

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**MATEUS GUIMARÃES BELIZARIO**

**INTERAÇÃO DE CIDADÃOS COM PLATAFORMAS DE GRAFOS DE  
CONHECIMENTO: UM ESTUDO CRÍTICO SOBRE PERFIS,  
FUNCIONALIDADES E RECURSOS INTERATIVOS SOB A LUZ DA  
INTERAÇÃO HUMANO-DADOS**

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA**

**2023**

**MATEUS GUIMARÃES BELIZARIO**

**INTERAÇÃO DE CIDADÃOS COM PLATAFORMAS DE GRAFOS  
DE CONHECIMENTO: UM ESTUDO CRÍTICO SOBRE PERFIS,  
FUNCIONALIDADES E RECURSOS INTERATIVOS SOB A LUZ  
DA INTERAÇÃO HUMANO-DADOS**

**Citizen Interaction with Knowledge Graph Platforms: A critical  
study on profiles, features and interactive resources under the light of  
Human-Data Interaction**

Dissertação apresentado(a) como requisito  
para obtenção do título(gra) de Mestre  
em Computação Aplicada, do Programa de  
Pós-Graduação em Computação Aplicada,  
da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Rita Cristina  
Galarraga Berardi

**CURITIBA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Curitiba**



MATEUS GUIMARAES BELIZARIO

**INTERAÇÃO DE CIDADÃOS COM PLATAFORMAS DE GRAFOS DE CONHECIMENTO: UM ESTUDO  
CRÍTICO SOBRE PERFIS, FUNCIONALIDADES E RECURSOS INTERATIVOS SOB A LUZ DA  
INTERAