



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA - PPGI

UM CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS PARA  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES  
SOB A PERSPECTIVA DE ECOSSISTEMAS DIGITAIS

Alexandre Pires Barbosa

**Orientador**

Rodrigo Pereira dos Santos

**Coorientador**

De 01 de Março de 2020 até 23 de Abril de 2021: Marcelo Fornazin

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2022

UM CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS PARA  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES  
SOB A PERSPECTIVA DE ECOSSISTEMAS DIGITAIS

Alexandre Pires Barbosa

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO). APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA ABAIXO ASSINADA.

Aprovada por:



---

Rodrigo Pereira dos Santos, D.Sc. - UNIRIO



---

Tadeu Moreira de Classe, D.Sc. - UNIRIO



---

Johnny Cardoso Marques, D.Sc. - ITA

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2022

Catálogo informatizado pelo(a) autor(a)

BB238      Barbosa, Alexandre Pires  
Um Catálogo de Requisitos Não Funcionais para  
Sistemas de Informação em Cidades Inteligentes sob a  
Perspectiva de Ecossistemas Digitais / Alexandre  
Pires Barbosa. -- Rio de Janeiro, 2022.  
146

Orientador: Rodrigo Pereira dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do  
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação  
em Informática, 2022.

1. Sistemas de Informação. 2. Cidades  
Inteligentes. 3. Ecossistemas Digitais. 4.  
Requisitos Não Funcionais. I. Santos, Rodrigo  
Pereira dos, orient. II. Título.

Dedico este trabalho a aos meus pais Luiz e Nara, aos meus irmãos Leandro e Érica, a minha esposa Marilene e especialmente à minha filha Olívia, que nasceu durante esta jornada e me motivou ainda mais para conclusão deste trabalho.

## **Agradecimentos**

Primeiramente eu gostaria de agradecer especialmente ao professor e orientador Rodrigo Pereira dos Santos, que sempre extraiu o melhor de mim, me motivando e contribuindo de forma decisiva para esta dissertação. Pude aprender bastante, não somente em conhecimento acadêmico, mas também em conhecimento profissional e pessoal.

Agradeço ao professor Marcelo Fornazin e ao Sandro Freire, pela paciência e compartilhamento de conhecimentos para o meu crescimento acadêmico. Também agradeço ao Paulo Malcher, que aceitou o desafio de colaborar na minha pesquisa, contribuindo de forma significativa para evolução deste trabalho. Reconheço a paciência, compreensão e dedicação durante os momentos de colaboração.

Agradeço aos alunos e professores que participaram das reuniões e prévias de apresentação do Laboratório de Engenharia de Sistemas Complexos (LabESC), em especial para Nadja Antônio, Bruno Xavier, Victor Farias, Roberto Dias, Luiz Alexandre e Márcio Rocha, que contribuíram indiretamente com este trabalho.

Aos voluntários que abriram mão do seu tempo para contribuir com as pesquisas de opinião e grupo focal. Minha imensa gratidão. A todos os professores do PPGI/UNIRIO que contribuíram para a minha formação por meio de experiências e de ensinamentos que levarei comigo ao longo da vida.

Aos membros da banca, Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO) e Johnny Cardoso Marques (ITA) por terem aceitado me avaliar. Deixo também um agradecimento para aquele que se propõe a ler este trabalho. Espero que ele seja de grande valia e contribua para os seus objetivos. Por fim, agradeço a comunidade de Sistemas de Informação do Brasil, tanto da indústria, como da academia, especialmente ao professor Davi Viana.

BARBOSA, Alexandre Pires. **Um Catálogo de Requisitos Não Funcionais para Sistemas de Informação em Cidades Inteligentes sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais**. UNIRIO, 2022. 146 páginas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Informática, UNIRIO.

## RESUMO

Os desafios relacionados à eficiência dos serviços públicos tendem a ser cada vez maiores com o crescimento populacional nas áreas urbanas. Com a expectativa que o mundo alcance a marca de 9,8 bilhões de habitantes até 2050, governos de todas as grandes cidades vêm buscando formas para conter o crescimento desordenado. O aumento de congestionamentos, violência, desigualdade social e o aquecimento global são algumas das consequências de quando o crescimento não é controlado. Para mitigar esses desafios, as iniciativas de cidades inteligentes (CI) vêm aumentando em todo mundo, principalmente pelo motivo de que tecnologias da informação e comunicação (TIC) são utilizadas para alcançar a eficiência dos serviços. Diante deste contexto, os sistemas de informação (SI) são vistos como ferramentas estratégicas para a solução de problemas a partir de uma visão sistêmica sobre pessoas, organizações e tecnologias. No entanto, vários SI têm sido usados para apoiar iniciativas de CI e não há um padrão de requisitos que possam apoiar o desenvolvimento de SI, como forma de dar apoio aos gestores públicos e a indústria de desenvolvimento de sistemas. Com base na perspectiva de ecossistemas digitais (ED), esta dissertação apresenta um catálogo de requisitos não funcionais (RNF) de SI focado em CI. A proposta de catálogo, intitulado *ReQSI-CI*, emergiu dos resultados de um estudo exploratório, de um mapeamento sistemático da literatura (MSL) e de uma pesquisa de opinião (*survey research*). O estudo exploratório identificou oportunidades e barreiras na utilização de SI informais no domínio das CI, além de extrair RNF das respostas dos cidadãos que participaram. O MSL identificou SI formais (governamentais), bem como desafios e fatores de sucesso na sua implantação. Além disso, foram identificados os RNF apontados nos estudos. Por fim, uma pesquisa de opinião foi realizada com cidadãos interessados, a fim de avaliar os SI apontados no MSL. Ao final, foi conduzida uma avaliação do catálogo *ReQSI-CI* por meio de um grupo focal com especialistas em CI, requisitos e ED, resultando em uma nova versão do catálogo *ReQSI-CI*. Os resultados mostram que a proposta reúne elementos relevantes para CI, com destaque para uma perspectiva de ED. A contribuição desta dissertação é um catálogo de requisitos contendo 46 RNF organizados em dimensões e domínios de CI.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação; Cidades Inteligentes; Ecossistemas Digitais; Requisitos Não Funcionais.

BARBOSA, Alexandre Pires. **A Catalog of Non-Functional Requirements for Information Systems in Smart Cities from a Digital Ecosystems Perspective**. UNIRIO, 2022. 146 pages. Master's Thesis. Graduate Program in Informatics, UNIRIO.

## ABSTRACT

Challenges related to the efficiency of public services tend to be greater with the population growth in urban areas. Since the world expected to reach the mark of 9.8 billion inhabitants by 2050, governments in all major cities are looking for strategies to break uncontrolled growth. The increase in traffic jam, violence, social inequality and global warming is one of the consequences of an uncontrolled growth. To mitigate these challenges, smart cities (SC) initiatives have been increasing worldwide, mainly due to the fact that information and communication technologies (ICT) are used to achieve service efficiency. In this context, information systems (IS) are seen as strategic tools for solving problems from a systemic view on three pillars: people, organizations and technologies. However, several IS have been used to support SC initiatives and there is no standard for requirements that can support IS development as a way of supporting public managers and the systems development industry. Based on the digital ecosystems (DE) perspective, this dissertation presents a catalog of IS non-functional requirements (NFR) focused on SC. The catalog proposal, entitled *ReQSI-CI*, emerged from the results of an exploratory study, a systematic mapping study (SMS) and a survey research. The exploratory study identified opportunities and barriers in the use of informal IS in the field of SC, in addition to extracting NFR from the responses of the citizens who participated in the study. The SMS identified formal (governmental) IS as well as challenges and success factors in their implementation. In addition, the NFR presented in the studies were identified. Finally, a survey research was carried out with interested citizens in order to evaluate the IS pointed out in the SMS. At the end, an evaluation of the catalog *ReQSI-CI* was conducted through a focus group with experts in SC, requirements and DE, resulting in a new version of the catalog *ReQSI-CI*. The results show that the proposal brings together relevant elements for SC, with emphasis on a DE perspective. The contribution of this dissertation is a requirements catalog containing 46 NFR organized into SC dimensions and domains.

**Keywords:** Information Systems; Smart Cities; Digital Ecosystems; Non-functional Requirements.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto . . . . .	1
1.2	Motivação . . . . .	2
1.3	Problema . . . . .	3
1.4	Objetivo . . . . .	4
1.5	Metodologia . . . . .	5
1.6	Organização . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>8</b>
2.1	Cidades Inteligentes . . . . .	8
2.1.1	Definições . . . . .	9
2.1.2	Dimensões e Domínios . . . . .	11
2.1.3	<i>Stakeholders</i> de Cidades Inteligentes . . . . .	13
2.2	Ecosistema Digital . . . . .	15
2.3	Sistemas de Informação . . . . .	18
2.3.1	Sistemas de Informação Formais . . . . .	19
2.3.2	Sistemas de Informação Informais . . . . .	20
2.4	Engenharia de Requisitos . . . . .	21
2.4.1	Práticas Recomendadas para Especificação de Requisitos . . . . .	26
2.5	Considerações Finais . . . . .	27
<b>3</b>	<b>Sistemas de Informação Informais em Cidades Inteligentes</b>	<b>30</b>
3.1	Introdução . . . . .	30
3.2	Método de Pesquisa . . . . .	31
3.2.1	Planejamento . . . . .	31
3.2.2	Execução . . . . .	32
3.2.3	Procedimento de Análise . . . . .	32
3.2.4	Condução da Análise dos Dados . . . . .	33
3.3	Resultados . . . . .	34
3.3.1	Resultados Quantitativos . . . . .	34
3.3.2	Resultados Qualitativos . . . . .	35

3.3.2.1	Categoria Oportunidades . . . . .	36
3.3.2.2	Categoria Barreiras . . . . .	38
3.3.3	RNF Identificados . . . . .	40
3.4	Discussão . . . . .	41
3.5	Ameaças à Validade . . . . .	44
3.6	Considerações Finais . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Sistemas de Informação Formais (Governamentais) em Cidades Inteligentes</b>	<b>46</b>
4.1	Introdução . . . . .	46
4.2	Método de Pesquisa . . . . .	47
4.2.1	Planejamento . . . . .	47
4.2.2	Condução . . . . .	48
4.2.3	Resultados . . . . .	49
4.3	Discussão . . . . .	55
4.4	Ameaças à Validade . . . . .	56
4.5	Considerações Finais . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Investigando Desafios e Fatores de Sucesso na Implantação de SI Formais em Cidades Inteligentes na Perspectiva de Cidadãos Brasileiros</b>	<b>59</b>
5.1	Introdução . . . . .	59
5.2	Método de Pesquisa . . . . .	60
5.2.1	Planejamento . . . . .	60
5.2.2	Execução . . . . .	61
5.2.3	Procedimento de Análise dos Resultados . . . . .	61
5.3	Resultados . . . . .	62
5.3.1	Resultados Quantitativos . . . . .	62
5.3.2	Resultados Qualitativos . . . . .	68
5.3.3	RNF Identificados Diante das Respostas dos Cidadãos Brasileiros	70
5.4	Discussão . . . . .	71
5.5	Ameaças à Validade . . . . .	72
5.6	Considerações Finais . . . . .	73
<b>6</b>	<b>ReQSI-CI: Um Catálogo de Requisitos Não Funcionais para Sistemas de Informação em Cidades Inteligentes sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais</b>	<b>74</b>
6.1	Introdução . . . . .	74
6.2	Processo de Construção do Catálogo . . . . .	75
6.2.1	Levantamento dos RNF . . . . .	75

6.2.1.1	Realização do Estudo Exploratório . . . . .	76
6.2.1.2	Condução do Mapeamento Sistemático da Literatura . . . . .	76
6.2.1.3	Aplicação da Pesquisa de Opinião . . . . .	76
6.2.2	Desenvolvimento do Catálogo . . . . .	77
6.2.2.1	Definição da Estrutura do Catálogo . . . . .	77
6.2.2.2	Elaboração do Catálogo . . . . .	77
6.2.2.3	Refinamento do Catálogo . . . . .	78
6.2.2.4	Classificações e Definições Utilizadas na Estrutura do Catálogo . . . . .	79
6.2.3	Avaliação do Catálogo . . . . .	81
6.3	Catálogo ReQSI-CI sob a Perspectiva de ED . . . . .	82
6.4	Diretrizes para Utilização do Catálogo . . . . .	82
6.5	Limitações . . . . .	83
6.6	Considerações Finais . . . . .	83
<b>7</b>	<b>Avaliação do Catálogo</b>	<b>85</b>
7.1	Introdução . . . . .	85
7.2	Objetivo do Estudo . . . . .	86
7.3	Planejamento . . . . .	86
7.3.1	Revisão do Protocolo . . . . .	86
7.3.2	Seleção e Caracterização dos Participantes . . . . .	86
7.3.3	Localização . . . . .	87
7.3.4	Funções . . . . .	87
7.3.5	Roteiro . . . . .	88
7.4	Execução . . . . .	89
7.5	Discussão e Avaliação dos Especialistas . . . . .	90
7.6	Síntese dos Resultados . . . . .	92
7.7	Limitações . . . . .	93
7.8	Considerações Finais . . . . .	93
<b>8</b>	<b>Conclusão</b>	<b>94</b>
8.1	Epílogo . . . . .	94
8.2	Contribuições . . . . .	96
8.2.1	Contribuições para Área de Sistemas de Informação . . . . .	96
8.3	Limitações . . . . .	97
8.4	Trabalhos Futuros . . . . .	97
	<b>Referências</b>	<b>106</b>

<b>Anexo I. Catálogo ReQSI-CI sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais</b>	<b>107</b>
<b>Apêndice I. Definições de Cidades Inteligentes</b>	<b>115</b>
<b>Apêndice II. Formulário do Estudo Exploratório</b>	<b>126</b>
<b>Apêndice III. Dados do Mapeamento Sistemático da Literatura</b>	<b>130</b>
<b>Apêndice IV. Formulário da Pesquisa de Opinião</b>	<b>133</b>
<b>Apêndice V. Dados do Grupo Focal</b>	<b>144</b>

# Lista de Figuras

Figura 1	Metodologia de pesquisa. . . . .	5
Figura 2	Dimensões de CI, adaptado de Giffinger et al. (2007). . . . .	12
Figura 3	Taxonomia de dimensões e domínios de CI, adaptado de Giffinger et al. (2007), Neirotti et al. (2014) e Benamrou et al. (2016). . . . .	13
Figura 4	Hélice tríplice, traduzido de Etzkowitz e Zhou (2006). . . . .	14
Figura 5	Hélice quádrupla, adaptado de Lombardi et al. (2012). . . . .	14
Figura 6	Ontologia de ED, traduzido de Dong e Hussain (2007). . . . .	16
Figura 7	Funções dos SI, segundo Laudon e Laudon (2009). . . . .	18
Figura 8	Tipos de SI, adaptado de Laudon e Laudon (2009). . . . .	20
Figura 9	Tipos de RNF, segundo Sommerville (2011). . . . .	23
Figura 10	Série de normas ISO/IEC 25000, adaptado de ISO/IEC25000 (2014). . . . .	24
Figura 11	Método de pesquisa. . . . .	31
Figura 12	Distribuição por gênero. . . . .	35
Figura 13	Distribuição ocupacional. . . . .	35
Figura 14	Conhecimentos em informática. . . . .	36
Figura 15	Utilização de soluções tecnológicas. . . . .	36
Figura 16	Códigos relacionados à categoria “Oportunidades”. . . . .	38
Figura 17	Códigos relacionados à categoria “Barreiras”. . . . .	40
Figura 18	Processo de seleção dos estudos. . . . .	50
Figura 19	Quantidade de estudos por bases de pesquisa. . . . .	50
Figura 20	Quantidade de estudos por ano. . . . .	50
Figura 21	Distribuição por gênero. . . . .	63
Figura 22	Distribuição por idade. . . . .	63
Figura 23	Distribuição por área de atuação. . . . .	63
Figura 24	Distribuição por região. . . . .	64
Figura 25	Conhecimento sobre solução tecnológica oferecida pelo governo. . . . .	64
Figura 26	Formas de utilização sobre soluções tecnológicas oferecidas pelo governo. . . . .	64
Figura 27	SI avaliados pelos respondentes. . . . .	66
Figura 28	Quem deveria oferecer esta solução. . . . .	67

Figura 29 Níveis de dificuldade para implantação de SI. . . . .	67
Figura 30 Códigos relacionados à categoria “Fatores de Sucesso”. . . . .	70
Figura 31 Códigos relacionados à categoria “Desafios”. . . . .	71
Figura 32 Processo de construção do catálogo. . . . .	76
Figura 33 Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 1. . . . .	77
Figura 34 Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 2. . . . .	78
Figura 35 Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 3. . . . .	78
Figura 36 Novos itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 1. . . . .	78
Figura 37 Novos itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 2. . . . .	78
Figura 38 Fluxo para utilização do catálogo ReQSI-CI. . . . .	83
Figura 39 Catálogo de requisitos - Parte 1. . . . .	89
Figura 40 Catálogo de requisitos - Parte 2. . . . .	90
Figura 41 Catálogo de requisitos - Parte 3. . . . .	90
Figura 42 RNF de SI para dimensão ambiente inteligente . . . . .	107
Figura 43 RNF de SI para dimensão economia inteligente . . . . .	108
Figura 44 RNF de SI para dimensão governança inteligente . . . . .	109
Figura 45 RNF de SI para dimensão governança inteligente . . . . .	110
Figura 46 RNF de SI para dimensão mobilidade inteligente . . . . .	111
Figura 47 RNF de SI para dimensão pessoas inteligentes . . . . .	112
Figura 48 RNF de SI para dimensão vida inteligente . . . . .	113
Figura 49 RNF de SI para dimensão não identificada . . . . .	114
Figura 50 Questionário do estudo exploratório - Parte 1 de 4 . . . . .	126
Figura 51 Questionário do estudo exploratório - Parte 2 de 4 . . . . .	127
Figura 52 Questionário do estudo exploratório - Parte 3 de 4 . . . . .	128
Figura 53 Questionário do estudo exploratório - Parte 4 de 4 . . . . .	129
Figura 54 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 1 de 11 . . . . .	133
Figura 55 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 2 de 11 . . . . .	134
Figura 56 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 3 de 11 . . . . .	135
Figura 57 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 4 de 11 . . . . .	136
Figura 58 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 5 de 11 . . . . .	137
Figura 59 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 6 de 11 . . . . .	138
Figura 60 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 7 de 11 . . . . .	139
Figura 61 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 8 de 11 . . . . .	140
Figura 62 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 9 de 11 . . . . .	141
Figura 63 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 10 de 11 . . . . .	142
Figura 64 Questionário da pesquisa de opinião - Parte 11 de 11 . . . . .	143
Figura 65 Questionário do grupo focal - Parte 1 de 3 . . . . .	144

Figura 66 Questionário do grupo focal - Parte 2 de 3 . . . . .	145
Figura 67 Questionário do grupo focal - Parte 3 de 3 . . . . .	146

# Lista de Tabelas

Tabela 1	Definições de CI. . . . .	9
Tabela 2	Questões demográficas. . . . .	32
Tabela 3	Questões específicas. . . . .	32
Tabela 4	Códigos da codificação aberta. . . . .	34
Tabela 5	Códigos, categorias e citações. . . . .	37
Tabela 6	Principais RNF identificados na pesquisa de opinião. . . . .	40
Tabela 7	Oportunidades citadas pelos respondentes. . . . .	42
Tabela 8	Barreiras citadas pelos respondentes. . . . .	43
Tabela 9	Estrutura PICOC. . . . .	47
Tabela 10	Subquestões de pesquisa. . . . .	47
Tabela 11	Critérios de inclusão. . . . .	49
Tabela 12	Critérios de exclusão. . . . .	49
Tabela 13	Lista de SI formais (governamentais) utilizados no domínio de CI. . .	51
Tabela 14	Desafios na implantação do SI. . . . .	52
Tabela 15	Fatores de sucesso na implantação do SI. . . . .	53
Tabela 16	Lista de RNF para SI. . . . .	54
Tabela 17	Características e subcaracterísticas de qualidade de RNF para SI. . .	55
Tabela 18	Questões demográficas. . . . .	61
Tabela 19	Questões específicas. . . . .	61
Tabela 20	Códigos da codificação aberta. . . . .	68
Tabela 21	RNF identificados nas respostas das Sub-Q10 e Sub-Q11. . . . .	72
Tabela 22	Caracterização dos participantes. . . . .	87
Tabela 23	Definições de CI . . . . .	115
Tabela 24	Lista de estudos selecionados para extração de dados . . . . .	130

## Lista de Nomenclaturas

BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
CEx	Critério de Exclusão
CI	Cidade Inteligente
CIn	Critério de Inclusão
ED	Ecosistema Digital
ER	Engenharia de Requisito
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GQM	<i>Goal-Question-Metric</i>
GT	<i>Grounded Theory</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
PA	Participante
PICOC	<i>Population, Intervention, Comparison, Outcomes, and Context</i>
QA	Questão Aberta
QF	Questão Fechada
QP	Questão de Pesquisa
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não Funcional
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SBSI	Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação
SI	Sistema de Informação
SIE	Sistema de Informação Executiva
SIG	Sistema de Informação Gerencial
SPT	Sistema de Processamento de Transações
SQ	Subquestão
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGS	Teoria Geral de Sistemas
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UN	<i>United Nations</i>
WTDSI	Workshop de Teses e Dissertações em Sistemas de Informação

# 1. Introdução

Este capítulo tem o objetivo de apresentar o contexto, motivação, caracterização do problema, objetivo, questões de pesquisa e a metodologia científica utilizada nesta dissertação. Ao final deste conteúdo, é apresentada a organização do documento e uma breve descrição de cada capítulo.

## 1.1 Contexto

Desde a revolução industrial, a humanidade vem sofrendo grandes mudanças, nas quais empresas, governos e sociedade vêm sendo constantemente desafiadas a superar os desafios impostos por esta nova realidade (ZHOU et al., 2015). Nesse contexto, as cidades de todas as partes do mundo também vêm enfrentando vários desafios à medida que seus recursos e infraestrutura são colocados sob níveis de pressão cada vez maiores (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2011). A Organização das Nações Unidas aponta que 50% da população mundial vivem em grandes centros urbanos (NATIONS, 2018). Existe uma expectativa que a população chegue a marca de 9,8 bilhões de habitantes em 2050 em todo o mundo, onde 70% viverão em cidades, provocando grandes desequilíbrios sociais, econômicos e ambientais (SOUPIZET, 2017).

Com o aumento populacional, desafios relacionados à eficiência dos serviços públicos tendem a ser maiores nas áreas urbanas. Para mitigar esses desafios, as iniciativas de cidades inteligentes (CI), do inglês *smart cities*, vêm crescendo. As CI consistem em projetos de investimentos em capital humano, social, infraestruturas tradicionais e digitais. Essas propostas visam alimentar o crescimento econômico sustentável, no sentido de oferecer melhor qualidade de vida para os cidadãos (CARAGLIU et al., 2011).

## 1.2 Motivação

A área de sistemas de informação (SI) é um campo da informática que contribui em diversos domínios organizacionais, como indústrias e governos. Devido à sua complexidade, esta área requer conhecimentos técnicos e organizacionais, no sentido de oferecer ganhos nos processos e eficácia e eficiência dos recursos (ARAUJO et al., 2019). Com o crescimento dos problemas urbanos, decorrente do crescimento populacional desordenado, as CI se apresentam como uma proposta para oferecer melhores serviços utilizando tecnologias da informação e comunicação (TIC), para prover melhor qualidade de vida para os cidadãos (ISMAGILOVA et al., 2019). Por exemplo, algumas citadas por (GIFFINGER et al., 2007), como:

- **Mobilidade inteligente.** Soluções com uso de SI relacionados a transporte público e acessibilidade;
- **Governança inteligente.** Soluções de SI que envolvem serviços on-line e governança transparente;
- **Ambiente inteligente.** Sistemas para gestão sustentável dos recursos e planejamento urbano sustentável.

No entanto, por se tratar de um conceito complexo que envolve interesses distintos, a área de SI possui papel fundamental para dar suporte aos problemas das CI, pois sua abordagem envolve pessoas, processos/organizações e tecnologias. No aspecto pessoas, a área estabelece um equilíbrio cultural, social e diverso, já no aspecto processos/organizações traz como finalidade garantir a eficiência e eficácia dos processos organizacionais e, por fim, o tecnológico, permite a utilização de múltiplas tecnologias para dar suporte aos desafios das CI (BARBOSA et al., 2021a).

O relacionamento entre diversos *stakeholders*, decorrente das interações entre a sociedade civil, indústria, governo e academia, tem sido investigado como tópico de pesquisa (LOMBARDI et al., 2012), principalmente por envolver objetivos distintos. Bria e Morozov (2020) ressaltam que as soluções para CI devem ser centradas no cidadão, salientando que as cidades não neoliberais precisam identificar os modelos políticos e econômicos sobre as quais funcionam. Neste cenário, os *stakeholders* atuam como ilhas isoladas e passam a compor um ecossistema interconectado e descentralizado (NETO et al., 2017).

Os ecossistemas digitais (ED), do inglês *digital ecosystems*, se referem a uma

abordagem que consiste em uma infraestrutura digital auto-organizável e conectada em rede. Este modelo se estabelece em uma comunidade aberta, sem necessidade de controle ou liderança (CHANG; WEST, 2006). Desta forma, os ED de CI tem por finalidade reunir elementos tecnológicos com objetivo de atender aos interesses dos *stakeholders*, garantindo sustentabilidade do ambiente.

Os requisitos de SI se firmam com grande importância e relevância para garantir a sustentabilidade e a qualidade dos sistemas no estabelecimento de ED de CI. A grande quantidade de *stakeholders* envolvidos nestes projetos necessita minimamente de padronização dos critérios de qualidade e da organização das áreas de atuação para o desenvolvimento SI (ISO/IEC/29148, 2018). Segundo Cysneiros et al. (2003), um catálogo de requisitos facilita a organização, identificação, compartilhamento, gerenciamento e a evolução das informações dos requisitos. Desta forma, este trabalho apresenta, como a principal motivação, a necessidade de pesquisas para compreender a complexidade e organizar o conhecimento sobre requisitos não funcionais (RNF) de SI em CI.

### **1.3 Problema**

Existem diversos *stakeholders* em projetos de CI e alguns fatores podem comprometer o desenvolvimento de SI, principalmente os SI formais e informais. Objetivos incongruentes, incapazes de atender aos interesses dos cidadãos é apenas um dos exemplos (BERGMAN et al., 2002). Outro fator se dá por meio da implementação de SI, que requer uma preocupação sob vários ângulos. Questões sociais, políticas e culturais tendem a ser complexas e problemáticas quando observadas sob o ponto de vista organizacional, especialmente em grandes projetos que raramente são entregues com sucesso. Pesquisas destacam que não existe um conjunto único de critérios acordados na literatura para definir o fracasso do projeto, apesar do alto número de *frameworks* e modelos que são desenvolvidos para reduzir o risco do projeto (HUGHES et al., 2017).

Dwivedi et al. (2015) relatam que falhas na identificação de requisitos podem ser um dos fatores capazes de provocar grandes prejuízos financeiros. A falha em SI pode ser definida como um sistema implementado que não atende às expectativas do usuário ou pela incapacidade de criar um sistema funcional. Para Bergman et al. (2002), é importante identificar o problema antes de propor uma solução, além de entender os requisitos do usuário antes de projetar o sistema.

Dessa forma, considerando um ED aberto, auto-organizado, conectado em rede e sem

liderança, o problema desta pesquisa está amparado em três perspectivas. A primeira envolve a variedade de *stakeholders* presentes em projetos de CI, que buscam ser tendenciosos, não atendendo os anseios dos cidadãos. A segunda corresponde a questões sociais, políticas e culturais, que podem influenciar no desenvolvimento de SI. Por fim, a terceira se refere à falta de organização das áreas de atuação das CI, juntamente com a ausência de padronização dos RNF de SI.

#### 1.4 Objetivo

Com base nas características do contexto e problema, foi possível formular a principal questão de pesquisa (QP): **Como os SI podem estabelecer de ecossistemas digitais de CI?** A partir da QP, foram definidas algumas subquestões (SQ):

- **SQ1** - Como os SI vêm sendo utilizados fora da estrutura governamental das CI?
- **SQ2** - Quais os desafios e fatores de sucesso na implantação de SI governamental?
- **SQ3** - Que requisitos são fundamentais para o desenvolvimento de SI em CI?

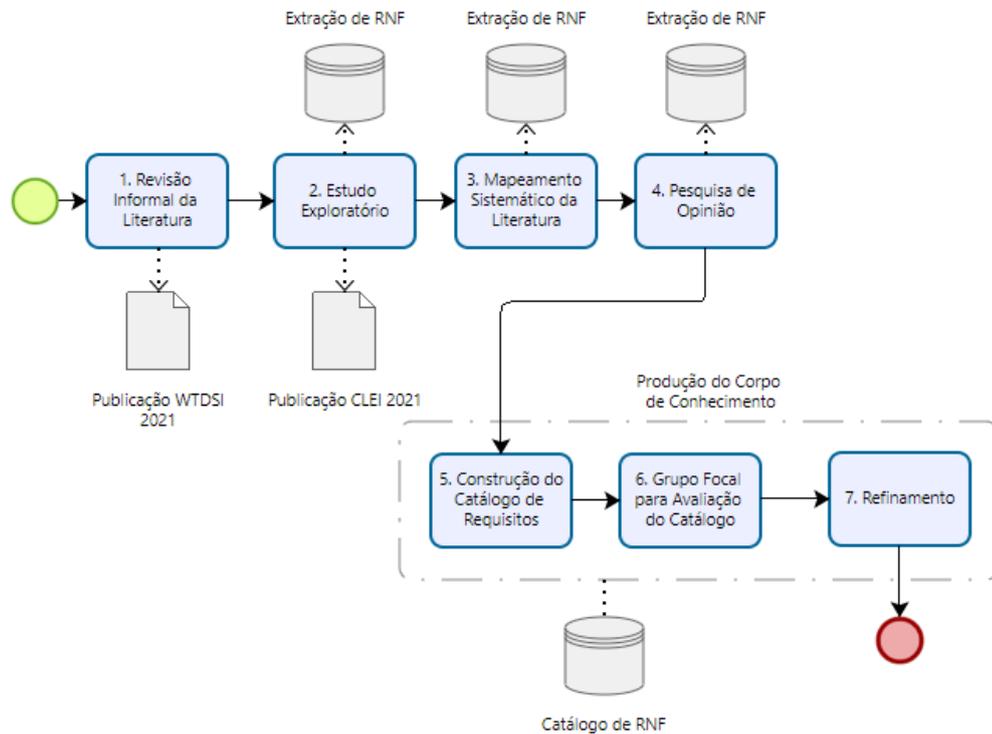
O objetivo principal deste trabalho é contribuir para o amadurecimento das CI com a utilização de SI sob a perspectiva de ED. Para isso, buscou-se especificar, construir e avaliar um catálogo de RNF intitulado **Catálogo de Requisitos Não Funcionais para Sistemas de Informação em Cidades Inteligentes sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais (ReQSI-CI)**.

As CI são formadas por diferentes *stakeholders*, que constituem ED com múltiplos propósitos. No entanto, o principal interessado muitas vezes não é considerado em projetos de SI, que têm como abordagem descomplicar o uso da informação na perspectiva de pessoas, processos/organizações e tecnologias (BRIA; MOROZOV, 2020; BARBOSA et al., 2021a). O catálogo de requisitos ReQSI-CI visa organizar e simplificar o entendimento a partir da recomendação de RNF de SI dos principais domínios das CI.

Após a formulação da QP e do objetivo, foram definidos os objetivos específicos: (1) identificar as oportunidades e barreiras para utilização de SI em CI; (2) investigar os principais SI utilizados pelos governos nas CI; (3) analisar sob a perspectiva brasileira os fatores de sucesso e desafios na implantação de SI em CI; (4) elicitare especificar RNF diante da visão da indústria, do governo e da sociedade; e (5) avaliar a estrutura e relevância do catálogo ReQSI-CI, bem como identificar sugestões de melhorias.

## 1.5 Metodologia

Para apoiar na elaboração do projeto de pesquisa, a fim de atingir o objetivo e responder às questões de pesquisa, foi seguida a metodologia apresentada na Figura 1. As etapas são descritas a seguir:



**Figura 1:** Metodologia de pesquisa.

- 1. Revisão informal da literatura:** Este método é uma abordagem informal que consiste em compreender os principais conceitos de uma linha de pesquisa e identificar uma lacuna que ainda não coberta por pesquisas científicas. Normalmente, ações seguidas não são documentadas ou sistematizadas. Os termos investigados na literatura abordaram sobre a utilização de SI em CI. Desta forma, alguns desafios foram identificados, resultando em um conjunto de indefinições do conceito de CI, suas áreas de atuação e os *stakeholders*. Os objetivos dos SI e para quem estas soluções deveriam atender são exemplos destes desafios. Esta etapa preliminar nos ajudou a entender o contexto dos SI informais e formais utilizados nas CI. Este estudo resultou em uma publicação nos anais estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, no XIV Workshop de Teses e Dissertações em Sistemas de Informação (WTDSI 2021) (BARBOSA et al., 2021a);
- 2. Estudo exploratório:** A partir de estudos da literatura sobre CI, investigamos os SI informais que dão apoio às CI. Algumas lições foram observadas a partir dos

resultados. Inicialmente, foram identificados as oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de SI informais em CI (Capítulo 3). Além disso, esta etapa nos ajudou a definir os protocolos de pesquisa sobre SI formais (governamentais) (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Os resultados do estudo foram publicados no *Latin American Symposium on Informatics and Society (SLIS)*, que é parte da *Latin American Informatics Conference (CLEI)* (BARBOSA et al., 2021b);

3. **Mapeamento sistemático da literatura (MSL):** O estudo foi realizado para identificar os SI governamentais que dão suporte para as CI. Foram analisados os desafios e fatores de sucesso que ocorreram em sua implantação. Além disso, foram identificados os RNF destes sistemas (Capítulo 4);
4. **Pesquisa de opinião (*survey research*):** Nesta etapa, foi aplicado um questionário on-line com cidadãos interessados em CI para avaliar as opiniões referentes aos SI identificados no MSL (Capítulo 5);
5. **Produção do corpo de conhecimento:** Nas etapas 5, 6 e 7 são apresentados os estudos para o desenvolvimento do catálogo ReQSI-CI sob a perspectiva de ED. Este artefato foi construído com base nos estudos realizados nos Capítulos 3, 4 e 5; Além disso, foi aplicado um método por meio de grupo focal para avaliar e refinar a estrutura do catálogo, com base nas opiniões dos especialistas em CI, SI, ED e requisitos. Este estudo é apresentado no Capítulo 7.

## 1.6 Organização

Esta dissertação está organizada em oito capítulos. Na introdução, foram abordados o contexto, a motivação e o problema desta pesquisa. O objetivo e as questões de pesquisa foram construídos de acordo com o contexto, possibilitando a descrição da metodologia e a organização deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta os termos envolvidos nesta pesquisa, como definições de CI, ED e SI. No Capítulo 3, apresentamos o desenvolvimento de um estudo exploratório, trazendo resultados sobre oportunidades e barreiras no uso de SI informais em CI envolvendo cidadãos brasileiros (BARBOSA et al., 2021b). O Capítulo 4 apresenta os resultados do MSL. Este estudo identificou os SI formais (governamentais), bem como seus desafios e fatores de sucesso na implantação. Além disso, no Capítulo 5, apresentamos o planejamento e resultados de uma pesquisa de opinião. Este estudo traz visões, na opinião de cidadãos interessados, sobre os principais SI identificados no MSL.

O Capítulo 6 apresenta o corpo de conhecimento, envolvendo o catálogo ReQSI-CI, embasado nos resultados do estudo exploratório, do MSL e da pesquisa de opinião. No Capítulo 7, apresentamos o processo de avaliação do catálogo ReQSI-CI, por meio de um grupo focal com especialistas da indústria e da academia. Por fim, o Capítulo 8 conclui a dissertação com algumas considerações finais, contribuições, limitações e trabalhos futuros. Em seguida, são listadas as referências bibliográficas, o anexo e os apêndices com os dados e informações necessárias para atingir a completude e verificação dos resultados dos estudos realizados durante esta pesquisa.

## 2. Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta definições e conceitos dos termos utilizados no cenário da pesquisa. O conteúdo está organizado da seguinte forma. A Seção 2.1 explora as definições e conceitos sobre CI, além de investigar dimensões, domínios e *stakeholders* envolvidos. A Seção 2.2) descreve conceitos de ED e suas características. Na Seção 2.3 é abordado sobre conceitos e tipologia de SI, bem como as estratégias de utilização, envolvendo SI formais e SI informais, além dos requisitos para SI. A Seção 2.4 apresenta conceitos e definições de RNF. Por fim, a Seção 2.5 conclui este capítulo com as considerações finais desenvolvidas no contexto de CI e ED.

### 2.1 Cidades Inteligentes

As cidades são ambientes que contemplam visões e compreensões distintas, sob diferentes perspectivas. Uma das principais e mais utilizadas para entender seu conceito é que se trata de uma área densamente povoada, predominantemente envolvendo comércios, indústrias e habitações em uma área urbana (VASCONCELOS, 2015). No entanto, a Organização das Nações Unidas (NATIONS, 2018) consideram que ainda não existem critérios internacionais padronizados. Para isso consideram alguns fatores predominantes no debate da conceituação das cidades. Inicialmente, foi necessário compreender as fronteiras administrativas; em segundo lugar, o nível de aglomeração urbana; e por fim, seus limites de interconexões econômica e social, no sentido de estabelecer suas características. No Brasil, o Estatuto das Cidades define cidades como ambientes de convivência, desenvolvimento social e que devem garantir a sua sustentabilidade. Desta forma, as cidades precisam oferecer direito a infraestrutura urbana, transportes, saneamento, serviços públicos eficientes, lazer, gestão democrática, atendimento ao interesse social e distribuição de oportunidades (BRASIL, 2001).

