	0,81	0,60
10 - População ²	0,68	0,71	0,47
12 - Resíduos sólidos ²	0,67	0,74	0,51
13 - Saúde ²	0,81	0,91	0,84
16 - Transporte ¹	0,92	0,92	0,57
17 - Urbanização ¹	0,70	0,78	0,50
18 - Águas ¹	0,89	0,92	0,79
19 - Águas residuais ²	0,86	0,92	0,78

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões validadas após refinamento (ao todo 13 atributos deixaram o modelo)

Tabela 15 – Validade discriminante para amostra cidades médias refinada

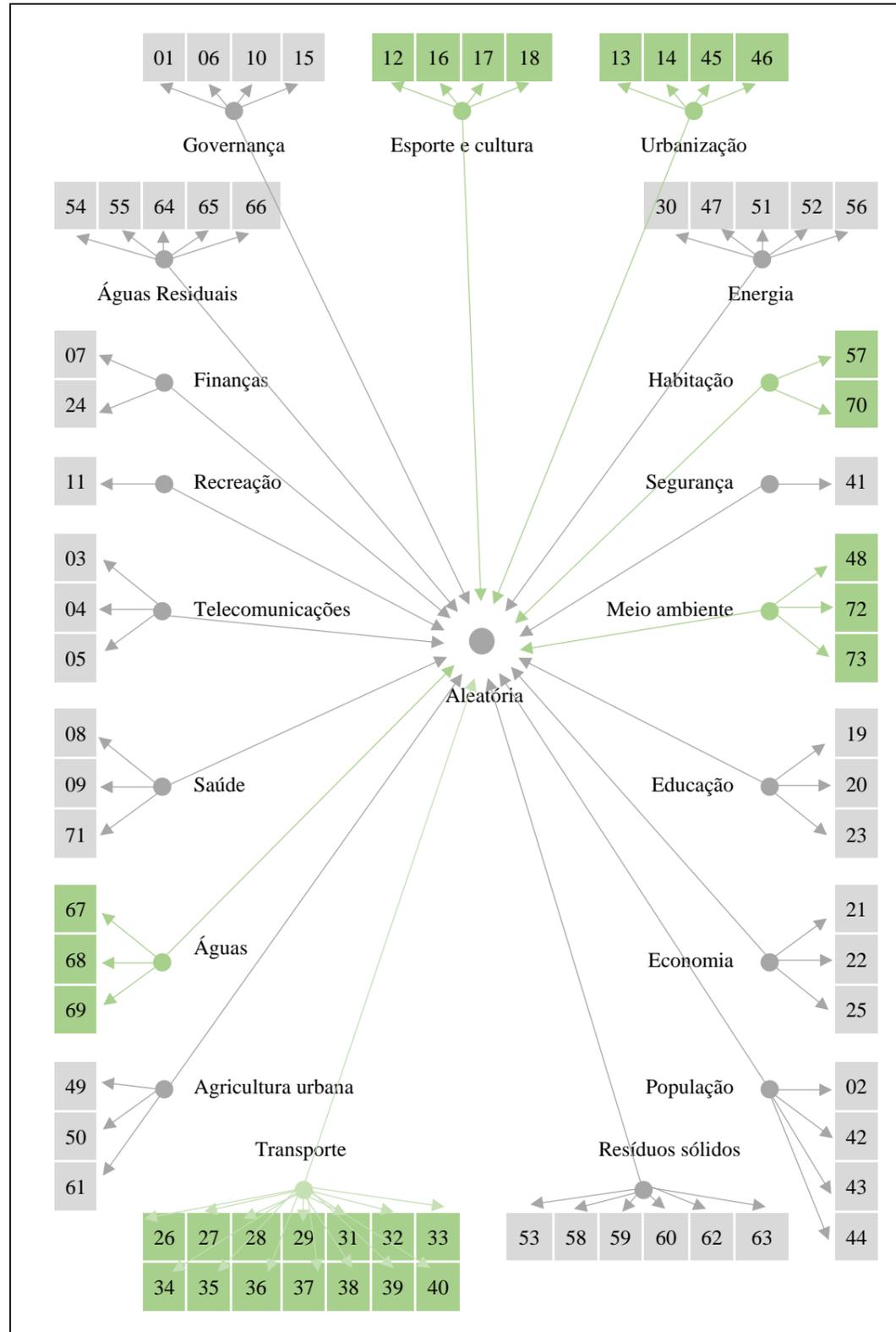
Dimensões	1	2	4	5	7	8	9	10	12	13	16	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,85													
2 - Economia	0,19	0,82												
4 - Energia	0,37	0,14	0,87											
5 - Esporte e cultura	0,48	0,39	0,61	0,76										
7 - Governança	0,46	0,30	0,50	0,62	0,77									
8 - Habitação	0,30	0,36	0,23	0,42	0,32	0,90								
9 - Meio ambiente	0,56	0,36	0,11	0,43	0,21	0,58	0,78							
10 - População	0,56	0,41	0,58	0,57	0,59	0,35	0,44	0,69						
12 - Resíduos sólidos	0,46	0,04	0,64	0,46	0,42	0,50	0,22	0,46	0,72					
13 - Saúde	0,60	0,26	0,35	0,47	0,62	0,21	0,21	0,52	0,41	0,92				
16 - Transporte	0,48	0,32	0,25	0,57	0,36	0,35	0,66	0,39	0,23	0,30	0,69			
17 - Urbanização	0,65	0,29	0,36	0,69	0,53	0,28	0,51	0,59	0,34	0,59	0,44	0,69		
18 - Águas	0,38	0,40	0,23	0,46	0,32	0,71	0,63	0,36	0,41	0,17	0,48	0,34	0,89	
19 - Águas residuais	0,60	0,27	0,24	0,46	0,19	0,55	0,66	0,39	0,34	0,25	0,61	0,53	0,72	0,88

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

A Tabela 14 e a Tabela 15 apresentam os valores dos parâmetros de todas as dimensões da escala que foram validadas para a amostra de cidades médias. Mais uma vez, as dimensões **Recreação** e **Segurança** não foram avaliadas por conterem somente um atributo e as dimensões **Finanças**, **Educação** e **Telecomunicações** não foram passíveis de validação estatística para a amostra submetida. Das dimensões validadas mediante refinamento, 13 atributos foram removidos.

Na próxima página, são apresentadas as Figuras 14 e 15, nas quais é possível identificar pelas cores o comportamento do modelo com uso da amostra geral quando submetido à validação. Seguindo a mesma apresentação, cada atributo é identificado pelo número atrelado ao questionário e ligado à variável latente respectiva. Todas as variáveis latentes são ligadas a uma variável aleatória apenas para fins de execução do modelo.

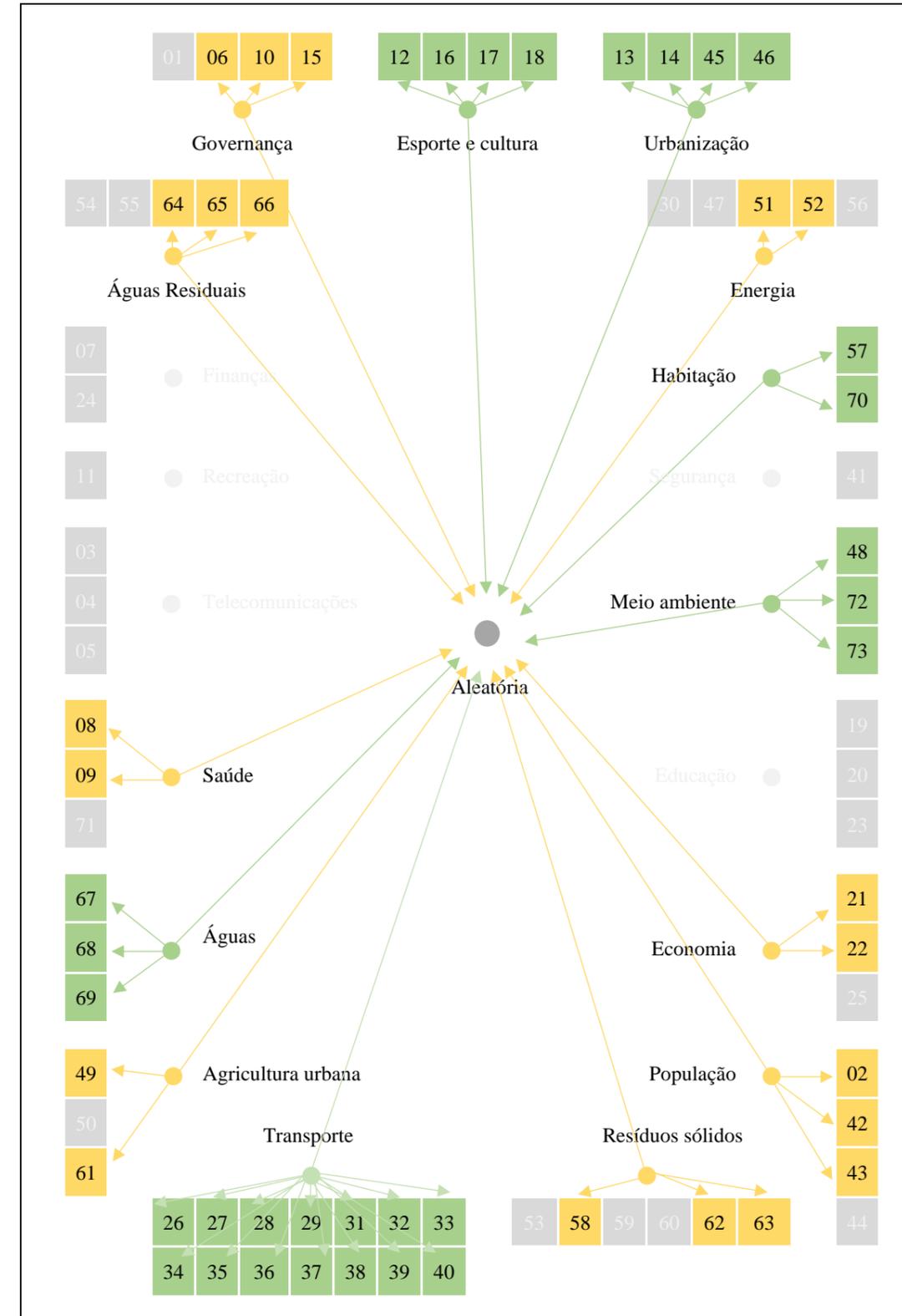
Figura 14 – Modelo bruto amostra cidades grandes



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados inicialmente

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Figura 15 – Modelo refinado amostra cidades grandes



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados
n Atributos e dimensões validados no refinamento

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

4.3.2.4 Amostra cidades pequenas

Tabela 16 – Validade convergente para amostra cidades pequenas bruta

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
Agricultura urbana	0,41	0,56	0,37
Economia ¹	0,72	0,79	0,58
Educação	0,52	0,62	0,40
Energia	0,56	0,13	0,15
Esporte e cultura ¹	0,67	0,80	0,50
Finanças	-0,30	0,56	0,46
Governança	0,72	0,52	0,30
Habitação ¹	0,60	0,75	0,62
Meio ambiente ¹	0,77	0,77	0,55
População ¹	0,76	0,80	0,54
Recreação ²	-	-	-
Resíduos sólidos	0,71	0,75	0,37
Saúde	0,64	0,66	0,43
Segurança ²	-	-	-
Telecomunicações	0,70	0,00	0,18
Transporte	0,87	0,76	0,21
Urbanização	0,55	0,64	0,40
Águas ¹	0,81	0,87	0,69
Águas residuais ¹	0,81	0,83	0,52

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões não avaliadas por conterem somente um atributo

Para a amostra geral, sete das dimensões foram validadas estatisticamente sem nenhum tipo de refinamento, são elas: **Economia, Esporte e cultura, Habitação, Meio ambiente, População, Águas e Águas residuais**. Os parâmetros Alfa de Cronbach, Confiabilidade Composta e Variância Extraída podem ser consultados na Tabela 16, enquanto a Validade discriminante pelo critério de Fornell e Lacker (1981) está exposta na Tabela 17. Outra vez, todas as dimensões obtiveram valores satisfatórios na validade discriminante, mas somente as que também atingiram os parâmetros mínimos de dimensionalidade, confiabilidade e validade convergente foram consideradas validadas e destacadas na Tabela 16.