Dadas as complexidades de visões das cidades, envolvendo aspectos sociais,

econômicos e ambientais, as CI surgem como uma tendência global para empregar TIC para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Esta abordagem envolve mudanças estruturais e conceituais sobre diversos setores, visto que busca pelo emprego de eficiência e eficácia dos processos (ISMAGILOVA et al., 2019). Caragliu et al. (2011) citam que uma cidade para ser considerada inteligente precisa atingir o equilíbrio entre o capital humano, social e de infraestrutura de mobilidade moderna, visando fomentar o desenvolvimento sustentável e que atenda e estabeleça a qualidade de vida das pessoas. No entanto, existem diversas definições relacionadas a CI e, devido a isso, seu conceito ainda não foi consolidado pela academia e pela indústria (ISMAGILOVA et al., 2019).

### 2.1.1 Definições

Uma cidade para ser considerada inteligente precisa essencialmente atender o interesse da sociedade, no sentido de oferecer melhores serviços e qualidade de vida. Dessa forma, o cidadão deverá ser o maior beneficiado (BRIA; MOROZOV, 2020). As CI são ambientes complexos, pois envolvem interesses políticos, econômicos e tecnológicos para garantir a sua sustentabilidade e resolver problemas do cotidiano (GIBSON et al., 1992). Existem inúmeras definições para as CI, devido alguns pesquisadores enfatizarem o uso de tecnologias e outros destacarem abordagens sociais (NAM; PARDO, 2011). Partridge (2004) apresenta uma visão mista, diante de uma perspectiva humana para a divisão digital, que a define como uma cidade criativa, onde as TIC fortalecem a liberdade de expressão e acessibilidade a informação e serviços públicos. A Tabela 1 reúne as citações utilizadas por mais de um pesquisador (ALBINO et al., 2015; ISMAGILOVA et al., 2019; NAM; PARDO, 2011). Outras mais de 50 definições estão listadas no Apêndice I.

**Tabela 1:** Definições de CI.

Fonte	Definição	Autor	Ano
Albino et al. (2015) e Ismagilova et al. (2019)	“Uma cidade inteligente infunde informações em sua infraestrutura física para melhorar conveniências, facilitar a mobilidade, agregar eficiência, conservar energia, melhorar a qualidade do ar e da água, identificar problemas e corrigi-los rapidamente, recuperar-se rapidamente de desastres, coletar dados para melhorar decisões, implantar recursos de forma eficaz e compartilhar dados para permitir colaboração entre entidades e domínios”.	Nam e Pardo	2011

**Tabela 1:** Definições de CI (continuação).

Fonte	Definição	Autor	Ano
Albino et al. (2015) e Ismagilova et al. (2019)	“É aquele em que os investimentos em capital humano e social e em infraestruturas tradicionais (transportes) e modernas de TIC alimentam o crescimento econômico sustentável, em uma elevada qualidade de vida, com uma gestão sensata dos recursos naturais, através de uma governança participativa”.	Caragliu et al.	2011
Nam e Pardo (2011) e Albino et al. (2015)	“Uma cidade conectando a infraestrutura física, a infraestrutura de TI, a infraestrutura social e a infraestrutura de negócios, para alavancar a coletivo inteligência da cidade”.	Harrison, C. et al.	2010
Nam e Pardo (2011) e Albino et al. (2015)	“O uso de tecnologias da computação inteligente para fazer a infraestrutura crítica de componentes e serviços de uma cidade, que incluem a administração municipal, educação, saúde, segurança pública, imobiliário, transporte e utilitários mais inteligentes, interconectados e eficientes”.	Washburn, D et al.	2010
Nam e Pardo (2011) e Albino et al. (2015)	“Uma cidade com bom desempenho de uma forma voltada para o futuro na economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e vida, construída sobre combinação inteligente de dotes e atividades de autodecisão, cidadãos independentes e conscientes”.	Giffinger et al.	2007
Nam e Pardo (2011) e Albino et al. (2015)	“Uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infraestruturas, incluindo estradas, pontes, túneis, carris, metrô, aeroportos, portos marítimos, comunicações, água, energia, até mesmo edifícios importantes, que podem melhor otimizar seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar os aspectos de segurança enquanto maximiza os serviços aos seus cidadãos”.	Hall	2000

Além disso, o termo **inteligente** de CI pode possuir diversos adjetivos como, por exemplo, cidade digital, cidade onipresente, cidade conectada e cidade sustentável (O’GRADY; O’HARE, 2012; NAM; PARDO, 2011). Na tentativa de investigar o termo,

Nam e Pardo (2011) identificaram uma estratégia de marketing, que significa uma mente rápida e aberta a *feedback*. Já González e Rossi (2011) atribuem o adjetivo em referência ao governo de uma cidade e sua capacidade de gerar inovação, na forma de como os serviços e a comunicação são entregues a todos os cidadãos.

Para este trabalho, foi utilizada a definição descrita por Caragliu et al. (2011), que se conceitua em investimentos em capital humano, social e infraestruturas tradicionais e digitais para alimentar o crescimento econômico sustentável. CI, neste caso, é estabelecida no sentido de oferecer qualidade de vida, por meio de gestão dos recursos naturais e de governança participativa.

### 2.1.2 Dimensões e Domínios

Mesmo diante de diversos conceitos e definições, as CI oferecem várias oportunidades de utilizar TIC como forma de garantir a qualidade de vida dos cidadãos. Existem dezenas de áreas de atuação nas CI. Dessa forma, este conceito apresenta classificações de alto nível, que são conhecidas como dimensões. Esta classificação pode ser definida como uma visão global e orgânica da área de atuação das CI (DIRKS et al., 2010).

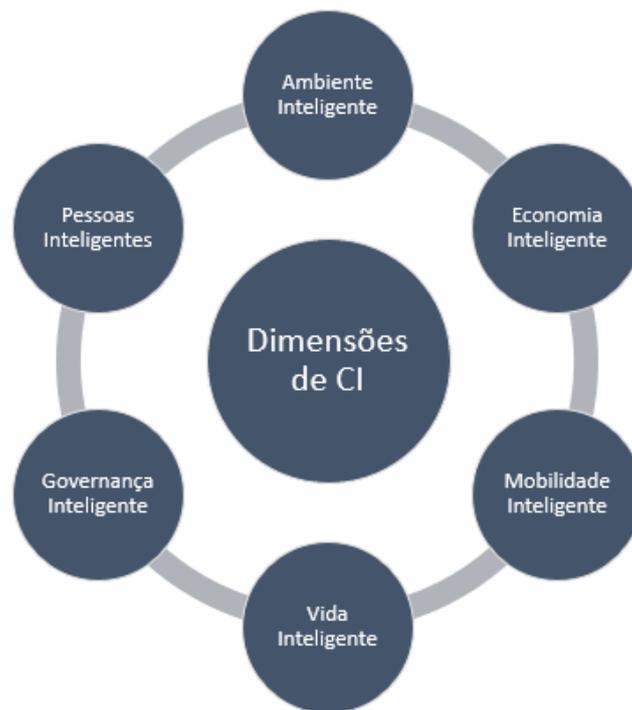
Nam e Pardo (2011) classificam as dimensões de CI em três áreas de atuação. A primeira área se refere à humana. Nesta perspectiva, são reconhecidos os elementos de caráter criativo que correspondem às características com foco em pessoas. A segunda área correspondente à dimensão abrange o elemento tecnológico, que aborda campos de infraestrutura digital. Por fim, a área institucional que se relaciona com aspectos de governança.

Um dos modelos de classificação de dimensões mais utilizados pela academia é o de Giffinger et al. (2007), que envolve ambiente inteligente, economia inteligente, mobilidade inteligente, vida inteligente, governança inteligente e pessoas inteligentes, conforme mostra a Figura 2. A descrição de cada uma delas é apresentada a seguir.

1. **Ambiente Inteligente:** “O ambiente inteligente é descrito por um atrativo natural de condições (clima, espaço verde etc.), poluição, gestão de recursos e também por esforços de proteção ambiental”;
2. **Economia Inteligente:** “A economia inteligente inclui fatores em torno da competitividade econômica, inovação, empreendedorismo, marcas, produtividade, flexibilidade do mercado de trabalho e integração no mercado (inter) nacional”;
3. **Mobilidade inteligente:** “Acessibilidade local e internacional são aspectos

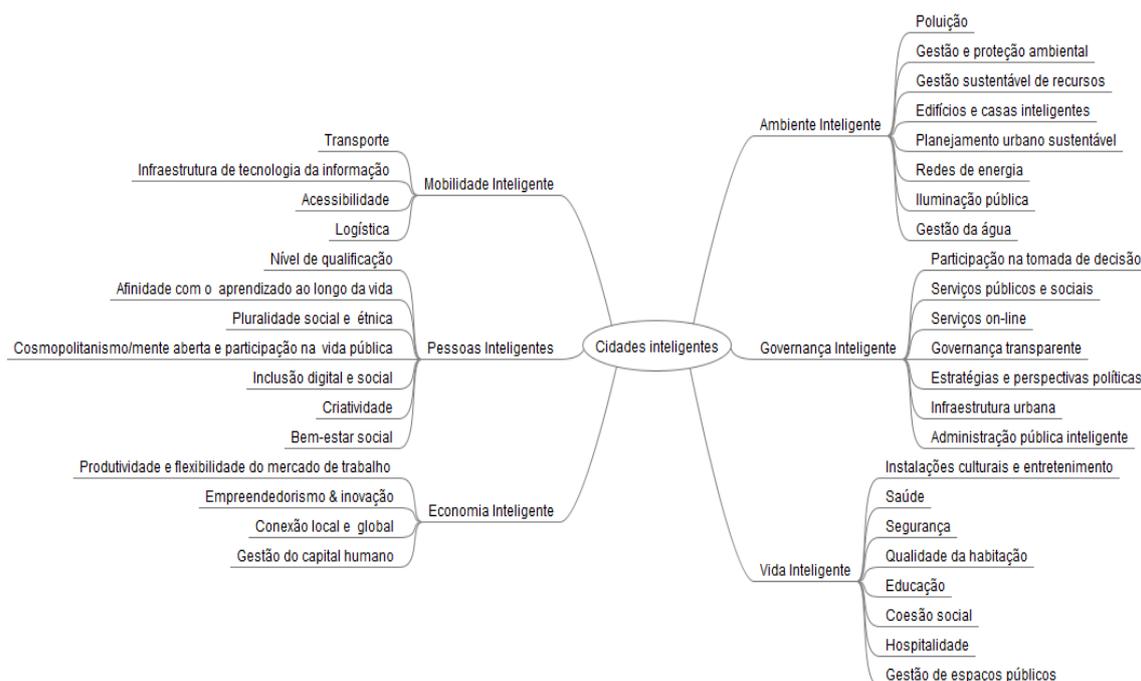
importantes da mobilidade inteligente, bem como a disponibilidade de TIC e tecnologias modernas e sistemas de transporte sustentáveis”;

4. **Vida inteligente:** “Vida inteligente compreende vários aspectos da qualidade de vida, como cultura, saúde, segurança, habitação, turismo etc.”;
5. **Governança inteligente:** “A governança inteligente compreende aspectos de participação política, serviços para os cidadãos e também o funcionamento da administração pública”;
6. **Pessoas inteligentes:** “Pessoas inteligentes não é só descrita pelo nível de qualificação ou educação dos cidadãos, mas também pela qualidade das interações sociais no que se refere à integração, vida pública e à abertura ao mundo (exterior)”.



**Figura 2:** Dimensões de CI, adaptado de Giffinger et al. (2007).

Além da visão holística de classificação das dimensões das CI, cada grupo possui domínios, que representam, segundo Giffinger et al. (2007), subáreas das dimensões de uma CI. Estas subáreas também podem ser conhecidas como **fatores** (BENAMROU et al., 2016). No entanto, o termo domínio é um dos mais utilizados na literatura (NEIROTTI et al., 2014; BENAMROU et al., 2016; GIFFINGER et al., 2007). Para organizar a estrutura de conhecimento, foi elaborada uma taxonomia, conforme apresentado na Figura 3, contendo as dimensões e domínios, para visualizar as classificações de primeiro nível (dimensões) e segundo nível (domínios) das CI.



**Figura 3:** Taxonomia de dimensões e domínios de CI, adaptado de Giffinger et al. (2007), Neirotti et al. (2014) e Benamrou et al. (2016).

As subáreas de atuação das CI, denominadas domínios, representam oportunidades para soluções baseadas em TIC. Ao todo, a taxonomia apresenta 38 domínios que podem ser considerados como áreas de entrada para projetos de planejamento urbano e de vida, que visam melhorar a sustentabilidade econômica, social e ambiental das cidades.

Neirotti et al. (2014) consideram que as cidades mais equipadas com sistemas de TIC não são necessariamente cidades melhores e que o número de iniciativas “inteligentes” lançadas por um município não é um indicador de desempenho da cidade. Todavia, pode convergir em resultados intermediários que refletem esforços para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

### 2.1.3 Stakeholders de Cidades Inteligentes

Existem diversas definições para o conceito de *stakeholder* na literatura. Uma das mais utilizadas é a definição proposta por Freeman e McVea (2001), que conceitua como qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou é afetado pela realização dos objetivos organizacionais. Portanto, um *stakeholder* é alguém com interesse válido nas atividades da organização e que pode influenciar as atividades ou alguém com participação nas atividades da organização. Mitchell et al. (1997) demonstram que a interferência dos *stakeholders* em uma organização se dá por mediação de três atributos: i) poder, ii) legitimidade e iii) urgência.

No contexto de CI, Lombardi et al. (2012) apresentaram uma revisão do trabalho de Etzkowitz e Zhou (2006), que descreveram os *stakeholders* diante do modelo hélice tríplice para sistemas de inovação baseados em conhecimento. O estudo considerou múltiplas relações entre universidades, indústrias e governo. Esse modelo pressupõe que as três hélices operassem em um ambiente urbano complexo, orientado pela demanda de mercado, a governança, o envolvimento cívico e os cidadãos. Neste sentido, estabelece relações entre as hélices (universidade, indústria e do governo), conforme apresentado na Figura 4.



**Figura 4:** Hélice tríplice, traduzido de Etzkowitz e Zhou (2006).



**Figura 5:** Hélice quádrupla, adaptado de Lombardi et al. (2012).

No entanto, após a revisão deste modelo, Lombardi et al. (2012) introduziram uma

nova hélice, denominada sociedade civil, formando a quádrupla hélice (Figura 5), em que o novo modelo foi proposto para medir o desempenho das CI do ponto de vista dos *stakeholders*.

## 2.2 Ecosistema Digital

O conceito de ED foi discutido pela primeira vez em 2002 na Europa, com a proposta de ajudar pequenas e médias empresas a adotar aplicações de TIC para impulsionar o ED local. O debate expandiu para comunidade científica, que adotou este termo como um campo de pesquisa multidisciplinar, complexo e ambicioso. Os resultados fornecem o suporte tecnológico para a inovação de negócios em ambiente aberto e com forte potencial positivo na geração de impacto econômico (NACHIRA et al., 2007).

Algumas definições de ED vêm sendo utilizadas ainda em estágio inicial, porém sem perder sua essência. Boley e Chang (2007) consideram o ED como um uma arquitetura nova de rede fracamente conectada em um ambiente colaborativo que utiliza a vulnerabilidade dos serviços cliente-servidor. Isso envolve um ambiente aberto, sem controle centralizado e a estrutura de liderança pode ser construída e dissolvida em respostas a necessidade do ambiente. Nos ED, não há uma arquitetura pré-configurada. Eles são auto-organizados por meio de inteligência de enxame baseado no comportamento coletivo. Além disso, eles se fortalecem por meio de um modelo dinâmico, interativo e flexível (BOLEY; CHANG, 2007).

O conceito de ED é estabelecido por meio de um paradigma de ambiente aberto, agrupado por domínio, orientado pela demanda, auto-organizado e fracamente acoplado, baseado em agente (NACHIRA et al., 2007). Cada espécie é proativa e responsiva para seu próprio benefício e lucro (CHANG; WEST, 2006). Dong e Hussain (2007) descrevem como uma evolução da rede de negócios e da TIC. A Soluta.net<sup>12</sup> aborda este conceito sob uma perspectiva estrutural e funcional, onde vê o ED como um ambiente colaborativo e aberto para negócios, principalmente sendo explorado por pequenas e médias empresas (DONG; HUSSAIN, 2007).

O projeto *open philosophies for associative autopoietic digital ecosystems* (OPAALS) foi a primeira comunidade de pesquisa interdisciplinar abrangendo três domínios de estudo: ciências sociais, ciências da computação e ciências naturais (NACHIRA et al., 2007). Este projeto conceituou o ED como uma infraestrutura digital auto-organizada

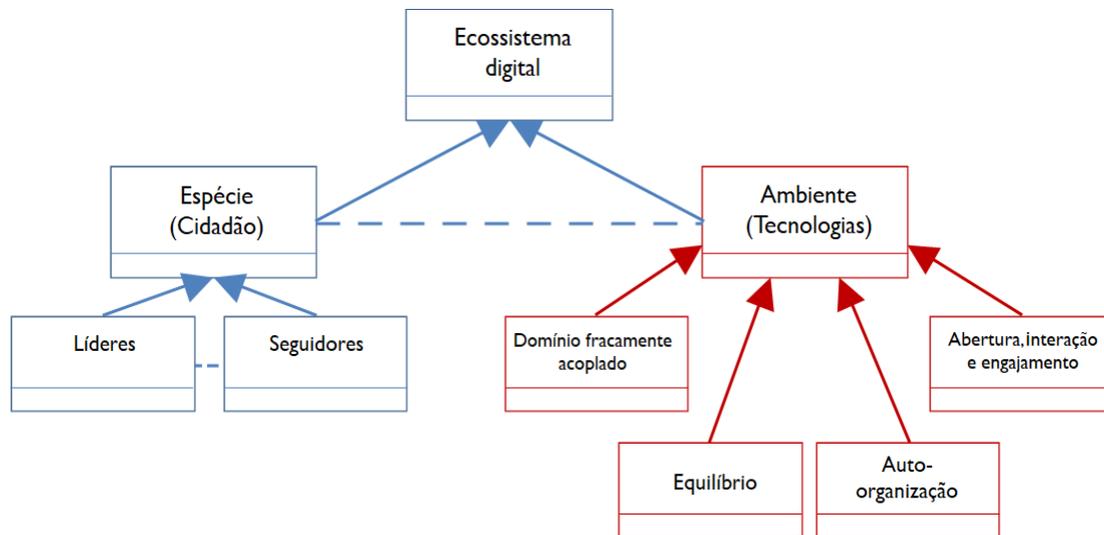
---

<sup>1</sup>Instituição tecnológica

<sup>2</sup><http://encurtador.com.br/eqvIW>

com o objetivo de criar um ambiente digital para organizações em rede, capaz de apoiar a cooperação, compartilhamento de conhecimento, modelos de negócios evolucionários e desenvolvimento de tecnologias abertas e adaptativas (EGERAAT; CURRAN, 2010).

Os ED devem possuir características essenciais para sua sustentação. Estas características foram herdadas dos ecossistemas biológicos que se referem a abertura, interação e engajamento, domínio fracamente acoplado, equilíbrio e auto-organização (BOLEY; CHANG, 2007). Dessa forma, para equalizar as diferentes formas de abordagens que podem surgir, Dong e Hussain (2007) definiram uma hierarquia de conceitos para ED. A ontologia de ED, apresentada na Figura 6, envolve níveis de relacionamentos por meio de espécie e ambiente, que se referem aos elementos básicos de ED.



**Figura 6:** Ontologia de ED, traduzido de Dong e Hussain (2007).

A ontologia de ED se refere a um modelo conceitual que apresenta os elementos de um ecossistema e seus relacionamentos. Existem dois elementos em um ED: (1) Espécies e (2) Tecnologias. Além disso, existem três tipos de espécies em um ED: (a) espécies biológicas; (b) espécies econômicas; e (c) espécies digitais. O ser humano é um exemplo de elemento de espécie dentro do ED, pois eles chegam a um ecossistema por iniciativa própria. Eles precisam interagir uns com os outros e se equilibram entre si, à medida que eles precisam preservar o meio ambiente para seu benefício ou lucro (CHANG; WEST, 2006).

As espécies possuem propriedades que vêm do mesmo domínio, são autônomas e participam da comunidade por iniciativa própria. Além disso, elas são heterogêneas e englobam relações fracamente acopladas dentro de um ecossistema. As espécies chegam a um ecossistema por sua própria demanda. Elas são motivadas por seu próprio benefício

ou lucro. Nesse modelo, as espécies precisam interagir entre si e se equilibrar. Este elemento é composto por cidadãos e seu relacionamento ocorre por meio dos *stakeholders*, ou seja, cidadãos, governos, indústria e academia. Neste elemento, ora um grupo é líder, ora é seguidor. Isso significa ser orientado pela demanda. A Figura 6 possui os tipos de espécies que são intrínsecas às características dos *stakeholders*. Este relacionamento múltiplo fortalece o ambiente de negócios e, no ED, é preciso equilíbrio e auto-organização para sustentação deste ambiente (CHANG; WEST, 2006; DONG; HUSSAIN, 2007).

O outro elemento no ED é o ambiente, que é representado por tecnologias digitais. É composto por uma arquitetura de SI web, agentes inteligentes e auto-organizados, compartilhando conhecimento. Este ambiente deve possuir uma forte infraestrutura de informações, em uma comunidade interativa que direciona espécies semelhantes um agrupamento orientado a domínio. O ambiente fornece às espécies informações e serviços de valor agregado. Dessa forma, possui o conceito de uma plataforma de integração entre empresas, governos, esforços humanos, SI avançados, entre outros, com o objetivo de criar um ambiente sustentável para organizações ou agentes em rede. Para sustentação do ED, é preciso haver características que dão suporte para estas tecnologias. Estas características são descritas a seguir, conforme apresentada por Boley e Chang (2007):

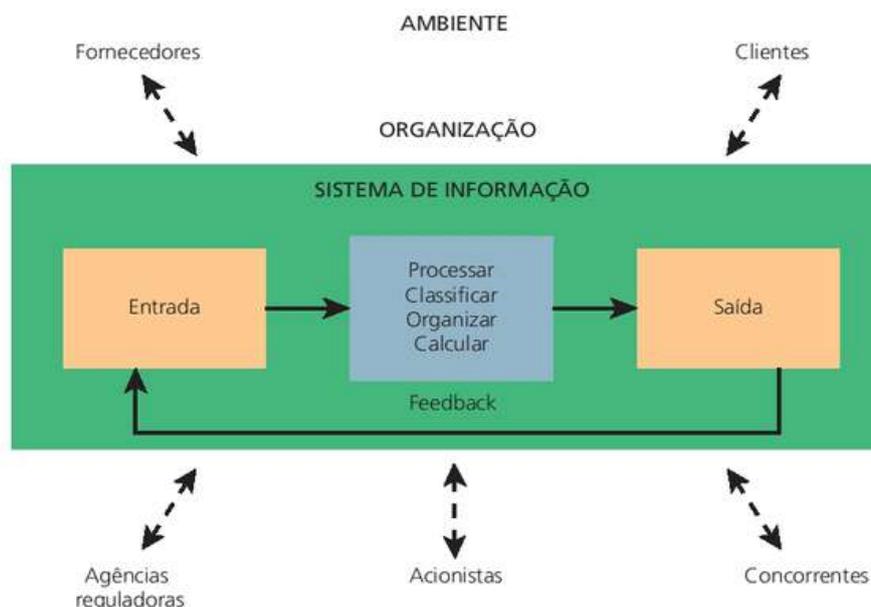
1. **Domínio fracamente acoplado:** As espécies compreendem um ecossistema por escolha. Seus membros compartilham cultura, hábitos sociais, interesses e objetivos semelhantes. Cada espécie preserva o ambiente comum, sendo proativa e responsiva para seu próprio benefício. Ao mesmo tempo, os agentes estão cientes dos benefícios da colaboração, sendo um interesse mútuo comum entre as partes. Eles estão entusiasmados em participar do trabalho comunitário. Por isso, são capazes de viver juntos em comunidade e apoiar uns aos outros pela sustentabilidade do ecossistema;
2. **Abertura, Interação e Engajamento:** Abertura se refere a uma transparência ambiente virtual, no qual ocorre a interação entre os agentes, visando o engajamento com outros para obter oportunidades e compartilhar recursos. Às vezes, a comunidade deve se unir para se defender contra ameaças externas. Os agentes não serão capazes de sobreviver a menos que reconheçam que são interdependentes em relação a outras espécies no ecossistema e estão dispostos a cooperar com eles;
3. **Equilíbrio:** Equilibrar significa harmonia, estabilidade e sustentabilidade dentro de um ecossistema. Se alguma espécie ficar desproporcionalmente estressada ou dividida, todo o ecossistema pode entrar em colapso. No entanto, um único ponto

de falha não precisa levar ao desastre, mas pode dar origem a um novo equilíbrio do ecossistema como um todo;

4. **Auto-organização:** Cada espécie é independente, autocapacitada, autopreparada, capaz de se defender e sobreviver através do autococoordenação. Os agentes do ED podem agir de forma independente, tomar decisões e cumprir responsabilidades.

## 2.3 Sistemas de Informação

A teoria geral de sistemas (TGS) define um sistema como um conjunto de elementos dinamicamente inter-relacionados, a fim de realizar atividades visando atingir uma meta específica (BERTALANFFY, 1969). Boulding (1956) considera esta teoria como o esqueleto da ciência, pois ela desenvolve outras teorias e padrões de atividade que produzem satisfação na compreensão e que são apropriadas aos segmentos no mundo empírico. Esta teoria estabelece uma única e autocontida “teoria geral de praticamente tudo”, que substituirá todas as teorias de disciplinas particulares. Além disso, ela compreende que os sistemas podem ser considerados fechados, pois não há relacionamento com o ambiente. Este termo é empregado para sistemas cujo comportamento é plenamente determinístico e programado, e que funciona com pouca troca de matéria e energia com o meio ambiente. Já os sistemas abertos são aqueles que interagem com seus ambientes, por meio de entradas e saídas, e podem adquirir propriedades novas através da emergência, resultando em evolução contínua (BOULDING, 1956).



**Figura 7:** Funções dos SI, segundo Laudon e Laudon (2009).

Após conhecidos os tipos de sistemas, conforme a TGS, os SI possuem conceitos herdados desta teoria, visto que são classificados como sistemas abertos. Laudon e Laudon (2009) definem um SI como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a fim de apoiar a tomada de decisão, a coordenação e o controle de uma organização (Figura 7). O'Brien e Marakas (2013) conceituam SI como um conjunto organizado de pessoas, hardware, software, redes de comunicações e recursos de dados que coleta, transforma e dissemina informações em uma organização.

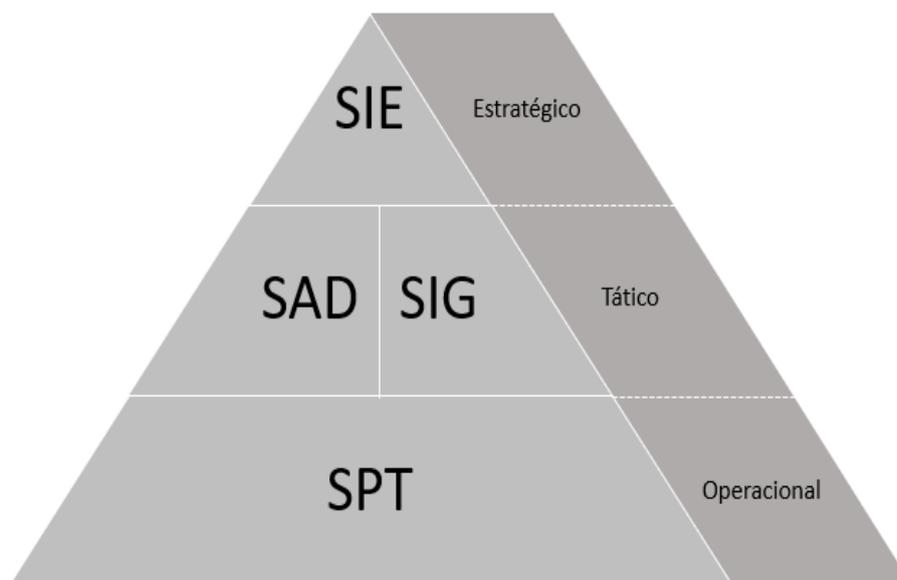
Os SI são vistos diante de três perspectivas: pessoas, processos/ organizações e tecnologias. Esta complexidade pode gerar grandes volumes de dados e informações, uma vez que podem possuir diversos objetivos. Fornecer suporte à tomada de decisão, gerar valor agregado e aumentar a qualidade dos produtos e serviços, gerar oportunidades de negócios, reduzir trabalhos manuais e gerir operações são exemplos destes objetivos. Os SI são classificados em 4 tipos (Figura 8): sistema de processamento de transações (SPT); sistemas de informações gerenciais (SIG); sistemas de apoio à decisão (SAD); e sistemas de informação executiva (SIE) (LAUDON; LAUDON, 2009).

STP é um tipo de sistema informatizado capaz de registrar transações rotineiras, que são necessárias para o funcionamento organizacional. No contexto de CI, os sensores automatizados fazem o papel de registrar diversos tipos de dados por meio de várias entradas, conforme visto na Figura 7 (CHATURVEDI; KOLBE, 2019). Por meio das informações coletadas nos SPT, os SIG possibilitam realizar consultas e produzir relatórios para a gerência. No contexto de CI, SI são capazes de reunir dados de diversas fontes. Este tipo de sistema gera informações estratégicas que apoiam na tomada de decisão organizacional.

SAD são sistemas que apoiam as decisões que devem ser tomadas em ambientes complexos, pois envolvem diversas variáveis, como cenário político, econômico, social, entre outros que afetam a organização. Esse tipo de SI fornece aos gestores suporte estratégico durante a tomada de decisão. Por fim, os SIE são sistemas integrados que recebem informações dos sistemas de nível tático. Essas informações são disponibilizadas em ambientes para que os decisores possam rapidamente obter a informação necessária (LAUDON; LAUDON, 2009).

### **2.3.1 Sistemas de Informação Formais**

Na oportunidade da utilizar TIC para auxiliar na gestão, o setor público vem provocando o seu fortalecimento para integração dos SI com a proposta de eficiência



**Figura 8:** Tipos de SI, adaptado de Laudon e Laudon (2009).

e geração de valor com os recursos públicos (BOSCARIOLI et al., 2501017). Para Cordella e Iannacci (2010), grande parte dos SI utilizados pela administração pública se baseia na estrutura do setor privado, pois são estruturados com metas claras, a fim de atender os objetivos governamentais. Grimsley e Meehan (2007) ressaltam que os SI utilizados pelos governos se diferenciam dos sistemas do setor privado por possuírem objetivos e estratégias que vão além dos modelos organizacionais. Estes sistemas incluem objetivos políticos e sociais, tais como confiança no governo, inclusão social, bem-estar comunitário e sustentabilidade. Os SI formais estabelecem um conjunto de procedimentos transparentes para alcançar objetivos mais amplos e de longo prazo, a fim de diminuir a burocracia e aumentar a eficiência dos serviços públicos

No contexto de CI, a administração pública é responsável por oferecer grande parte dos serviços destinados aos cidadãos. Nessa estrutura formal, os SI devem possuir recursos que melhore a qualidade de vida de todos. Dessa forma, podemos entender que SI formais são aqueles que fazem parte da estrutura organizacional (Governo), no sentido de atingir os objetivos políticos, econômicos e sociais (CLANCY; COLLINS, 1979).

### **2.3.2 Sistemas de Informação Informais**

O aumento dos problemas urbanos, as características limitantes dos SI formais e a ausência de soluções da estrutura formal abrem brecha para o surgimento de SI informais, a fim de garantir algum controle que não foi considerado na estrutura formal. Em geral, os SI formais possuem limitações como, por exemplo, inflexibilidade e falta de confiança

na informação (CLANCY; COLLINS, 1979). Os SI informais se baseiam na confiança e relacionamento humano, sem nenhum requisito formal ou intervenção organizacional (PAWAR; JOJO, 2015). Assim, pode-se considerar SI informais como uma variante do SI formal que, no contexto de CI, são identificados como sistemas auxiliares que dão suporte às cidades e não são oferecidos pela estrutura formal do governo. Alcorn e Karner (2021) descrevem um SI informal que surgiu devido a um serviço informal de transporte não oferecido adequadamente pelo governo. A alta demanda por transporte, ineficiência do serviço e falta de confiabilidade motivaram o desenvolvimento do SI informal.

## 2.4 Engenharia de Requisitos

A adaptação à mudanças é um dos desafios predominantes no desenvolvimento distribuído de sistemas. As necessidades dos usuários (cidadãos) e os novos modelos de negócios são exemplos de constantes mudanças (TRAN-NAM; EVANS, 2014). Um dos fatores mais importantes para utilização de SI é a oportunidade de empregar eficiência e eficácia nos processos e nas operações, a fim de gerar valor agregado para os *stakeholders*. Nesse contexto, a engenharia de sistemas se preocupa com artefatos de software e hardware, processos, políticas, aspectos legais e implantação de sistemas. Além disso, ela se propõe a investigar os requisitos, a produção e relacionamento entre artefatos, estabelecendo um conjunto de métodos para sistematizar o desenvolvimento de sistemas, apoiando na mitigação das barreiras (SOMMERVILLE, 2011).

Diante da perspectiva de requisitos de sistemas, grande parte deles está relacionada a ambientes distribuídos e heterogêneos e, por isso, requer uma avaliação profunda e detalhada quanto a este tema (SOMMERVILLE, 2011). Os requisitos refletem as necessidades dos usuários a fim de atingir um objetivo e o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar esses serviços e restrições é chamado engenharia de requisitos (ER) (LEITE, 1994). A norma ISO/IEC/29148 (2018) também considera a ER como o processo de descobrir, elicitar, desenvolver, analisar, determinar métodos de verificação, validar, comunicar, documentar e gerenciar requisitos. O termo requisito se refere a descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferecem e as restrições a seu funcionamento, como condição necessária para a obter um certo objetivo. Desta forma, a descrição minuciosa das características do requisito se refere à sua especificação (ADAM, 2002).

Os requisitos podem ser apresentados de várias formas, envolvendo desde uma declaração de alto nível ou a até mesmo de forma detalhada. Para isso, torna-se necessária

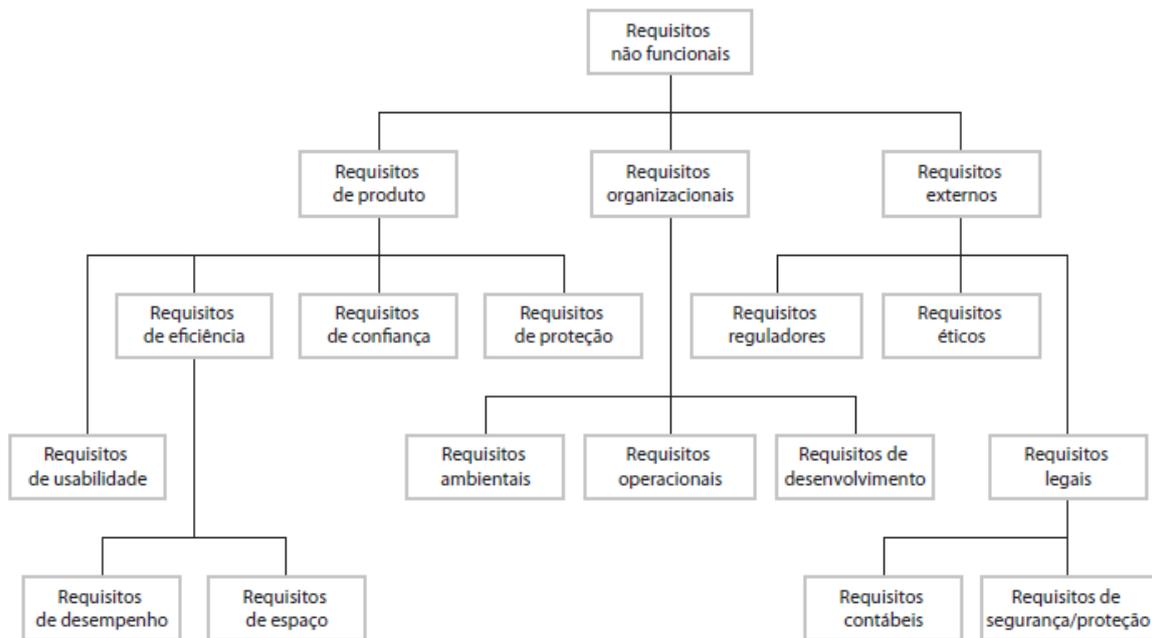
a utilização do processo de definição de requisitos, sendo um processo estabelecido em três etapas (LEITE, 1994). A primeira etapa corresponde a elicitação, que envolve a busca, descoberta e a extração, ao ponto de torná-lo explícito, no sentido de reunir o máximo de informações para o desenvolvimento do sistema. Esta etapa visa percorrer três atividades, sendo: (i) identificar as fontes de informação; (ii) coletar fatos; e (iii) comunicar.

A segunda etapa corresponde à análise. Esta fase é fundamental para o desenvolvimento de sistemas, pois envolve três atividades a fim de tornar o requisito utilizável. As atividades preveem: (i) identificação das partes; (ii) verificação; e (iii) validação. Por fim, a terceira etapa do processo de definição de requisitos consiste na modelagem. Nesta etapa, ocorre a construção de modelos do sistema, usando técnicas e métodos distribuídas em três atividades: (i) representação; (ii) organização; e (iii) armazenamento. Como resultado do processo, é gerado um documento de requisitos que, por sua vez, contém especificações de todos os requisitos coletados durante o processo de definição de requisitos.

Os requisitos de sistemas geralmente são classificados em requisitos funcionais (RF) e RNF (SOMMERVILLE, 2011). Entretanto, os RNF também são conhecidos por características de qualidade do produto (ISO/IEC25010, 2011). De acordo com Sommerville (2011), os RF são declarações que descrevem o que um sistema deve fazer, as funcionalidades e serviços que o sistema deve fornecer e como deve reagir a entradas específicas. Os RNF expressam restrições aos serviços oferecidos pelo sistema ou definem atributos de qualidade (CYSNEIROS et al., 2001). A implementação desses requisitos pode ser difundida em todo o sistema, além de poder afetar toda arquitetura do sistema (SOMMERVILLE, 2011).