Tabela 17 – Validade discriminante para amostra cidades pequenas bruta

Dimensões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19
1 - Agricultura urbana	0,61																
2 - Economia	0,44	0,76															
3 - Educação	0,46	0,50	0,64														
4 - Energia	0,07	0,00	0,05	0,38													
5 - Esporte e cultura	0,42	0,43	0,33	0,19	0,71												
6 - Finanças	0,39	0,40	0,58	0,18	0,38	0,68											
7 - Governança	0,16	0,17	0,22	0,23	0,30	0,33	0,55										
8 - Habitação	0,22	0,10	0,11	-0,14	0,09	0,22	0,20	0,79									
9 - Meio ambiente	0,53	0,42	0,41	0,15	0,48	0,50	0,16	0,43	0,74								
10 - População	0,36	0,28	0,24	0,11	0,52	0,24	0,28	0,36	0,56	0,73							
12 - Resíduos sólidos	0,33	0,31	0,35	0,12	0,37	0,44	0,28	0,24	0,38	0,20	0,61						
13 - Saúde	0,44	0,36	0,36	-0,11	0,42	0,42	0,09	0,47	0,53	0,36	0,36	0,66					
15 - Telecomunicações	0,10	-0,05	0,06	0,06	0,07	0,16	0,13	0,22	0,17	0,11	0,08	0,18	0,43				
16 - Transporte	0,17	0,15	0,24	-0,14	0,32	0,23	0,13	0,30	0,26	0,22	0,21	0,31	0,25	0,46			
17 - Urbanização	0,42	0,33	0,32	0,13	0,67	0,27	0,44	0,25	0,43	0,53	0,27	0,42	0,10	0,38	0,63		
18 - Água	0,37	0,20	0,34	0,00	0,40	0,32	0,10	0,34	0,37	0,33	0,45	0,58	0,08	0,32	0,38	0,83	
19 - Águas residuais	0,41	0,36	0,32	-0,08	0,38	0,33	0,01	0,35	0,38	0,24	0,44	0,67	0,15	0,37	0,27	0,59	0,72

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Após a exclusão dos atributos com baixas cargas fatoriais, ou seja, aqueles com menos força de relação o seu construto latente, mais sete dimensões foram validadas: **Governança, Urbanização, Telecomunicações, Saúde, Educação, Transporte e Resíduos Sólidos**. Um destaque para a amostra de cidades pequenas foi que oito atributos da dimensão Transporte deixaram o modelo, ao contrário dos testes realizados com as outras amostras (geral, cidades grandes e cidades médias), nos quais ou a dimensão foi segmentada, ou validada em sua forma original com todos os atributos.

Tabela 18 – Validade convergente para amostra cidades pequenas refinada

Dimensões	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Extraída
2 - Economia ¹	0,72	0,79	0,58
3 - Educação ²	0,62	0,78	0,65
5 - Esporte e cultura ¹	0,67	0,80	0,50
7 - Governança ²	0,67	0,76	0,53
8 - Habitação ¹	0,60	0,75	0,62
9 - Meio ambiente ¹	0,77	0,77	0,55
10 - População ¹	0,76	0,80	0,54
12 - Resíduos sólidos ²	0,63	0,79	0,50
13 - Saúde ²	0,73	0,70	0,53
15 - Telecomunicações ²	0,60	0,80	0,67
16 - Transporte ²	0,78	0,83	0,50
17 - Urbanização ²	0,70	0,76	0,53
18 - Águas ¹	0,81	0,87	0,69
19 - Águas residuais ¹	0,81	0,83	0,52

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

¹ Dimensões validadas conforme escala original (Pesos dos atributos >0,5 | Alfa de Cronbach >0,6 | CC > 0,7 | VE >0,5)

² Dimensões validadas após refinamento (ao todo 15 atributos deixaram o modelo)

Tabela 19 – Validade discriminante para amostra cidades pequenas refinada

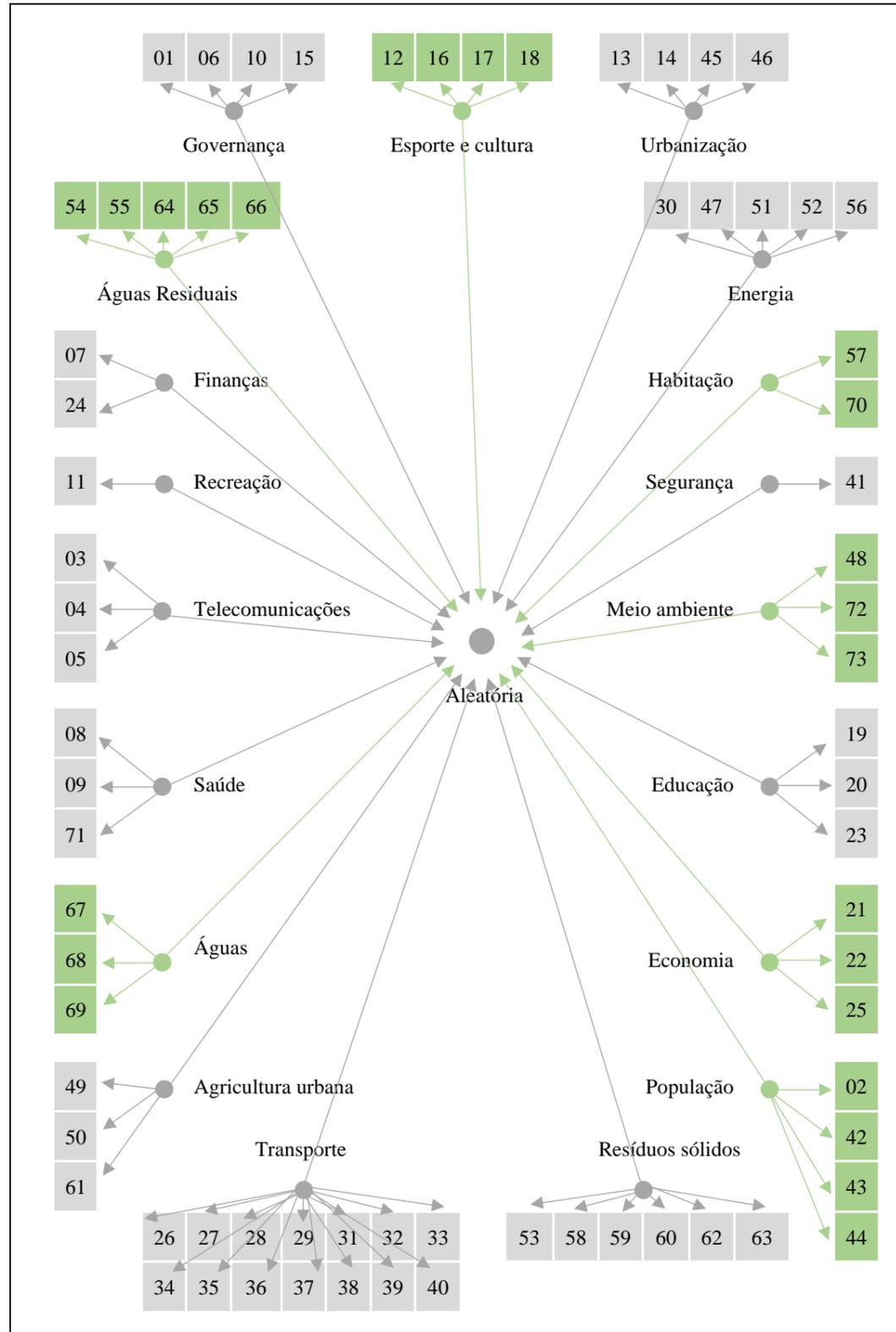
Dimensões	2	3	5	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19
2 - Economia	0,76													
3 - Educação	0,48	0,81												
5 - Esporte e cultura	0,43	0,55	0,71											
7 - Governança	0,20	0,43	0,48	0,73										
8 - Habitação	0,10	0,12	0,09	0,19	0,79									
9 - Meio ambiente	0,42	0,35	0,48	0,23	0,43	0,74								
10 - População	0,28	0,56	0,52	0,34	0,36	0,56	0,73							
12 - Resíduos sólidos	0,32	0,24	0,39	0,39	0,27	0,40	0,21	0,71						
13 - Saúde	0,28	0,26	0,44	0,27	0,20	0,38	0,31	0,23	0,73					
15 - Telecomunicações	0,32	0,47	0,50	0,38	0,27	0,32	0,45	0,24	0,43	0,82				
16 - Transporte	0,19	0,23	0,36	0,15	0,32	0,36	0,25	0,26	0,24	0,27	0,68			
17 - Urbanização	0,35	0,51	0,68	0,59	0,25	0,45	0,54	0,30	0,50	0,52	0,38	0,73		
18 - Águas	0,20	0,25	0,40	0,19	0,34	0,37	0,33	0,49	0,08	0,14	0,38	0,38	0,83	
19 - Águas residuais	0,36	0,20	0,38	0,06	0,35	0,38	0,24	0,49	0,19	0,26	0,47	0,29	0,59	0,72

Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

A Tabela 18 e a Tabela 19 apresentam os valores dos parâmetros de todas as dimensões da escala que foram validadas para a amostra de cidades pequenas. As dimensões **Recreação** e **Segurança**, como já estabelecido, não foram avaliadas por conterem somente um atributo e as dimensões **Finanças**, **Energia** e **Agricultura urbana** não foram passíveis de validação estatística para a amostra submetida. Das dimensões validadas mediante refinamento, 15 atributos foram removidos.

Na próxima página, são apresentadas as Figuras 16 e 17, nas quais é possível identificar pelas cores o comportamento do modelo com uso da amostra geral quando submetido à validação. Seguindo os moldes já definidos, cada atributo é identificado pelo número atrelado ao questionário e ligado à variável latente respectiva. Todas as variáveis latentes são ligadas a uma variável aleatória apenas para fins de execução do modelo.

Figura 16 – Modelo bruto amostra cidades pequenas



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados inicialmente
Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

Figura 17 – Modelo refinado amostra cidades pequenas



n Atributos e dimensões validados no modelo bruto
n Atributos e dimensões não validados inicialmente
n Atributos e dimensões validados no refinamento
Fonte: Dados provenientes da pesquisa (2023).

4.3.3 Avaliação dos resultados das diferentes amostras

Assim como foram feitas inferências iniciais com base na amostra geral, nesta seção serão examinados os resultados específicos de cada amostra submetida à validação do modelo a fim de compreender as variações existentes. A análise integral permitirá uma compreensão mais aprofundada do comportamento da escala em diferentes contextos.

4.3.3.1 Dimensões com limitação de variáveis observáveis

Da mesma forma ocorrida na análise da amostra geral, as dimensões de **Recreação** e **Segurança** não foram passíveis de validação em nenhum dos demais testes por terem somente um atributo. Este problema persistiu, pois, embora as amostras tenham sido diferentes, esta é uma característica inerente ao questionário.

A dimensão de **Finanças** também repetiu o comportamento da amostra geral para as demais amostras, pois, ao não ser validada no modelo bruto, não foi passível de refinamento, uma vez que removido um dos atributos, a dimensão restante permaneceu com somente uma variável observável. Conforme explicado anteriormente, no caso de Finanças, é possível que os resultados negativos estejam relacionados à falta de convergência entre os atributos apresentados. Diferente da dimensão **Habitação**, que mesmo com duas variáveis observáveis, provou seu poder de validação. As dimensões abordadas nesta seção são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Dimensões com limitações de variáveis observáveis

Recreação
11 - É fácil reservar serviços públicos de recreação pela internet (quadras e ginásios de esporte).
Segurança
41 - Muitas ruas da cidade são cobertas por câmeras de vigilância.
Finanças
24 - Muitas pessoas têm como fonte de renda atividades da economia compartilhada (Uber, 99, Garupa, ifood, Airbnb).
07 - As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
Habitação
57 - Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.
70 - Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Embora a dimensão de **Habitação**, com somente dois atributos, tenha apresentado bons resultados de validação em todas as amostras, uma vez que o objetivo do estudo é propor uma escala para medir a percepção do cidadão quanto a cidades inteligentes, não só a barreira da validação estatística deve ser avaliada, a convergência teórica dos construtos é tão ou mais importante, para a robustez do instrumento.

Sendo assim, voltando um passo na metodologia, lembra-se que ainda no desenvolvimento do instrumento de coleta, uma das etapas foi a validade de face (KINNEAR e TAYLOR, 1996), ou validade nominal (MALHOTRA *et al.*, 2017). Esta etapa consistiu na avaliação subjetiva da representatividade do conteúdo dos atributos utilizados na pesquisa (MALHOTRA *et al.*, 2017).

Tal procedimento, de maneira geral, deve considerar a definição teórica dos construtos, a fim de avaliar quanto as variáveis observáveis representam cada construto a ser estudado (HAIR Jr. *et al.*, 2009; SARIS e GALLHOFER, 2014). Porém, para este caso, visto o objetivo do estudo, os especialistas pelos quais o instrumento foi analisado, foram orientados a levar em conta as definições da ISO 37122 e os indicadores pré-definidos, os quais foram transformados em afirmações para o questionário.

Assim, considerando os aspectos levantados em cada uma destas dimensões: **Recreação, Segurança, Finanças e Habitação**, é possível afirmar que, independentemente dos resultados estatísticos, de forma nominal, seus atributos representam bem cada indicador da ISO 37122, mas de forma a representar um construto teórico, a quantidade de variáveis observáveis se torna um limitador.

Isso se explica pelos aspectos apontados no referencial teórico deste estudo, visto que a avaliação das dimensões de cidades inteligentes é uma tarefa complexa que envolve múltiplos aspectos e variáveis. Assim, embora a ISO 37122 utilize apenas um ou dois indicadores em algumas de suas dimensões, se o objetivo for analisar não só a especificidade do indicador, mas também o construto como um todo, seria importante considerar mais de um atributo para uma avaliação abrangente e precisa.

Aumentar a quantidade de atributos, em uma futura aplicação, para as dimensões citadas nesta seção, ajudaria a garantir a compreensão holística, abraçando a complexidade das dimensões, considerando a variedade de perspectivas dos *stakeholders* (JÖRESKOG *et al.*, 2016) e, principalmente, proporcionando uma base mais sólida para o planejamento e implementação de políticas e projetos de desenvolvimento urbano (ALLEN *et al.*, 2020).

4.3.3.2 Dimensões com os melhores resultados de validação

Considerando todos os requisitos metodológicos, a dimensão **Águas** foi a que apresentou os melhores resultados, visto que, além de apresentar o número mínimo de três variáveis observáveis, foi validada semanticamente e, posteriormente, estatisticamente em todas as amostras com o modelo bruto, ou seja, exatamente conforme a escala proposta.

Não só a dimensão **Águas** apresentou resultados satisfatórios, ao fim dos testes com as três amostras, outras sete dimensões mostraram unidimensionais, representando um único construto subjacente e atendendo aos pressupostos dos testes estatísticos (HAIR Jr. *et al.*, 2021), são elas: **Esporte e cultura**, **Águas residuais**, **Meio ambiente**, **População**, **Governança**, **Saúde** e **Urbanização**. Isso pode ser afirmado pois estas dimensões só necessitaram de alguns refinamentos de forma pontual, conforme descrito a seguir.

A dimensão de **Esporte e cultura** só necessitou de ajuste quando aplicada para cidades grandes, processo no qual foi removido o atributo 12 do modelo, enquanto a dimensão de **Águas residuais** só necessitou de ajuste quando aplicada para cidades médias, processo no qual foram removidos os atributos 54 e 55. Já **Meio ambiente** precisou de ajuste somente na amostra geral, onde perdeu o atributo 48, e **População** passou por refinamento na amostra geral e para cidades médias, nas quais perdeu o atributo 44. Como os ajustes foram pontuais, pode ser considerada uma ocorrência aleatória (MAXWELL, 2012). Sendo assim, as oito dimensões citadas obtiverem sucesso na proposição desta escala. Estas são apresentadas no Quadro 10, logo abaixo.

Quadro 10 – Dimensões com os melhores resultados de validação

Águas
67 - A qualidade da água potável é monitorada em tempo real por estações remotas.
68 - A qualidade da água ambiental (rios, lagos, lençol freático) é monitorada em tempo real por estações remotas.
69 - A rede de distribuição de água da cidade é monitorada adequadamente por sistemas inteligentes.
70 - Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.
Esporte e cultura
12 - É fácil reservar espaços públicos para eventos culturais pela internet.
16 - Grande parte do acervo cultural da cidade foi digitalizado.
17 - Há muitos livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books.
18 - Muitas pessoas da cidade frequentam bibliotecas públicas.
Águas residuais

65 - As águas residuais tratadas (esgotos tratados) são bastante reutilizadas.

66 - Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante reutilizados.

54 - As águas residuais são bastante utilizadas para gerar energia.

55 - Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante utilizados para gerar energia.

64 - A maior parte da rede de coleta de esgotos é monitorada em tempo real por sensores.

Meio ambiente

48 - Muitas edificações foram construídas ou reformadas com os princípios ecológicos.

72 - É fácil consultar a qualidade do ar da cidade em tempo real.

73 - A maior parte das edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) monitoram a qualidade do ar interno.

População

42 - Os edifícios públicos têm acesso adequado para pessoas em cadeiras de rodas e mobilidade reduzida.

43 - O município investe em ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com mobilidade reduzida.

44 - As faixas de segurança de pedestres são equipadas com sinalização de acessibilidade (semáforos sonoros e piso tátil).

02 - O município investe em programas de inclusão digital (acesso à internet, computadores).

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Uma ocorrência, diferente da citada acima, foi identificada nas dimensões **Governança**, **Saúde** e **Urbanização**, dimensões nas quais um dos atributos não aderiu ao modelo em todos, ou na maioria dos testes. Isso significa que este atributo não está medindo o mesmo construto ou não está relacionado de forma significativa com a percepção que está sendo avaliada (HAIR Jr. *et al.*, 2021). Assim, para que estas dimensões fossem consideradas validadas, precisaram perder um de seus atributos. Os refinamentos realizados estão descritos a seguir.

Governança foi passível de validação para todas as amostras testadas mediante refinamento, em todos os casos o atributo 01 foi removido. **Saúde** também foi passível de validação para todas as amostras testadas mediante refinamento, em todos os casos o atributo 71 foi removido. Já **Urbanização**, exceto pelas cidades médias, amostra que validou no modelo bruto, em todas as outras amostras, perdeu o atributo 46.

Quadro 11 – Dimensões validadas com refinamento

Governança

6 - É fácil consultar dados do município através do portal on-line/internet da prefeitura.

10 - É fácil solicitar serviços urbanos pela internet (coleta de lixo, água, energia, consertos e manutenções).

15 - As respostas às solicitações de serviços municipais não emergenciais são rápidas.

1 - A infraestrutura de TI (tecnologia da informação) do município funciona bem.

Saúde

8 - É fácil acessar minhas informações médicas por aplicativos de serviços de saúde.

9 - É fácil realizar consultas médicas por vídeo conferência.

71 - Existem sistemas eficientes de alerta público sobre qualidade do ar e da água.

Urbanização

45 - Os cidadãos da cidade participam do seu planejamento.

13 - É fácil solicitar para a prefeitura licenças de construção pela internet.

14 - As licenças de construção são aprovadas rapidamente.

46 - A maior parte das pessoas vivem em áreas bastante populosas da cidade.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Em todos os quadros ou figuras apresentadas até esta etapa do estudo, os atributos que não ficaram retidos no modelo não foram suprimidos da apresentação, apenas destacados em cores diferentes em alguns casos. Isso se dá, pois, a exclusão de atributos de um modelo proposto, mesmo que não tenham sido validados estatisticamente em uma primeira tentativa, é uma abordagem que requer cautela. Essa decisão deve ser baseada em uma análise abrangente dos aspectos envolvidos, considerando a natureza do fenômeno estudado e a disponibilidade de dados relevantes (MARCHETTI *et al.*, 2019; DEVELLIS e THORPE, 2021).

Uma razão importante para não excluir imediatamente esses atributos é o fato de que uma amostra limitada pode ter sido utilizada na primeira tentativa de validação. Para este estudo especificamente, a escala de percepção da ISO 37122 aplicada a uma amostra de cidades brasileiras pode enfrentar problemas de falta de compreensão de alguns atributos que não fazem parte da realidade destas cidades, mas que em estudos futuros em outros ambientes, como em países desenvolvidos, por exemplo, pode resultar numa validação completa da dimensão sem a necessidade de refinamentos (SINGH e MASUKU, 2014; MARCHETTI *et al.*, 2019).

Além disso, é importante lembrar que o contexto no qual o modelo é aplicado pode estar em constante evolução. O que pode parecer um atributo não validado estatisticamente em uma primeira tentativa pode se tornar relevante e estatisticamente significativo em iterações posteriores, à medida que novos dados são coletados e o contexto muda. Portanto, é essencial manter uma abordagem flexível, aberta a revisar e atualizar o modelo com base em novas informações e evidências, em vez de excluir precipitadamente os atributos que não foram validados estatisticamente em uma primeira tentativa (DEVELLIS e THORPE, 2021).

Por fim, é importante ressaltar que a exclusão imediata de atributos não validados estatisticamente pode limitar o feedback dos usuários e partes interessadas, prejudicando a

oportunidade de aprimorar e refinar o modelo. Ao envolver os usuários e considerar suas perspectivas e experiências, é possível incorporar gradualmente as validações estatísticas e melhorar a eficácia do modelo ao longo do tempo. A iteração contínua e a coleta de mais dados são cruciais para obter uma compreensão mais completa e refinada dos atributos do modelo proposto (TUKEY, 1977; DEVELLIS e THORPE, 2021).