Os RNF têm efeito global e o atendimento deste requisito afeta vários componentes do sistema. Este tipo de requisito define a qualidade geral do sistema e estão relacionados a restrições de tempo, custo e recursos. Sommerville (2011) classifica estes requisitos em três categorias, sendo: (i) Requisitos de produto: Esta categoria especifica ou restringe o comportamento do sistema; (ii) Requisitos organizacionais: Esta categoria se refere a requisitos gerais de sistemas derivados das políticas e procedimentos organizacionais e do desenvolvedor; e (iii) Requisitos externos: Esta categoria abrange todos os requisitos que derivam de fatores externos ao sistema e seu processo de desenvolvimento. Sua estrutura contendo outros tipos de RNF é apresentada na Figura 9.

Para atenuar e padronizar os RNF, a *International Organization for Standardization* (ISO) vem trabalhando no consenso internacional sobre as terminologias para requisitos e avaliação de qualidade de sistema e software. (ISO/IEC25000, 2014). Esta norma tem



**Figura 9:** Tipos de RNF, segundo Sommerville (2011).

por finalidade fornecer uma visão geral de modelos de referência e definições comuns, criando uma estrutura para a avaliação da qualidade do produto. A série de normas da ISO/IEC25000 (2014) consiste em cinco divisões que são apresentadas na Figura 10.

Por meio da norma ISO/IEC25010 (2011), que descreve as características de qualidade de sistemas e software e as diretrizes para seu uso, torna-se possível identificar atributos de qualidade nos RNF, a fim de garantir a eficiência e eficácia no desenvolvimento. Estes atributos de qualidade estão divididos em 8 características de qualidade e 31 subcaracterísticas. Cada uma das características de qualidade é explicada a seguir de acordo com a norma (ISO/IEC25010, 2011):

- **Adequação Funcional:** Essa característica descreve o grau em que um sistema fornece funções que atendem às necessidades declaradas. Ela contempla as seguintes subcaracterísticas de qualidade: (i) completude funcional: grau em que o conjunto de funções cobre todas as tarefas especificadas e objetivos do usuário; (ii) correção funcional: grau em que um sistema fornece os resultados corretos com o grau de precisão necessário; e (iii) adequação funcional: grau em que as funções facilitam a realização de tarefas e objetivos especificados;
- **Eficiência de desempenho:** Essa característica está relacionada ao desempenho em relação à quantidade de recursos utilizados nas condições previstas. Ela contempla as seguintes subcaracterísticas de qualidade: (i) comportamento do tempo: grau em



**Figura 10:** Série de normas ISO/IEC 25000, adaptado de ISO/IEC25000 (2014).

que os tempos de resposta, processamento e as taxas de rendimento do sistema, ao executar suas funções, atendem aos requisitos previstos; (ii) utilização de recursos: grau em que as quantidades e tipos de recursos usados por um produto ou sistema, ao executar suas funções, atendem aos requisitos; e (iii) capacidade: grau em que os limites máximos de um parâmetro de produto ou sistema atendem aos requisitos;

- **Compatibilidade:** Trata-se do grau em que um sistema ou componente pode trocar informações com outros produtos, sistemas ou componentes e/ou desempenhar suas funções necessárias enquanto compartilha o mesmo ambiente de hardware ou software. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) coexistência: grau em que um sistema pode desempenhar suas funções requeridas de forma eficiente enquanto compartilha um ambiente e recursos comuns com outros sistemas, sem impacto prejudicial em qualquer outro sistema; e (ii) interoperabilidade: grau em que dois ou mais sistemas, produtos ou componentes podem trocar informações e usar as informações que foram trocadas;
- **Usabilidade:** É o grau em que um sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) reconhecimento de adequação: grau em que os usuários podem reconhecer se um sistema é apropriado para suas necessidades; (ii) aprendizagem: grau em que um sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos de aprender a usar o sistema com eficácia, eficiência, livre de riscos e satisfação em um contexto de uso especificado; (iii)

operabilidade: grau em que um sistema possui atributos que o tornam fácil de operar e controlar; (iv) proteção contra erros do usuário: grau em que um sistema protege os usuários contra erros; (v) estética da interface do usuário: grau em que uma interface do usuário permite interação agradável e satisfatória para o usuário; e (vi) acessibilidade: grau em que um sistema pode ser usado por pessoas com a mais ampla gama de características e capacidades para atingir um objetivo específico em um contexto de uso específico;

- **Confiabilidade:** É o grau em que um sistema, produto ou componente executa funções especificadas sob condições especificadas por um período de tempo especificado. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) maturidade: grau em que um sistema atende às necessidades de confiabilidade sob operação normal; (ii) disponibilidade: grau em que um sistema está operacional e acessível quando necessário para uso; (iii) tolerância a falhas: grau em que um sistema opera conforme pretendido, apesar da presença de falhas de hardware ou software; e (iv) recuperação: grau em que, em caso de interrupção ou falha, um sistema pode recuperar os dados diretamente afetados e restabelecer o estado desejado do sistema;
- **Segurança:** É o grau em que um produto ou sistema protege informações e dados para que pessoas ou outros produtos ou sistemas tenham o grau de acesso a dados adequado aos seus tipos e níveis de autorização. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) confidencialidade: grau em que um sistema garante que os dados sejam acessíveis apenas para aqueles autorizados a ter acesso; (ii) integridade: grau em que um sistema impede o acesso não autorizado ou a modificação de programas ou dados de computador; (iii) não repúdio: grau em que se pode provar que as ações ou eventos ocorreram de modo que os eventos ou ações não possam ser repudiados posteriormente; (iv) *accountability*: grau em que as ações de uma entidade podem ser rastreadas exclusivamente para a entidade; e (v) autenticidade: grau em que a identidade de um assunto ou recurso pode ser comprovada como aquela reivindicada;
- **Manutenibilidade:** Essa característica representa o grau de eficácia e eficiência com que um sistema pode ser modificado para melhorá-lo, corrigi-lo ou adaptá-lo às mudanças no ambiente e nos requisitos. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) modularidade: grau em que um sistema ou programa de computador é composto de componentes discretos, de modo que uma mudança em um componente tenha impacto mínimo em outros componentes; (ii) reutilização: grau em que um ativo pode ser usado em mais de um sistema ou na

construção de outros ativos; (iii) analisabilidade: grau de eficácia e eficiência com que é possível avaliar o impacto em um sistema de uma mudança pretendida em uma ou mais de suas partes, ou diagnosticar um produto quanto a deficiências ou causas de falhas, ou identificar partes a serem analisadas; (iv) codificabilidade: grau em que um sistema pode ser modificado de forma eficaz e eficiente sem introduzir defeitos ou degradar a qualidade do produto existente; e (v) testabilidade: grau de eficácia e eficiência com que os critérios de teste podem ser estabelecidos para um sistema e os testes podem ser realizados para determinar se esses critérios foram atendidos;

- **Portabilidade:** É o grau de eficácia e eficiência com que um sistema, produto ou componente pode ser transferido de um hardware, software ou outro ambiente operacional ou de uso para outro. Essa característica é composta pelas seguintes subcaracterísticas: (i) adaptabilidade: grau em que um sistema pode ser adaptado de forma eficaz e eficiente para hardware, software ou outros ambientes operacionais ou de uso diferentes ou em evolução; (ii) instabilidade: grau de eficácia e eficiência com que um sistema pode ser instalado e/ou desinstalado com sucesso em um ambiente especificado; e (iii) substituíbilidade: grau em que um produto pode substituir outro produto de software especificado para a mesma finalidade no mesmo ambiente.

#### 2.4.1 Práticas Recomendadas para Especificação de Requisitos

A literatura ao longo dos últimos anos vem desenvolvendo práticas e abordagens para especificação de requisitos. A proposta é estabelecer um conjunto de critérios, a fim de recomendar formas de escrita e suas origens, principalmente quanto a natureza, ambiente e características da especificação (ISO/IEC/29148, 2018). No que diz respeito as características, um bom requisito deve ser (a) Correto; (b) Não ambíguo; (c) Completo; (d) Consistente; (e) Classificável por importância e/ou estabilidade; (f) Verificável; (g) Modificável; e (h) Rastreável (GONÇALVES et al., 2004). De acordo com o padrão STD/IEEE 830 Doe (2011), para os *stakeholders*, uma boa especificação deve proporcionar diversos benefícios, tais como:

- Estabelecer base para acordo entre os clientes e os fornecedores - Este benefício visa oferecer a descrição completa das funções a serem executadas pelo sistema especificado no documento, auxiliando os usuários a determinar se o software ou sistema especificado atende às suas necessidades ou se deve ser modificado para atender às suas necessidades;

- Reduzir esforço de desenvolvimento, de modo preparar a especificação para vários grupos interessados da organização do cliente, a fim de considerar rigorosamente todos os requisitos antes do início do projeto e redução do redesenho, a recodificação e o reteste posteriores - A revisão cuidadosa dos requisitos na especificação pode revelar omissões, mal-entendidos e inconsistências no início do ciclo de desenvolvimento, quando esses problemas são mais fáceis de ser corrigidos;
- Oferecer base para estimativa de custos e cronogramas - A descrição do sistema a ser desenvolvido, conforme apresentada na especificação é uma base realista para estimar os custos do projeto e pode ser usada para obter a aprovação de licitações ou estimativas de preços;
- Fornecer linha de base para validação e verificação - As organizações podem desenvolver seus planos de validação e verificação de forma muito mais produtiva a partir de uma boa especificação de requisitos;
- Facilitar a transferência - A especificação deve facilitar a transferência do sistema para novos usuários ou novas máquinas. Assim, os clientes acham mais fácil transferir o software para outras partes de sua organização e os fornecedores acham mais fácil transferi-lo para novos clientes;
- Por fim, servir de base para aprimoramento - Como a especificação discute o sistema, mas não o projeto que o desenvolveu, a especificação serve como base para aprimoramento posterior do sistema acabado.

## **2.5 Considerações Finais**

O objetivo deste capítulo foi de investigar as fundamentações teóricas referentes à CI, ED, SI e ER, motivado pelo crescimento elevado da população mundial. Estas abordagens colaboram para o desenvolvimento de tecnologias capazes de oferecer melhores serviços e qualidade de vida para os cidadãos. O entendimento do conceito e das características das CI estabelecem uma comunidade aberta, na qual não há necessidade permanente de controle centralizado. Dessa forma, o desafio do estabelecimento de CI se relacionam com as características de ED, que podem ser desmembradas em duas perspectivas; (i) espécie e (ii) ambiente, visando suportar o desenvolvimento de sistemas heterogêneos e sustentáveis.

Com relação à perspectiva de espécie, de um ED, ela é vista como o elemento básico neste ecossistema, pois pode ser definida como um conceito que vem de

determinado domínio e que desempenha papéis duplos, incluindo o fornecimento de serviços disponíveis para os cidadãos que têm serviços solicitados. A espécie é motivada pelo lucro próprio, referente a tarefas realizadas que se relacionam à vantagens.

A outra perspectiva de ED se refere ao ambiente, a mesma pode ser definida como um lugar que é suportado por tecnologias fornecidas por espécies e oferece suporte de serviços para espécies. Esta perspectiva envolve quatro características: i) abertura, interação e engajamento; ii) equilíbrio; iii) domínio fracamente acoplado; e iv) auto-organização. Quando estas características são consideradas elas estabelecem um paradigma emergente para inovação tecnológica do um ED, caracterizando um ecossistema sustentável (NETO et al., 2017).

Diante deste contexto, os SI que dão suporte para o ED necessita minimamente de padrões, a fim que garantir o equilíbrio. Desta forma, a ER visa estabelecer um conjunto de normas para aprimorar a qualidade dos SI, no entanto, a carência em compreender os requisitos diante da visão de todos os *stakeholders* de CI oferecem oportunidades para o desenvolvimento de SI em CI. Sendo assim, conhecer os requisitos de SI que dão suporte aos domínios das CI poderá auxiliar no estabelecimento de ED de CI.

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre o relacionamento das características de qualidade dos RNF (ISO/IEC25010, 2011) e das características de ED (CHANG; WEST, 2006) para a implantação de SI em CI:

- Ao relacionar a característica de qualidade adequação funcional com a característica equilíbrio de ED, é possível observar que este tipo de RNF pode levar o ED ao colapso, porém, falhas pontuais podem dar origem a outros ecossistemas;
- Já a eficiência de desempenho dentro de um ED é considerada um domínio fracamente acoplado, devido à qualidade dos recursos estarem relacionados aos interesses dos cidadãos (espécies);
- A compatibilidade e a auto-organização se relacionam em um ED devido à troca de informações dinâmicas existentes neste ambiente, principalmente para poder oferecer aos cidadãos (espécies) recursos de defesa e auto coordenação;
- Os ED necessitam de transparência no ambiente virtual, principalmente para se proteger de ameaças, para isso, a característica de qualidade segurança garante para os SI a proteção de informações e dados, no sentido de oferecer recursos para a comunidade se defender;

- A característica equilíbrio em um ED e a característica de qualidade usabilidade estabelecem harmonia e estabilidade, no sentido de alcançar a satisfação dos cidadãos. Entretanto, falhas pontuais levam o ED ao estresse;
- A confiabilidade se refere a uma característica de qualidade capaz de estabelecer a estabilidade dentro de um ED, trazendo equilíbrio e garantindo a sustentabilidade dentro de um ED;
- Ao relacionar a manutenibilidade dos SI ao ED, no que tange auto-organização, é possível observar a sua importância, devido à capacidade de auto coordenação do ecossistema;
- A portabilidade corresponde a capacidade de um sistema ser transferido de um ambiente para o outro. Nos ED, esta característica é relacionada à auto-organização e corresponde à forma de agir independente.

Diante da análise apresentada entre o relacionamento das principais definições e conceitos de CI, SI, ED e ER, surgem evidências da falta de métodos para identificar e especificar RNF de SI para CI, sob a perspectiva de ED. Desta forma, conhecer as principais oportunidades, barreiras, desafios e fatores de sucesso na implantação de SI poderá oferecer aos *stakeholders* das CI melhores práticas e a geração de valor para o desenvolvimento de SI em CI.

### **3. Sistemas de Informação Informais em Cidades Inteligentes**

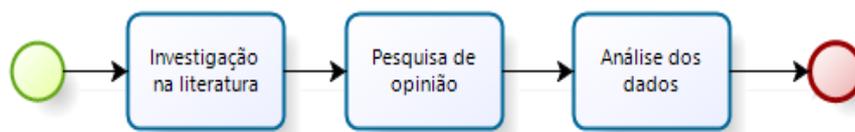
Nesse capítulo apresentamos um estudo exploratório com o objetivo de identificar oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de SI informais em CI. A Seção 3.1 apresenta uma introdução ao estudo. A Seção 3.2 descreve o protocolo e detalhada a execução do estudo. A próxima Seção (3.3) expõe os resultados da pesquisa de opinião realizada. Na sequência a Seção 3.4 apresenta a análise e discussão do estudo. Em seguida a Seção 3.5 descreve as limitações. Por fim, a Seção 3.6 fornece uma visão geral da contribuição do estudo exploratório para a pesquisa.

#### **3.1 Introdução**

À medida em que o Estado intervém nos meios de controle e regulação, sistemas informais, fora do domínio governamental, surgem como forma de oferecer serviços e garantir a mínima satisfação do cidadão (PAWAR; JOJO, 2015; BRIA; MOROZOV, 2020). CI são complexas e identificar as oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de sistemas inseridos neste contexto pode ser um desafio (GIOURKA et al., 2019). Para isso, um estudo exploratório sobre SI informais foi realizado com cidadãos brasileiros para compreender as oportunidades e barreiras no desenvolvimento de soluções tecnológicas para CI. Além disso, identificar diante das respostas dos participantes, os RNF considerados importantes para o desenvolvimento destes SI. A partir da análise e descrição, os interessados em CI poderão entender a dinâmica por trás deste objetivo, além de planejarem ações de melhorias.

## 3.2 Método de Pesquisa

Para o desenvolvimento desse estudo, o método utilizado foi dividido em três etapas, visando responder à seguinte QP: *Quais são as oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de soluções tecnológicas em CI?*. As etapas do método de pesquisa são visualizadas na Figura 11 e seus objetivos são descritos a seguir.



**Figura 11:** Método de pesquisa.

Na primeira etapa, foi realizada uma investigação na literatura sobre os assuntos relacionados ao estudo. Neste estágio, buscou-se realizar uma caracterização inicial da pesquisa a partir da leitura de livros e artigos científicos relacionados à CI. Na segunda etapa, foi planejada e conduzida uma pesquisa de opinião com cidadãos interessados no tema. Uma vez que o objetivo deste passo foi identificar informações sobre a percepção de oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em CI, bem como a identificação de RNF para SI, com base em um questionário composto por perguntas abertas e fechadas. Por fim, a terceira etapa consistiu em uma análise dos dados obtidos com a pesquisa de opinião.

Para a análise dos dados, foram utilizados procedimentos de análise qualitativa baseados na codificação utilizada em procedimentos de *Grounded Theory* (GT) (CORBIN; STRAUSS, 2008). Dessa forma, esse ponto considerou os dados da QP para identificar as oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em CI. A pesquisa foi realizada utilizando um formulário eletrônico no Google Forms<sup>1</sup> (Apêndice II), compartilhado em diversos canais de comunicação para abranger diferentes perfis de respondentes (cidadãos).

### 3.2.1 Planejamento

A fim de compreender a necessidade do questionário de pesquisa, buscou-se primeiramente relacionar com o tema de pesquisa para justificar a necessidade (WOHLIN et al., 2012). Desta forma, as perguntas formuladas serviram para responder a QP. Para isso, foram formuladas 7 perguntas, sendo 4 questões demográficas (Tabela 2) e 3 questões

<sup>1</sup><https://encurtador.com.br/bdhH3>

específicas (Tabela 3). As questões foram disponibilizadas por meio do formulário eletrônico Google Forms e o foco era alcançar usuários de soluções tecnológicas e desenvolvedores de software.

**Tabela 2:** Questões demográficas.

<b>ID</b>	<b>Questão</b>
Q1	Com qual gênero você se identifica?
Q2	Ocupação
Q3	Qual o seu nível de conhecimento em informática?
Q4	Como você se vê em relação a soluções tecnológicas em CI?

**Tabela 3:** Questões específicas.

<b>ID</b>	<b>Questão</b>
Q5	Cite uma ou mais soluções tecnológicas em CI que você utiliza no seu dia a dia e, se possível, cite o(s) motivo(s) de uso.
Q6	Caso as suas necessidades não sejam atendidas por soluções tecnológicas estabelecidas/formais, que outras soluções alternativas/informais você utiliza no seu dia a dia e para qual finalidade?
Q7	Que oportunidades e barreiras você identifica para soluções tecnológicas em CI? Tente citar pelo menos uma oportunidade e uma barreira.

### 3.2.2 Execução

A pesquisa de opinião foi executada entre os dias 07 e 15 de outubro de 2020. O questionário foi enviado aos respondentes em diversos canais de comunicação por meio da Internet. Foram considerados grupos de estudantes no WhatsApp, profissionais cadastrados em grupos de interesse em CI na rede LinkedIn<sup>2</sup> e e-mail de pessoas relacionadas aos temas de tecnologias em todo território brasileiro. O objetivo era receber o maior número de respostas possível, contando com uma diversidade de perfis de respondentes que se voluntariariam para responder ao questionário. Foram recebidas 37 respostas que possibilitaram a realização de uma análise qualitativa mais detalhada. Além disso, foram feitas análises com relação ao perfil dos respondentes.

### 3.2.3 Procedimento de Análise

Para a análise qualitativa dos resultados provenientes da pesquisa de opinião, foi realizada a categorização e codificação dos dados. Para isso, foi utilizado o software ATLAS.ti<sup>3</sup>, usado para organizar e gerir o material coletado. A análise qualitativa

<sup>2</sup><https://www.linkedin.com/>

<sup>3</sup><https://atlasti.com/>

tem por objetivo entender, descrever e explicar fenômenos sociais de diferentes formas (ANGROSINO, 2009). Para Saldaña (2021), uma das formas de análise qualitativa é por meio de codificações, onde podem existir mais de 30 tipos de ciclos de codificações. Para guiar a análise deste estudo, utilizou-se a codificação baseada em alguns dos procedimentos de GT (CORBIN; STRAUSS, 2008), que tem por objetivo fundamentar uma teoria a partir de três níveis de codificação (aberta, axial e seletiva). Conforme Corbin e Strauss (2008) explicam, os pesquisadores podem usar apenas alguns passos para atingir seus objetivos de entender determinados fenômenos.

No caso da pesquisa conduzida, buscou-se compreender quais são as oportunidades e barreiras percebidas pelos respondentes em relação a soluções tecnológicas no domínio das CI. Por esta razão, para a análise qualitativa, foram executadas somente as duas primeiras codificações (aberta e axial). Na codificação aberta, foi realizada a categorização dos dados a partir da leitura das respostas, separando seus trechos e atribuindo a esses trechos uma categoria, que pode ser uma palavra, uma frase ou uma expressão. Na codificação axial, foram identificados os relacionamentos entre as categorias da codificação anterior, após um trabalho de aprimoramento e diferenciação destas categorias.

#### **3.2.4 Condução da Análise dos Dados**

Para contextualizar as respostas da pesquisa de opinião foram utilizadas as perguntas Q5 e Q6. Para a análise qualitativa deste estudo utilizou as respostas referentes à pergunta Q7 “Que oportunidades e barreiras você identifica para soluções tecnológicas em CI? Tente citar pelo menos uma oportunidade e uma barreira”. Para responder esta questão, nenhuma experiência foi exigida, foram considerados as percepções dos cidadãos interessados em CI e desenvolvedores de software. Para a definição dos códigos na fase de codificação aberta, as respostas dos participantes foram lidas e analisadas para que fosse possível associar trechos destas respostas aos códigos utilizados.

Os códigos foram baseados utilizando como modelo das 11 categorias administrativas de serviços de CI, previamente apresentadas pelo Ministério da Terra, Transporte e Assuntos Marítimos da Coreia do Sul e posteriormente validadas e aceitas como um padrão para classificação de serviços em CI (JEONG et al., 2009). As categorias que foram citadas pelo menos uma vez foram transformadas em códigos e as demais foram descartadas. Para além destes códigos, adicionou-se mais 7 códigos. Tais códigos surgiram durante a leitura das respostas. Todos os códigos são expostos na Tabela 4. Após esta tarefa, os códigos foram agrupados em categorias, que representam um nível de abstração mais alto. Esse

passo é exatamente a codificação axial, previamente mencionada.

**Tabela 4:** Códigos da codificação aberta.

<b>Código</b>	<b>Origem</b>
Alta Complexidade	Leitura de respostas
Ambiente	Serviço em CI
Distribuição	Serviço em CI
Falta de Incentivo	Leitura de respostas
Falta de Investimento	Leitura de respostas
Gestão de Instalações	Serviço em CI
Infraestrutura	Leitura de respostas
Legislação	Leitura de respostas
Outros	Serviço em CI
Prevenção de Crimes e Desastres	Serviço em CI
Privacidade de Dados	Leitura de respostas
Questões Sociais	Leitura de respostas
Saúde Pública, Cuidados Médicos, Bem-estar	Serviço em CI
Transporte	Serviço em CI

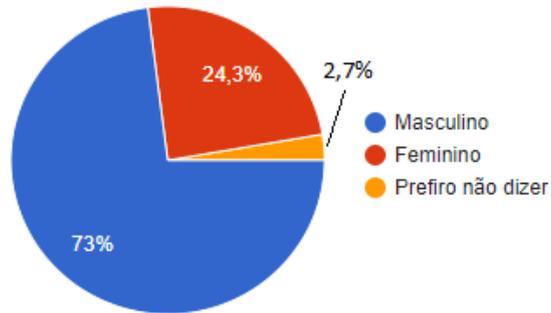
### 3.3 Resultados

Nesta seção, os resultados obtidos a partir da pesquisa de opinião executada serão apresentados. Esses resultados foram classificados com base na divisão que foi aplicada na própria pesquisa, tendo as subseções a seguir: A) Resultados Quantitativos e B) Resultados Qualitativos, com respostas cujos resultados são analisados qualitativamente.

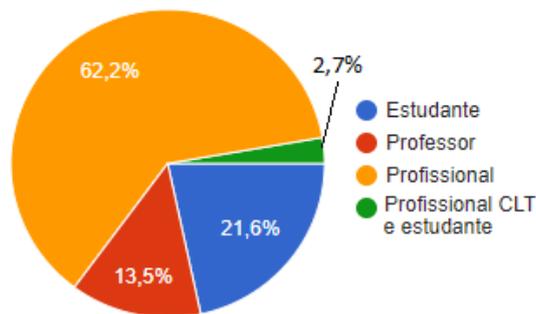
#### 3.3.1 Resultados Quantitativos

Com base na análise das respostas da primeira seção da pesquisa de opinião, foi possível determinar a demografia dos participantes. Dos 37 participantes da pesquisa de opinião, 73% se identificavam com o gênero masculino, 24,3% se identificavam com o gênero feminino e 2,7% preferiram não dizer, conforme apresentado na Figura 12. Além disso, a Figura 13 apresenta a distribuição ocupacional, onde demonstra que 62,2% são profissionais, 21,6% são estudantes e 13,5% são professores. Com relação ao conhecimento em informática, 62,2% responderam que são formados em cursos da área de informática, 29,7% responderam que já fizeram treinamentos e utilizam soluções tecnológicas no trabalho e 8,1% utilizam o conhecimento em informática no dia a dia pessoal. Estes dados são apresentados na Figura 14.

Com relação à forma como se viam em relação a soluções tecnológicas em CI, 59,5% se posicionaram como usuários, 37,8% como usuários e desenvolvedores e 2,7% como



**Figura 12:** Distribuição por gênero.

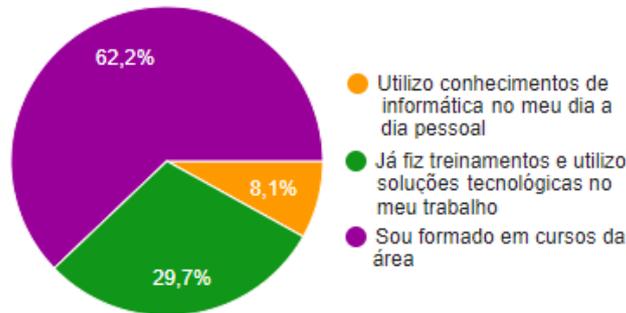


**Figura 13:** Distribuição ocupacional.

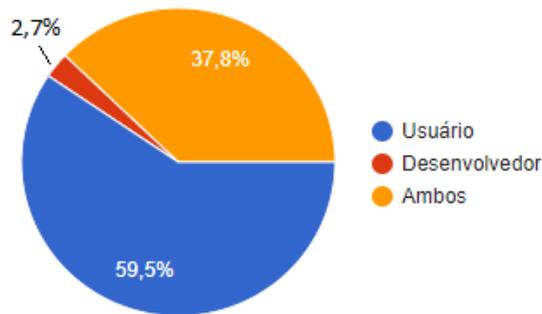
desenvolvedores apenas. Isso significa dizer que 100% dos respondentes se identificaram de alguma forma como usuários de soluções tecnológicas para CI. Estes dados são apresentados na Figura 15.

### 3.3.2 Resultados Qualitativos

Na análise qualitativa realizada neste estudo, foram identificadas duas categorias com as quais os códigos poderiam ser relacionados. Essas categorias são Oportunidades, que apresentou 31 citações, e Barreiras, com 42 citações. A Q7 era objetiva e solicitava que fossem citadas explicitamente oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em CI, isso facilitou a identificação das categorias. Na Tabela 5, são expostos os códigos relacionados às categorias, além do número de citações de cada um deles. Nas subseções seguintes, são apresentadas as categorias Oportunidades e Barreiras, que agrupam os códigos que foram gerados na codificação aberta. Além disso, são apresentadas algumas das opiniões dos respondentes.



**Figura 14:** Conhecimentos em informática.



**Figura 15:** Utilização de soluções tecnológicas.

### 3.3.2.1 Categoria Oportunidades

Os códigos relacionados à esta categoria são mostrados na Figura 16. Cada um deles é discutido a seguir em ordem decrescente de citações. A exceção a esta ordem é o código Outros (último a ser discutido).

Com relação ao código **Transporte**, foram considerados aplicativos de mapas, carros particulares, aluguel de veículos, rotas e horários de transporte público e gestão de trânsito, por exemplo. A citação referente a este código reforça que a mobilidade urbana é um desafio sentido e que ainda apresenta espaço para soluções tecnológicas que contribuam para uma melhoria do cenário atual, como destaca um dos respondentes:

*Uma oportunidade de solução tecnológica diz respeito ao uso mais intenso de sensores em vias públicas para auxiliar no controle do tráfego. [Respondente 32]*

O código **Ambiente** tem relação direta com serviços que vão apoiar desde a coleta de lixo à redução de emissões de poluentes com a reorganização da planta energética, por exemplo. Apresenta conformidade com discussões atuais sobre mudanças climáticas e a necessidade de um olhar mais atento para matérias relacionadas ao meio ambiente, como destacado por um respondente:

**Tabela 5:** Códigos, categorias e citações.

<b>Código</b>	<b>Categoria</b>	<b>Citações</b>
Outros	Oportunidades	15
Transporte	Oportunidades	9
Ambiente	Oportunidades	3
Prevenção de Crimes e Desastres	Oportunidades	2
Distribuição	Oportunidades	1
Saúde Pública, Cuidados Médicos, Bem-estar	Oportunidades	1
Falta de Investimento	Barreiras	10
Infraestrutura	Barreiras	10
Falta de Incentivo	Barreiras	7
Questões Sociais	Barreiras	7
Privacidade de Dados	Barreiras	4
Legislação	Barreiras	3
Gestão de Instalações	Barreiras	1

*Oportunidade: energias renováveis possibilitadas pelo clima.* [Respondente 8]

O código **Prevenção de Crimes e Desastres**, como o próprio nome aponta, está ligado diretamente à segurança dos cidadãos em CI, seja em relação à segurança pública ou em relação aos desastres naturais. É possível entender a citação a este código quando se pensa na situação complexa de segurança pública e na gestão de desastres ambientais, como no cenário nacional, segundo destaca um dos respondentes:

*Monitoramento de enchentes.* [Respondente 10]

O código **Distribuição** se refere tanto ao fluxo de entrega de mercadorias como correspondências e entregas de alimentos. Com o grande crescimento do *e-commerce*, assim como do consumo de refeições no formato de *delivery*, é compreensível que haja citações a este código:

*Mobilidade no trânsito e sistemas de entrega.* [Respondente 6]

Outro código que obteve citações nesta categoria foi **Saúde Pública, Cuidados Médicos, Bem-estar**, que se refere a serviços que apoiam a saúde e o bem-estar dos cidadãos no cotidiano. Por ser uma necessidade básica, pode-se entender a importância deste código ser citado:

*Tem várias, de saúde até transporte.* [Respondente 28]

Por último, discorre-se sobre o código **Outros**, que se refere ao que não se enquadra em nenhum dos códigos da análise. As citações a este código podem significar possíveis áreas a serem exploradas, que ainda muito novas e que, por isso, ainda não fazem parte de nenhuma categoria de serviço. Exemplo de citação:

*Ainda em estágio inicial a integração entre os hardwares (TV, Ar-condicionado, iluminação, geladeira) com o usuário (via aplicativos). [Respondente 7]*



**Figura 16:** Códigos relacionados à categoria “Oportunidades”.

### 3.3.2.2 Categoria Barreiras

Similar ao que foi realizado na subseção anterior, os códigos relacionados à categoria Barreiras são mostrados na Figura 17. A seguir, são discutidos cada um deles, também em ordem decrescente de citações.

O primeiro código a ser discutido nesta categoria é a **Falta de Investimento**, que está diretamente relacionado à falta de verba para a realização de projetos de soluções tecnológicas em CI, como destaca um respondente:

*As maiores barreiras estão relacionadas à falta de incentivo financeiro (a exemplo do Maglev-Cobra). [Respondente 17]*

O código **Infraestrutura** também é citado por alguns respondentes como uma barreira para as soluções tecnológicas em CI. Passando pela necessidade de armazenamento de dados e pela necessidade de uma comunicação em rede entre os pontos envolvidos na solução, as citações deixam clara a preocupação com esta barreira como, por exemplo:

*Barreira: Rede de internet e infra de energia.* [Respondente 6]

O código **Questões Sociais** também foi citado como barreira para implantação de CI. Na opinião dos participantes, as soluções devem atender a todos os tipos de pessoas e não somente pessoas que possuem *smartphones* ou conexão com a Internet. Em geral, deve-se apresentar recursos inteligentes para todos, sem distinção econômica ou questão social:

*Barreira – Tecnologia precisa alcançar toda a população incluindo os mais pobres.*  
[Respondente 16]

Outro código definido de acordo com as citações dos respondentes foi **Falta de Incentivo**. A observação ocorreu sobre percepção dos respondentes sobre a falta de programas do governo que incentivem o desenvolvimento de soluções tecnológicas em CI. Sob esta perspectiva, eles desconhecem medidas de incentivo como a Lei Nº 11.196/95, denominada lei do Bem, e o decreto Nº 9.854/19 de Internet das Coisas estabelecidas pelo governo (BRASIL, 2005) (BRASIL, 2019):

*Barreira: falta de legislação ou incentivo para a inovação.* [Respondente 20]

A falta de **Privacidade de Dados** também apareceu como uma barreira. Como um assunto bem atual, a manipulação de dados de usuários, inclusive, é uma questão de legislação em vários países ao redor do mundo e necessita de atenção especial em seu tratamento:

*Barreira: privacidade dos dados.* [Respondente 10]

A **Legislação** tem sofrido alterações recentes, não somente na questão de utilização de dados de usuário como mencionado anteriormente, mas com relação a direitos de reprodução de marcas registradas. Sendo assim, identificou-se uma barreira que requer atenção:

*Regulamentação carente de revisão e adequação.* [Respondente 13]

Por fim, o código **Gestão de Instalações** foi citado como uma barreira e se refere à necessidade de convencer o poder público a adotar, em alguns casos, monitoramentos do patrimônio público. A seguir, inclui-se o comentário de um respondente:

*Dificuldade de convencer as prefeituras em investir em iluminação inteligente.*  
[Respondente 9]



**Figura 17:** Códigos relacionados à categoria “Barreiras”.

### 3.3.3 RNF Identificados

Após realização da análise quantitativa e qualitativa das respostas referentes à Q7 “Que oportunidades e barreiras você identifica para soluções tecnológicas em CI? Tente citar pelo menos uma oportunidade e uma barreira”, foi possível extrair requisitos para SI de CI, diante da perspectiva dos respondentes. Das 37 respostas, após leitura e análise, foram identificados 19 requisitos para SI relacionados a oportunidades e 12 sobre barreiras, totalizando 31 requisitos de SI. Como o foco era identificar os RNF de SI, foi realizada uma relação entre as respostas da PO, a identificação de oportunidade ou barreira e a definição dos RNF, organizados por meio de uma planilha eletrônica. Após este processo, foram selecionados 16 RNF, conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6:** Principais RNF identificados na pesquisa de opinião.

ID	Descrição	Respondente
OP2	O sistema deve possuir recursos para integrar semáforos de trânsito com smartphones, visando ajustar o tempo de sinal fechado e aberto de acordo com o fluxo de carros e pedestres.	Respondente 4
OP1	O sistema deve oferecer recursos de conectividade com diversos protocolos de comunicação.	Respondente 6
OP1	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade entre sensores de utilização doméstica.	Respondente 7
OP1	O sistema deve oferecer recurso de integração com novas tecnologias.	Respondente 8

**Tabela 6:** Principais RNF identificados na pesquisa de opinião (continuação).

<b>ID</b>	<b>Descrição</b>	<b>Respondente</b>
OP1	O sistema deve ser flexível em relação a tecnologias de programação com interoperabilidade entre sistemas e sensores.	Respondente 15
BA4	O sistema deve possuir níveis de acessibilidade, independente da tecnologia de uso.	Respondente 16
BA6	O sistema deve atender critérios de legislação quanto a privacidade dos dados com segurança da informação.	Respondente 18
OP1	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade.	Respondente 20
OP2	O sistema deve possuir integração com sensores RFID para controle de veículos.	Respondente 21
BA5	O sistema deve possuir diretrizes de privacidade de dados.	Respondente 23
OP1	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade entre outros sistemas.	Respondente 26
BA5	O sistema deve atender critérios de privacidade dos dados.	Respondente 26
OP2	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade entre sistemas governamentais.	Respondente 27
BA1	O sistema deve apresentar interoperabilidade com bases do governo.	Respondente 29
BA2	O sistema deve possuir interoperabilidade entre outros sistemas.	Respondente 32
OP2	O sistema deve oferecer recursos onipresentes com acessibilidade para todos os cidadãos.	Respondente 33

### 3.4 Discussão

Com base nos resultados apresentados na Seção 3.3, pode-se fazer uma breve análise e compilar algumas percepções que podem ser úteis para o desenvolvimento de SI informais para CI. Estes resultados tornaram possível identificar áreas em que existem demandas por essas soluções e barreiras que precisam ser levadas em consideração para seu desenvolvimento. Ao se analisar as oportunidades que surgiram nos resultados da análise qualitativa, é possível perceber que elas se relacionam diretamente com as categorias de serviço que estão presentes nas vidas dos cidadãos de uma forma direta, afetando inclusive a qualidade de vida. Assuntos relacionados à área de Administração, por exemplo, não foram mencionados.

Em relação as oportunidades (Tabela 7), com exceção a **Outros**, **Transporte** foi

a necessidade mais citada pelos respondentes e pode ser vista como oportunidade a ser explorada, que se relaciona com o crescimento populacional nos grandes centros urbanos. Este desafio é apresentado para os gestores públicos, no que diz respeito à mobilidade urbana para população em massa, e parece ainda haver campo para melhorias utilizando soluções tecnológicas. Vakula e Raviteja (2017) ressaltam a preocupação com a mobilidade urbana e afirmam que uma CI precisa se preocupar com sistemas de transporte e oferecer serviços para evitar transtornos aos cidadãos. Este quesito apresenta sua relevância para apoiar os cidadãos a encontrarem tanto meios de se locomover (e.g., aplicativos de aluguel de veículos e de carros particulares ou táxis), como o melhor caminho para se locomover (e.g., aplicativos de mapas e GPS). Em uma perspectiva mais ampla, existem oportunidades para rastreabilidade de ônibus e trens e tempo de deslocamento, além de picos de demanda por utilização.