4.3.3.3 Resultados diferentes para amostras diferentes

Para as 7 dimensões restantes: **Economia, Educação, Resíduos Sólidos, Energia, Telecomunicação, Agricultura urbana e Transporte** os resultados variaram de acordo com a amostra aplicada. Estas dimensões têm seus atributos apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Dimensões com resultados diferentes para amostras diferentes

Economia
7 - As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.
25 - A maioria dos negócios que abrem sobrevivem por bastante tempo (pelo menos 2 anos).
21 - O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação emprega muitas pessoas.
22 - Os setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento empregam muitas pessoas.
Educação
23 - Muitas pessoas precisam falar outros idiomas para trabalhar.
19 - A maioria das escolas públicas disponibilizam computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos digitais de aprendizagem para os alunos.
20 - Existem muitas ofertas de cursos superiores de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).
Resíduos sólidos
58 - Diversos containers de coleta de lixo são equipados com sensores que detectam quando estão cheios.
60 - O município monitora a quantidade de resíduos gerados na maioria das residências.
53 - O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
62 - A maior parte dos resíduos plásticos da cidade são reciclados.
59 - Diversas lixeiras públicas têm sensores que detectam quando estão cheias.
63 - A maior parte dos resíduos elétricos e eletrônicos da cidade são reciclados.
Transporte
26 - Há muitos veículos autônomos (sem motorista) na cidade.
27 - Há várias vias preparadas para veículos autônomos.
28 - Há muitos veículos elétricos na cidade.
29 - Há muitos ônibus elétricos na cidade.

- 31 - O município oferece diversas informações em tempo real sobre o trânsito.
- 32 - É fácil consultar mapas interativos das ruas em tempo real.
- 33 - É fácil ver por aplicativo, em tempo real, as vagas de estacionamento público disponíveis.
- 34 - É fácil pagar por aplicativo o estacionamento público.
- 35 - É fácil acessar internet gratuita no transporte público.
- 36 - As linhas de transporte público oferecem informações relevantes em tempo real (rotas, horários, tempo de espera).
- 37 - As linhas de transporte público dispõem de sistema eficiente de pagamento unificado.
- 38 - Muitas pessoas na cidade usam transporte de economia compartilhada (Uber, 99 e similares).
- 39 - O município oferece serviço eficiente de compartilhamento de bicicletas.
- 40 - Muitos semáforos da cidade são inteligentes (abrem e fecham de acordo com o movimento).

Telecomunicação

- 3 - Muitas pessoas têm acesso a banda larga (internet) com velocidade adequada.
- 4 - A maior parte da cidade é coberta por conectividade de telecomunicações (internet, telefone, celular...).
- 5 - O município fornece internet para pessoas que não têm condições.

Energia

- 53 - O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.
- 56 - Muitas pessoas e empresas utilizam energia alternativa (placas solares, placa fotovoltaica, energia eólica, geotérmica).
- 51 - Na minha cidade todos têm acesso à energia elétrica legalizada.
- 52 - A rede de iluminação pública do meu bairro é constantemente reformada ou renovada.
- 47 - As edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) estão sendo reformadas e renovadas constantemente.
- 57 - Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.
- 30 - Existem várias estações de carregamento de veículos elétricos na minha cidade.

Agricultura urbana

- 49 - O município investe bastante em agricultura urbana.
- 61 - Os resíduos alimentares são bastante utilizados em compostagem (transformação em adubo).
- 50 - O município mapeia a maioria dos fornecedores de alimento de maneira on-line.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

A dimensão de **Resíduos Sólidos** pôde ser validada para todas as amostras testadas, porém apresentou comportamentos diferentes em cada uma. Na amostra geral, os atributos 53 e 62 não aderiram ao modelo. Já na amostra de cidades grandes, a dimensão perdeu os atributos 62 e 63. Enquanto as cidades médias perderam os atributos 53, 59 e 60 e cidades pequenas perderam os atributos 58 e 60.

A dimensão **Economia** validou com o modelo bruto para as cidades pequenas, porém precisou de refinamento nas grandes e médias (ambas perderam o atributo 25). Já para a amostra geral, o modelo não foi passível de validação. A dimensão **Educação** também não validou para

a amostra geral, o que também aconteceu na amostra de cidades médias. Para as amostras de cidades grandes e pequenas, a dimensão foi validada com refinamento (em ambas as amostras o modelo perdeu o atributo 23).

No que se refere à dimensão **Telecomunicação**, o conjunto de atributos validou conforme o modelo bruto para a amostra geral, precisou de refinamento quando aplicado à amostra de cidades grandes (perdeu o atributo 05) e quando aplicado à amostra de cidades pequenas (perdeu o atributo 03). Enquanto para a amostra de cidades médias, a dimensão não foi passível de validação.

Nestas quatro dimensões citadas não foi possível observar uma lógica de variação dos resultados, o que pode ser um indicativo de fragilidades na escala. Uma escala de percepção com diferentes atributos validados estatisticamente para amostras diferentes, sem uma possível razão, pode apresentar limitações na comparabilidade, perda de consistência e aumento de custos e tempo para análise dos resultados (BRANNICK *et al.*, 2007; DEVELLIS e THORPE, 2021).

Já se estas ocorrências tiverem algum sentido, podem ser interpretadas como características positivas do instrumento. Ao ter diferentes atributos validados estatisticamente para amostras diferentes, a escala de percepção se torna mais representativa da diversidade da população. Isso significa que as pessoas que estão respondendo à escala têm uma maior probabilidade de encontrar itens que reflitam suas próprias experiências e perspectivas, aumentando a validade da escala, pois permite capturar uma gama mais ampla de percepções (BRANNICK *et al.*, 2007). Pateman *et al.* (2021) explicam que esta é uma das vantagens dos dados gerados por meio da ciência cidadã. As dimensões de **Agricultura Urbana**, **Energia** e **Transporte** apresentaram exemplos deste tipo de resultado.

Com relação à dimensão de **Transporte**, para a amostra de cidades grandes, assim como para a geral, os indicadores se ramificaram em duas subdivisões. A primeira subdivisão engloba temas relacionados à aplicação de tecnologias em veículos, como veículos autônomos e elétricos. Por outro lado, a segunda subdivisão está mais associada à aplicação da Internet das Coisas (IoT) no transporte público e na mobilidade urbana.

Conforme já explicado anteriormente, neste caso, uma análise de validade convergente pode revelar que a dimensão original está, realmente, dividida em duas ou mais dimensões distintas (HAIR Jr. *et al.*, 2009). Uma explicação para isso ter ocorrido nas cidades grandes, pode ser a de que a infraestrutura existente nestas cidades faz com que os cidadãos sejam capazes de identificar esta diferença conceitual e revelar isso por meio da variância das respostas (BRANNICK *et al.*, 2007; NEWMAN e JENNINGS, 2012).

Já nas cidades médias, todos os indicadores foram validados como uma única dimensão. Cidades médias possuem características e recursos diferentes das cidades grandes ou pequenas, com uma infraestrutura de transporte intermediária e uma adoção mais limitada de tecnologias avançadas. Isso resulta em uma percepção mais unificada das dimensões de transporte inteligente, validando todos os indicadores em uma única dimensão (NEWMAN e JENNINGS, 2012; PUCHER e BUEHLER, 2012).

Por fim, nas cidades pequenas, também apenas uma dimensão foi validada, mas com perda de mais da metade dos indicadores propostos originalmente. Isso pode ser atribuído ao fato de que as cidades pequenas geralmente possuem menos recursos e infraestrutura de transporte menos desenvolvida em comparação com as cidades maiores. Consequentemente, sua percepção das dimensões de transporte inteligente é mais limitada, levando à exclusão de indicadores que podem não se aplicar ou serem relevantes para essas cidades menores. (NEWMAN e JENNINGS, 2012; PUCHER e BUEHLER, 2012).

Com relação à dimensão **Agricultura urbana**, os resultados também revelaram diferenças lógicas na validação do modelo com base no tamanho das cidades. Nas cidades grandes, todos os três indicadores foram validados, indicando que os respondentes percebem e avaliam a presença de investimentos na agricultura urbana, o uso de resíduos alimentares em compostagem e o mapeamento online dos fornecedores de alimentos como elementos de uma dimensão.

No entanto, na amostra de cidades médias, o indicador relacionado ao mapeamento online dos fornecedores de alimentos não aderiu ao modelo, indicando que essas cidades podem ter menos recursos ou menos ênfase na implementação de sistemas de mapeamento on-line. Já para as cidades pequenas, o modelo não foi passível de validação, o que pode sugerir que nessas cidades, a percepção dos respondentes difere em relação aplicabilidade da agricultura urbana, visto que são localidades interioranas coma agricultura como uma atividade econômica central, tornando a agricultura urbana um conceito menos evidente (CHANDRA e COLLIS, 2021).

Por último, na dimensão de **Energia** aconteceu algo parecido com a dimensão de **Agricultura urbana**. As cidades grandes e médias validaram os indicadores propostos, exceto por pequenos refinamentos, enquanto para as cidades pequenas o modelo não foi passível de validação. Isso pode ser atribuído a diferenças de recursos e prioridades entre os tamanhos das cidades. Nas áreas urbanas maiores, onde há maior disponibilidade de recursos financeiros e infraestrutura estabelecida, há uma demanda mais significativa por soluções energéticas avançadas e sustentáveis. Por outro lado, nas cidades pequenas, que dependem predominantemente de setores rurais e agrícolas, a demanda energética pode ser menor e as

restrições financeiras e de infraestrutura podem limitar a adoção de medidas inteligentes e sustentáveis (KAMMEN e SUNTER, 2016).

As ocorrências citadas para as dimensões de **Agricultura Urbana, Energia e Transporte** demonstram a capacidade da escala em se adaptar e respeitar as diferentes realidades e características das cidades. Ao considerar o tamanho das cidades como um fator relevante na análise, a escala leva em conta que cidades grandes, médias e pequenas têm infraestruturas, recursos e necessidades distintas.

A validação de diferentes dimensões e a exclusão de certos indicadores em determinadas amostras refletem a heterogeneidade das cidades e a importância de considerar as especificidades de cada contexto. Isso permite uma abordagem mais flexível e adaptável na avaliação da percepção das cidades inteligentes, levando em conta as diferenças e particularidades existentes. Portanto, a capacidade da escala de se ajustar aos diferentes tamanhos de cidades contribui para uma avaliação mais precisa e representativa das características em cada contexto (BRANNICK *et al.*, 2007; MARCHETTI *et al.*, 2019).

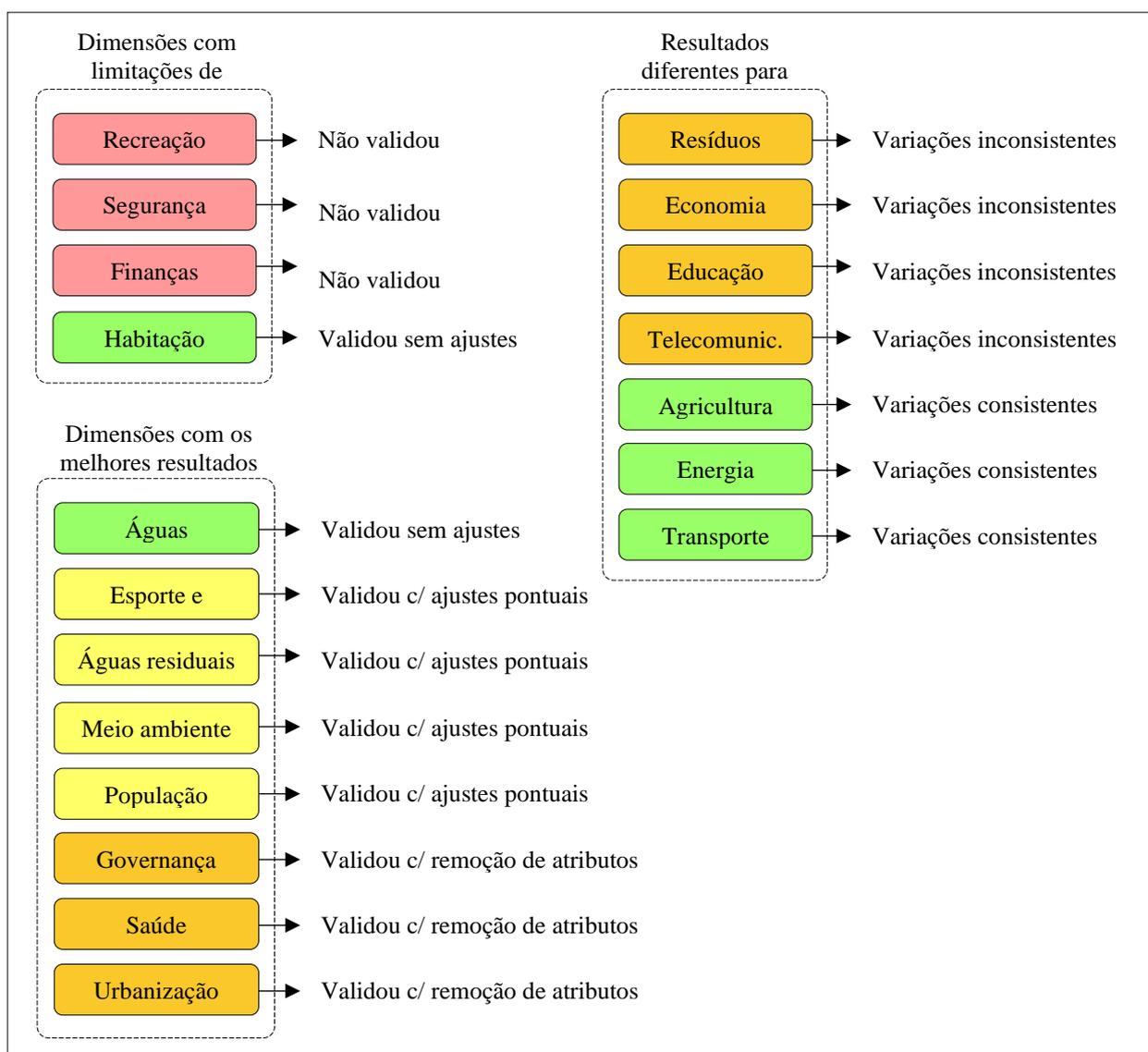
4.3.3.4 *Desenho dos resultados*

Ao longo da análise, uma diversidade de resultados entre as diversas dimensões nas amostras testadas foi observada, o que levou à decisão de elaborar uma síntese desses achados na forma de uma figura. Esse processo de síntese visual, além de exigir um rigor analítico, revela-se essencial para proporcionar uma compreensão holística e acessível dos intrincados padrões que emergem dos dados submetidos à apuração científica.

A Figura 18 delinea as 19 dimensões da ISO 37122, distribuídas em três grupos de resultados distintos: o primeiro compreende as dimensões que enfrentaram desafios devido à escassez de variáveis, independentemente de sua validação estatística; o segundo abarca aquelas que demonstraram os mais auspiciosos resultados de validação estatística, com ou sem ajustes refinados; e o terceiro agrupamento é constituído por dimensões que exibiram diferentes resultados de validação para os três tamanhos de cidades, incluindo variações consistentes (que podem ser atribuídas ao porte da cidade) e inconsistentes (para as quais não foram identificadas explicações plausíveis).

As cores da figura foram escolhidas com o propósito de representar de maneira intuitiva os diferentes resultados obtidos na validação estatística. Cada tonalidade foi atribuída com o intuito de fornecer a visualização em contraste, facilitando a interpretação dos padrões e nuances presentes nos dados analisados.

Figura 18 – Desenho dos resultados



Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Finalizadas as análises deste estudo, pode-se afirmar que os resultados obtidos foram promissores e forneceram *insights* importantes sobre a percepção dos participantes em relação a diferentes dimensões das cidades inteligentes. No entanto, é importante destacar algumas limitações do estudo. Durante a coleta de dados, foram encontradas dificuldades relacionadas à presença de respostas do tipo "Não sei responder". Além disso, algumas dimensões apresentaram um número reduzido de indicadores, o que pode limitar a análise abrangente nessas áreas específicas. Apesar dessas limitações, os resultados estatísticos obtidos demonstraram consistentemente bons desempenhos em várias dimensões, indicando que a escala proposta é um instrumento promissor para avaliar a percepção de cidades inteligentes.

Vale ressaltar que também foram observadas diferenças nos resultados entre amostras diferentes, o que sugere a influência de variáveis contextuais e demográficas na percepção das cidades inteligentes. Nas próximas seções, serão discutidas mais detalhadamente essas limitações e serão apresentadas ideias para estudos futuros, buscando aprimorar a escala proposta, expandir a amostra e investigar outras variáveis relevantes que possam influenciar a percepção das cidades inteligentes.

4.3.4 Limitações e estudos futuros

A primeira limitação identificada no presente estudo foi o alto índice de perdas de respostas, em que 221 dos 528 participantes deixaram em branco ou marcaram como "Não sei responder" 10% ou mais das questões, resultando na exclusão desses dados. Essa limitação comprometeu a alcançar a amostra mínima inicialmente planejada. No entanto, essa questão foi mitigada pelo uso do método de mínimos quadrados parciais.

Visto isso, alguns motivos externos foram explorados no estudo e a explicação encontrada para o ocorrido é que os participantes tenham enfrentado dificuldades em compreender conceitos relacionados a *smart cities*, tanto por experiência prática quanto por falta de conscientização ou engajamento público. Porém fatores internos do estudo também devem ser considerados, o que leva à próxima limitação encontrada.

A ISO 37122 é uma norma internacional que estabelece indicadores para avaliar o desenvolvimento sustentável das cidades e o progresso em direção a uma cidade inteligente. No entanto, os indicadores da ISO 37122 podem não refletir completamente a complexidade e as necessidades específicas das cidades brasileiras. Pode haver aspectos importantes do desenvolvimento urbano e da transformação digital que não são contemplados pelos indicadores neste contexto.

Marchetti *et al.* (2019) explica que problemas relacionados com a falta de infraestrutura, a ausência de serviços primários e os problemas derivados de restrições ambientais econômicas, sociais e políticas, que são marcantes em algumas cidades latino-americanas, fazem com que estas cidades requeiram soluções de medições diferenciadas e customizadas. Assim, as cidades latino-americanas deveriam adaptar um modelo para medir seus esforços em andamento.

Dentro destas limitações encontradas, sugere-se que para aumento do aproveitamento dos respondentes e maturação da escala aqui desenvolvida, sejam incluídos atributos que também avaliem a infraestrutura, a presença de serviços básicos, a governança, e a participação

cidadã nas decisões locais (dificuldades relacionadas a constrangimentos sociais e políticos), muitas vezes superadas em cidades dos Estados Unidos, Canadá e Europa onde, inicialmente, foram desenvolvidos os modelos ISO de cidades inteligentes (MARCHETTI *et al.*, 2019).

A limitação descrita acima se deu pelo fato de suas consequências terem afetado o tamanho da amostra, mas quando se trata de uma amostra, não só a quantidade é um fator importante a ser analisado. No caso de o pesquisador desejar fazer inferências sobre a população, as características da amostra devem se semelhantes às da população alvo (LOHR, 2021). Para garantir estas semelhanças, podem ser aplicados testes estatísticos que verificam se as diferenças observadas entre a amostra e a população são significativas. Para este estudo, as perguntas de caracterização da amostra (idade, sexo, renda e escolaridade) podem ser utilizadas para averiguar este quesito para estas distribuições em estudos futuros.

Outra restrição a ser abordada diz respeito à quantidade limitada de indicadores nas dimensões aplicadas. Especificamente, as dimensões de Recreação, Segurança, Finanças e, em certa medida, Habitação apresentaram restrições devido à presença de poucos indicadores. Essa limitação afetou a validação estatística e a representação abrangente dos construtos teóricos relacionados às cidades inteligentes.

Embora os atributos utilizados representem nominalmente cada indicador da norma ISO 37122, a quantidade limitada de variáveis observáveis impede uma avaliação robusta dos construtos teóricos. Essa limitação destaca a necessidade de considerar a inclusão de mais atributos em futuras aplicações, a fim de abranger a complexidade das dimensões e garantir uma avaliação abrangente e confiável.

Feitas as observações relacionadas às limitações do estudo e possibilidade de melhorias, também existem as potencialidades ligadas ao desenvolvimento da escala e sua aplicação para que as contribuições práticas de concretizem. Estas potencialidades vão desde calcular estatísticas descritivas básicas dos dados, como média, mediana, moda, desvio padrão, mínimo e máximo, até análises de tendência, análises comparativas, correlações e regressões. A análise de regressão, por exemplo, examina a relação entre as respostas dos cidadãos e possíveis variáveis explicativas. Isso permite identificar quais fatores influenciam significativamente as percepções dos cidadãos e prever as respostas com base nessas variáveis.

Outra potencialidade é trabalhar com um indicador composto como uma medida agregada que combina variáveis em uma única métrica, podendo atribuir pesos às diferentes variáveis da escala com base na importância relativa de cada uma delas. Isso pode ser feito com base em considerações teóricas, revisão de literatura, opiniões de especialistas ou técnicas estatísticas, como análise fatorial.

Por fim, os resultados da percepção do cidadão também oferecem potencialidades para, em estudos futuros, medir a eficiência das cidades em relação aos investimentos. Ao comparar as respostas da escala de percepção com os investimentos realizados, é possível identificar discrepâncias entre a percepção dos cidadãos e os investimentos feitos em determinadas áreas. Essas lacunas podem ser uma oportunidade para uma análise mais aprofundada e para identificar áreas em que os investimentos podem ser ajustados para melhor atender às expectativas e necessidades dos cidadãos. Assim, identificando as áreas em que a percepção é mais baixa ou onde há maior insatisfação, os investimentos podem ser priorizados nessas áreas para melhorar a qualidade de vida e a satisfação dos cidadãos.

4.3.5 Manual de aplicação da escala

Após o desenvolvimento da escala de avaliação, este estudo também elaborou um manual abrangente para sua aplicação efetiva. Este manual, detalhadamente delineado, encontra-se disponibilizado no **Apêndice B**, fornecendo um guia claro e preciso para pesquisadores e profissionais interessados em utilizar a escala. Ele compreende uma série de instruções, desde a seleção dos participantes até a interpretação e relato dos resultados, assegurando uma implementação consistente e confiável do instrumento em pesquisas sobre Cidades Inteligentes. Este recurso é essencial para garantir a replicabilidade e a validade das avaliações realizadas com a escala desenvolvida neste estudo.

O manual de aplicação inclui os seguintes itens: Introdução; Objetivos e Contexto da Avaliação; Passo a Passo para Seleção dos Participantes; Preparação para a Aplicação; Aplicação do Questionário; Coleta de Dados; Análise dos Dados e; Interpretação e Relatório. Cada item fornece orientações detalhadas sobre as etapas a serem seguidas para garantir uma implementação adequada e uma análise robusta dos dados obtidos por meio da escala de avaliação desenvolvida neste estudo sobre Cidades Inteligentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na abordagem centrada no cidadão, na teoria do desenvolvimento baseado em conhecimento e na norma ISO 37122, a presente pesquisa se concentrou na seguinte questão: como avaliar a percepção dos cidadãos em relação às diferentes dimensões de uma cidade inteligente? Para tanto, o objetivo deste estudo consistiu em propor e validar uma escala de percepção dos cidadãos em relação às dimensões de uma cidade inteligente, conforme os critérios estabelecidos pela ISO 37122.