**Tabela 7:** Oportunidades citadas pelos respondentes.

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Citações</b>
OP1	Outros	15
OP2	Transporte	9
OP3	Ambiente	3
OP4	Prevenção de Crimes e Desastres	2
OP5	Distribuição	1
OP6	Saúde Pública	1
OP7	Cuidados Médicos, Bem-estar	1

Discussões recentes e mais informações sobre o impacto das ações humanas no planeta parecem chamar também a atenção da amostra dos cidadãos que responderam ao questionário e abrem espaços para oportunidades. Afirma-se isso com base nas citações a **Ambiente**. O interessante desta oportunidade em especial é que ela pode ser combinada a outras citações, como Transporte, por exemplo, quando se pensa que a adoção de aluguel de veículos elétricos pode dialogar com as duas oportunidades. Zhang et al. (2018) estabelecem com riqueza de detalhes as oportunidades e correlacionam um sistema de transporte eficiente à redução das emissões de gases do efeito estufa, indicando, por exemplo: custos de viagem, grau de aglomeração, área ocupada, emissões de tráfego e subsídios operacionais para eficiência dos serviços.

**Prevenção de Crimes e Desastres** parece estar relacionada diretamente a questões locais. Populações que sejam mais afetadas por desastres naturais vão ser mais carentes de soluções que ajudem a prevenir os impactos destes eventos. Por conta das mudanças climáticas recentes, estes eventos estão cada vez mais frequentes e severos. Logo, soluções tecnológicas que tratem este tipo de problema parecem ter espaço de mercado interessante. Os veículos aéreos não tripulados, oferecem oportunidades para prevenção

de crimes e desastres naturais, pois oferecem possibilidades de monitoramento e acessos a lugares de risco à segurança. Contudo, uma legislação frágil poderá oferecer barreiras éticas e legais para implantação desta solução (MOHAMMED et al., 2014).

**Saúde Pública, Cuidados Médicos e Bem-estar** são oportunidades que podem ser analisadas de maneira conjunta, uma vez que apresentam uma clara demanda da população por melhores serviços, sejam eles privados ou públicos. Neste sentido, tecnologias digitais poderão ser exploradas no aspecto de controle de doenças, vacinas, mortalidade, natalidade, distribuição de recursos e eficiência na gestão de saúde. Al-Azzam e Bader (2019) apresentam uma estrutura que classifica *smarthealth* em duas perspectivas: e-Health (que utiliza dados como fonte estratégica de gestão) e m-Health (que oferece aos pacientes serviços nas consultas médicas).

O que se torna claro no que foi discutido e analisado em relação aos resultados referentes às oportunidades é que as categorias de serviços que são apresentadas são boas candidatas a serem exploradas por empreendedores. Porém, a melhor maneira de identificar estas oportunidades está diretamente relacionada à observação das necessidades de uma determinada população.

Em relação às barreiras identificadas (Tabela 8), pode-se afirmar que **Falta de Investimento, Infraestrutura, Questões Sociais e Falta de Incentivo** podem ser agrupadas como uma grande barreira que se relaciona com a condição econômica e social de uma localidade. As cidades podem estar inseridas em uma realidade econômica e social tão precária que podem dificultar ou até impossibilitar a adesão de boa parte dos cidadãos às soluções tecnológicas. Jawaid e Khan (2015) apresentam em sua pesquisa uma série de barreiras que podem enfraquecer a implantação das CI como, por exemplo, baixa captação de crédito, dificuldade para gestão de receitas e despesas, falta de planejamento, transparência e vigilância, assim como investimentos inadequados em infraestrutura urbana - principal barreira apontada na pesquisa de opinião.

**Tabela 8:** Barreiras citadas pelos respondentes.

ID	Código	Citações
BA1	Falta de Investimento	10
BA2	Infraestrutura	10
BA3	Falta de Incentivo	7
BA4	Questões Sociais	7
BA5	Privacidade de Dados	4
BA6	Legislação	3
BA7	Gestão de Instalações	1

Assim, uma boa abordagem para o desenvolvimento de soluções tecnológicas para

CI estaria em estudar tais condições econômicas e sociais para que estas sejam também consideradas. Pode-se, inclusive, promover novas oportunidades de negócios e inclusão social, visto que o governo, por meio de programas de inovação, vem estimulando o desenvolvimento de tecnologias digitais para atender a demanda da sociedade.

**Privacidade de Dados e Legislação** podem ser barreiras mutáveis nos próximos anos. Conforme a adesão em massa de sistemas tecnológicos, notou-se que seria necessário legislar sobre este novo espaço que cresce de forma desordenada. Torna-se relevante que o desenvolvimento de soluções tecnológicas em CI esteja especialmente atento a estes fatores, uma vez que a sua inobservância pode levar não somente a prejuízos materiais e de reputação, mas também a prejuízos legais e fim do serviço proposto. A lei geral de proteção de dados (LGPD), sancionada em 2020 pelo governo brasileiro, estabeleceu uma série de controles que visam mitigar os problemas encontrados pelos cidadãos. Desta forma, busca equalizar a questão de privacidade e legislativa, além de oferecer mais oportunidades a serem exploradas com uso de tecnologia (BRASIL, 2018).

Por fim, **Gestão de Instalações** foi citada como uma barreira sob a perspectiva dos respondentes da amostra e parece estar muito mais associada à falta de interesse de gestores (principalmente públicos) na adoção de medidas que possam contribuir para a manutenção e preservação do espaço público. Choudhury (2008) ressalta os conflitos de interesses sob aspectos de investimentos privados, nos quais arbitragens regulatórias desincentivam a colaboração de investidores, no sentido de otimizar a gestão das instalações urbanas.

Encontra-se, portanto, um motivo que pode ter vários desdobramentos, inclusive políticos, visto que a “construção” de CI requer mitigação de riscos dos projetos pelo governo. Como não há modelos que transfiram estas responsabilidades para os empreendedores de tecnologias, tais interessados poderão ser enquadrados como inexecução de contratos na lei brasileira 8.666/93, Seção V (BRASIL, 1993).

### **3.5 Ameaças à Validade**

Este estudo apresenta algumas ameaças à validade. Primeiramente, aponta-se o número baixo de respondentes da pesquisa de opinião (37) e o tempo que o questionário ficou disponível para receber respostas (9 dias). Além disso, Smith et al. (2013) afirmam que ainda é um desafio atrair um grande número de participantes para pesquisas de opinião on-line. Nesse sentido, uma replicação deste método pode ser realizada para ter mais aderência de cidadãos de diferentes regiões, de modo que poderão surgir características endêmicas para CI. Outra ameaça ocorre pelo meio de coleta de dados para e devido aos

resultados não terem sido avaliados por especialistas em CI. Além disso, por se tratar de meio eletrônico, pessoas com baixa condição social e econômica não foram alcançadas neste estudo. Entende-se que, no contexto estudado, a diversidade econômica e social é fundamental para a construção de CI e, conseqüentemente, oportunidades para soluções tecnológicas. Desta forma, a incorporação de novos meios para a execução da pesquisa é importante em uma nova execução. No entanto, o cenário pandêmico dos anos de 2020 e 2021 traz desafios acerca de outros meios a serem utilizados.

### **3.6 Considerações Finais**

O objetivo deste estudo foi identificar oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de SI informais para CI. Ao final da pesquisa, realizando-se análise quantitativa e qualitativa, foi possível compreender as principais necessidades de uma CI, sob o ponto de vista do cidadão. Dessa forma, as principais barreiras que dificultam o desenvolvimento de sistemas para este contexto. A partir do questionário, na questão referente às oportunidades, foi possível identificar 7 categorias de serviços em CI que parecem ser, aos olhos dos respondentes da pesquisa de opinião, boas oportunidades para focar. São elas: Transporte; Ambiente; Prevenção de Crimes e Desastres; Saúde Pública, Cuidados Médicos e Bem-estar; Distribuição; e Outros.

Por sua vez, acerca das barreiras, foram identificados 7 possíveis pontos que podem atrapalhar o desenvolvimento destas soluções CI na perspectiva da amostra dos respondentes: Falta de Investimento; Infraestrutura; Questões Sociais; Falta de Incentivo; Privacidade de Dados; Legislação; e Gestão de Instalações. Assim, empreendedores que desejam atuar no desenvolvimento de SI informais para CI devem avaliar com um olhar mais atento possibilidades de soluções para as categorias de serviços que utilizam dados como fonte oportunidades. Para isso, adicionalmente, com base nas respostas da Q7 foram elicitados 16 RNF para auxiliar no desenvolvimento de SI. Como contribuição, este estudo discutiu as oportunidades e barreiras para o desenvolvimento de SI informais sob a perspectiva do cidadão, onde há poucas soluções oferecidas pelos governos. Além disso, foram descritas as oportunidades e barreiras no contexto brasileiro e os RNF extraídos das respostas, bem como a discussão dos resultados.

## **4. Sistemas de Informação Formais (Governamentais) em Cidades Inteligentes**

Neste capítulo apresentamos um MSL que teve como objetivo identificar os principais SI formais (governamentais) utilizados pelos governos, além de classificar os desafios e fatores de sucesso para sua implantação presentes nos estudos. A Seção 4.1 traz a introdução para o estudo e na Seção 4.2 apresenta o protocolo e detalha a execução da pesquisa. A Seção 4.3 descreve a análise e discussão dos resultados. A Seção 4.4 reporta as ameaças à validade e por fim, na Seção 4.5 conclui o estudo com algumas considerações finais.

### **4.1 Introdução**

As cidades de todas as partes do mundo estão enfrentando vários desafios à medida que seus recursos e infraestrutura são colocados sob níveis de pressão cada vez maiores (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2011). Algumas tecnologias digitais, como sensores inteligentes, redes de telecomunicações e SI vêm transformando o modo de viver das pessoas, organizações e cidades, a fim de torná-los mais sustentáveis e eficientes (ZANELLA et al., 2014). Conhecer os SI utilizados pela administração pública poderá facilitar o enfrentamento destes desafios. Para isso, um MSL foi selecionado como o método para extrair da literatura os principais SI formais (governamentais) e seus RNF no contexto das CI.

Este estudo objetivou investigar os SI formais (governamentais) que dão suporte para as CI. Para isso, analisou os desafios e fatores de sucesso para a implantação desses sistemas no contexto brasileiro e identificou os RNF presentes nos estudos. Um total de 30 RNF foram extraídos dos estudos selecionados de diferentes autores.

## 4.2 Método de Pesquisa

Um MSL pode ser definido como uma busca estruturada e de ampla escala para se aprofundar nos detalhes de cada estudo identificado (PETERSEN et al., 2015). Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi formalizado com base no método GQM (*Goal-Question-Metric*), proposto por Basili e Rombach (1988) e definido da seguinte forma: **analisar CI com o propósito de** identificar SI, desafios e fatores de sucesso **com respeito à** sua implantação **do ponto de vista de** pesquisadores **no contexto** governamental. De acordo com Kitchenham et al. (2015), as seguintes fases são propostas para estudos secundários: planejamento, condução e apresentação dos resultados.

### 4.2.1 Planejamento

A questão de pesquisa expressa os objetivos de um MSL e tende a ser mais genérica, de modo a reunir as publicações em subáreas ou subtópicos (KITCHENHAM et al., 2011). Desta forma, a QP deste MSL objetiva responder: “Como os SI formais (governamentais) têm sido implantados no domínio de CI?”. Para ajudar a responder a QP, subquestões (Sub-Q) foram definidas e detalhadas na Tabela 10. A questão de pesquisa levou em consideração a estrutura *Population, Intervention, Comparison, Outcome, and Context*, denominada PICOC, definida por Kitchenham e Charters (2007), que considerou a estrutura apresentada na Tabela 9

**Tabela 9:** Estrutura PICOC.

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
População	Cidades Inteligentes
Intervenção	Sistemas de Informação
Comparação	Não se aplica
Resultado	Implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes
Contexto	Governamental

**Tabela 10:** Subquestões de pesquisa.

<b>Sub-Questão</b>	<b>Definição</b>
Sub-Q1	Quais SI formais (governamentais) foram implantados no domínio de CI e quais suas características (tipo e objetivo)?
Sub-Q2	Que desafios foram identificados na implantação de SI formais (governamentais) no domínio de CI?
Sub-Q3	Que fatores de sucesso foram identificados após a implantação de SI formais (governamentais) no domínio de CI?
Sub-Q4	Que RNF para SI foram identificados nos estudos?

A estratégia de pesquisa utilizada envolveu buscas em bibliotecas digitais. As fontes

de busca selecionadas foram: (1) ACM DL<sup>1</sup>, (2) Engineering Village<sup>2</sup>, (3) IEEE Xplore<sup>3</sup>, (4) Science Direct<sup>4</sup>, (5) Scopus<sup>5</sup> e (6) Web of Science<sup>6</sup>. Todas as fontes de busca possuem um bom funcionamento e abrangência de suas máquinas de busca, evidenciados em diversas pesquisas já realizadas. Os termos de pesquisa foram reunidos em uma *string* de busca, sem filtro de data para retorno dos estudos. Estes termos foram escritos em inglês por ser largamente adotado em conferências e periódicos internacionais relacionados ao tópico da pesquisa. Sinônimos para os termos foram considerados para ampliar a abrangência da busca, já que autores podem utilizar nomes diferentes para caracterizar tais termos. Além disso, foram utilizados operadores lógicos para relacionar os termos.

(“*smart cities*” OR “*smart city*”) AND (“*information system*” OR “*information systems*”) AND (“*government*” OR “*public administration*”)

Para avaliar a qualidade e abrangência da *string* de busca foi realizada uma pesquisa exploratória, na qual foram definidos dois estudos de controle: Kontokosta e Hong (2021) e Saptadi et al. (2020). Após a execução da *string* de busca nas bibliotecas digitais, verificou-se que os estudos de controle estavam presentes entre as publicações retornadas. É importante salientar que não foi inserido nenhum filtro de pesquisa nas bases no que diz respeito a restrição de período e/ou a área ou subárea de interesse.

#### 4.2.2 Condução

Conforme Kitchenham e Charters (2007), para a seleção dos estudos retornados na pesquisa, devem ser definidos e aplicados critérios de inclusão (CIn) e exclusão (CEx) sobre os estudos recuperados, esses critérios são apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. O processo de seleção das publicações foi sistematizado seguindo seis etapas: (i) execução da busca, (ii) remoção de duplicados, (iii) leitura de títulos, resumos e palavras-chave, (iv) leitura da introdução e conclusão, (v) leitura completa dos estudos; e (vi) extração dos dados e síntese dos resultados. Todas as etapas foram conduzidas por 4 pesquisadores, sendo o último pesquisador responsável por avaliar e validar cada uma delas. O número de pesquisadores visa diminuir o viés de seleção e de informação na pesquisa.

---

<sup>1</sup><https://dl.acm.org/>

<sup>2</sup><https://www.elsevier.com/>

<sup>3</sup><https://ieeexplore.ieee.org/>

<sup>4</sup><https://www.sciencedirect.com/>

<sup>5</sup><https://www.scopus.com/>

<sup>6</sup><https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>

**Tabela 11:** Critérios de inclusão.

<b>ID</b>	<b>Critério de Inclusão</b>
CIn1	O estudo apresenta SI formais (governamentais) para CI.
CIn2	O estudo cita ou avalia a implantação de SI formais (governamentais) no domínio de CI.

**Tabela 12:** Critérios de exclusão.

<b>ID</b>	<b>Critério de Exclusão</b>
CEx1	Estudo que não atende a pelo menos um critério de inclusão.
CEx2	Estudo repetido. Nesse caso, apenas um estudo foi considerado.
CEx3	Estudo duplicado com resultado semelhante. Nesse caso, apenas o estudo mais completo foi considerado.
CEx4	Estudo não disponível para download abertamente ou pelo IP institucional dos pesquisadores.
CEx5	Estudo enquadrado como tese, prefácio, livro, resumo, pôster, palestra, keynote, tutorial ou demonstração.
CEx6	Estudo que não esteja escrito em inglês.

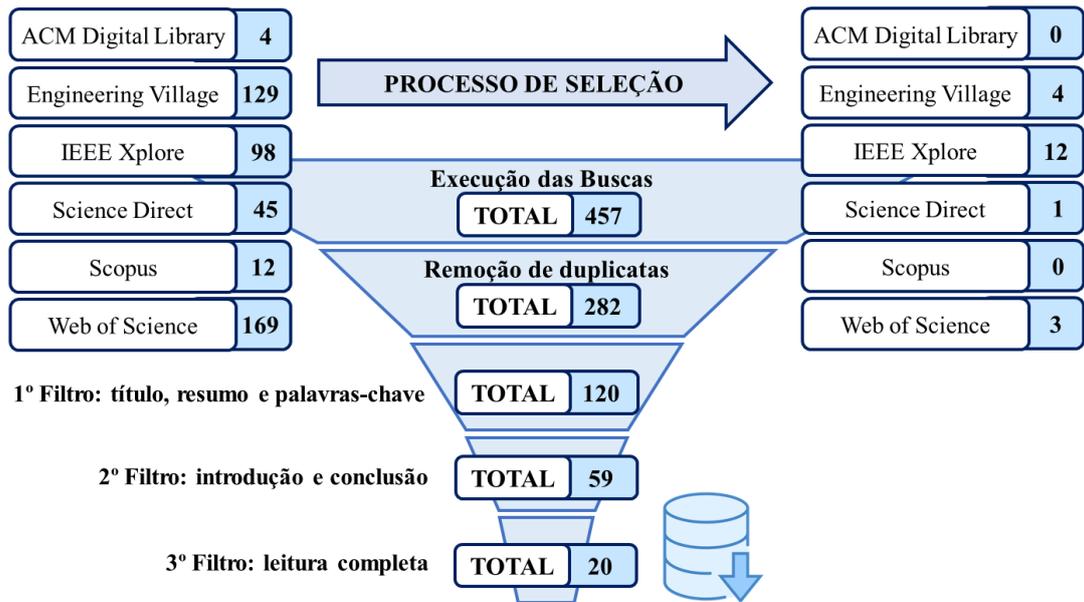
Em relação ao procedimento de extração dos dados, para cada estudo analisado durante esta etapa de extração de resultados foram observados os detalhes que permitem responder à questão principal deste MSL. Inicialmente, analisou-se os dados que possibilitam identificar SI no contexto de CI. A partir de então, foram respondidas as subquestões desta pesquisa e o processo de extração foi realizado sistematicamente, por meio de uma planilha eletrônica para o registro das informações.

#### 4.2.3 Resultados

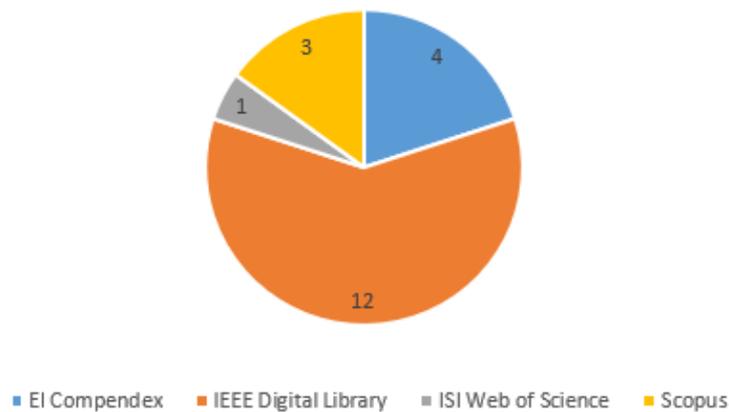
Inicialmente, são descritos os resultados da seleção dos estudos, que seguiu os procedimentos definidos no protocolo de revisão e detalhados na seção anterior. Foram retornados um total de 457 estudos e selecionados um total de 20 estudos primários. O processo de seleção é apresentado na Figura 18. A distribuição dos estudos por bases de pesquisa e ano de publicação são apresentados nas Figuras 19 e 20, respectivamente. Os estudos incluídos são referidos como E1-E20 e são apresentados no Apêndice III. Finalmente, as respostas das subquestões de pesquisa são apresentadas a seguir.

- **Sub-Q1: Quais SI formais (governamentais) foram implantados no domínio de CI e quais suas características (tipo e objetivo)?**

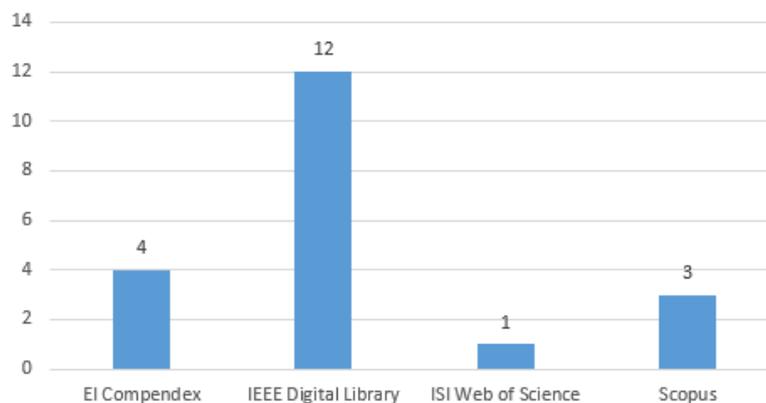
Foram citados 20 SI governamentais implantados no domínio de CI. Entretanto, apenas 10 SI formais (governamentais) foram nominados nos estudos. Todos os SI formais (governamentais) analisados são apresentados na Tabela 13 com seu respectivo nome, tipo



**Figura 18:** Processo de seleção dos estudos.



**Figura 19:** Quantidade de estudos por bases de pesquisa.



**Figura 20:** Quantidade de estudos por ano.

e objetivo. Os dados não identificados são apontados como **NI** na tabela. Ao classificar os sistemas de acordo com o tipo de SI, foram identificados 8 SAD, 8 SPT e 3 SIG. O estudo E8 aponta 9 propostas de soluções para CI, não sendo possível identificar os SI.

**Tabela 13:** Lista de SI formais (governamentais) utilizados no domínio de CI.

<b>ID</b>	<b>Nome do SI</b>	<b>Tipo</b>	<b>Objetivo do SI</b>	<b>Fonte</b>
SI1	Abuja Geographic Information System (AGIS)	SAD	Evitar crescimento de favelas através de alocação de moradias	E1
SI2	NI	SAD	Análisar redes sociais a fim de planejar ações urbanas e melhorar a tomada de decisão	E2
SI3	NI	SAD	Auxiliar em emergências urbanas e desastres	E3
SI4	NI	SPT	Auxiliar na segurança pública	E4
SI5	NI	SPT	Auxiliar na gestão de estacionamentos	E5
SI6	Monvis-Musrenbang	SIG	Monitorar solicitações de serviços utilizando plataforma de gamificação	E6
SI7	ParticipAct	SPT	Auxiliar pessoas com mobilidade reduzida	E7
SI8	NI	NI	Coletar e processar dados de sensores urbanos	E8
SI9	ArcGIS Network Analyst	SAD	Rotear coleta de recicláveis residenciais	E9
SI10	Não identificado	SAD	Identificar região como maior consumo de energia elétrica	E10
SI11	National Geographic Information System (NGIS)	SAD	Oferecer informações meteorológicas, de chuvas e o nível de água	E11
SI12	RSmart Geo Layers	SAD	Reunir e unificar dados abertos do governo e visualizar por meio de georreferenciamento	E12
SI13	City113	SPT	Oferecer ao cidadão um canal de denúncias relacionados a aspectos governamentais	E13
SI14	NI	SAD	Mitigar desastres naturais	E14
SI15	NI	SPT	Aumentar a precisão do trânsito, encurtar tempo de trânsito e localizar acidentes de trânsito	E15
SI16	SiWarga Patehan	SPT	Agilizar serviços administrativos e medir qualidade dos serviços	E16
SI17	NI	SPT	Monitorar fronteiras	E17
SI18	Tangerang Live	SIG	Gerenciar reclamações de usuários	E18
SI19	Taichung Bus Data	SIG	Monitorar transporte público	E19

**Tabela 13:** Lista de SI formais (governamentais) utilizados no domínio de CI (continuação).

ID	Nome do SI	Tipo	Objetivo do SI	Fonte
SI20	NI	SPT	Fornecer ao cidadão melhores serviços de transporte público	E20

- **Sub-Q2: Que desafios foram identificados na implantação de SI formais (governamentais) no domínio de CI?**

Nem todos os estudos incluídos deixaram claro desafios na implantação dos SI. Dos 20 estudos selecionados, foram relatados desafios apenas em 13 (65%). Poucos relataram situações semelhantes, o que faz entender que os desafios são muito peculiares para cada projeto e cada realidade em que está inserido. Apenas 2 dos desafios foram citados em diferentes estudos: **expansão geográfica** (E7, E19) e **privacidade dos dados dos cidadãos** (E4, E19). Na Tabela 14, estão representados os desafios identificados nos estudos.

**Tabela 14:** Desafios na implantação do SI.

Desafio	Fonte
Expansão geográfica	E7, E19
Preocupação com a privacidade dos dados	E4, E19
Aceitação dos cidadãos	E13
Fatores que afetam previsões de disponibilidade de estacionamento	E5
Custo para implantação	E19
Dados incompletos e imprecisos	E20
Divergência de dados entre sistemas	E10
Expansão de funcionalidades	E17
Falta de divulgação	E20
Falta de dados do governo ou população	E1
Implementação de camadas inteligentes	E12
Limitação da tecnologia utilizada	E9
Necessidade de integração entre sistemas	E3
Obstáculos inesperados	E3
Possibilidade de aumento da população urbana	E2

- **Sub-Q3: Que fatores de sucesso foram identificados após a implantação de SI formais (governamentais) no domínio de CI?**

Para responder à Sub-Q3, fatores de sucesso reportados nos estudos foram extraídos dos estudos incluídos. O termo fator de sucesso ou fator crítico de sucesso em projetos de SI são vistos como pontos específicos de benefícios e que afetam no gerenciamento do projeto (BELASSI; TUKEL, 1996). Os fatores estão listadas na Tabela 15. O fator de

sucesso **disponibilidade de dados** foi o mais citado nos estudos, com três ocorrências. Outro fator de destaque foi **utilização de algoritmo eficiente**, com duas ocorrências. Dentre os estudos onde a **disponibilidade de dados** foi um fator de sucesso, E2 indica que a utilização de compartilhamento geoespacial de dados em modo de rede contribuiu para o sucesso do SI formal (governamental). E3, por sua vez, destaca a utilização de dados abertos em qualquer língua e armazenamento de dados georreferenciados em domínio público. E10 apresenta a facilidade em obter os dados em bases de dados públicos, devido à legislação que estimula o uso de dados abertos.

**Tabela 15:** Fatores de sucesso na implantação do SI.

<b>Fatores de sucesso</b>	<b>Fonte</b>
Criação de ontologia de serviços recomendados	E3
Disponibilidade de API	E7
Disponibilidade de dados	E2, E3, E10
Facilidade de uso	E13
Melhorias no processo	E16
Tecnologia disponível e de fácil acesso	E15
Utilização de algoritmo eficiente	E5, E9
Utilização de sensores	E2

• **Sub-Q4: Que RNF para SI foram identificados nos estudos?**

Para responder à Sub-Q4, os 20 estudos foram analisados no sentido de elicitar os RNF apresentados no conteúdo. Nem todos os estudos explicitaram os RNF. Estes requisitos estão relacionados a qualidade e ao uso dos SI, em termos de Adequação Funcional, Eficiência de desempenho, Compatibilidade, Usabilidade, Confiabilidade, Segurança, Manutenibilidade e Portabilidade. Além disso, eles correspondem a características mínimas de qualidade dos sistemas, estando a cargo dos desenvolvedores atender a estes requisitos (ISO/IEC25010, 2011).

Ao todo, foram identificados 30 RNF, conforme apresentado na Tabela 16. E16 foi o que apresentou o maior número de requisitos expostos no estudo (6). Dentre eles, estão confiabilidade, validação por QR Code, possuir segurança e privacidade, acessibilidade por web e smartphone e facilidade de uso. Outros estudos, como E2 e E7, apresentaram 4 requisitos cada e os estudos E11 e E13, cada um com 3 requisitos identificados. No contexto das CI, atender os requisitos é fundamental para o oferecimento de serviços digitais pela administração pública, para melhoria da qualidade dos serviços prestados e sustentação das soluções a nível de eficiência e eficácia.

**Tabela 16:** Lista de RNF para SI.

<b>ID</b>	<b>Descrição do RNF</b>	<b>Fonte</b>
1	O sistema deve possuir base de dados integrados, compartilhados e interoperáveis entre todos os <i>stakeholders</i> no contexto das cidades inteligentes.	E12
2	O sistema deve possuir integração com sistemas governamentais, aplicativos públicos e privados, comunidade, redes sociais e dispositivos físicos.	E12
3	O sistema deve integrar com sistemas distribuídos.	E7
4	O sistema deve possuir integração de diversos sistemas de informação para melhorar o desempenho do transporte em massa.	E20
5	O sistema deve oferecer interoperabilidade entre sistemas.	E1
6	O sistema deve utilizar integração inteligente.	E2
7	O sistema deve possuir interoperabilidade entre dados geomarcados coletados através das mídias sociais.	E2
8	O sistema deve possibilitar integração com outros sistemas.	E14
9	O sistema deve apresentar confiabilidade dos resultados.	E10
10	O sistema deve possuir confiabilidade.	E16
11	O sistema deve possuir percepções de confiança, atitudes e intenções de uso que se referem aos modelos de aceitação tecnológica (TAM).	E18
12	O sistema deve permitir conexão com serviços remotos.	E7
13	O sistema deve apresentar conectividade com redes de transporte.	E2
14	O sistema deve permitir a conexão com diferentes sistemas de serviços inteligentes.	E11
15	O sistema deve possuir conectividade de rede sem fio heterogênea e multi-rede.	E11
16	O sistema deve garantir autenticidade, integridade e confidencialidade através de APIs de Transferência de Estado Representacional (REST).	E7
17	O sistema deve apresentar segurança da informação.	E4
18	O sistema deve apresentar conformidade com a privacidade.	E4
19	O sistema deve monitorar e analisar o tráfego dados, segurança da informação e consumo de energia.	E11
20	O sistema deve possuir validação por QR Code.	E16
21	O sistema deve possuir segurança e privacidade.	E16
22	O sistema deve possuir requisitos de simplicidade, desempenho e usabilidade.	E7
23	O sistema deve oferecer disponibilidade e acessibilidade a diversos usuários.	E2
24	O sistema deve ser acessado pela web ou smartphone.	E16
25	O sistema deve possuir serviços acessíveis.	E16
26	O sistema deve fornecer atitude em intenção de usar.	E13
27	O sistema deve possuir Informações com facilidade de uso.	E16
28	O sistema deve apresentar facilidade percebida de uso e utilidade percebida com os resultados.	E18

**Tabela 16:** Lista de RNF para SI (continuação).

<b>ID</b>	<b>Descrição do RNF</b>	<b>Fonte</b>
29	O sistema deve oferecer facilidade de uso percebida por todos.	E13
30	O sistema deve ter a utilidade percebida.	E13

Após análise mais detalhada da resposta da Sub-Q4, foi possível identificar as características e subcaracterísticas de qualidade dos RNF identificados nos estudos, de acordo com a norma ISO/IEC25010 (2011). Dos 30 RNF listados na resposta da Sub-Q4, foi possível extrair 5 características e 8 subcaracterísticas, conforme apresentado na Tabela 17.

**Tabela 17:** Características e subcaracterísticas de qualidade de RNF para SI.

<b>Característica</b>	<b>Subcaracterística</b>	<b>Fonte</b>
Compatibilidade	Interoperabilidade	E12, E7, E20, E1, E2, E2, E14
Segurança	Confidencialidade	E7, E4, E11, E16
Portabilidade	Adaptabilidade	E7, E2, E11
Usabilidade	Acessibilidade	E7, E2, E16
Confiabilidade	Maturidade	E10, E16
Usabilidade	Estética da interface do usuário	E13, E16
Usabilidade	Operabilidade	E18, E13
Confiabilidade	Valorização	E18

### 4.3 Discussão

Este estudo investigou por meio de um MSL os SI formais (governamentais) para CI, os desafios, fatores de sucesso para sua implantação e os RNF, como forma de apoiar no desenvolvimento de CI. Após análise das 4 subquestões de pesquisa que permitiram responder a QP, podemos concluir que, na Sub-Q1, apresentamos os principais tipos SI e as tecnologias utilizadas pelos governos, que dão suporte para as CI. Foram identificados SI do tipo: (i) SAD, com tecnologias de georreferenciamento. Estes tipos de soluções são fundamentais para as CI, visto que utilizam dados aéreos para monitoramento de área. Outro tipo de SI com relevância, foi o (ii) SPT, dando destaque para o uso de algoritmos não paramétricos para modelar a taxa de ocupação do estacionamento (E5).

Em relação a Sub-Q2, podemos concluir que o principal desafio está relacionado a expansão geográfica, o que pode ser solucionado com o sistema de georreferenciamento. Além disso, questões de privacidade de dados foram apontados como pontos sensíveis. Tais desafios identificados no estudo, apontam preocupações no ambiente de CI. Pathak

(2020) apresenta um estudo relacionado a expansão geográfica na Índia. O autor ressalta que anos sem planejamento urbano resultaram em crescimento desordenado. Desta forma, Pathak (2020) propôs alguns desafios importantes para as cidades que desejam ser inteligentes evitando a expansão geográfica desordenada: (i) Promover o uso misto da terra, (ii) Desenvolver oportunidades de moradia para todos e (iii) Criar localidades a pé, assim reduzindo congestionamentos, além de garantir o desenvolvimento econômico local e a segurança. Em relação à privacidade de dados, Kitchin (2016) cita que as tecnologias das CI criam vários danos potenciais à privacidade de dados. Do ponto de vista legal, as violações e danos à privacidade são irreversíveis no ambiente coletivo.

A Sub-Q3 apresentou os principais fatores de sucesso destacados nos estudos. A disponibilidade dos dados foi apontada como o principal benefício. Este requisito é fundamental para SI de CI, visto que melhores decisões podem ser tomadas com base nestes dados. Ojo et al. (2015) ressaltam que a disponibilidade de dados pode oferecer um conjunto de iniciativas para os governos de todos os níveis aumentar a transparência, capacitar melhor os cidadãos, promover a inovação e reformar os serviços públicos.

Por fim, a Sub-Q4 reuniu os principais RNF apontados nos estudos selecionados. A partir da análise destes requisitos, podemos observar o alto número de citações para interoperabilidade. Isso reforça a carência de soluções neste tema, para que possam existir CI com integrações entre SI. Ahn et al. (2016) destacam que a interoperabilidade é crucial para a integração eficiente pelo qual os serviços são viabilizados. Ressaltam também que a interoperabilidade é um requisito essencial para CI.

Desta forma, respondendo a QP, a implantação de SI governamentais têm encontrado diversos desafios, principalmente na expansão geográfica e na preocupação com a privacidade dos dados. No entanto, alguns pontos têm beneficiado os projetos de CI, como a disponibilidade dos dados e a utilização de algoritmo eficiente. A identificação dos principais RNF, suas características e subcaracterísticas, também estabelecem maneiras eficazes de como os SI governamentais vêm sendo implantados. Sendo assim, os SI governamentais se apresentam como soluções estratégicas, pois visam mitigar os desafios e replicar os fatores de sucesso.

#### **4.4 Ameaças à Validade**

De acordo com Ampatzoglou et al. (2019), as ameaças à condução de um MSL podem ser classificadas como validade da seleção do estudo, validade dos dados e validade da pesquisa. As ameaças à validade da seleção dos estudos dizem respeito a etapa

de planejamento e principalmente ao processo de seleção dos estudos. Estas ameaças potenciais incluem: (1) uma seleção limitada das fontes de busca; (2) *strings* de busca ineficazes; e (3) enviesamento na seleção dos estudos que foram incluídos no mapeamento. Para atenuar as duas primeiras, foram realizadas buscas em seis bibliotecas digitais, incluindo a Scopus que indexa trabalhos de várias editoras. Foram utilizados estudos controles no processo de calibração da *string*, possibilitando seu refinamento. Para mitigar o terceiro tipo de ameaça potencial (viés de autor durante o processo de seleção), esta pesquisa contou com a participação de quatro pesquisadores. Além disso, os critérios de inclusão/exclusão foram aplicados independentemente por pelo menos um dos autores, em cada filtro, e complementados por um autor diferente no filtro seguinte.

A validade dos dados está relacionada principalmente com a extração não verificada de dados e o viés do autor, pois poderiam levar a resultados e conclusões não confiáveis. Para mitigar esta ameaça, a extração de dados, foi realizada por três dos autores e validada pelo quarto. A este respeito, foram documentadas todas as transformações de dados, de modo que é possível rastreá-los da síntese até o estudo secundário correspondente. Quanto à validade da pesquisa, conforme Petersen et al. (2015), semelhante aos estudos experimentais, considerações de validade também são aplicáveis aos MSL. Desta forma, garantir um caráter auditável e replicável à pesquisa é de particular preocupação para este tipo de estudo. Para reduzi-la, definimos um protocolo detalhado (Seção 4.2) baseado em diretrizes bem estabelecidas para revisões sistemáticas da literatura (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) e mapeamentos sistemáticos da literatura (PETERSEN et al., 2015).

#### **4.5 Considerações Finais**

Neste estudo de MSL, buscou-se identificar estudos relacionados a SI no contexto de CI. De um total de 457 estudos retornados, após a aplicação dos filtros definidos no protocolo do MSL, 20 estudos foram selecionados para a extração dos dados, que apresentavam ou citavam a implantação de um SI em CI.

Dentre os tipos de SI apresentados, foi possível encontrar SAD (8), SPT (8) e SIG (3). Entre os mais citados, de acordo com os autores, as soluções com o uso de georreferenciamento, são capazes de reunir dados e informações sobre distribuição de energia, otimização de trânsito e rotas, geolocalização de agências de serviços públicos, coleta de recicláveis, geolocalização de surgimento de favelas, modelos de recuperação de desastres naturais e integração de mídias sociais como forma de melhorar a tomada de decisão. Como barreiras, os principais desafios mapeados a serem superados envolvem

a explosão do crescimento populacional desordenado, mudanças climáticas, integração e interoperabilidade entre sistemas e apuração de diferenças entre dados públicos e sistêmicos. No que tange os RNF, interoperabilidade foi o que apresentou o maior número de citações, reforçando sua importância no contexto de CI.