Em um dos primeiros passos, a busca avançada em bases de periódicos revelou uma lacuna que demonstra a carência de estudos que envolvem a percepção daqueles são os principais beneficiários e usuários ativos das cidades: os cidadãos. Isso trouxe as justificativas necessárias para o estudo, entendendo que a escala de percepção das *smart cities* contribui para o estado da arte, descomplicando a medição de uma cidade inteligente e suprimindo a carência na área. De forma prática, foi possível perceber impactos positivos ao exercício da cidadania e à gestão das cidades, com vistas a proporcionar o desenvolvimento de políticas públicas para inovação, planejamento estratégico, elaboração de planos diretores, visão de futuro e especializações estratégicas para cidades inteligentes.

Para isso, foi assegurada a especialização no domínio do conteúdo para a geração dos itens da escala; a avaliação da validade de conteúdo dos itens; a realização do pré-teste das questões; e o rigor para os cálculos de amostragem e validação estatística por meio da utilização da estatística descritiva multivariada, com o emprego dos testes de dimensionalidade e confiabilidade, validade convergente e validade discriminante.

Aplicando a metodologia proposta, foi possível afirmar que os resultados obtidos foram encorajadores e proporcionaram *insights* significativos sobre as diversas dimensões das cidades inteligentes. No entanto, algumas limitações foram identificadas durante a pesquisa, incluindo a presença de respostas "Não sei responder" durante a coleta de dados, dificultando a obtenção de informações completas. Além disso, seguir fielmente os indicadores da ISO 37122, fez com que algumas dimensões tivessem poucos atributos, limitando a análise abrangente nessas áreas. Apesar dessas limitações, os resultados estatísticos foram consistentes e indicaram um bom desempenho em várias dimensões, o que sugere que a escala proposta é uma ferramenta promissora para avaliar a percepção das cidades inteligentes. Também foram observadas diferenças nos resultados entre diferentes amostras, indicando a influência de variáveis contextuais e demográficas na percepção das cidades inteligentes.

Ainda, destaca-se que para a composição de uma escala de percepção consolidada é importante considerar a confiabilidade e consistência dos resultados ao longo do tempo e entre diferentes amostras. Além disso, diante dos achados deste estudo, sugere-se considerar as limitações encontradas para reavaliar a validade de conteúdo e a validade de construto em futuras aplicações. Esses aspectos, junto com a validação estatística, garantem que a escala seja confiável, válida e apropriada para medir o que se pretende.

Em suma, este estudo representa apenas o primeiro passo em direção aos avanços reais no campo. Embora tenham sido obtidos resultados promissores e *insights* valiosos, é importante reconhecer que o conceito de cidades inteligentes é dinâmico e está em constante evolução. Portanto, este estudo estabelece uma base sólida para pesquisas futuras e instiga a possibilidade de aprimorar e expandir a escala, considerando novas dimensões e variáveis que possam influenciar a percepção das cidades inteligentes. Além disso, a ampliação da amostra e a consideração de diferentes contextos e características demográficas podem proporcionar uma compreensão mais abrangente e representativa dessa percepção. Ao continuar investigando e refinando a escala proposta, será possível contribuir de forma significativa para a promoção de cidades inteligentes mais inclusivas, eficientes e orientadas para as necessidades e expectativas dos cidadãos.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, Londres, v. 22, n. 1, p. 3-21, fev. 2015.
- ALLEN, Barbara *et al.* Does citizen coproduction lead to better urban services in Smart cities projects? An empirical study on e-participation in a mobile big data platform. **Government Information Quarterly**, v. 37, n. 1, p. 101412, 2020.
- ANAND, Prathivadi B.; NAVÍO-MARCO, Julio. Governance and economics of smart cities: opportunities and challenges. **Telecommunications Policy**, v. 42, n. 10, p. 795-799, 2018.
- ANDREOU, Marietta; MANIKA, Stella. Citizen opinions on the organization of a smart city for housing, urban structures, and quality of life: The case of Kos Island, Greece. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 012050.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37120**: Desenvolvimento Sustentável de comunidades - Indicadores Para Serviços Urbanos e Qualidade de Vida. v.60.60, Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37122**: Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Inteligentes - apresentação. v.60.60, Rio de Janeiro, 2019.
- BAGOZZI, R. P.; PHILLIPS, L. W. Representing and Testing Organizational Theories: A Holistic Construal. **Administrative Science Quarterly**, v.27, n.3, p.459-489, 1982.
- BAUM, S.; YIGITCANLAR, T.; HORTON, S.; VELIBEYOGLU, K.; GLEESON, B. The role of community and lifestyle in the making of a knowledge city. **Urban Research Program: Practice and Policy Paper 2**. Griffith University, Brisbane, 2007.
- BERMUDES, Wanderson Lyrio *et al.* Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações. **Revista Vértices**, v. 18, n. 2, p. 7-20, 2016.
- BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES. **Busca avançada**. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/>. Acesso em: 12 jun. 2022.
- BICAS, Harley EA. Ineditismo, originalidade, importância, publicidade, interesse e impacto de artigos científicos. **Arquivos brasileiros de oftalmologia**, v. 71, p. 473-474, 2008.
- BOATENG, Godfred O. *et al.* Best practices for developing and validating scales for health, social, and behavioral research: a primer. **Frontiers in public health**, v. 6, p. 149, 2018.
- BOLLEN, Kenneth A. **Structural equations with latent variables**. John Wiley & Sons, 1989.
- BRANNICK, Michael T.; LEVINE, Edward L.; MORGESON, Frederick P. **Job and work analysis: Methods, research, and applications for human resource management**. Sage, 2007.

- BYRNE, Barbara M. Structural equation modeling with AMOS, EQS, and LISREL: Comparative approaches to testing for the factorial validity of a measuring instrument. **International journal of testing**, v. 1, n. 1, p. 55-86, 2001.
- CAMPBELL, Angus. Subjective measures of well-being. **American psychologist**, v. 31, n. 2, p. 117, 1976.
- CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart cities in Europe. **Journal of Urban Technology**, Londres, v. 18, n. 1, p. 45-59, jan. 2009.
- CARRILLO, F. J. **A note on Knowledge-based Development**. Technical Note CSC2003-07. Monterrey: Centro de Sistemas de Conocimiento, Tecnológico de Monterrey and World Capital Institute, 2003.
- CARRILLO, Francisco Javier *et al.* **Knowledge and the city: Concepts, applications and trends of knowledge-based urban development**. Routledge, 2014.
- CHANDRA, Ranveer; COLLIS, Stewart. Digital agriculture for small-scale producers: challenges and opportunities. **Communications of the ACM**, v. 64, n. 12, p. 75-84, 2021.
- CHEN, Zhaoyu; CHAN, Irene Cheng Chu. Smart cities and quality of life: a quantitative analysis of citizens' support for smart city development. **Information Technology & People**, 2022.
- CHURCHILL, Jr Gilbert A.; SURPRENANT, Carol. An investigation into the determinants of customer satisfaction. **Journal of Marketing Research**, [S. l.], v. XIX, p. 491–504, 1982.
- CITYLIVINGLAB. **Quem somos**, 2022. Disponível em: <https://www.citylivinglab.com/quem-somos>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Business Research: A practical guide for students**. Bloomsbury Publishing, 2021.
- COREDE SERRA. **Municípios**, 2022. Disponível em: <https://coredeserra.org.br/pagina/municipios>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.
- COSTA, T.; LOPES, S.; FERNÁNDEZ-LLIMÓS, F.; AMANTE, M. J.; LOPES, P. F. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Repositório do Instituto Universitário de Lisboa**, Lisboa, v. 1, n. 1, p. 1-67, out. 2012.
- COUPER, Mick P. Web surveys: A review of issues and approaches. **The Public Opinion Quarterly**, v. 64, n. 4, p. 464-494, 2000.
- DA SILVA, Edna Lucia; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. **UFSC, Florianópolis, 4a. edição**, v. 123, 2005.
- DEVELLIS, Robert F.; THORPE, Carolyn T. **Scale development: Theory and applications**. Sage publications, 2021.
- DEVELLIS, Robert F.; THORPE, Carolyn T. **Scale development: Theory and applications**. Sage publications, 2021.

DIENER, Ed; SUH, Eunkook; OISHI, Shigehiro. Recent findings on subjective well-being. **Indian journal of clinical psychology**, v. 24, p. 25-41, 1997.

DROST, Ellen A. Validity and reliability in social science research. **Education Research and perspectives**, v. 38, n. 1, p. 105-123, 2011.

ENDERS, C. K. **Applied missing data analysis**. New York: The Guilford Press, 2010.

FACHINELLI, Ana Cristina *et al.* Measuring the capital systems categories: the perspective of an integrated value system of social life as perceived by young citizens. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 8, n. 4, p. 334-345, 2017.

FACHINELLI, Ana Cristina *et al.* Smart cities of Brazil: Performance of Brazilian Capital Cities. 2022.

FÁVERO, Luiz Paulo *et al.* **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FIELD, Andy. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. sage, 2013.

FORNELL, C.; LARCKER, D.F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**, v.18, n.1, p.39-50, 1981.

FRITZ, Steffen *et al.* A ciência cidadã e os objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas. **Natureza Sustentabilidade**, v. 2, n. 10, pág. 922-930, 2019.

GARVER, Michael S.; MENTZER, John T. Logistics research methods: employing structural equation modeling to test for construct validity. **Journal of business logistics**, v. 20, n. 1, p. 33, 1999.

GEFEN, David; STRAUB, Detmar; BOUDREAU, Marie-Claude. Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice. **Communications of the association for information systems**, v. 4, n. 1, p. 7, 2000.

GEFEN, David; STRAUB, Detmar; BOUDREAU, Marie-Claude. Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice. **Communications of the association for information systems**, v. 4, n. 1, p. 7, 2000.

GIBSON, D. V.; KOZMETSKY, G.; SMILOR, R. W. **The technopolis phenomenon: Smart cities, fast systems, global networks**. 1. ed. Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 1992.

GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; KALASEK, R.; PICHLER-MILANOVIĆ, N. **Smart Cities: Ranking of European Medium-sized Cities**. Centre of Regional Science. Vienna University of Technology, Vienna, 2007. Disponível em: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Acesso em: 26 jul. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GUDIPUDI, Ramana *et al.* Benchmarking urban eco-efficiency and urbanites' perception. **Cities**, v. 74, p. 109-118, 2018.

HAIR JR, Joseph F. et al. **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)**. Sage publications, 2021.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HARRISON, Colin *et al.* Foundations for smarter cities. **IBM Journal of research and development**, v. 54, n. 4, p. 1-16, 2010.

HENSELER, Jörg; HUBONA, Geoffrey; RAY, Pauline Ash. Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. **Industrial management & data systems**, 2016.

HILL, Clara E. *et al.* Consensual qualitative research: An update. **Journal of counseling psychology**, v. 52, n. 2, p. 196, 2005.

HINKIN, Timothy R. A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires. **Organizational research methods**, v. 1, n. 1, p. 104-121, 1998.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Estimativas da População**. Tabelas 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **About us**. 2022. Disponível em: <https://www.iso.org/about-us.html>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

JONG, Martin *et al.* Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. **Journal of Cleaner production**, v. 109, p. 25-38, 2015.

JÖRESKOG, Karl G.; OLSSON, Ulf H.; WALLENTIN, Fan Y. **Multivariate analysis with LISREL**. Basel, Switzerland: Springer, 2016.

KAMMEN, Daniel M.; SUNTER, Deborah A. City-integrated renewable energy for urban sustainability. **Science**, v. 352, n. 6288, p. 922-928, 2016.

KERLINGER, F. **Foundations of behavioural research**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1986.

KINNEAR, Thomas C.; TAYLOR, James R. **Marketing research: an applied approach**. McGraw-Hill, 1996.

KITCHIN, Rob. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal**, v. 79, n. 1, p. 1–14, 2014.

KLINER, Rex B. **Principles and practice of structural equation modeling**. Guilford publications, 2015.

KÖNIG, Pascal D. Citizen-centered data governance in the smart city: from ethics to accountability. **Sustainable Cities and Society**, v. 75, n. 1, p. 103308, 2021.

LE DANTEC, Christopher A.; EDWARDS, W. Keith. Across boundaries of influence and accountability. The multiple scales of public sector information systems. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. 2010. p. 113-122.

LEE, J.; LEE, H. Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. **Government Information Quarterly**, v. 31, n. 1, p. 93–105, 2014.

LEE, Jane Yeonjae; WOODS, Orlando; KONG, Lily. Towards more inclusive smart cities: Reconciling the divergent realities of data and discourse at the margins. **Geography Compass**, v. 14, n. 9, p. e12504, 2020.

LEE, Jungwoo; LEE, Hyejung. Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. **Government Information Quarterly**, v. 31, n. 1, p. S93–S105, 2014.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

LOHR, Sharon L. **Sampling: design and analysis**. CRC press, 2021.

MACKE, J.; CASAGRANDE, R. M.; SARATE, J. A. R.; SILVA, K. A. Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. **Journal of cleaner production**, v. 182, p. 717-726, 2018.

MALHOTRA, Naresh; NUNAN, Dan; BIRKS, David. **Marketing research: An applied approach**. Pearson, 2017.

MARANS, Robert W. Quality of urban life & environmental sustainability studies: Future linkage opportunities. **Habitat International**, v. 45, p. 47-52, 2015.

MARCHETTI, Dalmo; OLIVEIRA, Renan; FIGUEIRA, Ariane Roder. Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. **Cities**, v. 92, p. 197-207, 2019.

MARCHETTI, Dalmo; OLIVEIRA, Renan; FIGUEIRA, Ariane Roder. Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. **Cities**, v. 92, p. 197-207, 2019.

MARCHETTI, Dalmo; OLIVEIRA, Renan; FIGUEIRA, Ariane Roder. Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. **Cities**, v. 92, p. 197-207, 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. Atlas, 2011.

MARÔCO, João. **Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software & aplicações**. ReportNumber, Lda, 2010.

MATISĂNE, L. *et al.* Citizens' Perception and Concerns on Chemical Exposures and Human Biomonitoring—Results from a Harmonized Qualitative Study in Seven European Countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 11, p. 6414, 2022.

MATISĂNE, Linda *et al.* Citizens' Perception and Concerns on Chemical Exposures and Human Biomonitoring—Results from a Harmonized Qualitative Study in Seven European Countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 11, p. 6414, 2022.

MATTIA, Mônica Beatriz; NICHELE, Marcelo. Conselho regional de desenvolvimento da Serra do Rio Grande do Sul. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Regional**, 2017.

MAXWELL, Joseph A. **Qualitative research design: An interactive approach**. Sage publications, 2012.

MCTI. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Portaria nº 1.122, de 19 de março de 2020. Define as prioridades, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Diário Oficial da União**, 2020.

MICHELAM, Larissa *et al.* Knowledge-based urban development as a strategy to promote smart and sustainable cities. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS)**, v. 9, n. 1, 2020.

MORGADO, Fabiane FR *et al.* Scale development: ten main limitations and recommendations to improve future research practices. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 30, 2017.

NAKAMURA, H.; MANAGI, S. Effects of subjective and objective city evaluation on life satisfaction in Japan. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120523, 2020.

NAKAMURA, Hiroki; MANAGI, Shunsuke. Effects of subjective and objective city evaluation on life satisfaction in Japan. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120523, 2020.

NEIROTTI, Paolo *et al.* Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25-36, 2014.

NEWMAN, Peter; JENNINGS, Isabella. **Cities as sustainable ecosystems: principles and practices**. Island press, 2012.

NUNNALLY, Jum C.; BERNSTEIN, I. Psychometric theory. New York: MacGraw-Hill. _
d. **Intentar embellecer nuestras ciudades y también las**, 1978.

ODENDAAL, Nancy. Information and communication technology and local governance: Understanding the difference between cities in developed and emerging economies. **Computers, environment and urban systems**, v. 27, n. 6, p. 585-607, 2003.

ODENDAAL, Nancy. Information and communication technology and local governance: Understanding the difference between cities in developed and emerging economies. **Computers, environment and urban systems**, v. 27, n. 6, p. 585-607, 2003.

ONU DEPARTAMENTO DE ASSUNTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS, DIVISÃO DE POPULAÇÃO. **Perspectivas Mundiais de População**. Nova York, 2022.

ONU DEPARTAMENTO DE ASSUNTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS, DIVISÃO DE POPULAÇÃO. **Perspectivas Mundiais de População**. Nova York, 2018.

ONU HABITAT, **Relatório Mundial das Cidades**. Nova York, 2022.

ONU PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, **Relatório de Desenvolvimento Humano**. Nova York, 2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

PAPA, R. *et al.* Smart and resilient cities. A systemic approach for developing cross-sectoral strategies in the face of climate change. **Tema Journal of Land Use, Mobility and Environment**, v. 8, n. 1, p. 19-49, 2015.

PAPA, Rocco *et al.* Smart and resilient cities. A systemic approach for developing cross sectoral strategies in the face of climate change. **TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment**, v. 8, n. 1, p. 19-49, 2015.

PATEMAN, Rachel; TUHKANEN, Heidi; CINDERBY, Steve. Citizen Science and the Sustainable Development Goals in Low and Middle Income Country Cities. **Sustainability**, v. 13, n. 17, p. 9534, 2021.

PRAHARAJ, Sarbeswar; HAN, Hoon. Cutting through the clutter of smart city definitions: A reading into the smart city perceptions in India. **City, Culture and Society**, v. 18, p. 100289, 2019.

PRATT, A. C. Creative cities: the cultural industries and the creative class. **Geografiska annaler: series B, human geography**, Estocolmo, v. 90, n. 2, p. 107-117, jan. 2008.

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph (Ed.). **City cycling**. MIT press, 2012.

REVELLE, William; ZINBARG, Richard E. Coefficients alpha, beta, omega, and the glb: Comments on Sijtsma. **Psychometrika**, v. 74, n. 1, p. 145-154, 2009.

RIO GRANDE DO SUL. GOVERNO DO ESTADO. Lei n° 10.283, de 17 de outubro de 1994. Dispõe sobre a criação, estruturação e funcionamento dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento e dá outras providências. **Assembleia Legislativa**, 1994.

RIZZON, Fernanda *et al.* O Desenvolvimento Baseado em Conhecimento no contexto das cidades: uma análise do caso de Monterrey. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 46, 2019.

SACCOL, Amarolinda Zanela. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. **Revista de Administração da UFSM**, v. 2, n. 2, p. 250-269, 2009.

- SAM, Enoch F. *et al.* Construction and validation of a public bus passenger safety scale. **Transportation research part F: traffic psychology and behaviour**, v. 66, p. 47-62, 2019.
- SARIS, Willem E.; GALLHOFER, Irmtraud N. **Design, evaluation, and analysis of questionnaires for survey research**. John Wiley & Sons, 2014.
- SCHMITT, Neal; KLIMOSKI, Richard J.; ROWLAND, Kendrith Martin. **Research methods in human resources management**. South-Western Pub, 1991.
- SCOPUS. **Document search**. Disponível em: <http://www.scopus.com/home.url>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- SILVA, E. F. **Meio Ambiente e Mobilidade Urbana**. 1 Ed. São Paulo, SP: Senac, 2014.
- SILVA, Marcelo Benetti Correa Da *et al.* City life satisfaction: a measurement for smart and sustainable cities from the citizens' perspective. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 10, n. 4, p. 338-383, 2019.
- SINGH, Ajay S.; MASUKU, Micah B. Sampling techniques & determination of sample size in applied statistics research: An overview. **International Journal of economics, commerce and management**, v. 2, n. 11, p. 1-22, 2014.
- SMITH, P. C.; STREET, A. Measuring the efficiency of public services: the limits of analysis. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)**, v. 168, n. 2, p. 401-417, 2005.
- SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**. 1 Ed. São Paulo, SP: Contexto, 2002.
- TOIVONEN, Ritva Marketta. Product quality and value from consumer perspective—An application to wooden products. **Journal of Forest Economics**, v. 18, n. 2, p. 157-173, 2012.
- TUKEY, John W. *et al.* **Exploratory data analysis**. 1977.
- UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. Programa de Pós-graduação em Administração, 2022. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/administracao/>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- VEENHOVEN, Ruut. Co-development of happiness research: addition to “fifty years after the social indicator movement”. **Social indicators research**, v. 135, n. 3, p. 1001-1007, 2018.
- WEB OF SCIENCE. **Search all databases**. Disponível em: http://www.webofknowledge.com/?locale=en_US. Acesso em: 11 jul. 2022.
- YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M. D.; BUYS, L.; IOPPOLO, G.; SABATINI-MARQUES, J.; COSTA, E. M.; YUN, J. J. Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. **Cities**, Amsterdã, v. 81, p. 145-160, nov. 2018.
- YIGITCANLAR, T.; LÖNNQVIST, A. Benchmarking knowledge-based urban development performance: Results from the international comparison of Helsinki. **Cities**, Amsterdã, v. 31, p. 357-369, 2013.

YIGITCANLAR, Tan *et al.* Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. **Sustainable cities and society**, v. 45, p. 348-365, 2019.

YIGITCANLAR, Tan *et al.* Knowledge-based development dynamics in less favoured regions: insights from Australian and Icelandic university towns. **European Planning Studies**, v. 25, n. 12, p. 2272-2292, 2017.

YIGITCANLAR, Tan; KANKANAMGE, Nayomi; VELLA, Karen. How are smart city concepts and technologies perceived and utilized? A systematic geo-Twitter analysis of smart cities in Australia. In: **Sustainable Smart City Transitions**. Routledge, p. 133-152, 2022.

APÊNDICE A



Questionário ISO 37122 Cidades e Comunidades Sustentáveis Indicadores para Cidades Inteligentes

- A) Após convenientemente esclarecido pelos pesquisadores sobre o contexto do estudo, aceito participar da presente pesquisa. () Sim
- B) Posso 18 anos completos no momento da pesquisa. () Sim
- C) Estou ciente que as informações aqui coletadas serão disponibilizadas tão somente para a presente pesquisa. () Sim
- D) O quanto você tem ouvido falar da ISO 37122 Cidades e Comunidades Sustentáveis?
() Nunca ouvi falar () Raramente () Ocasionalmente () Frequentemente () Muito frequentemente
- E) Em que medida você apoia as questões do desenvolvimento sustentável e inteligente na sua cidade?
() Não apoio () Apoio pouco () Apoio moderadamente () Apoio muito () Estou muito envolvido

- 1- Discordo totalmente
2- Discordo
3- Discordo parcialmente
4- Não concordo nem discordo
5- Concordo parcialmente
6- Concordo
7- Concordo totalmente

O Citylivinglab convida os cidadãos a avaliar a cidade em relação as Cidades Inteligentes. Somos um grupo de pesquisa e este é mais um de nossos projetos de monitoramento da percepção dos cidadãos. Sua participação é muito importante, pois pode gerar ações para o desenvolvimento de sua cidade! Por favor, responda este questionário considerando a sua realidade local. Indique seu grau de concordância com as afirmações a seguir entre 1 e 7. Agradecemos a disponibilidade!