## **5. Investigando Desafios e Fatores de Sucesso na Implantação de SI Formais em Cidades Inteligentes na Perspectiva de Cidadãos Brasileiros**

Este capítulo apresenta uma investigação dos desafios e fatores de sucesso por meio de uma pesquisa de opinião, está organizado da seguinte forma: A Seção 5.1 apresenta uma introdução para a pesquisa de opinião. A Seção 5.2 seguinte descreve o protocolo utilizado. A próxima Seção (5.3) expõe os resultados da pesquisa de opinião. Na sequência, a Seção 5.4 apresenta a análise e discussão dos resultados. A Seção 5.5 traz as ameaças à validade e por fim, a Seção 5.6 apresenta as considerações finais do estudo.

### **5.1 Introdução**

O objetivo deste capítulo consiste em relacionar os resultados do MSL, apresentado no Capítulo 4, com o cenário brasileiro. Para isso, buscou-se mapear quais os SI para CI que os cidadãos brasileiros consideram importantes para a implantação em suas cidades. Além disso, buscou-se obter a opinião dos participantes sobre os principais desafios e fatores de sucessos envolvidos nessa implantação. Segundo Lederer e Sethi (1992), os desafios são impedimentos ou dificuldades na implementação de SI, enquanto fatores de sucesso ou fatores críticos de sucesso são vistos como pontos específicos de benefícios que afetam o seu gerenciamento (BELASSI; TUKEL, 1996). Para isso, foi feita uma pesquisa de opinião com 38 cidadãos brasileiros com interesse em CI. Com base nos dados obtidos, foi realizado uma análise qualitativa baseada nas codificações utilizadas em procedimentos de GT que possibilitou a elicitação de RNF para SI no contexto de CI.

Este estudo contribui para entender a opinião dos cidadãos brasileiros sobre a implantação de SI formais (governamentais) no contexto de CI. A análise quantitativa mostrou principalmente o grau de importância que os participantes atribuíram aos SI

listados. O SI para aumentar a precisão do trânsito foi apontado como o mais relevante a ser implantado em uma CI. Por outro lado, a análise qualitativa mostrou que o fator de sucesso mais importante na implantação de SI é a sua facilidade de uso. Quanto ao desafio, o aspecto que apresenta maior dificuldade é o custo.

## **5.2 Método de Pesquisa**

Uma pesquisa de opinião on-line é um método que tem como características o conhecimento direto da realidade dos respondentes, a economia de recursos e a rapidez na obtenção dos dados (PRODANOV; FREITAS, 2013). O objetivo desta etapa foi identificar, dentre os SI para CI identificados no MSL, quais são considerados importantes no contexto brasileiro. Além disso, verificou se os desafios e fatores de sucesso se confirmaram na opinião dos respondentes. Desta forma, a pesquisa de opinião foi conduzida em quatro fases. A seguir, são detalhadas cada uma delas.

A abordagem metodológica utilizada neste estudo foi de uma pesquisa de opinião on-line segundo Molléri et al. (2016). Este tipo de método, visa capturar a opinião dos respondentes de forma amostral, sobre dados populacionais extensos e geralmente compreende 4 fases: (1) planejamento, (2) execução, (3) procedimento de análise de dados e relatório dos resultados e (4) análise dos dados, em que foi aplicada a análise temática (SALDAÑA, 2021), seguindo os procedimentos da GT (CORBIN; STRAUSS, 2008).

### **5.2.1 Planejamento**

O planejamento consistiu na: (a) definição da população alvo e concepção da amostra, (b) definição do método de coleta e construção do instrumento de coleta e (c) realização de um piloto para validar a pesquisa. A população alvo foi formada por cidadãos brasileiros com algum interesse em CI. No entanto, devido à inviabilidade de se aplicar a pesquisa a todos os cidadãos com este interesse, foi definida uma amostra a partir da técnica de amostragem por cotas. Como instrumento de pesquisa, foi utilizado um questionário on-line (Apêndice IV) composto por três seções, além de uma seção de apresentação. As outras seções continham questões abertas (QA) e questões fechadas (QF). As questões foram formuladas a fim de atingir o objetivo desta pesquisa. Na seção 1, o questionário traz uma breve apresentação da pesquisa. A seção 2 contém questões de caracterização dos participantes (Tabela 18) e na seção 3 foi definida as questões específicas sobre o tema (Tabela 19). A Tabela 13 lista os SI identificados no MSL que serviram de insumos para a pesquisa de opinião.

**Tabela 18:** Questões demográficas.

ID	Questão
Q1	Com qual gênero você se identifica?
Q2	Qual a sua faixa etária?
Q3	Em qual área você atua?
Q4	Em que região você mora?

**Tabela 19:** Questões específicas.

ID	Questão
Q5	Você conhece alguma solução tecnológica oferecida pelo governo? Caso a resposta seja sim, qual seria a solução? E como você utiliza?
Q6	Numa escala entre: Concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo nem discordo, discordo parcialmente, discordo totalmente. Você considera os sistemas listados como importantes para tornar uma cidade inteligente?
Q7	Tendo em vista a escolha do sistema mais importante, na sua opinião, quem deveria oferecer esta solução?
Q8	Numa escala onde 5 é maior dificuldade e 1 menor dificuldade, classifique os itens para implantação de sistemas de informação?
Q9	Numa escala onde 5 é o mais importante e 1 o menos importante, que fatores de sucesso você considera mais importante para a criação de cidades inteligentes?
Q10	Cite desafios a serem superados para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes.
Q11	Cite fatores de sucesso para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes.

### 5.2.2 Execução

A pesquisa de opinião foi realizada entre os dias 29 janeiro e 2 de fevereiro de 2021. O questionário foi enviado aos respondentes interessados no tema de CI, por diversos canais eletrônicos, como, grupos de professores e estudantes no WhatsApp, listas eletrônicas (e-mails) e profissionais cadastrados na rede LinkedIn<sup>1</sup>. Não foi possível obter a quantidade total de convites enviados devido à utilização de canais de comunicação que permitiam o amplo compartilhamento de informações. Não foi considerada experiência no tema, pois a intenção foi de receber o maior número de respostas possível dentro do período definido no planejamento. Foram recebidas 38 respostas, com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado, que possibilitaram a realização da análise quantitativa e qualitativa dos resultados.

### 5.2.3 Procedimento de Análise dos Resultados

A análise dos dados se deu de forma quantitativa e qualitativa. Para sumarizar e descrever os dados obtidos por meio das QF, foi utilizada a estatística descritiva. Para

<sup>1</sup><https://www.linkedin.com/>

fins de análise qualitativa, que tem por objetivo entender, descrever e explicar fenômenos sociais de diferentes formas (ANGROSINO, 2009), foram utilizadas codificações baseadas nos procedimentos da GT (CORBIN; STRAUSS, 2008). Nesta teoria, é possível analisar os dados qualitativos por meio de 3 tipos de codificação: (i) codificação aberta; (ii) codificação axial; e (iii) codificação seletiva.

Na codificação aberta, realiza-se a categorização dos dados a partir da leitura das respostas, separando seus trechos e atribuindo a esses trechos uma categoria, que pode ser uma palavra, uma frase ou uma expressão. A codificação axial tem por objetivo identificar os relacionamentos entre as categorias da codificação anterior, após um trabalho de aprimoramento e diferenciação destas categorias. Na codificação seletiva, a categoria ou ideia central do estudo é identificada (CORBIN; STRAUSS, 2008).

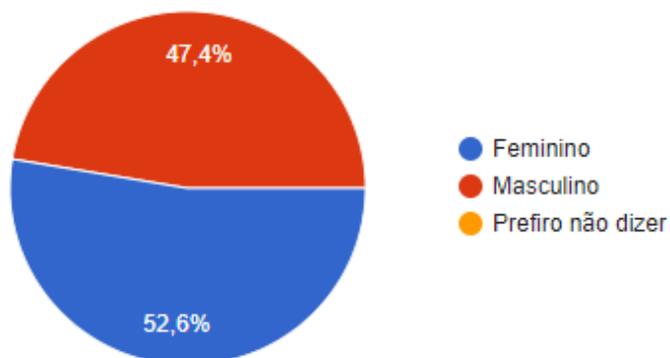
A análise qualitativa se deu a partir dos dados obtidos na Q10 *Cite desafios a serem superados para implantação de SI para CI*. A meta era entender os desafios apontados pelos participantes utilizando procedimentos de GT. Apesar da GT citar três tipos de codificação, segundo Corbin e Strauss (2008), cabe ao pesquisador definir quais serão utilizados para satisfazer as necessidades da pesquisa. Para este estudo, foram executadas as duas primeiras codificações (aberta e axial). Para a definição dos códigos na fase de codificação aberta, as respostas dos participantes foram lidas e analisadas para que fosse possível associar trechos destas respostas aos códigos utilizados. Após esta etapa, os códigos foram agrupados em categorias, que representam um nível de abstração mais alto (FERREIRA et al., 2018). Esse passo é exatamente a codificação axial.

## **5.3 Resultados**

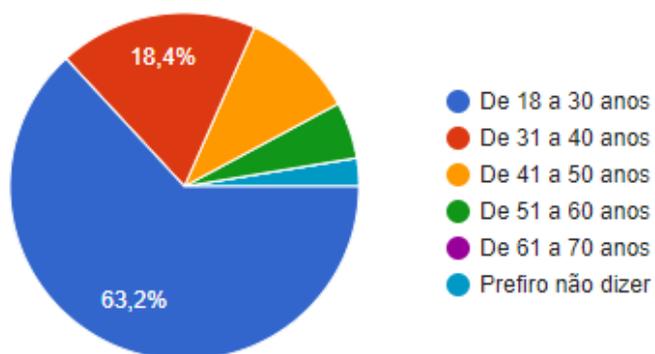
### **5.3.1 Resultados Quantitativos**

De acordo com as respostas da segunda seção da pesquisa de opinião, foi possível determinar a demografia dos participantes. As questões dessa seção estão listadas na Tabela 18. Estes dados nos ajudam a entender os perfis de nossos respondentes. Dos 38 participantes da pesquisa de opinião, 47,4% se identificavam com o gênero masculino e 52,6% se identificavam com o gênero feminino (Figura 21). A distribuição dos participantes por faixa etária demonstra que a maior parcela (63,2%) dos participantes estão concentrados entre 18 e 30 anos (Figura 22). Além disso, em relação à área de atuação, 50% dos participantes atuam na academia como estudante e/ou professor, e os demais sendo: 21,1% com atuação no setor privado, 15,8% no setor público, 5,3% no terceiro setor, 5,3% como autônomo e 2,6% não se enquadraram nas opções de resposta,

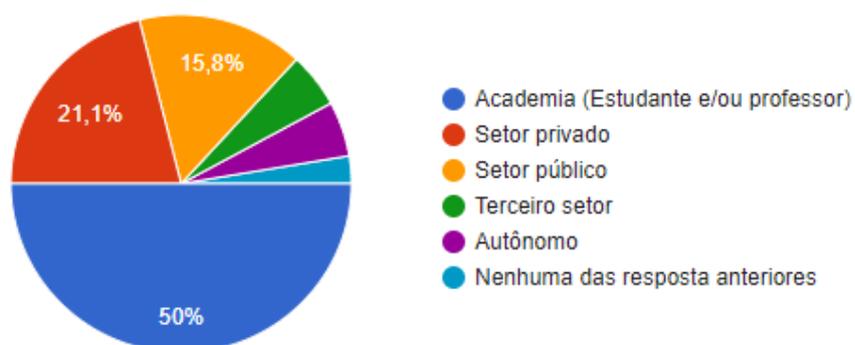
conforme apresentado na Figura 23. Sobre a região onde os respondentes moram, 50% dos respondentes residem na Região Norte do país, 42,1% residem na Região Sudeste e 7,9% na Região Centro-Oeste. Não houve respondentes que residam nas demais regiões do Brasil (Figura 24).



**Figura 21:** Distribuição por gênero.

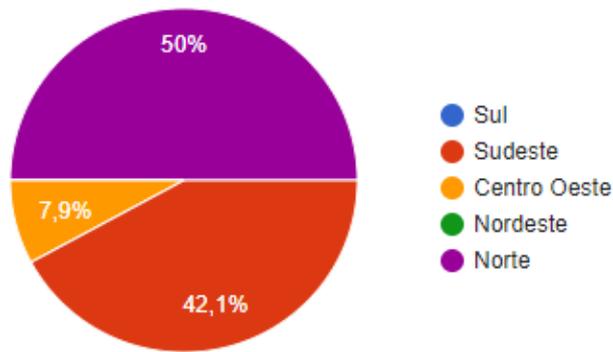


**Figura 22:** Distribuição por idade.



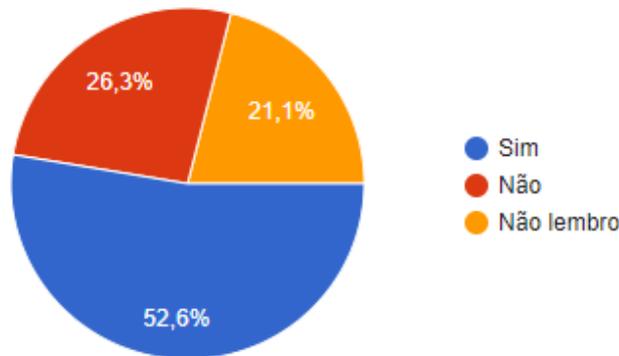
**Figura 23:** Distribuição por área de atuação.

Com relação às questões específicas, Q5 buscou primeiro identificar se os respondentes conhecem alguma solução tecnológica oferecida pelo governo, a maioria

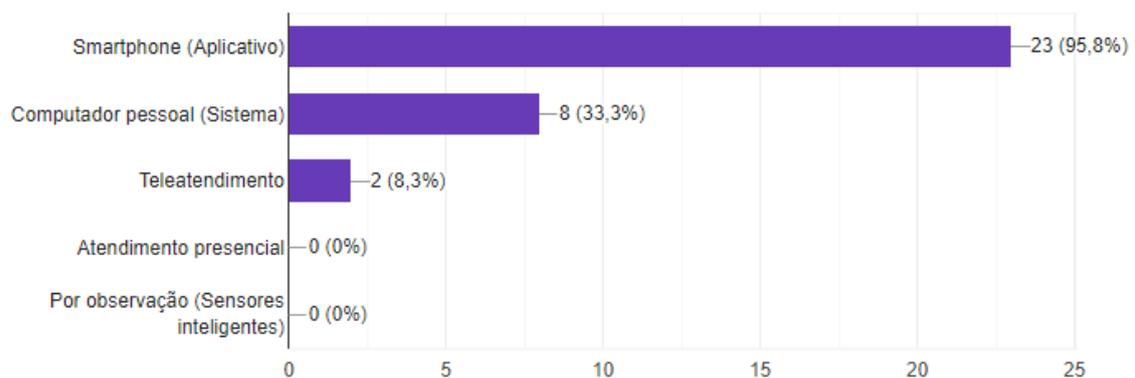


**Figura 24:** Distribuição por região.

(52,6%) respondeu que conhece alguma solução (Figura 25). Ainda para Q5, os respondentes tiveram de informar como eles utilizam as soluções oferecidas pelo Governo, podendo escolher mais de uma das opções. Dentre as 38 pessoas, 24 responderam esta questão, e a grande maioria (95,8%) respondeu que utiliza smartphones para acessar as soluções. As outras opções escolhidas foram: computador pessoal (sistema) com 33,3% e teleatendimento com 8,3%, conforme apresentado na Figura 26.



**Figura 25:** Conhecimento sobre solução tecnológica oferecida pelo governo.

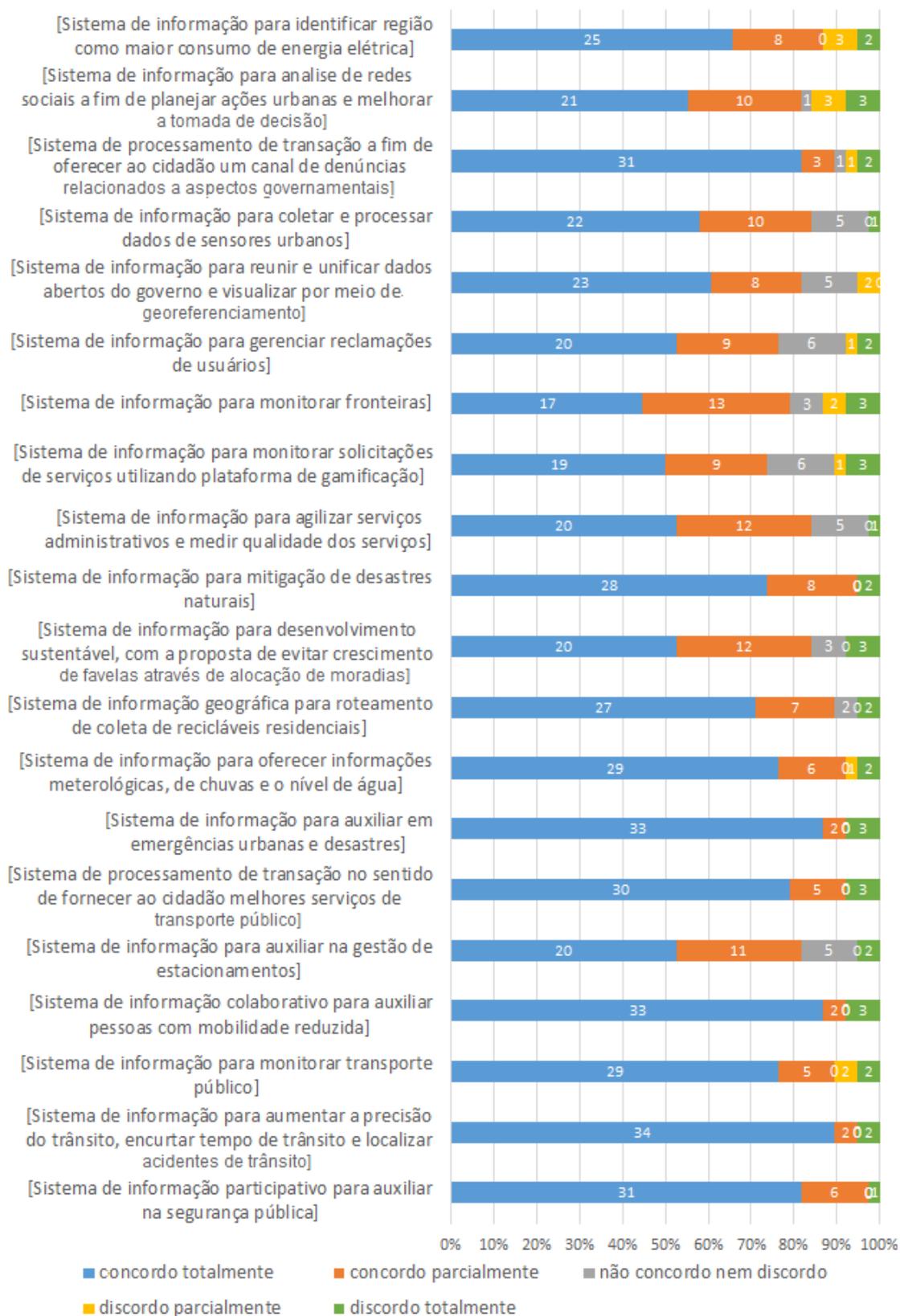


**Figura 26:** Formas de utilização sobre soluções tecnológicas oferecidas pelo governo.

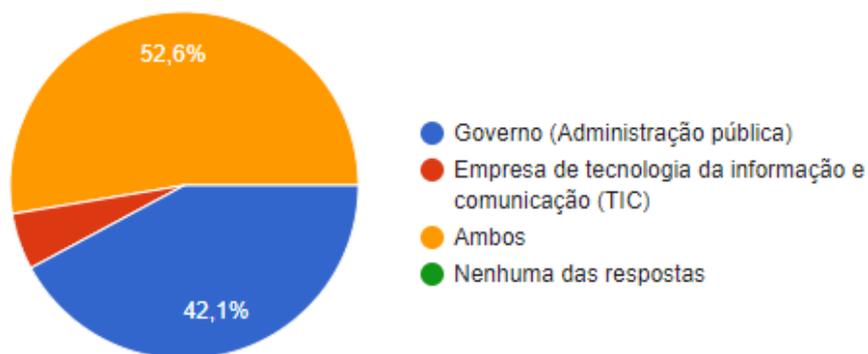
Na Q6, os respondentes tiveram que indicar o nível de concordância, pela escala de Likert (1932), com relação aos SI aplicados em CI, o quanto considera cada um dos sistemas listados como importantes para tornar uma cidade mais inteligente. É importante destacar que o “Sistema de informação para aumentar a precisão do trânsito, encurtar tempo de trânsito e localizar acidentes de trânsito” foi o que teve maior quantidade de respostas “Concordo totalmente” (34), com 89,5%, conforme apresentado na Figura 27. Desta forma, esse sistema seria o que os respondentes entendem ser o mais importante para uma CI. No entanto, o “Sistema de informação para monitorar fronteiras” foi o que apresentou a menor quantidade de respostas “Concordo totalmente”, com 44,7%. Importante relatar ainda que a quantidade de respostas “Discordo parcialmente” e “Discordo totalmente” foi muito baixa, chegando a no máximo 3 respostas (7,9%) para cada um dos casos. Isso demonstra que os respondentes entendem que, de um modo geral, a implantação dos SI listados possuem relativa importância no domínio de CI.

Na Q7, os respondentes deveriam indicar quem seria mais apropriado para implantar tais SI, entre governo e/ou empresas de tecnologia. A maioria (52,6%) indicou que o mais adequado seria que ambos estivessem envolvidos na implantação dos SI para CI (Figura 28). Na Q8, os respondentes tinham que opinar, a partir de uma escala de 1 a 5, onde 1 indica menor dificuldade e 5 indica maior dificuldade, os principais desafios para implantação dos SI. O aspecto indicado como maior desafio pelos respondentes foi o custo para implantação, apontado por 62,2% dos respondentes. O aspecto de menor dificuldade foi a aceitação dos cidadãos, onde 26,3% dos respondentes marcaram 1 na escala (Figura 29).

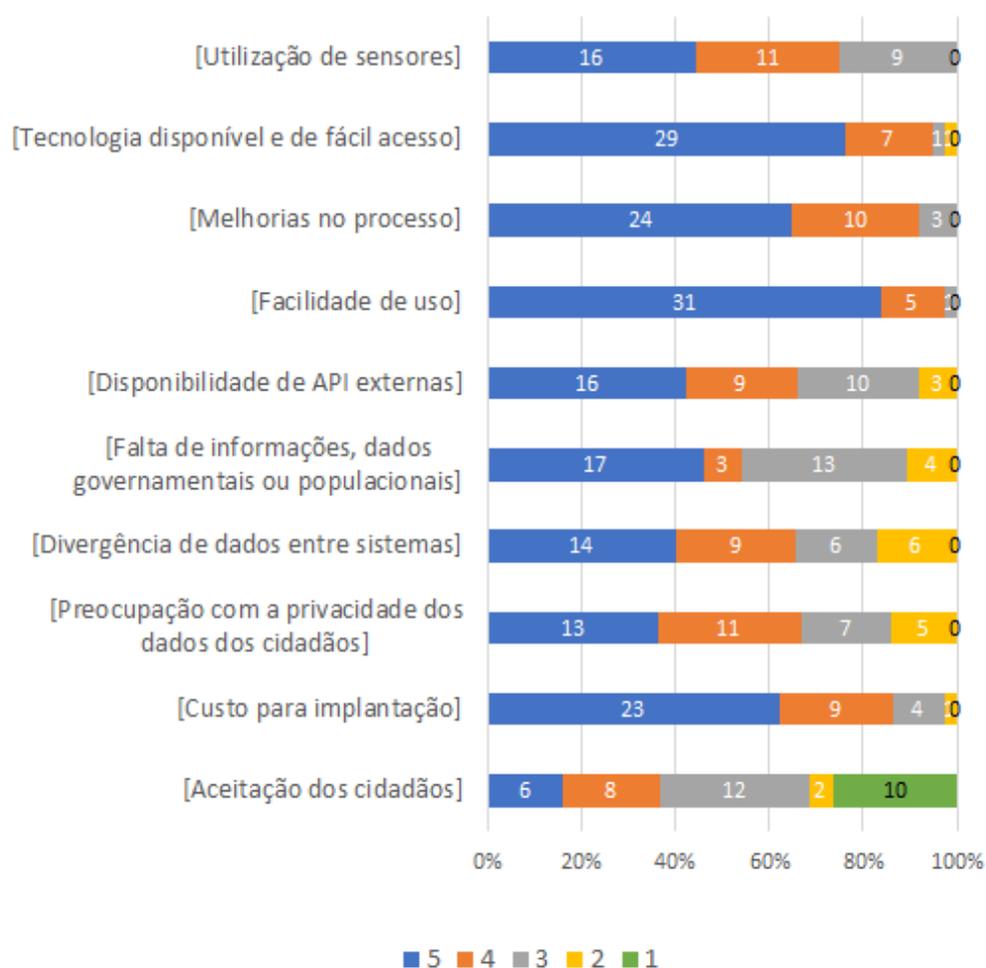
A Q9 também utilizou uma escala de 1 a 5, porém 1 indicando menos importante e 5 mais importante. Esta questão tratou sobre os fatores de sucesso da implantação de SI. Ou seja, o respondente deveria indicar os fatores mais importantes e menos importantes dentro dessa escala. Nesta questão foi possível observar que, facilidade de uso foi classificada como mais importante na opinião de 83,8% dos respondentes, sendo a opção mais escolhida nessa escala. Outros com a maioria das respostas com valor 5 foram: tecnologia disponível e de fácil acesso, com 76,3% das escolhas; e melhorias no processo, com 64,9% das escolhas. Por outro lado, a disponibilidade de *Application Programming Interface* (API) e a utilização de sensores tiveram uma alta quantidade de respostas na escala 3, sendo 26,3% e 25% respectivamente. Houve apenas 4 escolhas na opção 2 e nenhum respondente classificou algum fator na escala 1.



**Figura 27:** SI avaliados pelos respondentes.



**Figura 28:** Quem deveria oferecer esta solução.



**Figura 29:** Níveis de dificuldade para implantação de SI.

### 5.3.2 Resultados Qualitativos

Na análise qualitativa realizada, foi utilizado o software *Atlas.ti*<sup>2</sup> para realização da codificação, em que os estudos foram classificados em duas categorias, com as quais os códigos poderiam ser relacionados. Essas categorias foram definidas a partir das respostas da Q10 e Q11 e são definidas em desafios e fatores de sucesso para implantação de SI em CI. Na Tabela 20, são expostos os códigos relacionados às categorias, além do número de citações de cada um deles. Também são apresentadas as representações gráficas, entre as categorias e seus respectivos códigos. A categoria de Fatores de Sucesso é apresentada na Figura 30 e a categoria de Desafios na Figura 31. Os códigos com maior número de citações são apresentados com maiores detalhes a seguir.

**Tabela 20:** Códigos da codificação aberta.

Código	Categoria	Citações
Governança	Fatores de Sucesso	11
Eficiência	Fatores de Sucesso	8
Colaboração	Fatores de Sucesso	5
Tecnologias	Fatores de Sucesso	5
Outros	Fatores de Sucesso	3
Meio ambiente	Fatores de Sucesso	2
Mobilidade	Fatores de Sucesso	2
Investimento	Fatores de Sucesso	1
Segurança da informação	Fatores de Sucesso	1
Política pública/social	Desafios	11
Interoperabilidade	Desafios	5
Aceitação	Desafios	4
Privacidade dos dados	Desafios	4
Custo	Desafios	3
Infraestrutura	Desafios	3
Eficiência	Desafios	2
Outros	Desafios	2
Colaboração	Desafios	1
Mobilidade urbana	Desafios	1
Tecnologia	Desafios	1
Violência	Desafios	1

Com relação a categoria **Fatores de Sucesso**, o código **Governança** foi o mais citado pelos respondentes. Os seguintes pontos foram destacados: mais segurança, mais transparência, mais participação da sociedade. A citação deste código reforça que a oferta de de serviços relacionados a administração pública é o principal fator de sucesso considerado pelos respondentes. O código **Eficiência** se apresenta como o segundo principal código citado entre os respondentes. Para os respondentes, a eficiência é um ponto de grande importância para a implantação de SI para gestão dos recursos

<sup>2</sup><https://atlasti.com/>

públicos. As citações a seguir apresentam alguns pontos destacados pelos respondentes em referências aos códigos citados.

*Parceria entre setores públicos e privados, planejamento estratégico e investimentos para otimização de serviços.* [Respondente 15]

*Agilidade burocrática, otimização do tempo das pessoas, economia, etc...* [Respondente 24]

Ainda sobre a categoria **Fatores de Sucesso**, o código **Colaboração** foi definido por estar ligado diretamente aos benefícios que o engajamento entre *stakeholders* e sociedade pode proporcionar. Neste código, também é possível entender os fatores de sucessos gerados com relação a parcerias entre poder público e privado, conforme destaca o Respondente 6. O código **Tecnologias**, por sua vez, busca representar os benefícios relacionados ao desenvolvimento de novos sistemas com utilização dos serviços pela sociedade, como destaca o Respondente 10.

*Integração entre setores públicos e privados, parcerias entre as instituições, profissionais capacitados com experiências.* [Respondente 6]

*Novas tecnologias surgem a todo momento, facilitando o desenvolvimento de software e hardware.* [Respondente 10]

Com relação a categoria **Desafios**, o código que obteve o maior número de citações foi o de **Política Pública/Social**, que está diretamente relacionado o engajamento entre sociedade e governos, principalmente sobre a conscientização, como destaca o Respondente 25. O código **Interoperabilidade**, o segundo mais citado, também demonstra a falta de integração entre os SI. Este desafio requer um amplo relacionamento entre *stakeholders* para tornar as cidades mais inteligentes, como pode ser entendido pelo comentário do Respondente 17.

*Acredito que o maior desafio atualmente é a questão político social que nosso país está enfrentando. É muito importante no processo de implantação de cidades inteligentes que o governo participe diretamente, incentivado ou colaborando.* [Respondente 25]



**Figura 30:** Códigos relacionados à categoria “Fatores de Sucesso”.

*Interoperabilidade entre os sistemas, informações conflitantes entre os sistemas.*

[Respondente 17]

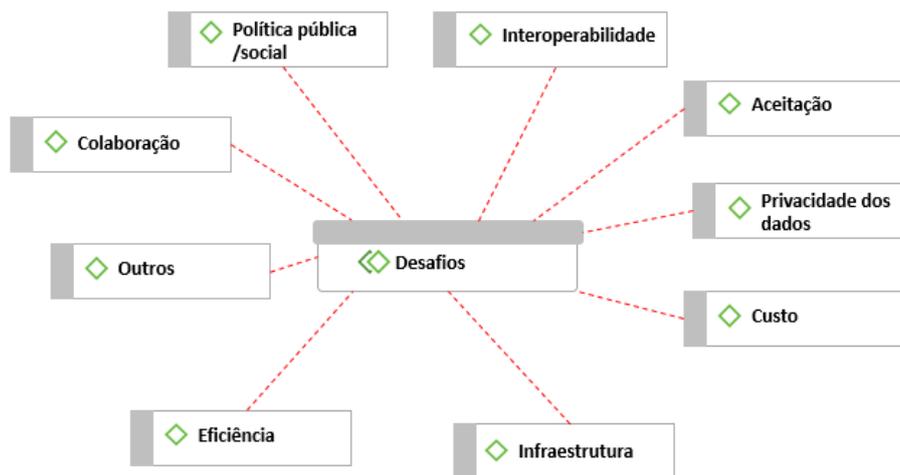
Na categoria **Desafios**, também foram citados códigos relacionados a **Aceitação** e **Privacidade dos Dados**. Na opinião dos respondentes, em relação a **Aceitação**, os SI devem primeiramente ser aceitos pela sociedade, a fim de atender a todos os tipos de pessoas. Com relação a **Privacidade dos Dados**, à medida que os SI são utilizados por um número maior de pessoas, este código pode ser comprometido devido a vazamento de dados. Os Respondentes 4 e 36 citaram estes códigos, respectivamente.

*Aceitação populacional sobre os benefícios que poderiam trazer para o processo de melhorias no processo produtivo e histórico da população sobre tal.* [Respondente 4]

*Um dos principais desafios de qualquer SI é manter a privacidade de seus usuários de forma eficaz.* [Respondente 36]

### 5.3.3 RNF Identificados Diante das Respostas dos Cidadãos Brasileiros

Após análise das Sub-Q10 e Sub-Q11, foi possível extrair alguns RNF das respostas dos Respondentes. Nem todos os Respondentes deixaram evidentes as necessidades ou requisitos de SI por meio das respostas. Para cada categoria (fatores de sucesso e desafios), foram identificados os RNF essenciais na visão dos cidadãos.



**Figura 31:** Códigos relacionados à categoria “Desafios”.

## 5.4 Discussão

Com base nos resultados apresentados na seção anterior, pode-se fazer uma breve análise e compilar algumas percepções que podem ser úteis para a implantação de SI em CI, bem como a compreensão dos desafios encontrados e na opinião dos respondentes relacionado aos fatores de sucesso. Estes resultados tornaram possível identificar, por meio da codificação aberta, áreas que necessitam atenção para o contexto brasileiro. Ao analisar isoladamente cada código, os fatores de sucesso representam os principais benefícios esperados pela população e que garantem a transformação das cidades.

Neste código, o principal fator apontado pelos respondentes no contexto brasileiro foi a **Governança**, com 11 citações, os fatores de sucesso apontados se referem a melhor gestão dos recursos. Ao combinar com **Eficiência**, o segundo código mais citado, é possível compreender sua relação, que demonstra onde houver governança, existirá uma gestão mais eficiente. Quando analisamos estes dois códigos no MSL, foi possível identificar o oferecimento de atendimento on-line, praticidade, rapidez e eficiência na implantação do SI em Patehan (Indonésia), de acordo com Rachmawati et al. (2019).

Em relação à opinião dos respondentes sobre o código **Desafios**, que considera as dificuldades a serem superadas para implantação dos SI em CI no contexto brasileiro, o código **Políticas públicas/sociais** foi o mais citado com 11 respostas. Ao analisar este código no MSL, este surgiu quando foi implantado um SI para analisar gargalos de tráfego e monitorar o sistema de transporte público na cidade de Taychung, em Taiwan (WANG et al., 2020). Este SI permitiu realizar uma análise comportamental dos idosos que utilizam cartões, a fim de gerar políticas públicas para a efetivação do sistema de transporte e fornecer subsídios extras dos fundos da previdência social.

**Tabela 21:** RNF identificados nas respostas das Sub-Q10 e Sub-Q11.

<b>Descrição do RNF</b>	<b>Código</b>	<b>Fonte</b>
O sistema deverá oferecer recursos de facilidade de uso e automatização de processos.	Fatores de sucesso	Respondente 16
O sistema deverá possuir integração com todos os sistemas públicos e privados.	Fatores de sucesso	Respondente 17
O sistema deverá ser assertivo nas respostas as solicitações.	Fatores de sucesso	Respondente 25
O sistema deverá possuir recurso de interoperabilidade, qualidade e clazera nas informações apresentadas.	Fatores de sucesso	Respondente 27
O sistema deverá oferecer recurso de segurança e compatibilidade com outros sistemas.	Desafios	Respondente 16
O sistema deverá possuir interoperabilidade entre sistemas, a fim de garantir a inclusão digital.	Desafios	Respondente 24
O sistema deverá oferecer recursos de interoperabilidade para evitar redundância de informações.	Desafios	Respondente 27
O sistema deve se comunicar com todos os sistemas do mesmo domínio.	Desafios	Respondente 29
O sistema deverá garantir a privacidade dos dados dos usuários de forma eficaz.	Desafios	Respondente 33

Com relação ao segundo código mais citado, foi o de **Interoperabilidade**, 5 respondentes o apresentaram como desafio, as dificuldades de integração entre sistemas e conflito de informações no contexto brasileiro. No que diz respeito a este desafio identificado no MSL, o sistema de informação geográfico para roteamento de veículos de emergência na Catânia, na Itália, apresentou obstáculos inesperados durante a utilização (CONSOLI et al., 2014).

Os principais fatores de sucesso e desafios relatados pelos respondentes para contexto brasileiro demonstra haver similaridade com a implantação de SI no mundo. Isto reafirma, que de acordo com Bria e Morozov (2020), que os sistemas devem ser projetados para o cidadão, pois, conforme identificado pela literatura, por meio do MSL, a opinião dos respondentes refletiram o mesmo cenário.

## **5.5 Ameaças à Validade**

Ameaças à validade são inerentes a qualquer pesquisa, principalmente aquelas que envolvem a participação de terceiros. Em relação a quantidade de participantes na pesquisa, vale destacar que o número baixo de respostas se dá principalmente pelo tempo que o formulário ficou disponível para respostas. Além disso, Smith et al. (2013) afirmam que ainda é um desafio atrair um grande número de participantes para pesquisas de opinião on-line. Outra ameaça se refere às respostas das QA, em sua maioria, foram curtas e

objetivas, o que pode ter dificultado a análise qualitativa. Todavia, buscou-se o máximo aproveitamento das respostas obtidas por meio das codificações realizadas. Por fim, outra ameaça, que é inerente a análise qualitativa, é o viés do pesquisador durante os processos de codificação do GT. Pinto e Santos (2012) afirmam que o viés pessoal dos envolvidos na elaboração do estudo pode limitar a pesquisa, uma vez que os pesquisadores estão sujeitos a inúmeras possibilidades de interpretações e a várias decisões que precisam ser tomadas ao longo de seu desenvolvimento. Para diminuir os impactos dessa limitação, os dados foram analisados pelos três pesquisadores envolvidos na pesquisa.

## **5.6 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou um estudo sobre a opinião de cidadãos brasileiros a respeito da implantação de SI no domínio de CI. Para isso, foi conduzida uma pesquisa de opinião com respondentes interessados no tema para confirmar os resultados de um MSL realizado no Capítulo 4. Os SI identificados no MSL foram listados para os respondentes da pesquisa opinarem quanto a importância dessas soluções para o cenário das cidades brasileiras. Dentre todas as opções, o mais relevante para os respondentes foi o SI com objetivo de aumentar a precisão do trânsito, no sentido de encurtar tempo de trânsito e localizar acidentes de trânsito. Os respondentes também indicaram que a implantação de soluções para CI deveria ocorrer por meio do envolvimento do governo e de empresas de tecnologia.

Outras respostas obtidas foram com relação aos fatores de sucesso e desafios para implantação dos SI em CI. Na opinião dos respondentes, o fator de sucesso mais importante para SI é a sua facilidade de uso. Já quanto aos desafios, o aspecto que apresenta maior dificuldade na opinião dos participantes é o custo. Na visão dos participantes da pesquisa, os projetos de SI em CI devem levar em conta o fator facilidade de uso e também devem considerar a existência de recursos financeiros necessários para iniciar essa jornada. Além dos fatores mencionados, foram extraídos das respostas um conjunto de RNF, que na opinião dos respondentes, são importantes para os SI das CI.

## **6. ReQSI-CI: Um Catálogo de Requisitos Não Funcionais para Sistemas de Informação em Cidades Inteligentes sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais**

Este capítulo apresenta de forma detalhada as etapas do desenvolvimento do catálogo ReQSI-CI sob a perspectiva de ED. O estudo foi elaborado com base em pesquisas, com o objetivo de reunir conhecimento acerca de SI no contexto de CI, sob a perspectiva de ED. Está organizado da seguinte forma: A Seção 6.1 traz a introdução para solução proposta. A Seção 6.2 seguinte detalha o processo de construção do catálogo ReQSI-CI. A próxima Seção 6.3 apresenta o catálogo ReQSI-CI. Na sequência, a Seção 6.4 descreve as diretrizes para utilização do catálogo ReQSI-CI. A Seção 6.5 descreve as limitações. Por fim, a Seção 6.6 traz algumas considerações finais sobre os resultados obtidos.

### **6.1 Introdução**

As CI são abordagens que utilizam tecnologias para resolver problemas do cotidiano da sociedade (CARAGLIU et al., 2011). Entretanto, a identificação, o relacionamento e a documentação de RNF de SI no contexto de CI ainda são pouco explorados. Os RNF são reconhecidos como um fator crítico para o sucesso dos projetos de SI porque abordam a questão essencial da qualidade do software. Além disso, a interpretação dos RNF pode variar dependendo de muitos fatores, como o contexto do sistema que está sendo desenvolvido e a extensão do envolvimento dos *stakeholders*. Nesse sentido, analisar os RNF em uma perspectiva de ED pode trazer como resultados uma visão diferenciada nas iniciativas de estabelecimento de CI.

Segundo Cysneiros et al. (2003), a fim de facilitar o compartilhamento, gerenciamento e evolução das informações sobre os RNF, todo o conhecimento pode ser organizado em catálogos. Este capítulo apresenta o **catálogo ReQSI-CI sob a Perspectiva de Ecos-**

**sistemas Digitais.** O termo RNF é considerado dentro de duas perspectivas diferentes: (1) RNF como os requisitos que descrevem as propriedades, características ou restrições que um sistema de software deve exibir; e (2) RNF como os requisitos que descrevem os atributos de qualidade que o produto de software deve ter (MAIRIZA et al., 2009). Foram definidos 46 RNF distribuídos em 6 dimensões de CI, com 14 domínios. Os RNF foram classificados em 4 características de qualidade e 11 subcaracterísticas, de acordo com a norma ISO/IEC25010 (2011). É importante ressaltar que não foram cobertas todas as características de qualidade presentes na norma ISO/IEC25010 (2011). Dessa forma, as características de qualidade relacionadas a eficiência de desempenho, portabilidade, adequação funcional e manutenibilidade não fazem parte desse catálogo por não terem sido identificados RNF relacionados nos estudos realizados. O catálogo foi baseado em um estudo exploratório, apresentado no Capítulo 3, um MSL detalhado no Capítulo 4 e uma pesquisa de opinião com interessados na área, apresentada no Capítulo 5, que tiveram como objetivo de reunir conhecimento sobre SI no contexto de ED de CI.

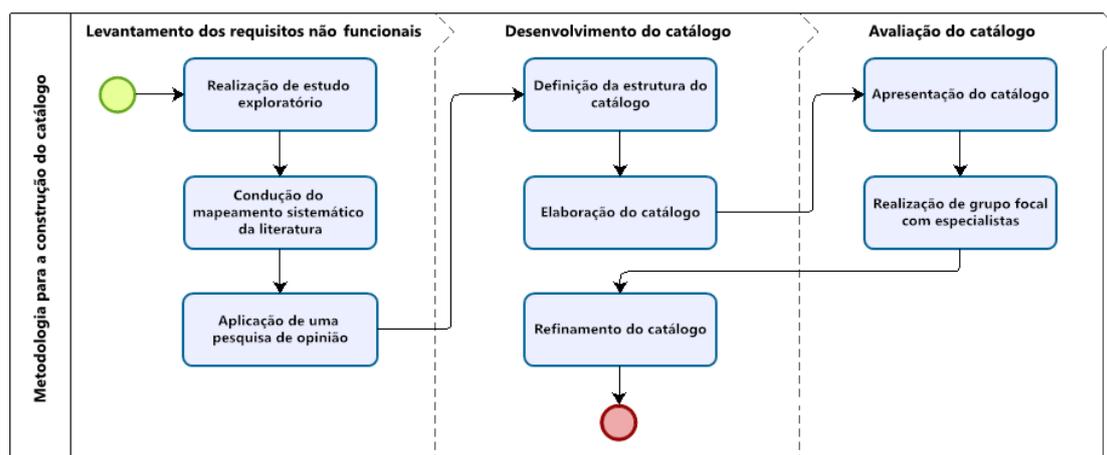
## **6.2 Processo de Construção do Catálogo**

O processo de construção do catálogo foi dividido em 3 fases, envolvendo levantamento dos RNF, desenvolvimento do catálogo e avaliação do catálogo. A Figura 32 ilustra o processo de construção do catálogo utilizando a notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN). Além disso, na Figura 32, também é possível observar que as 3 fases definidas para a construção do catálogo são refinadas em 8 atividades.

A primeira fase teve como objetivo o levantamento dos RNF baseado nos resultados dos estudos realizados. A segunda fase focou no desenvolvimento do catálogo, por meio da definição de sua estrutura, elaboração e refinamento do artefato gerado. Na fase de avaliação, o catálogo foi apresentado a especialistas da indústria e da academia nas áreas de requisitos, CI e ED por meio de um grupo focal. O grupo focal teve o objetivo de avaliar a estrutura do catálogo, os RNF para SI em CI e o relacionamento com ED. Após análise, foi aplicado um questionário para avaliar a proposta do catálogo. A seguir são apresentadas de forma mais detalhada cada uma das fases e atividades do processo de construção do catálogo.

### **6.2.1 Levantamento dos RNF**

A seguir são apresentadas as atividades que foram realizadas nesta fase.



**Figura 32:** Processo de construção do catálogo.

### 6.2.1.1 Realização do Estudo Exploratório

Na primeira atividade, foi realizado um estudo exploratório, conforme apresentado no Capítulo 3, com objetivo de identificar, no contexto de CI, as oportunidades e barreiras na implantação de SI informais. Segundo Pawar e Jojo (2015), SI informais se caracterizam por SI que se baseiam na estrutura e no relacionamento humano, sem nenhum requisito formal ou intervenção organizacional. Foram selecionadas 7 oportunidades e 7 barreiras que serviram de insumos para seleção dos RNF de SI informais no contexto de CI. Ao todo, foram identificados 16 RNF para SI no contexto de CI.

### 6.2.1.2 Condução do Mapeamento Sistemático da Literatura

A segunda atividade consistiu na condução de um MSL, conforme apresentado no Capítulo 4, com o objetivo de identificar os SI formais utilizados no contexto governamental e os RNF desses sistemas. Foram identificados 457 estudos e após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 20 estudos que citavam 20 SI governamentais implantados no contexto de CI. Depois disso, foram identificados 30 RNF relacionados aos SI encontrados. Os principais desafios e fatores de sucesso para a implantação desses sistemas também foram identificados e auxiliaram na identificação dos RNF.

### 6.2.1.3 Aplicação da Pesquisa de Opinião

Na terceira e última atividade da fase de levantamento de RNF, foi realizada uma pesquisa de opinião. Nesse estudo, que é apresentado no Capítulo 5, foram consideradas algumas questões de pesquisas que serviram de guia para que os respondentes apontassem os requisitos essenciais para a implantação de SI no contexto CI. Após condução da

pesquisa, foram identificados 9 RNF, que foram extraídos das seguintes questões de pesquisa: “Cite desafios a serem superados para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes” e “Cite fatores de sucesso para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes”.

## 6.2.2 Desenvolvimento do Catálogo

Nesta fase, são apresentadas as atividades para o desenvolvimento do catálogo ReQSI-CI.

### 6.2.2.1 Definição da Estrutura do Catálogo

Para definição da estrutura do catálogo, inicialmente, foram analisados alguns catálogos de requisitos de diferentes autores que serviram de base para elaboração da proposta (MAIRIZA et al., 2009; SOUTO; SILVA, 2017; SILVA, 2019). Após esta etapa, foi realizado o planejamento das ações de construção do catálogo. Em primeiro lugar, foram definidos os termos importantes para recomendação e utilização dos RNF para SI em CI. A tarefa seguinte consistiu em classificar os RNF quanto a sua característica e subcaracterística de qualidade, conforme apresentado na norma ISO/IEC25010 (2011). Após a seleção e classificação, os RNF foram reclassificados quando à dimensão e ao domínio das CI em que o SI pertence, conforme as definições elaboradas por Giffinger et al. (2007), apresentadas na Seção 2.1.2. Por fim, ainda nesta atividade, os RNF foram analisados sob a perspectiva de ED, de acordo com as características definidas por Chang e West (2006), como forma de estabelecer um modelo relevante para sustentação do ED de CI.

### 6.2.2.2 Elaboração do Catálogo

A atividade de elaboração do catálogo se deu pela organização das informações e componentes previstas na estrutura do catálogo. Além disso, foram definidos os itens que serão apresentados para etapa de avaliação, divididas em 3 partes, conforme exibido nas Figuras 33, 34 e 35.

<b>(a) Nome da Característica de Qualidade (Norma ISO/IEC 25010)</b>	
<b>(b) Definição da característica de qualidade</b>	
<b>(c) Justificativa para inclusão da característica de qualidade do RNF</b>	
<b>(d) Característica de ecossistema digital relacionada</b>	
<b>(e) Relação com ecossistema digital</b>	

**Figura 33:** Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 1.

<b>(f) Nome da subcaracterística de qualidade</b>	
<b>(g) Definição da subcaracterística de qualidade</b>	
<b>(h) Justificativa para inclusão da subcaracterística</b>	

**Figura 34:** Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 2.

<b>Lista de RNF para SI no contexto de CI</b>						
<b>(i)</b>	<b>(j)</b>	<b>(k)</b>	<b>(l)</b>	<b>(m)</b>	<b>(n)</b>	<b>(o)</b>
<b>Id.</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo de SI</b>	<b>Classificação do SI</b>	<b>Dimensão de CI</b>	<b>Domínio de CI</b>	<b>Fonte</b>

**Figura 35:** Itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 3.

### 6.2.2.3 Refinamento do Catálogo

Após a realização do grupo focal, os dados coletados durante a discussão foram analisados no sentido de utilizar o potencial e experiência dos participantes. As contribuições apontadas resultaram no aperfeiçoamento do catálogo e foram inseridas na versão final do catálogo ReQSI-CI. A nova estrutura é detalhada a seguir, conforme apresentado nas Figuras 36 e 37.

<b>Ecosistema Digital de Cidades Inteligentes</b>					
<b>Dimensão de CI</b>	<b>Domínio de CI</b>	<b>Id.</b>	<b>Descrição do RNF</b>	<b>Tipo de SI</b>	<b>Característica de ED</b>

**Figura 36:** Novos itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 1.

<b>Classificação de Qualidade do RNF do SI</b>	
<b>Nome da Característica de Qualidade do RNF</b>	<b>Nome da Subcaracterística de Qualidade do RNF</b>

**Figura 37:** Novos itens do catálogo ReQSI-CI - Parte 2.

A seguir são apresentadas as descrições de cada item do catálogo ReQSI-CI refinado:

**a) Dimensão de CI:** Este item tem por objetivo identificar a dimensão de CI que o RNF pertence. As dimensões podem variar, segundo Giffinger et al. (2007), em: Ambiente inteligente, Economia inteligente, Governança inteligente, Mobilidade inteligente, Pessoas inteligentes e Vida inteligente, conforme apresentado na Seção 2.1.2;

**b) Domínio de CI:** Este item tem por objetivo identificar o domínio de CI que o RNF de SI pertence. Se entende por domínio a subárea da dimensão de uma CI em que pode ser utilizado um SI (GIFFINGER et al., 2007). Tais domínios são apresentados na Seção 2.1.2;

**c) Id.:** Este item identifica por meio de um código alfanumérico o RNF. O código é composto pelo acrônimo RNF, seguido por uma numeração sequencial. Por exemplo, RNF-01 (Requisito Não Funcional 01);

**d) Descrição do RNF:** Este item se refere à descrição do RNF que foi identificado por meio do estudo exploratório, MSL ou pesquisa de opinião;

**e) Tipo de SI:** Este item apresenta o tipo de SI que o RNF foi identificado, de acordo a definição de Laudon e Laudon (2009). Desta forma, o SI podem ser classificados em: SPT, SIG, SAD e SIE.;

**f) Característica de ED relacionada:** Este item classifica o RNF quanto a característica presente em um ED. Como resposta, fornece características referentes à Abertura, interação e engajamento, Equilíbrio, Auto-organização e Domínio agrupado e fracamente acoplado, definidas por Chang e West (2006);

**g) Nome da característica de qualidade do RNF:** Este item se refere ao tipo de característica de qualidade do RNF classificados pela ISO/IEC25010 (2011). Como resposta, fornece características que são relevantes para o desenvolvimento de sistemas, podendo conter: Adequação funcional, Eficiência de desempenho, Compatibilidade, Usabilidade, Confiabilidade, Segurança, Manutenibilidade e Portabilidade;

**h) Nome da subcaracterística de qualidade do RNF:** Trata-se da subclassificação de qualidade RNF, seguindo as diretrizes da ISO/IEC25010 (2011);

**i) Fonte:** Este item identifica o estudo de origem no qual o RNF foi encontrado. Dessa forma, os RNF podem ser classificados como: identificados no contexto do estudo exploratório (EE), identificados no mapeamento sistemático da literatura (MSL) ou identificados na pesquisa de opinião (PO).

Caso algum item não tenha sido possível a identificação do tipo de SI, o termo “Não Identificado” é utilizado.

#### **6.2.2.4 Classificações e Definições Utilizadas na Estrutura do Catálogo**

- Características de qualidade, descrição e justificativa para inclusão que foram utilizadas no catálogo.

### **1) Característica de qualidade: Compatibilidade.**

**Descrição:** É o grau no qual um sistema consegue trocar informações com outros sistemas. Também pode ser vista como a capacidade de um sistema executar suas funções, enquanto compartilha hardware ou o mesmo ambiente de desenvolvimento com outros programas (ISO/IEC25010, 2011).

**Justificativa para inclusão:** A importância da característica de compatibilidade ocorre principalmente pela capacidade de conectividade com outros SI, estabelecendo uma CI eficiente, promovendo o bem-estar da sociedade (HOHPE; WOOLF, 2004).

### **2) Característica de qualidade: Confiabilidade.**

**Descrição:** Trata-se da capacidade do sistema executar funções em condições específicas durante um período determinado (ISO/IEC25010, 2011).

**Justificativa para inclusão:** SI precisam atender as necessidades dos cidadãos. Desta forma, há necessidade de que eles estejam operacionais, sem falhas e acessíveis quando preciso. A confiabilidade significa precisão e, de acordo com Carmines e Zeller (1979), um sistema confiável é aquele que obtém os mesmos resultados após inúmeras consultas.

### **3) Característica de qualidade: Segurança.**

**Descrição:** É a proteção de informações e dados, por meio de sistemas, em que apenas pessoas ou produtos com acessos apropriados consigam acessar a informação (ISO/IEC25010, 2011).

**Justificativa para inclusão:** Segurança da informação é um requisito importante, pois a falta dele poderá colocar em risco os cidadãos, visto que em uma cidade inteligente os dados dos cidadãos são transacionados em diversos sistemas (BASKERVILLE, 1993).

### **4) Característica de qualidade: Usabilidade.**

**Descrição:** É a capacidade de um usuário utilizar o sistema para alcançar metas específicas com eficiência, eficácia, satisfação em um determinado contexto de uso (ISO/IEC25010, 2011).

**Justificativa para inclusão:** A usabilidade em SI é uma característica que determina se o uso do sistema é fácil de ser aprendido ou usado. No contexto de CI, onde existe uma heterogeneidade de pessoas, seu emprego é fundamental, visto que uma interface amigável pode garantir o sucesso do sistema (FERREIRA; LEITE, 2003).

- Características de ED e definições utilizadas na elaboração do catálogo.

### **1) Característica de ED: Auto-organização.**

**Definição:** Cada espécie é independente, autocapacitada, auto preparada, capaz de se defender e sobreviver através da auto coordenação. Os agentes do ED podem agir de forma independente, tomar decisões e cumprir responsabilidades (BOLEY; CHANG, 2007).

### **2) Característica de ED: Equilíbrio.**

**Definição:** Equilibrar significa harmonia, estabilidade e sustentabilidade dentro de um ecossistema. Se alguma espécie ficar desproporcionalmente estressada ou dividida, todo o ecossistema pode entrar em colapso. No entanto, um único ponto de falha não precisa levar ao desastre, mas pode dar origem a um novo equilíbrio do ecossistema como um todo (BOLEY; CHANG, 2007).

### **3) Característica de ED: Abertura, Interação e Engajamento.**

**Definição:** Abertura se refere a uma transparência no ambiente virtual em que ocorre a interação entre os agentes, visando o engajamento com outros para obter oportunidades e compartilhar recursos. Às vezes, a comunidade deve se unir para se defender contra ameaças externas (BOLEY; CHANG, 2007).

### **4) Característica de ED: Domínio fracamente acoplado.**

**Definição:** As espécies compreendem um ecossistema por escolha. Seus membros compartilham cultura, hábitos sociais, interesses e objetivos semelhantes. Cada espécie preserva o ambiente comum, sendo proativa e responsiva para seu próprio benefício. Ao mesmo tempo, os agentes estão cientes dos benefícios da colaboração, sendo um interesse mútuo comum entre as partes. Eles estão entusiasmados em participar do trabalho comunitário. Por isso, são capazes de viver juntos em comunidade e apoiar uns aos outros pela sustentabilidade do ecossistema (BOLEY; CHANG, 2007).

## **6.2.3 Avaliação do Catálogo**

A versão inicial do catálogo foi submetida à análise por meio de um grupo focal com dois especialistas em CI e dois pesquisadores de áreas envolvidas na construção do catálogo, sendo um da área de requisitos e SI, outro da área de ED. Essa avaliação buscou analisar vários aspectos sobre relevância, aplicabilidade e utilidade do catálogo. A reunião ocorreu de forma on-line, por meio da plataforma Google Meet. A duração ficou em torno de 90 minutos e o grupo ofereceu contribuições importantes para o aprimoramento do catálogo. Os perfis dos especialistas que realizaram a análise do catálogo foram os seguintes: dois profissionais da indústria de tecnologia com Doutorado

em Ciência da Computação e Matemática Computacional, além de possuem experiência em desenvolvimento de sistemas e tecnologia da informação. Outros dois pesquisadores, com Doutorado e experiências nas áreas de Engenharia Eletrônica e Computação, Engenharia de Software e Ciência da Computação completaram o grupo focal para avaliação do catálogo.

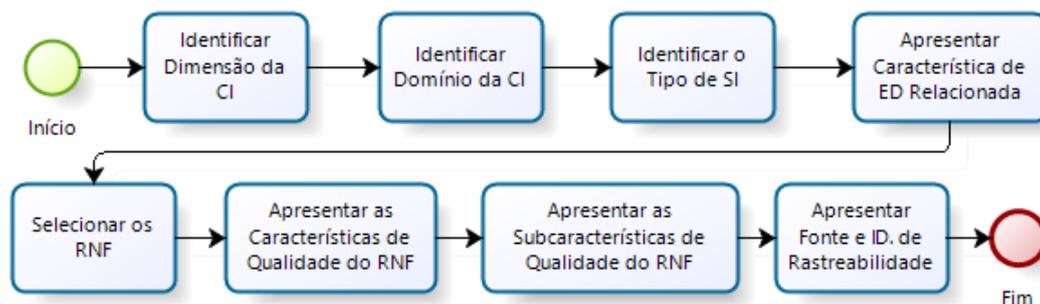
### **6.3 Catálogo ReQSI-CI sob a Perspectiva de ED**

Após o refinamento, motivado pela avaliação dos especialistas da academia e da indústria, por meio de um grupo focal, apresentamos na Seção 8.4 (Anexo I) o catálogo ReQSI-CI sob a perspectiva de ED.

### **6.4 Diretrizes para Utilização do Catálogo**

O catálogo ReQSI-CI apresentado tem por finalidade auxiliar gestores públicos, arquitetos de sistemas, desenvolvedores e pesquisadores de SI, em relação à seleção e utilização de RNF mais utilizados pela literatura e na opinião dos cidadãos. Para isso, esta seção apresenta diretrizes para utilização do catálogo. Importante destacar que os RNF apresentados não são estáticos, havendo a necessidade de constantes atualizações por especialistas. Além disso, trazem uma visão geral de cada dimensão e domínio. Para cada projeto de CI, faz-se necessário a definição clara do *stakeholder* e o objetivo que o SI se propõe a solucionar, a fim de garantir a instanciação do RNF e sua verificação.

Em primeiro lugar, o *stakeholder* que irá utilizar o catálogo ReQSI-CI deverá identificar a dimensão de interesse, verificando as opções no item Dimensão de CI. Este item representa as 6 áreas de atuação das CI, conforme definido por Giffinger et al. (2007). Em segundo lugar, deverá ser identificado o domínio de interesse. Neste item, consta os serviços oferecidos em uma CI, organizados por dimensão. Após seleção da dimensão e domínio da CI, o *stakeholder* irá identificar o tipo de SI. Em seguida, deverá selecionar o RNF mais adequado ao SI desejado. O RNF selecionado terá como propriedades a característica de ED. Este item como função garantir a sustentabilidade do ED de CI. Na sequência, o catálogo apresentará a característica e subcaracterística de qualidade, de acordo com a norma ISO/IEC25010 (2011). As etapas de utilização do catálogo ReQSI-CI é apresentada na Figura 38



**Figura 38:** Fluxo para utilização do catálogo ReQSI-CI.

## 6.5 Limitações

Como limitações, é apresentada a ausência de algumas características de qualidade, como eficiência de desempenho, portabilidade, adequação funcional e manutenibilidade, que não foram identificadas nos estudos investigados, além de, dimensões e domínios que não apresentaram exemplos de RNF para SI no contexto de CI. Outra limitação existente está relacionada à descrição de alto nível dos RNF, que não ocorreu de forma detalhada, contendo parâmetros específicos para o desenvolvimento do SI (LEITE, 1994). A falta de classificação de alguns RNF também é apontada como uma limitação. Uma prova de conceito também é apontada como uma limitação, visto que a estrutura proposta, apesar de ter sido avaliada por especialistas, não foi utilizada na prática. SILVA (2019) ressalta a importância da realização da prova de conceito para catálogos de requisitos.

## 6.6 Considerações Finais

O Catálogo ReQSI-CI apresenta uma abordagem que reúne RNF distribuídos de acordo com as dimensões e os domínios de CI. Como oportunidade, foram atribuídas características e subcaracterísticas de qualidade para utilização dos RNF. Além da investigação, os RNF foram analisados na perspectiva de ED, no sentido de estabelecer uma visão sustentável dos ED de CI. O estudo reuniu 46 RNF classificados em 4 dimensões e 11 domínios de CI. Após esta classificação, os RNF foram agrupados em características e subcaracterísticas de qualidade, em que a interoperabilidade se destacou com mais exemplos de RNF (14), seguido por coexistência (11). Em relação à dimensão que mais houve citações de RNF, a governança inteligente apresentou a maior oportunidade para utilização do catálogo com 17 requisitos sugeridos. Em relação ao domínio, os SI relacionados a serviços on-line reuniram o maior número de RNF (5),

seguido por participação na tomada de decisão, infraestrutura de tecnologia da informação e gestão de espaços públicos (4).

Além da investigação dos RNF, as características de qualidade identificadas foram analisadas na perspectiva de ED, no sentido de estabelecer uma visão sustentável das CI, envolvendo tecnologias, pessoas e organizações. As características de ED Equilíbrio, Auto-organização e Abertura, Interação e Engajamento foram as mais presentes nos resultados das análises dos RNF e, conforme a definição de ecossistema, os RNF apresentados colaboram para sustentação dos ED de CI, a partir de uma visão de espécie (cidadãos) e ambiente (tecnologia). Este estudo buscou organizar conhecimento acerca de SI em CI, reunindo conceitos, informações e classificações que podem ser utilizadas por gestores públicos, arquitetos de sistemas, desenvolvedores e pesquisadores para lidar com a complexidade de SI. Além disso, este catálogo colabora para estudos relacionados à arquitetura de referência e a criação de uma ontologia de ED de CI.

## **7. Avaliação do Catálogo**

Neste capítulo apresentamos a avaliação do catálogo ReQSI-CI, realizado por meio de um grupo focal e está organizado da seguinte forma: A primeira Seção 7.1 apresenta uma breve introdução do método de avaliação do catálogo ReQSI-CI. A Seção 7.2 traz o objetivo do estudo. Na sequência, a Seção 7.3 detalha o planejamento com as etapas do protocolo utilizado. A Seção 7.4 apresenta os passos seguidos na condução do estudo. A Seção 7.5 expõe dados da discussão realizada durante o estudo. Na sequência a Seção 7.6 traz a análise dos resultados das discussões. Depois, a Seção 7.7 apresenta algumas limitações. Por fim, a Seção 7.8 traz as considerações finais sobre a avaliação do catálogo ReQSI-CI.

### **7.1 Introdução**

Este capítulo tem por objetivo apresentar um estudo da avaliação por meio de uma pesquisa qualitativa, que se constitui em uma importante técnica de coleta de dados, visto que considera um processo dinâmico de forma e aderência de pesquisa. Uma das possibilidades para o uso desta técnica é a realização de um grupo focal. Esta técnica tem como característica a promoção de trocas de conhecimentos e experiências por meio de interação entre os participantes, a partir de um problema de pesquisa que o pesquisador tem como objetivo investigar (KITZINGER, 1995). O grupo focal permitiu coletar dados por meio de interações em um grupo de especialistas e foi conduzido com discussões planejadas, a fim de captar as percepções sobre os RNF inseridos no catálogo ReQSI-CI.

## 7.2 Objetivo do Estudo

Para avaliar a eficácia de uso do catálogo ReQSI-CI sob a perspectiva de ED, apresentado no Capítulo 6, foi realizado um grupo focal. Esta técnica foi aplicada para verificar a compreensão de especialistas e pesquisadores em CI e ER, a fim de validar a estrutura do catálogo, aplicados as dimensões e domínios de CI. Desta forma, o objetivo do estudo consistiu em responder a seguinte questão: **Que estrutura de catálogo de RNF poderia auxiliar gestores públicos e desenvolvedores de SI nas iniciativas de CI?** Para auxiliar a QP proposta no objetivo do estudo, foi definida uma subquestão de pesquisa, que é: “Quais são os RNF de SI com característica de ED importantes para a sustentação de CI?”

## 7.3 Planejamento

Esta seção apresenta o protocolo utilizado para a realização do estudo, seguindo as orientações de Mitrzyk (2008) e Zaganelli et al. (2015). Nesta etapa, foram realizadas as atividades de: i) revisão do protocolo; ii) seleção e caracterização dos participantes; iii) localização do grupo focal; iv) descrição das funções; e v) roteiro de aplicação.

### 7.3.1 Revisão do Protocolo

Nesta etapa foi realizada a revisão de todo protocolo do grupo focal por um aluno de doutorado. Sua experiência em gerência de requisitos permitiu validar as questões de discussão, bem como orientar na seleção dos participantes.

### 7.3.2 Seleção e Caracterização dos Participantes

A seleção dos participantes se deu por conta da experiência profissional em soluções para CI e acadêmica por conta de pesquisas relacionadas a engenharia de requisitos e ED. Para isso, a Tabela 22 descreve a caracterização dos participantes.

A quantidade de profissionais selecionados para o grupo focal pode variar de 3 a 12 participantes, de acordo com Shull et al. (2007). Os participantes não foram identificados sobre as respostas e discussões durante a dinâmica do grupo, devido a questões de confidencialidade e anonimato.

**Tabela 22:** Caracterização dos participantes.

<b>Participante</b>	<b>Formação</b>	<b>Função</b>
PA1	Doutor em Ciências da Computação	Cientista de dados
PA2	Doutor em Ciência da Informação	Consultor em gestão da informação e professor
PA3	Doutor em Engenharia Eletrônica e Computação	Professor e pesquisador em engenharia de requisitos para sistemas de software complexos
PA4	Doutor em Ciência da Computação	Professor e pesquisador em ecossistemas de software

### 7.3.3 Localização

Devido às diferentes localizações regionais dos participantes, o grupo focal foi realizado por meio do Google Meet<sup>1</sup>, uma ferramenta para realização de vídeo conferência, no sentido de tornar mais flexível para os participantes, e principalmente em respeito aos protocolos de saúde devido a pandemia da COVID-19.

### 7.3.4 Funções

Para facilitar as atividades do grupo focal, foram utilizadas duas funções, como forma de estabelecer a organização e condução das discussões. A seguir é apresentada a descrição de cada função:

1. **Moderador:** O moderador é caracterizado pelo pesquisador responsável pela condução do estudo, além de ser o responsável pela elaboração do catálogo ReQSI-CI. O moderador tem papel de mediar as discussões, abordando questões relacionadas a CI, RNF de SI e ED. O moderador também é responsável por promover a interação entre os participantes, com objetivo de identificar novas ideias, não apenas seguindo o roteiro de perguntas (MORGAN; KRUEGER, 1998). Por isso, seu papel também se propõe a anotar pontos importantes das interações, pontos de vistas e conclusões apresentadas pelos participantes;
2. **Participantes:** Os participantes (PA) são considerados os especialistas e pesquisadores em CI, requisitos e ED, que irão integrar ao grupo focal. Seu papel tem como principal função responder as perguntas do moderador, participar das discussões do grupo, apresentar ideias, sugerir modificações e melhorias para o catálogo ReQSI-CI.

<sup>1</sup><https://meet.google.com/>

### 7.3.5 Roteiro

Várias questões podem ser elaboradas para orientar as discussões durante o grupo focal e cabe ao moderador aplicar o nivelamento de conhecimento dos participantes (WILLIAMSON, 2002). Inicialmente, o pesquisador/moderador compartilhou por e-mail o material referente ao desenvolvimento do catálogo, que forneceu um resumo dos materiais produzidos durante o estudo, contendo conceitos de CI, RNF e ED. A reunião foi conduzida seguindo o roteiro:

1. Apresentação do moderador e participantes;
2. Esclarecimento sobre o contexto do estudo;
3. Objetivo do estudo;
4. Apresentação dos conceitos de CI e ED;
5. Apresentação da estrutura do catálogo ReQSI-CI;
6. Discussão relacionada a questão de pesquisa;
7. Disponibilização do *link* com as perguntas a serem respondidas.

Ao final do grupo focal, os participantes foram convidados a responder 3 perguntas (Apêndice V), por meio da ferramenta Google Forms<sup>2</sup>, sendo a primeira relacionada a aceitação do TCLE e as demais conforme apresentado a seguir:

Questão 1. A estrutura e descrições dos itens do catálogo, apresentadas em “2.2.2. Elaboração do Catálogo”, foi desenvolvida corretamente?

Questão 2. Os RNF apresentados no catálogo podem ser aplicados aos SI nas dimensões e domínios de CI?

Questão 3. As características de qualidade dos RNF apresentados possuem relação com as características de ED?

Os participantes ficaram livres para fazer sugestões para cada questão, desta forma, cada uma apresentada sendo classificada como: (i) FA (Fortemente Aceito) a sugestão foi totalmente aplicada ao catálogo ReQSI-CI; (ii) LA (Levemente Aceito) algumas partes da sugestão foram aplicadas ao catálogo ReQSI-CI; e (iii) NA (Não Aceito) a sugestão não tinha relação com o objetivo do catálogo ReQSI-CI.

---

<sup>2</sup>[encurtador.com.br/zBNX8](http://encurtador.com.br/zBNX8)

## 7.4 Execução

O grupo focal foi realizado por meio da plataforma Google Meet no dia 22 de dezembro de 2021 e teve início às 18h. A duração prevista para realização desta atividade era de aproximadamente 1 hora e 30 minutos. Na reunião estavam presentes o moderador, um colaborador da pesquisa, dois especialistas da indústria e dois pesquisadores da academia. Inicialmente, os participantes do grupo focal foram apresentados e em seguida foi lido o TCLE. Foi questionado aos participantes se alguém era contra a gravação, ninguém se opôs. As CI são complexas, pois envolvem diversas tecnologias para dar suporte a sua sustentação, desta forma, foi apresentado aos participantes os principais conceitos, dimensões e domínios das CI. Em seguida, como forma de fundamentar as CI como ED, foi apresentado uma ontologia de ED, no sentido de apresentar os elementos e os relacionamentos do ecossistema, na visão de CI.

Após a apresentação dos conceitos básicos do estudo, foi demonstrado ao grupo as 3 fases do processo de construção do catálogo ReQSI-CI. Nesta etapa, foi apresentado detalhadamente cada tarefa do processo de construção, passando pelo levantamento dos RNF, o desenvolvimento do catálogo e a apresentação. Após esta etapa, o objetivo do estudo novamente foi apresentado aos participantes; na sequência, a estrutura do catálogo ReQSI-CI foi exposta aos participantes.

Pelo fato da estrutura do catálogo ter sido dividida em três partes para facilitar a compreensão, inicialmente foram detalhados os itens presentes na primeira parte, passando pelos itens apresentados na Figura 39.

<b>Característica de qualidade: Compatibilidade</b>	
<b>Definição da característica de qualidade:</b>	É o grau no qual um sistema consegue trocar informações com outros sistemas. Também pode ser vista como a capacidade de um sistema executar suas funções, enquanto compartilha hardware ou o mesmo ambiente de desenvolvimento com outros programas (ISO/IEC 25010, 2011).
<b>Justificativa para inclusão da característica de qualidade do RNF:</b>	A importância da característica de compatibilidade ocorre principalmente pela capacidade de conectividade com outros SI, estabelecendo uma CI eficiente, promovendo o bem-estar da sociedade (HOHPE & WOOLF, 2004).
<b>Característica de ecossistema digital relacionada:</b>	Auto-organização
<b>Relação com ecossistema digital:</b>	Compatibilidade em SI se relaciona à característica de auto-organização de ED devido a possuir propriedades de independência, auto capacidade e a possibilidade de auto coordenação, diante de diferentes cenários, como forma de estado de defesa ou sobrevivência (CHANG & WEST, 2006).

**Figura 39:** Catálogo de requisitos - Parte 1.

Na segunda parte da estrutura do catálogo, foram apresentados os itens preenchidos, demonstrando a estrutura real do catálogo, conforme destacados na Figura 40.

Por fim, na terceira parte do catálogo, foram detalhados todos os itens referentes a classificação dos RNF, conforme apresentado na Figura 41.

Subcaracterística de qualidade 02: Interoperabilidade	
<b>Definição da subcaracterística de qualidade:</b>	É o grau em que dois ou mais sistemas podem trocar informações e usar as informações que foram trocadas (ISO/IEC 25010, 2011).
<b>Justificativa para inclusão da subcaracterística:</b>	A interoperabilidade entre sistemas é um dos principais requisitos para CI, pois esta subcaracterística tem a capacidade de compartilhar e trocar informações entre diferentes sistemas. Isso quer dizer a capacidade que os sistemas têm de se comunicar e estabelecer estratégias eficientes. Devido a utilização de sistemas legados e incompatíveis, a ausência deste requisito pode comprometer a utilização de diversas tecnologias (VILLANUEVA et al., 2016; LOPES et al., 2016). Além disso, no contexto de CI, a conectividade e integração se trata de é um requisito que oferece inteligência aos sistemas, desta forma, a ausência deste requisito poderá reduzir a quantidade de serviços oferecidos (ESTDALE e GEORGIADOU, 2018).

**Figura 40:** Catálogo de requisitos - Parte 2.

Lista de RNF para SI no contexto de CI: Compatibilidade -Interoperabilidade (Cont.)						
Id.	Descrição	Tipo de SI	Classificação do SI	Dimensão de CI	Domínio de CI	Fonte
RNF-COMP13	O sistema deverá utilizar integração inteligente entre sistemas.	Sistema de Apoio à Decisão	SI Governamental	Governança Inteligente	Participação na Tomada de Decisão	MSL
RNF-COMP14	O sistema deverá possuir interoperabilidade entre muitos dados demarcados e coletados por meio das mídias sociais.	Sistema de Apoio à Decisão	SI Governamental	Governança Inteligente	Participação na Tomada de Decisão	MSL
RNF-COMP15	O sistema deverá permitir conexão com serviços remotos.	Sistema de Processamento de Transações	SI Governamental	Vida Inteligente	Gestão de Espaços Públicos	MSL
RNF-COMP16	O sistema deve possuir interoperabilidade com outros sistemas.	Sistema de Informação Gerencial	SI Informal	Mobilidade Inteligente	Infraestrutura de Tecnologia da Informação	EE
RNF-COMP17	O sistema deverá oferecer recursos de interoperabilidade.	Sistema de Informação Gerencial	SI Informal	Economia Inteligente	Empreendedorismo e Inovação	EE
RNF-COMP18	O sistema deverá oferecer recursos de interoperabilidade entre sensores de utilização doméstica.	Sistema de Processamento de Transações	SI Informal	Pessoas Inteligentes	Criatividade	EE
RNF-COMP19	O sistema deverá oferecer recursos de interoperabilidade entre sistemas governamentais.	Sistema de Informação Gerencial	SI Informal	Governança Inteligente	Administração Pública Inteligente	EE

**Figura 41:** Catálogo de requisitos - Parte 3.

Dada a apresentação da estrutura completa do catálogo, contendo a explicação detalhada de cada item, os participantes foram convidados a apresentar suas opiniões referentes a estrutura apresentada.