Em qual cidade você mora? _____

	Discordo totalmente	Concordo totalmente	Não sei responder
1 A infraestrutura de TI (tecnologia da informação) do município funciona bem.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
2 O município investe em programas de inclusão digital (acesso à internet, computadores).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
3 Muitas pessoas têm acesso a banda larga (internet) com velocidade adequada.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
4 A maior parte da cidade é coberta por conectividade de telecomunicações (internet, telefone, celular...).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
5 O município fornece internet para pessoas que não têm condições.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
6 É fácil consultar dados do município através do portal on-line/internet da prefeitura.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
7 As informações sobre contratos de prestação de serviços municipais são transparentes.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
8 É fácil acessar minhas informações médicas por aplicativos de serviços de saúde.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
9 É fácil realizar consultas médicas por vídeo conferência.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
10 É fácil solicitar serviços urbanos pela internet (coleta de lixo, água, energia, consertos e manutenções).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
11 É fácil reservar serviços públicos de recreação pela internet (quadras e ginásios de esporte).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
12 É fácil reservar espaços públicos para eventos culturais pela internet.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
13 É fácil solicitar para a prefeitura licenças de construção pela internet.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
14 As licenças de construção são aprovadas rapidamente.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
15 As respostas às solicitações de serviços municipais não emergenciais são rápidas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
16 Grande parte do acervo cultural da cidade foi digitalizado.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
17 Há muitos livros disponíveis em bibliotecas públicas e e-books.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
18 Muitas pessoas da cidade frequentam bibliotecas públicas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
19 A maioria das escolas públicas disponibilizam computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos digitais de aprendizagem para os alunos.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
20 Existem muitas ofertas de cursos superiores de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
21 O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação emprega muitas pessoas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
22 Os setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento empregam muitas pessoas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
23 Muitas pessoas precisam falar outros idiomas para trabalhar.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
24 Muitas pessoas têm como fonte de renda atividades da economia compartilhada (Uber, 99, Garupa, ifood, Airbnb).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
25 A maioria dos negócios que abrem sobrevivem por bastante tempo (pelo menos 2 anos).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
26 Há muitos veículos autônomos (sem motorista) na cidade.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
27 Há várias vias preparadas para veículos autônomos.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
28 Há muitos veículos elétricos na cidade.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
29 Há muitos ônibus elétricos na cidade.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		
30 Existem várias estações de carregamento de veículos elétricos na minha cidade.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()		

31	O município oferece diversas informações em tempo real sobre o trânsito.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
32	É fácil consultar mapas interativos das ruas em tempo real.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
33	É fácil ver por aplicativo, em tempo real, as vagas de estacionamento público disponíveis.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
34	É fácil pagar por aplicativo o estacionamento público.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
35	É fácil acessar internet gratuita no transporte público.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
36	As linhas de transporte público oferecem informações relevantes em tempo real (rotas, horários, tempo de espera).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
37	As linhas de transporte público dispõem de sistema eficiente de pagamento unificado.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
38	Muitas pessoas na cidade usam transporte de economia compartilhada (uber, 99 e similares).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
39	O município oferece serviço eficiente de compartilhamento de bicicletas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
40	Muitos semáforos da cidade são inteligentes (abrem e fecham de acordo com o movimento).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
41	Muitas ruas da cidade são cobertas por câmeras de vigilância.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
42	Os edifícios públicos têm acesso adequado para pessoas em cadeiras de rodas e mobilidade reduzida.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
43	O município investe em ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com mobilidade reduzida.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
44	As faixas de segurança de pedestres são equipadas com sinalização de acessibilidade (semáforos sonoros e piso tátil).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
45	Os cidadãos da cidade participam do seu planejamento.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
46	A maior parte das pessoas vivem em áreas bastante populosas da cidade.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
47	As edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) estão sendo reformadas e renovadas constantemente.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
48	Muitas edificações foram construídas ou reformadas com os princípios ecológicos.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
49	O município investe bastante em agricultura urbana.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
50	O município mapeia a maioria dos fornecedores de alimento de maneira on-line.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
51	Na minha cidade todos têm acesso à energia elétrica legalizada.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
52	A rede de iluminação pública do meu bairro é constantemente reformada ou renovada.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
53	O tratamento de resíduos é bastante utilizado para gerar energia.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
54	As águas residuais são bastante utilizadas para gerar energia.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
55	Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante utilizados para gerar energia.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
56	Muitas pessoas e empresas utilizam energia alternativa (placas solares, placa fotovoltaica, energia eólica, geotérmica).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
57	Em muitas edificações/residências é fácil acompanhar o consumo de energia em tempo real por aplicativo.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
58	Diversos containers de coleta de lixo são equipados com sensores que detectam quando estão cheios.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
59	Diversas lixeiras públicas têm sensores que detectam quando estão cheias.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
60	O município monitora a quantidade de resíduos gerados na maioria das residências.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
61	Os resíduos alimentares são bastante utilizados em compostagem (transformação em adubo).	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
62	A maior parte dos resíduos plásticos da cidade são reciclados.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
63	A maior parte dos resíduos elétricos e eletrônicos da cidade são reciclados.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
64	A maior parte da rede de coleta de esgotos é monitorada em tempo real por sensores.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
65	As águas residuais tratadas (esgotos tratados) são bastante reutilizadas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
66	Os resíduos sólidos das estações de tratamento são bastante reutilizados.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
67	A qualidade da água potável é monitorada em tempo real por estações remotas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
68	A qualidade da água ambiental (rios, lagos, lençol freático) é monitorada em tempo real por estações remotas.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
69	A rede de distribuição de água da cidade é monitorada adequadamente por sistemas inteligentes.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
70	Existem muitas edificações/residências onde é possível acompanhar o consumo água em tempo real por aplicativo.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
71	Existem sistemas eficientes de alerta público sobre qualidade do ar e da água.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
72	É fácil consultar a qualidade do ar da cidade em tempo real.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()
73	A maior parte das edificações públicas (escolas, prefeitura, secretarias) monitoram a qualidade do ar interno.	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) ()

RESPONDA COM O QUE VOCÊ CONHECE SOBRE O TEMA

A) O desenvolvimento sustentável é resultado do desenvolvimento econômico e técnico, independentemente do que acontece no meio ambiente?
() Sim () Não () Não sei responder

B) Existe um acordo global que diz que até 2030 devemos reduzir a poluição, a fome e a pobreza no planeta?
() Sim () Não () Não sei responder

PERFIL DO RESPONDENTE

C) Gênero: () Masculino () Feminino () Outro

D) Idade: _____ anos

E) Qual a renda familiar?

() Até 2 SM - R\$2.424,00 () De 2 a 5 SM - R\$2.424,00 a R\$6.060,00 () De 5 a 10 SM - R\$6.060,00 a R\$12.120,00
() De 10 a 20 SM - R\$12.120,00 a R\$24.240,00 () Acima de 20 salários mínimos - R\$24.240,00

F) Qual seu grau de instrução?

() Nenhum () Ensino fundamental incompleto () Ensino fundamental () Ensino médio incompleto
() Ensino médio () Ensino superior incompleto () Ensino superior () Mestrado () Doutorado

G) Há quantos anos você mora nesta cidade? _____

H) Em qual bairro você mora? _____

I) Você tem filhos? () Sim () Não

O Citylivinglab agradece pela sua participação!

APÊNDICE B

Manual de aplicação da escala percepção dos cidadãos sobre cidades inteligentes

Introdução: Este manual foi elaborado para orientar a aplicação de um questionário estruturado com o uso da Escala Likert para avaliar a percepção dos cidadãos sobre Cidades Inteligentes com o uso de uma escala desenvolvida com base nos indicadores da ISO 37122.

Passo 1: Seleção dos Participantes

1.1. Critérios de Seleção:

Antes de iniciar a aplicação do questionário, é fundamental delinear claramente a área geográfica ou temática que será abrangida pela pesquisa sobre Cidades Inteligentes. Isso envolve a identificação e definição do grupo específico de pessoas ou entidades que constituem a população-alvo do estudo. Considere se a pesquisa será focada em moradores urbanos, especialistas em urbanismo, gestores públicos, ou em outra categoria de interesse. Este processo de delimitação da área de estudo e da população-alvo fornecerá um contexto claro e específico para a aplicação do questionário.

1.2. Amostragem:

Escolha a abordagem de amostragem que melhor se aplica ao seu estudo (por exemplo, amostragem aleatória simples, estratificada, conveniente etc.). Para aplicações presenciais, defina os locais específicos onde os participantes serão abordados.

1.3. Tamanho da Amostra:

Determine quantos participantes são necessários para obter resultados estatisticamente significativos. Leve em consideração fatores como a população-alvo, a complexidade do estudo e a abordagem de amostragem escolhida.

Passo 2: Preparação para a Aplicação

2.1. Comunicação com os Participantes:

Envie convites claros e informativos aos participantes, explicando o propósito do estudo, garantindo anonimato e solicitando a participação voluntária. Se a aplicação for online, forneça links para o formulário e esclareça o processo de preenchimento.

2.2. Local e Ambiente (Para Aplicações Presenciais):

Escolha um local tranquilo e adequado para a aplicação do questionário, onde os participantes se sintam à vontade para responder. Garanta que o ambiente não interfira na concentração dos participantes.

Passo 3: Aplicação do Questionário

3.1. Introdução e Instruções:

Apresente-se, explique brevemente o objetivo do estudo e forneça instruções claras sobre como preencher o questionário. Para aplicações online, inclua instruções detalhadas na página inicial do formulário.

3.2. Respostas às Dúvidas:

Esteja disponível para responder a eventuais dúvidas dos participantes. Certifique-se de não influenciar as respostas e, para aplicações online, forneça um canal de contato para esclarecimentos.

3.3. Supervisão Ativa (Para Aplicações Presenciais):

Esteja presente durante a aplicação para garantir que os participantes sigam as instruções corretamente e para fornecer suporte, se necessário.

Passo 4: Coleta de Dados

4.1. Registro Preciso:

Certifique-se de que todas as respostas estejam corretamente registradas. Se a aplicação for online, verifique se o sistema de coleta de dados está funcionando corretamente.

4.2. Anonimato:

Garanta que as respostas sejam anônimas, para promover a sinceridade e a honestidade dos participantes. Se a aplicação for online, assegure-se de que os dados sejam protegidos e mantidos confidenciais.

Passo 5: Análise dos Dados

5.1. Tabulação:

Organize os dados de forma clara e sistemática, seja por meio de software estatístico ou ferramentas apropriadas para análise. Certifique-se de que os dados foram registrados corretamente.

5.2. Limpeza dos Dados:

Antes de prosseguir com a análise, é crucial realizar a limpeza dos dados. Isso envolve a identificação e correção de possíveis erros, outliers ou informações inconsistentes. Elimine qualquer entrada inválida ou duplicada, assegurando a precisão e confiabilidade dos resultados.

5.3. Análise Estatística:

Utilize métodos estatísticos apropriados para analisar os resultados. Considere a aplicação de testes estatísticos relevantes para interpretar os dados de forma robusta.

Passo 6: Interpretação e Relatório

6.1. Interpretação dos Resultados:

Analise e interprete os dados coletados em relação aos objetivos do estudo. Relacione os resultados com a literatura existente sobre Cidades Inteligentes, levando em conta a análise estatística realizada.

6.2. Elaboração do Relatório:

Prepare um relatório claro e conciso, incluindo gráficos e tabelas se necessário, para apresentar os resultados de forma compreensível. Destaque os principais achados e suas implicações.

Conclusão: Ao seguir este manual, você estará apto a conduzir uma pesquisa eficaz sobre Cidades Inteligentes utilizando um questionário estruturado com escala Likert. Lembre-se de manter a ética e a transparência em todas as etapas do processo.

Nota: Este manual serve como um guia geral. Adapte os passos conforme necessário para atender às especificidades do seu estudo sobre Cidades Inteligentes, levando em conta a aplicação presencial ou online, e não se esqueça da importância da limpeza dos dados para resultados precisos.