## 7.5 Discussão e Avaliação dos Especialistas

Após a apresentação da estrutura do catálogo ReQSI-CI, a discussão foi iniciada com a avaliação dos participantes. O participante PA3 deu início as colaborações, apontando que o catálogo não pode fornecer uma intenção que é um dicionário, por isso ele precisa fazer sentido para cada projeto. Ainda neste contexto, reforçou sobre a utilidade da descrição do requisito, no sentido de que cada um deles seja instanciado para cada tipo de dimensão ou domínio. Por fim, PA3 também sugeriu elaborar um conjunto de diretrizes para utilização do catálogo, com uma análise crítica para cada instanciação.

Na sequência, PA1 complementou sugerindo que os RNF fossem agrupados, de modo não haver repetições da mesma descrição. Além disso, contribuiu recomendando uma coluna de RNF relacionados, apontando a abrangência do tipo de SI.

Após os comentários de PA1, PA3 recomendou uma melhor descrição do RNF, no sentido de evitar imprecisão e falhas na implementação. Dando continuidade, PA4 elogiou a estrutura e comentou que seria interessante trazer ontologias ligadas a ED, pois não ficou claro. Em complemento sugeriu visitar a página <http://eping.governoeletronico.gov.br/>, a fim de entender como os requisitos são descritos pelo governo brasileiro. Outra contribuição importante de PA4 se referiu a apontar para qual tipo de ator o requisito será utilizado. Por fim, sugeriu uma ferramenta de recomendação para o catálogo ReQSI-CI.

Finalizando a discussão, PA2 também elogiou a estrutura e sugeriu destacar os atores interessados. O PA2 também recomendou a definição de diretrizes de uso quanto as dimensões e domínios de CI. Sugeriu que fosse apontado o tipo de tecnologia para a utilização do catálogo e por fim, recomendou declarar as limitações do catálogo, no sentido de descrever o que não pretende fazer.

#### • Respostas das Questões

Em relação a respostas das questões enviadas por e-mail, cada participante ficou livre para apontar as justificativas das respostas. A seguir apresentamos cada uma das questões trazendo mais contribuições na justificativa da resposta.

#### **Questão 1. A estrutura e descrições dos itens do catálogo, apresentadas em “2.2.2. Elaboração do Catálogo”, foi desenvolvida corretamente?**

PA1 - Levemente aceito - *Acredito que alguns itens do catálogo poderiam ser agrupados e assim algumas colunas serem reorganizadas para englobar o maior número de elementos. Além disso, acredito que seria importante uma seção descritiva para explicar e exemplificar as descrições dos itens do catálogo.*

PA2 - Fortemente aceito - *Boa compilação de requisitos básicos, bem completa. Poderia expandir mais, mas o básico foi satisfatoriamente explicitado.*

PA3 - Levemente aceito - *Faltam algumas regras básicas para escrita dos requisitos que fazem parte do catálogo. Vale a pena olhar a IEEE 830 ou a ISO 29148. Talvez falte também um conjunto de instruções de como o catálogo será instanciado em cada projeto.*

PA4 - Fortemente aceito - *A estrutura está clara, bem descrita. No entanto, propus durante a reunião uma melhoria na apresentação, com uma criação de uma taxo-*

*nomia/estrutura adicional para conceitos de ecossistemas de software, que permitiriam uma associação mais precisa entre os conceitos já contemplados e estes, que estão 'escondidos' na análise (ex.: auto-regulação).*

**Questão 2. Os RNF apresentados no catálogo ReQSI-CI podem ser aplicados aos SI nas dimensões e domínios de CI?**

PA1 - Fortemente aceito - *Os itens levantados são altamente relacionados e foram muito bem selecionadas para abordar o tema.*

PA2 - Fortemente aceito - *Podem e cobrem grande parte da demanda de critérios que caracterizam uma cidade inteligente. Como dito anteriormente, poderia expandir mais um pouco.*

PA3 - Levemente aceito - *Pelos mesmos motivos acima, os requisitos escritos na forma do catálogo não são verificáveis, pelo simples motivo que não são determinísticos em sua maioria. Isso não invalida o catálogo, desde que o usuário do catálogo saiba que o requisito é uma estrutura que precisa ser instanciada e especializada em cada uso para deixar o requisito verificável.*

PA4 - Fortemente aceito - *São bons exemplos, que ilustram bem a aplicação.*

**Questão 3. As características de qualidade dos RNF apresentados possuem relação com as características de ED?**

PA1 - Fortemente aceito - *Os RNFs apresentados estão alinhados com as características dos ED, uma vez que os itens levantados possibilitam as empresas construir os seus modelos de negócios do ecossistema digital.*

PA2 - Levemente aceito - *Sim, mas talvez fosse necessário apontar tecnologias desejadas ou a serem utilizadas.*

PA3 - Fortemente aceito - *Nada a relatar.*

PA4 - Fortemente aceito - *Idem.*

## **7.6 Síntese dos Resultados**

Após o grupo focal, com base na discussão entre os participantes e as respostas das questões, foi possível ajustar a estrutura do catálogo, de forma que os RNF fossem agrupados por domínio das CI, facilitando a instanciação dos requisitos. Além disso, os

RNF foram reunidos por tipo de SI, conforme sugerido durante a discussão. As discussões do grupo focal também possibilitaram criar um conjunto de diretrizes para utilização do catálogo.

### **7.7 Limitações**

O grupo focal pode apresentar vantagens e desvantagens em relação ao número de participantes. Grandes grupos tornam a reunião exaustiva, enquanto pequenos grupos, como o realizado neste estudo, tornam as discussões mais fáceis de compreender as contribuições. Além disso, o envolvimento de todos os participantes proporciona melhores resultados (KITZINGER, 1995). Já Shull et al. (2007) considera aceitável o número baixo de pessoas em um grupo focal.

### **7.8 Considerações Finais**

Neste capítulo, construímos, avaliamos e refinamos a estrutura do catálogo ReQSI-CI. Os procedimentos combinados de um estudo exploratório, com o propósito de entender inicialmente as oportunidades e barreiras dos SI informais de CI, de um MSL com objetivo de identificar os principais SI formais (governamentais) que dão apoio as CI, juntamente com os seus desafios e fatores de sucesso de sua implantação. Além disso, uma pesquisa de opinião para avaliar os SI extraídos do MSL, na perspectiva brasileira, com interessados no tema, serviram de insumos para o desenvolvimento do catálogo ReQSI-CI. Como consequência dos resultados, o catálogo foi submetido para avaliação por meio dos especialistas, realizado em um grupo focal.

Ao final, o catálogo ReQSI-CI pode ajudar os gestores públicos a prever necessidades para os cidadãos, antecipar problemas e preocupações no desenvolvimento de projeto de CI, possibilitando mitigar os riscos antes de construir e operar SI. Além disso, o catálogo possibilita aos desenvolvedores de SI encontrar áreas de interesses, bem como os RNF que dão apoio as CI sob a perspectiva de ED.

## 8. Conclusão

Este capítulo apresenta as conclusões desta dissertação, as contribuições de pesquisa e as limitações deste estudo. Foram discutidos também possíveis trabalhos futuros. A Seção 8.1 apresenta um resumo do trabalho. Já a Seção 8.2 destaca as contribuições alcançadas e previstas. A próxima Seção 8.3 descreve as limitações da pesquisa de forma geral. Por fim, na Seção 8.4 expõe os trabalhos futuros.

### 8.1 Epílogo

Para compreender as conclusões desta pesquisa, primeiro é necessário resgatar a QP: *Como os sistemas de informação podem estabelecer de ecossistemas digitais de cidades inteligentes?* e as SQ. Desta forma, foi preciso identificar as oportunidades e barreiras no desenvolvimento de sistemas informais, ou seja, fora da estrutura formal (SQ1), avaliar na literatura os SI formais, seus desafios e fatores de sucesso na implantação (SQ2) e reunir RNF sob as perspectivas da indústria, governo e cidadãos (SQ3).

Como resultado do estudo exploratório, foi possível responder a SQ1, com a identificação de 6 categorias de serviços, que são boas oportunidades para explorar o desenvolvimento de sistemas fora da estrutura governamental. Destacando: Transporte; Ambiente; Prevenção de Crimes e Desastres; Saúde Pública, Cuidados Médicos; e Bem-estar; Distribuição e Outros. Em paralelo, foram identificados 7 possíveis pontos que podem dificultar o desenvolvimento destas soluções em CI na perspectiva da amostra dos respondentes. São elas: Falta de Investimento; Infraestrutura; Questões Sociais; Falta de Incentivo; Privacidade de Dados; Legislação; e Gestão de Instalações. A resposta desta SQ apresenta um conjunto de áreas que necessitam de soluções de SI. Ela também ajuda a entender como os SI informais se estabelecem no ED, que ocorre devido à sua auto-organização voltada para necessidade do cidadão. Neste sentido, os SI informais podem ser utilizados como uma oportunidade para empreendedores que desejam investir

em soluções para CI.

Como resultado do MSL conduzido, foram identificados 20 estudos que permitiram a extração dos principais SI utilizados pelos governos nas CI, seu tipo e o objetivo do SI. Além disso, foi possível identificar 15 desafios na implantação de SI, dando destaque para expansão geográfica e privacidade dos dados dos cidadãos, com maior número de citações. 8 fatores de sucesso foram mapeados, com destaque para disponibilidade de dados. Os dados deste estudo permitiram responder a SQ2, demonstrando os SI oferecidos pelos governos, diante da apresentação das necessidades de cada cidade. Os SI que utilizam georreferenciamento foram destacados como forma de conter a expansão geográfica. Além disso, a gestão estratégica dos dados gerados pelos SI auxilia na resposta da QP, pois apresenta a importância dos SI em CI.

Para avaliação dos resultados do MSL, foi realizado uma pesquisa de opinião com interessados no tema de CI, que revelou que, dos 38 respondentes, 52,6% declararam que conheciam alguma solução de CI. Deste percentual, 95,8% utilizavam o smartphone para acessar soluções. Além disso, 89% dos respondentes consideraram o “SI para aumentar a precisão do trânsito, encurtar tempo de trânsito e localizar acidentes de trânsito” como importante solução para CI. Sobre a análise qualitativa, por meio das respostas das questões *Cite desafios a serem superados para implantação de sistemas de informação para CI e Cite fatores de sucesso para implantação de SI para CI* foi possível identificar duas categorias, onde apresenta Governança, apontado como o principal fator de sucesso, na opinião dos respondentes. Política pública/social foi apontado como o principal desafio. Ao final, foram extraídos 9 RNF das respostas dos participantes. Os dados deste estudo complementaram a SQ2, apontando na perspectiva do cidadão brasileiro os principais desafios e fatores de sucesso de SI que influenciam o ED de CI.

Por fim, para responder a SQ3, foram elicitados e categorizados os RNF para SI em CI. Para isso, foi desenvolvido o catálogo ReQSI-CI, com o objetivo de reunir os RNF para SI em CI sob a perspectiva da indústria (SI informais), do governo (SI formais) e da opinião dos cidadãos. O conjunto de estudos realizados resultaram na identificação de 46 RNF distribuídos em 6 dimensões de CI, com 16 domínios mapeados. Os RNF foram classificados em 4 características de qualidade e 10 subcaracterísticas, de acordo com a norma ISO/IEC25010 (2011). Além disso, foram identificados 3 características ED (Abertura, Interação e Engajamento, Auto-organização e Equilíbrio). presentes nos RNF.

A completude das respostas das SQ permitem responder a QP, descrevendo detalhadamente como os SI podem estabelecer ED de CI. Inicialmente os SI correspondem a um conjunto de componentes que envolve pessoas, processos/organizações e

tecnologias. Desta forma, diversos fatores podem influenciar no objetivo do SI. Conhecer as oportunidades e barreiras na implantação é um dos fatores. Outro fator ocorre pela motivação de desenvolvimento do SI, podendo ser econômico ou social. Um terceiro fator se dá pelo cumprimento dos objetivos que um SI se propõe a resolver. Desta forma, um SI bem especificado, com objetivo claro oferece grande influência no estabelecimento de ED de CI, principalmente por se tratar de um ambiente heterogêneo e de múltiplos interesses. Sendo assim, os SI podem estabelecer ED de CI utilizando um conjunto de RNF, respeitando os interesses dos *stakeholders*, mas avaliando e considerando a perspectiva do cidadão.

## 8.2 Contribuições

Esta dissertação contribui para: (1) a adoção da perspectiva de ED no ambiente de CI; (2) a identificação das definições, conceitos, dimensões e domínios das CI; e (3) a categorização de RNF para SI em CI.

As atividades realizadas durante o mestrado viabilizaram as seguintes publicações:

- **Cidades Inteligentes: Uma Arquitetura de Referência para Sistemas de Informação Baseada na Perspectiva Social** - Este artigo foi elaborado na fase inicial da pesquisa com o objetivo de explorar aspectos sociais e tecnológicos em CI. O estudo foi publicado nos anais estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, no XIV Workshop de Teses e Dissertações em Sistemas de Informação (BARBOSA et al., 2021a);
- **Exploring Business Opportunities in the Domain of Smart Cities from Informal Systems** - Este artigo foi produzido após o estudo exploratório e objetivou identificar oportunidades de negócios com uso de SI informais em CI. O estudo *Exploring Business Opportunities in the Domain of Smart Cities from Informal Systems* foi publicado na *XLVII Latin American Computing Conference (2021)* (BARBOSA et al., 2021b).

### 8.2.1 Contribuições para Área de Sistemas de Informação

O conjunto de estudos realizados permitiram algumas contribuições para área de SI, destacando:

- A identificação de 31 oportunidades e 42 barreiras para o desenvolvimento de SI

em CI, apresentada no Capítulo 3;

- A conceituação de SI informais e SI formais para CI, explicada no Capítulo 2;
- O mapeamento de 27 desafios e 17 fatores de sucesso na implantação de SI em CI, destacado nos Capítulos 4 e 5.

### 8.3 Limitações

Algumas limitações foram identificadas, considerando o estudo exploratório, o MSL, a pesquisa de opinião, a construção do catálogo ReQSI-CI e o grupo focal para avaliação do catálogo. As limitações de caráter geral da dissertação envolvem: (i) as restrições impostas pela pandemia da COVID-19 que dificultaram os estudos que necessitavam da participação dos cidadãos, principalmente devido interação presencial; (ii) o fato do contexto da pesquisa tratar de temas relacionados às CI, é importante a realização de novas pesquisas de opinião em nível internacional, tendo em vista o caráter heterogêneo. (iii) outro fator importante se dá pela realização de novos MSL, pelo qual as CI apresentarem uma abordagem em construção; (iv) em relação ao catálogo, é importante ressaltar que nem todos os domínios das CI foram cobertos com RNF, ficando a cargo de novos estudos mais específicos nestes campos; por fim, (v) devido à complexidade de aplicação, o catálogo ReQSI-CI não foi utilizado na prática, devido ao tempo limitado do curso de pós graduação.

### 8.4 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, é possível destacar:

- **Executar novos MSL** - devido aos temas estarem em constantes amadurecimento na academia e na indústria, é importante que novos mapeamentos sejam realizados, abordando contextos similares, como arquiteturas de referências e ontologias de domínios para ED de CI;
- **Executar outras pesquisas de opinião** - realizar um processo contínuo de coleta de dados, a fim de alimentar o catálogo ReQSI-CI com dados e necessidades de todos os tipos de cidadãos;
- **Expandir a perspectiva de ED de CI** - explorar os elementos do ED no sentido de identificar as características presentes em CI;

- **Avaliação prática do catálogo ReQSI-CI** - utilização do catálogo pelos interessados, como planejadores de políticas públicas, arquitetos de sistemas, desenvolvedores e gestores públicos;
- **Expandir avaliação do catálogo ReQSI-CI** - expandir a avaliação prática e entrevistas para gestores públicos de diversas regiões;
- **Evoluir o catálogo ReQSI-CI** - expandir o catálogo para ontologias, arquiteturas de referências, taxonomia e modelos conceituais;
- **Digitalizar o catálogo ReQSI-CI** - criar de uma ferramenta computacional para apoio à utilização do catálogo, bem como para alimentação de novos RNF.

## Referências Bibliográficas

ADAM, R. A. *Abordando o problema de análise de requisitos não funcionais em engenharia de software*. Dissertação (Mestrado), 2002.

AHN, J.-Y.; LEE, J. S.; KIM, H. J.; HWANG, D. J. Smart city interoperability framework based on city infrastructure model and service prioritization. In: *2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*. [S.l.]: IEEE, 2016.

AL-AZZAM, M. K.; BADER, M. Smart city and smart-health framework, challenges and opportunities. *Journal of Advanced Computer Science and Applications*, The Science and Information Organization, v. 10, n. 2, 2019.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, Informa UK Limited, v. 22, n. 1, p. 3–21, jan. 2015.

ALCORN, L. G.; KARNER, A. Integrating formal and informal transit into one hybrid passenger transport system in lagos, nigeria. *Transportation (Amst.)*, Springer Science and Business Media LLC, v. 48, n. 3, p. 1361–1377, jun. 2021.

AMPATZOGLOU, A.; BIBI, S.; AVGERIOU, P.; VERBEEK, M.; CHATZIGEORGIOU, A. Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies. *Information and Software Technology*, Elsevier BV, v. 106, p. 201–230, fev. 2019.

ANGROSINO, M. *Etnografia e observação participante: coleção pesquisa qualitativa*. [S.l.]: Bookman Editora, 2009.

ARAUJO, R.; CALSAVARA, A.; CERQUEIRA, A.; LEITE, J. Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação no Brasil-Competências atitudinais. Sociedade Brasileira de Computação, 2019.

BARBOSA, A. P.; FORNAZIN, M.; SANTOS, R. Cidades inteligentes: Uma arquitetura de referência para sistemas de informação baseada na perspectiva social. In: *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (Anais Estendidos do SBSI 2021)*. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2021.

BARBOSA, A. P.; MALCHER, P. R. C.; FARIAS, V. G.; SANTOS, R. P. dos. Exploring business opportunities in the domain of smart cities from informal systems. In: *2021 XLVII Latin American Computing Conference (CLEI)*. [S.l.]: IEEE, 2021.

BASILI, V. R.; ROMBACH, H. D. The TAME project: towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on software engineering*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 14, n. 6, p. 758–773, jun. 1988.

BASKERVILLE, R. Information systems security design methods: implications for information systems development. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, v. 25, n. 4, p. 375–414, 1993.

BELASSI, W.; TUKEL, O. I. A new framework for determining critical success/failure factors in projects. *International journal of project management*, Elsevier BV, v. 14, n. 3, p. 141–151, jun. 1996.

BENAMROU, B.; MOHAMED, B.; BERNOUSSI, A.-S.; MUSTAPHA, O. Ranking models of smart cities. In: *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*. [S.l.]: IEEE, 2016.

BERGMAN, M.; KING, J. L.; LYYTINEN, K. Large-scale requirements analysis revisited: The need for understanding the political ecology of requirements engineering. *Requirements Engineering*, Springer Science and Business Media LLC, v. 7, n. 3, p. 152–171, set. 2002.

BERTALANFFY, L. v. *General system theory: Foundations, development, applications*. [S.l.: s.n.], 1969.

BOLEY, H.; CHANG, E. Digital ecosystems: Principles and semantics. In: *2007 Inaugural IEEE-IES Digital EcoSystems and Technologies Conference*. [S.l.]: IEEE, 2007.

BOSCARIOLI, C.; ARAUJO, R.; SUZANA, R. *I GranDSI-BR Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2501016-2026 Organized by*. [S.l.: s.n.], 2501017. ISBN 978- 85-7669-384-0.

BOULDING, K. E. General systems theory—the skeleton of science. *Management science*, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), v. 2, n. 3, p. 197–208, abr. 1956.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1993. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm)>.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm)>.

BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm)>.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm)>.

BRASIL. Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm)>.

BRIA, F.; MOROZOV, E. *A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia*. [S.l.]: Ubu Editora, 2020.

CARAGLIU, A.; BO, C. D.; NIJKAMP, P. Smart cities in europe. *Journal of urban technology*, Informa UK Limited, v. 18, n. 2, p. 65–82, abr. 2011.

CARMINES, E. G.; ZELLER, R. A. *Reliability and validity assessment*. [S.l.]: Sage publications, 1979.

CHANG, E.; WEST, M. Digital ecosystems a next generation of the collaborative environment. *iiWAS*, v. 214, p. 3–24, 2006.

CHATURVEDI, K.; KOLBE, T. H. Towards establishing cross-platform interoperability for sensors in smart cities. *Sensors (Basel)*, v. 19, n. 3, jan. 2019.

CHOUDHURY, B. Recapturing public power: is investment arbitration's engagement of the public interest contributing to the democratic deficit. *Vand. J. Transnat'l L.*, Hein On-line, v. 41, p. 775, 2008.

CLANCY, D. K.; COLLINS, F. Informal accounting information systems: Some tentative findings. *accounting. Organizations and Society*, v. 4, n. 1-2, p. 21–30, 1979.

CONSOLI, S.; GANGEMI, A.; NUZZOLESE, A. G.; PERONI, S.; PRESUTTI, V.; RECUPERO, D. R.; SPAMPINATO, D. Towards emergency vehicle routing using geolinked open data: the case study of the municipality of catania. p. 31–42, 2014.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. Techniques and procedures for developing grounded theory. In: *Basics of Qualitative Research*. Sage; Thousand Oaks, CA, USA: [s.n.], 2008. p. 860–886.

CORDELLA, A.; IANNACCI, F. Information systems in the public sector: The e-government enactment framework. *The Journal of Strategic Information Systems*, v. 19, n. 1, p. 52–66, 2010. ISSN 0963-8687.

CYSNEIROS, L.; YU, E.; LEITE, J. Cataloguing non-functional requirements as softgoal networks. In: *Proceedings of the REAA Workshop at the 11 th Requirements Engineering Conference*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 13–20.

CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P.; NETO, J. de M. S. A framework for integrating non-functional requirements into conceptual models. *Requirements Engineering*, Springer, v. 6, n. 2, p. 97–115, 2001.

DIRKS, S.; GURDGIEV, C.; KEELING, M. *Smarter cities for smarter growth: How cities can optimize their systems for the talent-based economy*. [S.l.: s.n.], 2010.

DOE, J. *Recommended practice for software requirements specifications (IEEE)*. New York: IEEE, 2011.

DONG, H.; HUSSAIN, F. K. Digital ecosystem ontology. In: *2007 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*. [S.l.]: IEEE, 2007.

DWIVEDI, Y. K.; WASTELL, D.; LAUMER, S.; HENRIKSEN, H. Z.; MYERS, M. D.; BUNKER, D.; ELBANNA, A.; RAVISHANKAR, M. N.; SRIVASTAVA, S. C. Research on information systems failures and successes: Status update and future directions. *Information Systems Frontiers*, Springer Science and Business Media LLC, v. 17, n. 1, p. 143–157, fev. 2015.

EGERAAT, C. V.; CURRAN, D. Social network analysis of the irish biotech industry: implications for digital ecosystems. In: *International Conference on Open Philosophies for Associative Autopoietic Digital Ecosystem*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010. p. 31–43.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Triple helix twins: innovation and sustainability. *Science and public policy*, Oxford University Press (OUP), v. 33, n. 1, p. 77–83, fev. 2006.

FERREIRA, S. B. L.; LEITE, J. C. S. d. P. Avaliação da usabilidade em sistemas de informação: o caso do sistema submarino. *Revista de Administração Contemporânea*, FapUNIFESP (SciELO), v. 7, n. 2, p. 115–136, jun. 2003.

FERREIRA, T.; VIANA, D.; FERNANDES, J.; SANTOS, R. Identifying emerging topics and difficulties in software engineering education in brazil. In: *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 230–239.

FREEMAN, R. E. E.; MCVEA, J. A stakeholder approach to strategic management. *SSRN Electron. J.*, Elsevier BV, 2001.

GIBSON, D. V.; KOZMETSKY, G.; SMILOR, R. W. *The technopolis phenomenon: Smart cities, fast systems, global networks*. [S.l.]: Rowman & Littlefield, 1992.

GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; MEIJERS, E. et al. City-ranking of european medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, p. 1–12, 2007.

GIOURKA, P.; SANDERS, M.; ANGELAKOGLU, K.; PRAMANGIOULIS, D.; NIKOLOPOULOS, N.; RAKOPOULOS, D.; TRYFERIDIS, A.; TZOVARAS, D. The smart city business model Canvas—A smart city business modeling framework and practical tool. *Energies*, MDPI AG, v. 12, n. 24, p. 4798, dez. 2019.

GONÇALVES, A.; MARTINS, F.; CARREIRA, P.; LOPES, P.; NUNES, S. Ieee std 830 prática recomendada para especificações de exigências de software. *FCUL-Universidade de Lisboa*, v. 22, 2004.

GONZÁLEZ, J. A.; ROSSI, A. *New trends for smart cities, open innovation mechanism in smart cities. European commission with the ICT policy support programme*. [S.l.: s.n.], 2011.

GRIMSLEY, M.; MEEHAN, A. E-government information systems: Evaluation-led design for public value and client trust. *EJIS*, v. 16, p. 134–148, 2007.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, J. M.; VERCHER, J. B.; MUÑOZ, L.; GALACHE, J. A.; PRESSER, M.; GÓMEZ, L. A. H.; PETTERSSON, J. Smart cities at the forefront of the future internet. In: *The Future Internet*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, (Lecture notes in computer science). p. 447–462.

- HOHPE, G.; WOOLF, B. *Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2004.
- HUGHES, D. L.; DWIVEDI, Y. K.; RANA, N. P. Mapping IS failure factors on PRINCE2® stages: an application of interpretive ranking process (IRP). *Production Planning Control*, Informa UK Limited, v. 28, n. 9, p. 776–790, jul. 2017.
- ISMAGILOVA, E.; HUGHES, L.; DWIVEDI, Y. K.; RAMAN, K. R. Smart cities: Advances in research—an information systems perspective. *International Journal of Information Management*, Elsevier BV, v. 47, p. 88–100, ago. 2019.
- ISO/IEC25000. Iso/iec 25000:2014 systems and software engineering — systems and software quality requirements and evaluation (square) — guide to square. *ISO/IEC 25000:2014*, p. 1–27, 2014.
- ISO/IEC25010. Iso/iec 25010:2011 systems and software engineering — systems and software quality requirements and evaluation (square) — system and software quality models. *ISO/IEC 25010:2011*, p. 1–34, 2011.
- ISO/IEC/29148. Iso/iec/ieee international standard - systems and software engineering – life cycle processes – requirements engineering. *ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E)*, p. 1–104, 2018.
- JAWAID, M. F.; KHAN, S. A. Evaluating the need for smart cities in india. *International Journal of Advance Research In Science And Engineering IJARSE*, n. 4, 2015.
- JEONG, K. S.; MOON, T. H.; HEO, S. Y. A study on u-city service classification and the service framework for the standardization of u-city service. *The Journal of KOREA Planners Association*, v. 44, n. 3, p. 231–246, 2009.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. [S.l.]: Citeseer, 2007.
- KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. Using mapping studies as the basis for further research—a participant-observer case study. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 53, n. 6, p. 638–651, 2011.
- KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, P. *Evidence-based software engineering and systematic reviews*. Oakville, MO: Apple Academic Press, 2015. (Chapman & Hall/CRC Innovations in Software Engineering and Software Development Series).
- KITCHIN, R. *Getting smarter about smart cities: Improving data privacy and data security*. [S.l.]: Data Protection Unit, Department of the Taoiseach, 2016.
- KITZINGER, J. Qualitative research: introducing focus groups. *Bmj*, British Medical Journal Publishing Group, v. 311, n. 7000, p. 299–302, 1995.
- KONTOKOSTA, C. E.; HONG, B. Bias in smart city governance: How socio-spatial disparities in 311 complaint behavior impact the fairness of data-driven decisions. *Sustainable Cities and Society*, Elsevier BV, v. 64, n. 102503, p. 102503, jan. 2021.
- LAUDON, K.; LAUDON, J. *Management Information Systems: International Edition, 11/E*. [S.l.]: Citeseer, 2009. v. 11.

- LEDERER, A. L.; SETHI, V. Meeting the challenges of information systems planning. *Long Range Planning*, Elsevier, v. 25, n. 2, p. 69–80, 1992.
- LEITE, J. *Engenharia de Requisitos: Notas de Aula*. [S.l.: s.n.], 1994.
- LIKERT, R. *A technique for the measurement of attitudes*. [S.l.: s.n.], 1932.
- LOMBARDI, P.; GIORDANO, S.; FAROUH, H.; YOUSEF, W. Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, Taylor & Francis, v. 25, n. 2, p. 137–149, 2012.
- MAIRIZA, D.; ZOWGHI, D.; NURMULIANI, N. Managing conflicts among non-functional requirements. In: *Australian Workshop on Requirements Engineering*. Sydney: [s.n.], 2009.
- MITCHELL, R. K.; AGLE, B. R.; WOOD, D. J. Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of management review*, Academy of management Briarcliff Manor, NY 10510, v. 22, n. 4, p. 853–886, 1997.
- MITRZYK, B. M. Practical research methods for librarians and information professionals. *J. Med. Libr. Assoc.*, University Library System, University of Pittsburgh, v. 96, n. 4, p. 388–388, out. 2008.
- MOHAMMED, F.; IDRIES, A.; MOHAMED, N.; AL-JAROODI, J.; JAWHAR, I. UAVs for smart cities: Opportunities and challenges. In: *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. [S.l.]: IEEE, 2014.
- MOLLÉRI, J. S.; PETERSEN, K.; MENDES, E. Survey guidelines in software engineering: An annotated review. In: *10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 58:1–58:6.
- MORGAN, D. L.; KRUEGER, R. A. *The focus group guidebook*. [S.l.]: Sage, 1998.
- NACHIRA, F.; DINI, P.; NICOLAI, A. A network of digital business ecosystems for europe: roots, processes and perspectives. *European Commission, Bruxelles, Introductory Paper*, Citeseer, v. 106, 2007.
- NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 282–291.
- NATIONS, U. The worlds cities in 2018 data booklet. *United Nations Population Division, Department of Economic and Social Affairs: New York, NY, USA*, 2018.
- NEIROTTI, P.; MARCO, A. D.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, Elsevier BV, v. 38, p. 25–36, jun. 2014.
- NETO, V. V. G.; SANTOS, R.; ARAUJO, R. Sistemas de sistemas de informação e ecossistemas de software: Conceitos e aplicações. *Tópicos em Sistemas de Informação: Minicursos SBSI 2017*, p. 22–41, 2017.

- O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. *Administração de sistemas de informação*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2013.
- O'GRADY, M.; O'HARE, G. How smart is your city? *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 335, n. 6076, p. 1581–1582, 2012.
- OJO, A.; CURRY, E.; ZELETI, F. A. A tale of open data innovations in five smart cities. In: *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.]: IEEE, 2015.
- PARTRIDGE, H. L. Developing a human perspective to the digital divide in the 'smart city'. In: *Australian library and information association biennial conference*. [S.l.: s.n.], 2004.
- PATHAK, C. R. Challenges of smart cities in india. In: *Urbanization and regional sustainability in south Asia*. [S.l.]: Springer, 2020. p. 261–269.
- PAWAR, M.; JOJO, B. Indigenous communities' informal care and welfare systems for local-level social development in india. In: *Global Frontiers of Social Development in Theory and Practice*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 189–207.
- PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, Elsevier BV, v. 64, p. 1–18, ago. 2015.
- PINTO, M. d. R.; SANTOS, L. L. d. S. A grounded theory como abordagem metodológica: relatos de uma experiência de campo. *Organizações Sociedade*, FapUNIFESP (SciELO), v. 19, n. 62, p. 417–436, set. 2012.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. [S.l.]: Feevale, 2013.
- RACHMAWATI, R. et al. Utilization & quality of information system for administration services based on ict in patehan, kraton, yogyakarta. *Indonesian Journal of Science and Technology*, v. 4, n. 1, p. 55–63, 2019.
- SALDAÑA, J. *The coding manual for qualitative researchers*. [S.l.]: sage, 2021.
- SAPTADI, N. T. S.; CHYAN, P.; PRATAMA, A. C. Geographic information system for waste management for the development of smart city governance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, v. 854, n. 1, p. 012040, maio 2020.
- SHULL, F.; SINGER, J.; SJØBERG, D. I. *Guide to advanced empirical software engineering*. [S.l.]: Springer, 2007.
- SILVA, R. A. d. *Nfr4es: Um catálogo de requisitos nao-funcionais para sistemas embarcados*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2019.
- SMITH, E.; LOFTIN, R.; MURPHY-HILL, E.; BIRD, C.; ZIMMERMANN, T. Improving developer participation rates in surveys. In: IEEE. *2013 6th International workshop on cooperative and human aspects of software engineering (CHASE)*. [S.l.], 2013. p. 89–92.
- SOMMERVILLE, I. *Software engineering*. [S.l.]: Addison-wesley, 2011.

- SOUPIZET, J. F. *Cidades Inteligentes: desafios para as sociedades democráticas*. [S.l.: s.n.], 2017.
- SOUTO, M.; SILVA, C. Um catálogo de requisitos pedagógicos para auxiliar o desenvolvimento de softwares educacionais. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 506.
- TRAN-NAM, B.; EVANS, C. Towards the development of a tax system complexity index. *Fiscal Studies*, v. 35, n. 3, p. 341–370, 2014.
- VAKULA, D.; RAVITEJA, B. Smart public transport for smart cities. In: *2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 805–810.
- VASCONCELOS, P. d. A. As metamorfoses do conceito de cidade. *Mercator (Fortaleza)*, SciELO Brasil, v. 14, p. 17–23, 2015.
- WANG, J.-D.; PAN, S.-H.; HO, C.-Y.; LIEN, Y.-N.; LIAO, S.-C.; NURMANDI, A. Online web query system for various frequency distributions of bus passengers in taichung city of taiwan. *IET Smart Cities*, Institution of Engineering and Technology (IET), v. 2, n. 3, p. 135–145, set. 2020.
- WILLIAMSON, K. *Research methods for students, academics and professionals: Information management and systems*. [S.l.]: Elsevier, 2002.
- WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. *Experimentation in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 3642290442.
- ZAGANELLI, B. M.; NISENBAUM, M. A.; ALVES, K. d. S. G.; MARQUES, S. B.; OLINTO, G. O grupo focal na ciência da informação. *Informação & Sociedade*, Universidade Federal da Paraíba-Programa de Pós-Graduação em Ciência da ..., v. 25, n. 3, 2015.
- ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZORZI, M. Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 1, n. 1, p. 22–32, 2014.
- ZHANG, L.; LONG, R.; CHEN, H.; YANG, T. Analysis of an optimal public transport structure under a carbon emission constraint: a case study in shanghai, china. *Environmental Science and Pollution Research*, Springer, v. 25, n. 4, p. 3348–3359, 2018.
- ZHOU, K.; LIU, T.; ZHOU, L. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In: *IEEE. 2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)*. [S.l.], 2015. p. 2147–2152.

## Anexo I. Catálogo ReQSI-CI sob a Perspectiva de Ecossistemas Digitais

### Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Ambiente Inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Ambiente Inteligente	Gestão Sustentável de Recursos	RNF-01	O sistema deve oferecer recurso de integração com novas tecnologias de gestão sustentável de recursos.	SIG	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	EE
	Planejamento Urbano Sustentável	RNF-02	O sistema deve permitir a conexão com sistemas meteorológicas de previsão de chuvas e o nível de água.	SAD	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	MSL
	Redes de Energia	RNF-03	O sistema deve apresentar confiabilidade dos resultados garantindo a precisão das informações.	SAD	Equilíbrio	Confiabilidade	Maturidade	MSL

**Figura 42:** RNF de SI para dimensão ambiente inteligente

### Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Economia Inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Economia Inteligente	Empreendedorismo e Inovação	RNF-04	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade com sistemas da rede privada.	SPT	Auto-organização	Compatibilidade	Interoperabilidade	EE
		RNF-05	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade de dados para utilização por sistemas públicos e privados, para inovação.	SIG	Auto-organização			EE

**Figura 43:** RNF de SI para dimensão economia inteligente

## Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Governança Inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Governança Inteligente	Administração Pública Inteligente	RNF-06	O sistema deve possibilitar integração com os sistemas da administração pública para gerir informações de desastres naturais.	SIG	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	MSL
		RNF-07	O sistema deve oferecer recurso de interoperabilidade entre sistemas da administração pública, para oferecer dados abertos a todos os <i>stakeholders</i> de CI.				Interoperabilidade	EE e MSL
		RNF-08	O sistema deve possibilitar integração com sistemas da administração pública, redes sociais e aplicativos de dispositivos móveis dos cidadãos cadastrados, para unificar dados e ser visualizados por meio de georreferenciamento.	SAD	Auto-organização		Coexistência	MSL
	Estratégias e Perspectivas Políticas	RNF-09	O sistema deve possuir conectividade para rede sem fio heterogênea e multirrede.	SAD	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	MSL
		RNF-10	O sistema deve monitorar e analisar o tráfego dados para segurança da informação.		Abertura, Interação e Engajamento	Segurança	Responsabilidade	MSL
		RNF-11	O sistema deve ser acessado por meio da web ou app, oferecer condições de usabilidade e acessibilidade.	SPT	Equilíbrio	Usabilidade	Acessibilidade	MSL

Figura 44: RNF de SI para dimensão governança inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Governança Inteligente	Participação na Tomada de Decisão	RNF-12	O sistema deve apresentar conectividade com redes sociais para possibilitar análise e planejamento de ações urbanas para o transporte público.	SAD	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	MSL
		RNF-13	O sistema deve oferecer recurso de interoperabilidade para redes sociais, a fim de possibilitar análises e planejamento de ações urbanas, para melhoria na tomada de decisão.				Interoperabilidade	MSL
		RNF-14	O sistema deve oferecer acessibilidade a todos os usuários, sem distinção de características pessoais.		SPT	Equilíbrio	Usabilidade	Acessibilidade
		RNF-15	O sistema deve oferecer facilidade de uso percebida por todos.	Equilíbrio		Operabilidade		MSL
	Serviços On-line	RNF-16	O sistema deve possuir validação por QR Code nos serviços on-line.	SPT	Abertura, Interação e Engajamento	Segurança	Integridade	MSL
		RNF-17	O sistema deve possuir segurança e privacidade dos serviços on-line.				Confidencialidade	MSL
		RNF-18	O sistema deve ser confiável oferecendo disponibilidade sobre o acesso.		Equilíbrio	Usabilidade	Disponibilidade	MSL
		RNF-19	O sistema de serviços on-line deve possuir recursos de acessibilidade para ser acessado pela web ou smartphone por qualquer cidadão.				Acessibilidade	MSL
		RNF-20	O sistema deve possuir informações com facilidade de uso.				Operabilidade	MSL
	Serviços Públicos e Sociais	RNF-21	O sistema deve possuir confiança diante do reestabelecimento de falhas dos serviços on-line.	SIG	Equilíbrio	Confiabilidade	Recuperabilidade	MSL
		RNF-22	O sistema deve apresentar utilidade percebida com os resultados.			Usabilidade	Operabilidade	MSL

Figura 45: RNF de SI para dimensão governança inteligente

## Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Mobilidade Inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Mobilidade Inteligente	Infraestrutura de Tecnologia da Informação	RNF-23	O sistema deve possuir integração com sensores RFID para controle de veículos.	SPT	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	EE
		RNF-24	O sistema deve possuir recursos para integrar semáforos de trânsito com smartphones, visando ajustar o tempo de sinal fechado e aberto, de acordo com o fluxo de carros e pedestres.	SIG				EE
		RNF-25	O sistema deve possuir interoperabilidade com sistemas de infraestrutura para mobilidade urbana.				Interoperabilidade	EE
		RNF-26	O sistema deve oferecer recursos de conectividade com diversos protocolos de comunicação.					EE
	Transporte	RNF-27	O sistema deve ser integrado com SI de mobilidade urbana, para melhorar o desempenho do transporte em massa.	SPT	Auto-organização	Compatibilidade	Interoperabilidade	MSL

**Figura 46:** RNF de SI para dimensão mobilidade inteligente

## Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Pessoas Inteligentes

Ecosistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Pessoas Inteligentes	Criatividade	RNF-28	O sistema deve oferecer recurso de interoperabilidade entre sensores de utilização doméstica.	SPT	Auto-organização	Compatibilidade	Interoperabilidade	EE
	Pluralidade Social e Étnica	RNF-29	O sistema deve atender critérios de legislação de privacidade dos dados quanto a segurança da informação para proteção de dados dos usuários	SPT	Abertura, Interação e Engajamento	Segurança	Responsabilidade	EE
	Inclusão Social e Digital	RNF-30	O sistema deve oferecer recursos onipresentes com acessibilidade para todos os cidadãos, independente da tecnologia de uso.	SPT	Equilíbrio	Usabilidade	Acessibilidade	EE

**Figura 47:** RNF de SI para dimensão pessoas inteligentes

## Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Vida Inteligente

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Vida Inteligente	Gestão de Espaços Públicos	RNF-31	O sistema deve oferecer integração interoperável para evitar crescimento de favelas através de alocação de moradias.	SIG	Auto-organização	Compatibilidade	Interoperabilidade	MSL
		RNF-32	O sistema deve permitir conexão com serviços remotos.	SPT				Coexistência
		RNF-33	O sistema deve integrar com sistemas colaborativos para auxiliar pessoas com mobilidade reduzida.				Equilíbrio	
		RNF-34	O sistema deve possuir requisitos de simplicidade de uso.	SPT	Abertura, Interação e Engajamento	Segurança		MSL
	RNF-35	O sistema deve garantir autenticidade, integridade e confidencialidade por meio de API de Transferência de Estado Representacional (REST).	Responsabilidade				MSL	
	RNF-36	O sistema deve estar em conformidade com a privacidade dos dados.					Integridade	MSL
	RNF-37	O sistema deve apresentar segurança da informação de modo impedir o acesso não autorizado.						

Figura 48: RNF de SI para dimensão vida inteligente

### Catálogo ReQSI-CI - Dimensão Não Identificada

Ecossistema Digital de Cidades Inteligentes						Classificação de Qualidade do RNF do SI		Fonte
Dimensão de CI	Domínio de CI	Id.	Descrição do RNF	Tipo de SI	Característica de ED relacionada	Nome da Característica de qualidade do RNF	Nome da subcaracterística de qualidade do RNF	
Não Identificado	Não Identificado	RNF-38	O sistema deve oferecer integração por meio de API para todos os sistemas públicos e privados.	Não Identificado	Auto-organização	Compatibilidade	Coexistência	PO
		RNF-39	O sistema deve oferecer recurso de segurança e compatibilidade com outros sistemas					PO
		RNF-40	O sistema deve possuir recurso de interoperabilidade com qualidade e clareza nas informações apresentadas.				Interoperabilidade	PO
		RNF-41	O sistema deve possuir interoperabilidade entre sistemas, afim de garantir a inclusão digital.					PO
		RNF-42	O sistema deve oferecer recursos de interoperabilidade para evitar redundância de informações.					PO
		RNF-43	O sistema deve ser interoperável com sistemas do mesmo domínio.					PO
		RNF-44	O sistema deve ser assertivo nas respostas as solicitações.		Equilíbrio	Confiabilidade	Maturidade	PO
		RNF-45	O sistema deve oferecer recursos de facilidade de uso para automatização de processos.			Usabilidade	Operabilidade	PO
		RNF-46	O sistema deve garantir a privacidade dos dados dos usuários de forma eficaz.		Abertura, Interação e Engajamento	Segurança	Responsabilidade	PO

**Figura 49:** RNF de SI para dimensão não identificada

## Apêndice I. Definições de Cidades Inteligentes

**Tabela 23:** Definições de CI

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Ismagilova et al. (2019)	A cidade inteligente é uma integração de infraestruturas e serviços mediados por tecnologia, aprendizagem social para fortalecer a infraestrutura humana e governança para melhoria institucional e envolvimento do cidadão.	Chong et al.	2018
Ismagilova et al. (2019)	Cidades inteligentes envolvem redes de sensores, dispositivos inteligentes, dados em tempo real e integração de TIC em todos os aspectos da vida humana.	El-Haddadeh et al.	2018
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é um termo abrangente para definir como a tecnologia da informação e comunicação pode ajudar a melhorar a eficiência das operações de uma cidade e a qualidade de vida de seus cidadãos, ao mesmo tempo que promove a economia local.	Gascó Hernandez	2018

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Ismagilova et al. (2019)	O conceito de cidade é baseado em princípios de sustentabilidade destinados a durar no futuro. Isso implica uma nova maneira de fazer negócios, juntamente com a integração de novos serviços municipais e de TI. A cidade oferece serviços seguros, sofisticados e ecológicos aos seus residentes.	Sakurai eKokuryo	2018
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade que usa as TIC para ser mais interativa, eficiente e conscientizar os cidadãos sobre o que está acontecendo na cidade.	Cilliers e Flowerday	2017
Ismagilova et al. (2019)	As cidades inteligentes buscam alavancar tecnologias de comunicação avançadas e SI para melhorar todas as áreas da administração municipal, melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, envolver os cidadãos e fornecer serviços públicos mais sustentáveis e resilientes.	Corbett e Mellouli	2017
Ismagilova et al. (2019)	A cidade inteligente é uma visão de desenvolvimento urbano para integrar várias soluções de TIC de maneira segura para gerenciar os ativos de uma cidade. Inclui E-casa, E-escritório, E-saúde, E-tráfego e assim por diante.	Guo et al.	2017
Ismagilova et al. (2019)	As cidades inteligentes são essencialmente construídas utilizando um conjunto de tecnologias de informação e comunicação avançadas (TIC), incluindo dispositivos de hardware inteligentes (por exemplo, sensores sem fio, medidores inteligentes, veículos inteligentes e telefones inteligentes), redes móveis (por exemplo, WiFi, 3 G / Rede4G / 5 G), tecnologias de armazenamento de dados (por exemplo, data warehouse, plataforma em nuvem) e aplicativos de software (por exemplo, sistemas de controle de backoffice, aplicativos móveis, ferramentas analíticas de big data).	Peng et al.	2017

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente engloba uma cidade eficiente, tecnologicamente avançada, sustentável e socialmente inclusiva.	Pereira et al.	2017
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade é considerada inteligente se equilibrar o desenvolvimento econômico, social e ambiental e se vincular a processos democráticos por meio de um governo participativo. Cidade inteligente envolve a implementação e implantação de infraestruturas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) para apoiar o crescimento social e urbano através da melhoria da economia, envolvimento dos cidadãos e eficiência governamental.	Sim	2017
Ismagilova et al. (2019)	Cidades inteligentes são aquelas que oferecem maior qualidade de vida e bem-estar econômico para seus cidadãos.	Zhuhadar et al.	2017
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é uma cidade que usa a inovação de base tecnológica no planejamento, desenvolvimento e operação da cidade.	Breetzke e Flowerday	2016
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade é inteligente quando existem ações voltadas para a inovação em gestão, tecnologia e política, todas as quais envolvem riscos e oportunidades.	Gil Garcia et al.	2016
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é uma área urbana ultramoderna que atende às necessidades de empresas, instituições e, principalmente, dos cidadãos.	Khatoun e Zeadally	2016
Ismagilova et al. (2019)	As cidades inteligentes visam fornecer locais mais eficientes, sustentáveis, competitivos, produtivos, abertos e transparentes para se viver.	Li et al.	2016

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Ismagilova et al. (2019)	Em uma cidade inteligente, as infraestruturas com base em TIC permitem o monitoramento extensivo e direção da manutenção da cidade, mobilidade, qualidade do ar e da água, uso de energia, movimentos de visitantes, sentimento da vizinhança e assim por diante.	vanZoonen	2016
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é aquela que usa TIC avançada para otimizar a produção e o consumo de recursos.	Gretzel et al.	2015
Ismagilova et al. (2019)	As cidades inteligentes estão usando tecnologias digitais para melhorar a qualidade e o desempenho dos serviços urbanos.	Hussain et al.	2015
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente como um lugar caracterizado pelo “uso de materiais, sensores, eletrônicos e redes avançadas e integradas que fazem interface com sistemas computadorizados compostos de bancos de dados, rastreamento e algoritmos de tomada de decisão”.	Teli et al.	2015
Ismagilova et al. (2019)	Cidade que desenvolve e administra uma variedade de serviços inovadores que fornecem informações a todos os cidadãos sobre todos os aspectos da vida na cidade por meio de aplicativos interativos e baseados na Internet.	Lee e Lee	2014
Albino et al. (2015)	Iniciativas de cidades inteligentes tentam melhorar o desempenho urbano usando dados, informação e tecnologias da informação (TI) para fornecer mais eficiente serviços aos cidadãos, para monitorar e otimizar a infraestrutura existente, para aumentar a colaboração entre os diferentes atores econômicos e incentivar modelos de negócios inovadores nos setores público e privado.	Marsal-Llacuna et al.	2014

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é definida com o significado de inteligência penetrando no contexto urbano, o papel das tecnologias em tornar uma cidade mais inteligente e domínios focais (infraestruturas e serviços) que precisam ser mais inteligentes.	Nam e Pardo	2014
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é entendida como um ambiente urbano que, apoiado por sistemas de TIC difundidos, é capaz de oferecer serviços avançados e inovadores aos cidadãos, a fim de melhorar a qualidade geral de suas vidas.	Piro et al.	2014
Albino et al. (2015)	Uma cidade inteligente é entendida como uma certa capacidade intelectual que aborda vários aspectos sócio-técnicos e socioeconômicos inovadores do crescimento. Esses aspectos levam a concepções de cidade inteligente como “verde” se referindo ao urbano infraestrutura para proteção do meio ambiente e redução da emissão de CO <sub>2</sub> , “Interconectado” relacionado à revolução da economia da banda larga, “Inteligente” declarando a capacidade de produzir informação de valor agregado do processamento de dados em tempo real da cidade a partir de sensores e ativadores, Considerando que os termos cidades “inovadoras” e “do conhecimento” se referem indistintamente à capacidade da cidade de aumentar a inovação com base em conhecimento e capital humano criativo.	Zygiaris	2013
Albino et al. (2015)	Cidade inteligente como uma cidade avançada e de alta tecnologia que conecta as pessoas, informações e elementos da cidade usando novas tecnologias, a fim de criar um cidade sustentável, mais verde, comércio competitivo e inovador e um aumento da qualidade de vida.	Bakıcı et al.	2012

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Albino et al. (2015)	Ser uma cidade inteligente significa usar toda a tecnologia e recursos disponíveis em um forma inteligente e coordenada de desenvolver centros urbanos que estão em uma vez integrado, habitável e sustentável.	Barrionuevo et al.	2012
Ismagilova et al. (2019)	Uma cidade inteligente é um contexto urbano de alto desempenho, onde os cidadãos estão mais conscientes e integrados à vida da cidade, graças a um sistema de informação inteligente da cidade.	Calderoni, Maio e Palmieri	2012
Albino et al. (2015)	Duas correntes principais de ideias de pesquisa: 1) cidades inteligentes devem fazer tudo relacionados à governança e economia usando novos paradigmas de pensamento e 2) cidades inteligentes têm tudo a ver com redes de sensores, dispositivos inteligentes, em tempo real dados e integração das TIC em todos os aspectos da vida humana.	Cretu	2012
Albino et al. (2015)	Uma cidade inteligente, segundo o ICLEI, é uma cidade preparada para oferecer condições para uma comunidade saudável e feliz sob o desafio condições que as tendências globais, ambientais, econômicas e sociais podem trazer.	Guan	2012
Albino et al. (2015)	Cidade inteligente (refere-se a) uma entidade local - um distrito, cidade, região ou pequeno país que tem uma abordagem holística para empregar tecnologias de informação com análise em tempo real que incentiva a economia sustentável desenvolvimento.	IDA	2012

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Albino et al. (2015)	As cidades inteligentes são o resultado de estratégias criativas e intensivas em conhecimento visando o aprimoramento socioeconômico, ecológico, logístico e desempenho competitivo das cidades. Essas cidades inteligentes são baseadas em um combinação promissora de capital humano (por exemplo, força de trabalho qualificada), infraestrutura capital (por exemplo, instalações de comunicação de alta tecnologia), capital social (por exemplo, intenso e ligações de rede abertas) e capital empresarial (por exemplo, criativo e atividades de negócios de risco).	Kourtit et al.	2012
Albino et al.(2015)	Uma comunidade de tamanho médio de tecnologia, interconectada e sustentável, confortável, atraente e seguro.	Lazaroiu e Roscia	2012
Albino et al. (2015)	A aplicação de tecnologia da informação e comunicação (TIC) com seus efeitos sobre o capital humano/ educação, capital social e relacional, e as questões ambientais costumam ser indicadas pela noção de cidade inteligente.	Lombardi et al.	2012
Ismagilova et al.(2019)	A cidade inteligente é um ecossistema de inovação urbana, um laboratório vivo que atua como agente de mudança.	Schaffers et al.	2012
Ismagilova et al. (2019)	Em cidades inteligentes, os ambientes digitais colaborativos facilitam o desenvolvimento de aplicativos inovadores,a partir do capital humano da cidade, ao invés de acreditar que a digitalização em si pode transformar e melhorar as cidades.	Schuurman et al.	2012
Ismagilova et al. (2019)	É aquele em que os investimentos em capital humano e social e em infraestruturas tradicionais (transportes) e modernas de TIC alimentam o crescimento económico sustentável e uma elevada qualidade de vida, com uma gestão sensata dos recursos naturais, através de uma governança participativa.	Caragliu et al.	2011

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Albino et al.(2015)	Uma cidade é inteligente quando se investe em capital humano e social e tradicional (transporte) e combustível de infraestrutura de comunicação moderna (TIC) crescimento econômico sustentável e alta qualidade de vida, com um sábio gestão dos recursos naturais, por meio da governança participativa.	Caragliu et al.	2011
Albino et al. (2015)	Uma cidade inteligente é baseada em trocas inteligentes de informações que fluem entre seus diversos subsistemas.	Gartner	2011
Albino et al. (2015)	Cidades (inteligentes) como territórios com alta capacidade de aprendizagem e inovação, que é embutida na criatividade de sua população, suas instituições de criação de conhecimento e sua infraestrutura digital para comunicação e gestão do conhecimento.	Komninos	2011
Albino et al. (2015)	Uma cidade inteligente infunde informações em sua infraestrutura física para melhorar conveniências, facilitar a mobilidade, agregar eficiência, conservar energia, melhorar a qualidade do ar e da água, identificar problemas e corrigi-los rapidamente, recupere-se rapidamente de desastres, colete dados para melhorar decisões, implantar recursos de forma eficaz e compartilhar dados para permitir colaboração entre entidades e domínios.	Nam e Pardo	2011
Albino et al. (2015)	Experimentos criativos ou de cidade inteligente [...] que visam nutrir um criativo economia através do investimento em qualidade de vida que por sua vez atrai trabalhadores do conhecimento para viver e trabalhar em cidades inteligentes. O nexos de a vantagem competitiva mudou para as [...] regiões que podem gerar, reter e atrair os melhores talentos.	Thite	2011

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Albino et al. (2015)	Cidades inteligentes são cidades que têm um alta qualidade de vida; aqueles que buscam o desenvolvimento econômico sustentável através de investimentos em capital humano e social, e tradicional e infraestrutura de comunicações moderna (transporte e informação tecnologia de comunicação); e administrar os recursos naturais por meio de políticas participativas. As cidades inteligentes também devem ser sustentáveis, convergentes objetivos econômicos, sociais e ambientais.	Thuzar	2011
Albino et al. (2015)	As cidades inteligentes aproveitarão as vantagens das comunicações e dos recursos de sensor costurado nas infraestruturas das cidades para otimizar eletricidade, transporte, e outras operações logísticas de apoio à vida diária, melhorando assim a qualidade de vida para todos.	Chen	2010
Albino et al. (2015)	Uma cidade conectando a infraestrutura física, a infraestrutura de TI, o social infraestrutura, e a infraestrutura de negócios para alavancar o coletivo inteligência da cidade.	Harrison, C. et al.	2010
Nam e Pardo (2011)	Uma cidade instrumentada, interconectada e inteligente.	Harrison, C. et al.	2010
Ismagilova et al.(2019)	Uma cidade inteligente tem habitantes inteligentes em termos de grau de escolaridade e qualidade de suas interações sociais em relação à integração e à vida pública e à abertura para o mundo em geral.	Ortiz Fournier et al.	2010
Albino et al.(2015)	O uso de tecnologias de computação inteligente para fazer a infraestrutura crítica componentes e serviços de uma cidade, que incluem a administração municipal, educação, saúde, segurança pública, imobiliário, transporte e utilitários mais inteligentes, interconectados e eficientes.	Washburn, D et. al	2010

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Nam e Pardo (2011)	O uso de tecnologias de computação inteligente para tornar os componentes e serviços de infraestrutura de uma cidade que inclui na administração municipal, educação, saúde, segurança pública, real imobiliário, transporte e serviços públicos mais inteligente, interligados e eficientes.	Washburn, D et. al	2010
Albino et al. (2015)	É uma comunidade inteligente que toma uma decisão consciente de implantar agressivamente a tecnologia como um catalisador para resolver seus problemas sociais e necessidades de negócios.	Eger	2009
Nam e Pardo (2011)	É uma cidade que inspira, compartilha cultura, conhecimento e vida, e uma cidade que motiva seus habitantes a criar e florescer em suas próprias vidas.	Rios, P.	2008
Albino et al. (2015)	Uma cidade com bom desempenho em termos de economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e vida, com base na inteligência combinação de dotações e atividades de autodeterminação, independente e cidadãos conscientes.	Giffinger et al.	2007
Nam e Pardo (2011)	Uma cidade com bom desempenho de uma forma voltada para o futuro na economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e vida, construída sobre combinação inteligente de dotes e atividades de autodecisão, cidadãos independentes e conscientes”	Giffinger et al.	2007
Nam e Pardo (2011)	É uma cidade onde as TIC fortalecem a liberdade de expressão e a acessibilidade a informações e serviços públicos	Partridge, H. .	2004

**Tabela 23:** Definições de CI (continuação)

<b>Fonte</b>	<b>Definição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Albino et al.(2015)	Uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infraestruturas, incluindo estradas, pontes, túneis, carris, metrô, aeroportos, portos marítimos, comunicações, água, energia, até mesmo edifícios importantes, podem melhorar otimizar seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar os aspectos de segurança enquanto maximiza os serviços aos seus cidadãos.	Hall	2000
Nam e Pardo (2011)	Uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infra-estruturas, incluindo estradas, pontes, túneis, trilhos, metrô, aeroportos, portos marítimos, comunicações, água, energia, até os edifícios, para poder otimizar melhor seus recursos, planejar suas atividades de manutenção e monitorar os aspectos de segurança, maximizar os serviços aos seus cidadãos.	Hall	2000

## Apêndice II. Formulário do Estudo Exploratório

30/01/2022 21:13

Pesquisa de opinião sobre oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em cidades inteligentes

### Pesquisa de opinião sobre oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em cidades inteligentes

Esta pesquisa de opinião é conduzida por Alexandre Barbosa (UNIRIO) e Victor Farias (UNIRIO), sob orientação do prof. Rodrigo Santos (UNIRIO).

Somos alunos de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO e estamos investigando as oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em cidades inteligentes. Essa pesquisa de opinião visa fazer um levantamento de soluções tecnológicas estabelecidas e alternativas utilizadas para atender os cidadãos em cidades inteligentes.

O tempo estimado para completar esta entrevista é entre 3 e 5 minutos.

#### DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Respondendo esta pesquisa de opinião, você concorda que os pesquisadores obtenham, usem e divulguem a informação anônima fornecida como descrito abaixo.

#### CONDIÇÕES

1. Eu entendo que toda a informação é confidencial. Eu não serei pessoalmente identificado. Eu concordo em preencher o questionário para fins de pesquisa e que o dado derivado desta pesquisa de opinião anônima pode ser publicado em periódicos, conferências e postagens de blogs.
2. Eu entendo que a minha participação nesta pesquisa de opinião é totalmente voluntária e que me recusar a participar não envolverá nenhuma penalização ou perda de benefícios. Se eu escolher, eu posso desistir de participar a qualquer momento. Eu também entendo que, caso escolha participar, posso me recusar a responder qualquer pergunta que não me sinta confortável em responder.
3. Eu entendo que posso contactar os pesquisadores se eu tiver qualquer dúvida sobre quaisquer questões do questionário. Eu estou ciente de que meu consentimento não me beneficiará diretamente. Eu também estou ciente de que os autores manterão os dados perpetuamente e poderão utilizá-los para futuros trabalhos acadêmicos.

4. Clicando no botão abaixo, eu livremente dou meu consentimento e reconheço meus direitos como um participante voluntário de pesquisa como exposto acima e dou meu consentimento aos pesquisadores para utilizarem

<https://docs.google.com/forms/d/1076sDBfDZxa1vxP9vW11YNDjRX-K7H-WorE0QSsmZ4s/edit>

1/4

Figura 50: Questionário do estudo exploratório - Parte 1 de 4

30/01/2022 21:13 Pesquisa de opinião sobre oportunidades e barreiras para soluções tecnológicas em cidades inteligentes  
Especto acima e dos seus comentários dos pesquisadores para auxiliar em  
minhas informações ao conduzirem pesquisas nos assuntos mencionados  
acima.

Em caso de dúvidas, por favor escreve para:

[alexandre.barbosa@edu.unirio.br](mailto:alexandre.barbosa@edu.unirio.br) e [victor.farias@edu.unirio.br](mailto:victor.farias@edu.unirio.br)

---

**\*Obrigatório**

1. Concorda com os termos acima? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

Questões demográficas

2. Com qual gênero você se identifica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Masculino  
 Feminino  
 Prefiro não dizer  
 Outro: \_\_\_\_\_

3. Você é... \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Estudante  
 Professor  
 Profissional  
 Outro: \_\_\_\_\_

<https://docs.google.com/forms/d/1076sDBfDZxa1vxP9vW11YNDjlrX-K7H-WorE0QSmZ4s/edit>

2/4

**Figura 51:** Questionário do estudo exploratório - Parte 2 de 4

## 4. Qual o seu nível de conhecimento em informática? \*

Marcar apenas uma oval.

- Não conheço nada de informática
- Conheço pouco de informática
- Utilizo conhecimentos de informática no meu dia a dia pessoal
- Já fiz treinamentos e utilizo soluções tecnológicas no meu trabalho
- Sou formado em cursos da área

## 5. Como você se vê em relação a soluções tecnológicas em cidades inteligentes? \*

Marcar apenas uma oval.

- Usuário
- Desenvolvedor
- Ambos

## Questionário

## 6. Cite uma ou mais soluções tecnológicas em cidades inteligentes que você utiliza no seu dia a dia e, se possível, cite o(s) motivo(s) de uso.

\*

---

---

---

---

---

**Figura 52:** Questionário do estudo exploratório - Parte 3 de 4

## 4. Qual o seu nível de conhecimento em informática? \*

Marcar apenas uma oval.

- Não conheço nada de informática
- Conheço pouco de informática
- Utilizo conhecimentos de informática no meu dia a dia pessoal
- Já fiz treinamentos e utilizo soluções tecnológicas no meu trabalho
- Sou formado em cursos da área

## 5. Como você se vê em relação a soluções tecnológicas em cidades inteligentes? \*

Marcar apenas uma oval.

- Usuário
- Desenvolvedor
- Ambos

## Questionário

## 6. Cite uma ou mais soluções tecnológicas em cidades inteligentes que você utiliza no seu dia a dia e, se possível, cite o(s) motivo(s) de uso.

\*

---

---

---

---

---

**Figura 53:** Questionário do estudo exploratório - Parte 4 de 4

## Apêndice III. Dados do Mapeamento Sistemático da Literatura

**Tabela 24:** Lista de estudos selecionados para extração de dados

Base	Ano	Título	ID
El Compendex	2013	From slums to smart cities: Addressing slum-dwelling in Nigeria through e-land administration	E1
Scopus	2013	Interdisciplinary urban GIS for smart cities: Advancements and opportunities	E2
Scopus	2014	Towards emergency vehicle routing using Geolinked Open Data: The case study of the Municipality of Catania	E3
IEEE Digital Library	2014	Information security in a public safety, participatory crowdsourcing smart city project	E4
IEEE Digital Library	2015	Parking availability prediction for sensor-enabled car parks in smart cities	E5
IEEE Digital Library	2016	Designing a gamification for monitoring Surabaya City development	E6

**Tabela 24:** Lista de estudos selecionados para extração de dados (continuação)

Base	Ano	Título	ID
ISI Web of Science	2016	Crowdsensing and Proximity Services for Impaired Mobility	E7
IEEE Digital Library	2016	Greater Kuala Lumpur as a smart city: A case study on technology opportunities	E8
IEEE Digital Library	2016	GIS approach in vehicle route optimization for residential recyclables collection	E9
ISI Web of Science	2017	The End-use Electric Energy Consumption in Urban Areas: A GIS-based methodology. An application in the city of Naples	E10
ISI Web of Science	2017	The Strategic Development and Spatial Information Applications of Smart Cities in Taiwan	E11
IEEE Digital Library	2017	A data integration approach for smart cities: The case of natal	E12
El Compendex	2017	User Acceptance of e-Government Citizen Report System (a Case Study of City113 App)	E13
El Compendex	2017	The planning of smart city to mitigate the impacts of natural disaster in north sumatera	E14
IEEE Digital Library	2018	RTAIS: Road Traffic Accident Information System	E15
Scopus	2019	Utilization and quality of information system for administration services based on ICT in Patehan, Kraton, Yogyakarta	E16
IEEE Digital Library	2019	Smart Border as a Part of Smart and Resilient El Paso	E17

**Tabela 24:** Lista de estudos selecionados para extração de dados (continuação)

Base	Ano	Título	ID
IEEE Digital Library	2019	Evaluation of E-Government Services Based on Social Media Using Structural Equation Modeling	E18
IEEE Digital Library	2020	Online Web query system for various frequency distributions of bus passengers in Taichung city of Taiwan	E19
IEEE Digital Library	2020	Does the Existence of Connected Transport Mobile Application Affect Transjakarta Passengers?	E20

## Apêndice IV. Formulário da Pesquisa de Opinião

30/01/2022 21:30

Pesquisa de opinião sobre sistemas de informação para cidades inteligentes

### Pesquisa de opinião sobre sistemas de informação para cidades inteligentes

Esta pesquisa de opinião é conduzida por Alexandre Barbosa (UNIRIO), Márcio Rocha (UNIRIO) e Paulo Malcher (UNIRIO), sob orientação do prof. Rodrigo Santos (UNIRIO).

Somos alunos do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO e estamos investigando a aceitação e utilização de sistemas de informação para o desenvolvimento de cidades inteligentes. Essa pesquisa de opinião visa fazer uma comparação entre os principais SI encontrados por meio de mapeamento sistemático da literatura e identificar o interesse de utilização pelos respondentes

O tempo estimado para completar esta entrevista é entre 10 e 15 minutos.

#### DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Respondendo esta pesquisa de opinião, você concorda que os pesquisadores obtenham, usem e divulguem a informação anônima fornecida como descrito abaixo.

#### CONDIÇÕES

1. Eu entendo que toda a informação é confidencial. Eu não serei pessoalmente identificado. Eu concordo em preencher o questionário para fins de pesquisa e que o dado derivado desta pesquisa de opinião anônima pode ser publicado em periódicos, conferências e postagens de blogs.
2. Eu entendo que a minha participação nesta pesquisa de opinião é totalmente voluntária e que me recusar a participar não envolverá nenhuma penalização ou perda de benefícios. Se eu escolher, eu posso desistir de participar a qualquer momento. Eu também entendo que, caso escolha participar, posso me recusar a responder qualquer pergunta que não me sinta confortável em responder.
3. Eu entendo que posso contactar os pesquisadores se eu tiver qualquer dúvida sobre quaisquer questões do questionário. Eu estou ciente de que meu consentimento não me beneficiará diretamente. Eu também estou ciente de que os autores manterão os dados perpetuamente e poderão utilizá-los para futuros trabalhos acadêmicos.
4. Clicando no botão abaixo, eu livremente dou meu consentimento e reconheço meus direitos como um participante voluntário de pesquisa como exposto acima e dou meu consentimento aos pesquisadores para utilizarem minhas informações ao conduzirem pesquisas nos assuntos mencionados

<https://docs.google.com/forms/d/1prTYZk4QE2hkPSiOUo-FwpjWSp0knLgXVuU9LSEcl/edit>

1/11

Figura 54: Questionário da pesquisa de opinião - Parte 1 de 11

30/01/2022 21:30

Pesquisa de opinião sobre sistemas de informação para cidades inteligentes

acima.

Em caso de dúvidas, por favor escreve para:

[alexandre.barbosa@edu.unirio.br](mailto:alexandre.barbosa@edu.unirio.br), [marcio.ferreira@edu.unirio.br](mailto:marcio.ferreira@edu.unirio.br), e [malcher@edu.unirio.br](mailto:malcher@edu.unirio.br)

---

**\*Obrigatório**

1. Concorda com os termos acima? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

2. Qual o seu e-mail? (Opcional)

\_\_\_\_\_

Questões demográficas

3. Qual gênero você se identifica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Feminino  
 Masculino  
 Prefiro não dizer  
 Outro: \_\_\_\_\_

<https://docs.google.com/forms/d/1prTYZk4QE2hkPSiOUo-FwpjWSp0knblgXVuU9LlSEcl/edit>

2/11

**Figura 55:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 2 de 11

## 4. Qual a sua faixa etária? \*

Marcar apenas uma oval.

- De 18 a 30 anos
- De 31 a 40 anos
- De 41 a 50 anos
- De 51 a 60 anos
- De 61 a 70 anos
- Prefiro não dizer

## 5. Em qual área você atua? \*

Marcar apenas uma oval.

- Academia (Estudante e/ou professor)
- Setor privado
- Setor público
- Terceiro setor
- Autônomo
- Nenhuma das resposta anteriores

## 6. Em que região você mora? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sul
- Sudeste
- Centro Oeste
- Nordeste
- Norte

Questões específicas

**Figura 56:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 3 de 11

7. Você conhece alguma solução tecnológica oferecida pelo governo? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Pular para a pergunta 10*
- Não *Pular para a pergunta 10*
- Não lembro *Pular para a pergunta 10*

8. Caso a resposta seja sim, qual seria a solução?

---

---

---

---

---

9. E como você utiliza?

Marque todas que se aplicam.

- Smartphone (Aplicativo)
- Computador pessoal (Sistema)
- Teleatendimento
- Atendimento presencial
- Por observação (Sensores inteligentes)

Questões específicas

**Figura 57:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 4 de 11

10. Numa escala entre: Concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo nem discordo, discordo parcialmente, discordo totalmente. Você considera os sistemas listados como importantes para tornar uma cidade inteligente? \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Sistema de informação participativo para auxiliar na segurança pública	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de informação para aumentar a precisão do trânsito, encurtar tempo de trânsito e localizar acidentes de trânsito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de informação para monitorar transporte público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de informação colaborativo para auxiliar pessoas com mobilidade reduzida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de informação para auxiliar na gestão de estacionamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de processamento de transação no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Figura 58:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 5 de 11

sentido de fornecer  
ao cidadão  
melhores serviços  
de transporte  
público

Sistema de  
informação para  
auxiliar em  
emergências  
urbanas e  
desastres

Sistema de  
informação para  
oferecer  
informações  
meteorológicas, de  
chuvas e o nível de  
água

Sistema de  
informação  
geográfica para  
roteamento de  
coleta de  
recicláveis  
residenciais

Sistema de  
informação para  
desenvolvimento  
sustentável, com a  
proposta de evitar  
crescimento de  
favelas através de  
alocação de  
moradias

Sistema de  
informação para  
mitigação de  
desastres naturais

Sistema de  
informação para  
agilizar serviços  
administrativos e

**Figura 59:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 6 de 11

medir qualidade dos serviços

---

Sistema de informação para monitorar solicitações de serviços utilizando plataforma de gamificação

---

Sistema de informação para monitorar fronteiras

---

Sistema de informação para gerenciar reclamações de usuários

---

Sistema de informação para reunir e unificar dados abertos do governo e visualizar por meio de georeferenciamento

---

Sistema de informação para coletar e processar dados de sensores urbanos

---

Sistema de processamento de transação a fim de oferecer ao cidadão um canal de denúncias relacionados a aspectos governamentais

---

Sistema de informação para análise de redes

**Figura 60:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 7 de 11

30/01/2022 21:30

Pesquisa de opinião sobre sistemas de informação para cidades inteligentes

sociais a fim de  
planejar ações  
urbanas e melhorar  
a tomada de  
decisão

---

Sistema de  
informação para  
identificar região  
como maior  
consumo de  
energia elétrica

---

◀  ▶

11. Tendo em vista a escolha do sistema mais importante, na sua opinião, quem deveria oferecer esta solução? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Governo (Administração pública)
- Empresa de tecnologia da informação e comunicação (TIC)
- Ambos
- Nenhuma das respostas

Desafios e barreiras

<https://docs.google.com/forms/d/1prTYZkMQE2hkPSiOUo-FwpjWSp0knbLgXVuU9LlSEcl/edit>

8/11

**Figura 61:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 8 de 11

12. Numa escala onde 5 é maior dificuldade e 1 menor dificuldade, classifique os itens abaixo para implantação de sistemas de informação?

Marcar apenas uma oval por linha.

	5	4	3	2	1
Aceitação dos cidadãos	<input type="radio"/>				
Custo para implantação	<input type="radio"/>				
Preocupação com a privacidade dos dados dos cidadãos	<input type="radio"/>				
Divergência de dados entre sistemas	<input type="radio"/>				
Falta de informações, dados governamentais ou populacionais	<input type="radio"/>				

Fatores de sucesso

**Figura 62:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 9 de 11

13. Numa escala onde 5 é o mais importante e 1 o menos importante, que fatores de sucesso você considera mais importante para a criação de cidades inteligentes?

Marcar apenas uma oval por linha.

	5	4	3	2	1
Disponibilidade de API externos	<input type="radio"/>				
Facilidade de uso	<input type="radio"/>				
Melhorias no processo	<input type="radio"/>				
Tecnologia disponível e de fácil acesso	<input type="radio"/>				
Utilização de sensores	<input type="radio"/>				

#### Questão aberta

14. Cite desafios a serem superados para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes. \*

---

---

---

---

---

**Figura 63:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 10 de 11

30/01/2022 21:30

Pesquisa de opinião sobre sistemas de informação para cidades inteligentes

15. Cite fatores de sucesso para implantação de sistemas de informação para cidades inteligentes. \*

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

<https://docs.google.com/forms/d/1prTYZk4QE2hkPSiOUo-FwpjWSp0knLgXVuU9LiSEcl/edit>

11/11

**Figura 64:** Questionário da pesquisa de opinião - Parte 11 de 11

## Apêndice V. Dados do Grupo Focal

30/01/2022 21:33 Grupo focal para avaliação do catálogo de requisitos não-funcionais para sistemas de informação no co...

### Grupo focal para avaliação do catálogo de requisitos não-funcionais para sistemas de informação no contexto de cidades inteligentes

Este formulário se destina exclusivamente para avaliação do catálogo de requisitos não-funcionais para sistemas de informação no contexto de cidades inteligentes.

Os participantes do grupo focal estão cientes do Termo de Consentimento Livre Esclarecido, que se encontra disponível no link:

<https://drive.google.com/file/d/1no3quPgamCybGZUoRl3oViUoX72lu6n/viw?usp=sharing>

---

**\*Obrigatório**

1. E-mail \*

---

2. Você aceita o Termo de Consentimento Livre Esclarecido? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Eu aceito

Não aceito

Questões de avaliação

<https://docs.google.com/forms/d/1BsCQU6VjwyksjWkaQkoydexKpSkM4bvQUgAwjOcNg/edit>

1/3

**Figura 65:** Questionário do grupo focal - Parte 1 de 3

3. A estrutura e descrições dos itens do catálogo, apresentadas em 2.2.2. Elaboração do Catálogo, foi desenvolvida corretamente? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Fortemente aceito  
 Levemente aceito  
 Não Aceito

4. Poderia justificar sua resposta? \*

---

---

---

---

---

5. Os exemplos de requisitos não-funcionais apresentados no catálogo podem ser aplicados aos sistemas de informação nas dimensões e domínios de cidades inteligentes? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Fortemente aceito  
 Levemente aceito  
 Não Aceito

**Figura 66:** Questionário do grupo focal - Parte 2 de 3

6. Poderia justificar sua resposta? \*

---

---

---

---

---

7. As características de qualidade dos requisitos não-funcionais apresentados possuem relação com as características de ecossistemas digitais? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Fortemente aceito
- Levemente aceito
- Não Aceito

8. Poderia justificar sua resposta? \*

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

**Figura 67:** Questionário do grupo focal - Parte 3 de 3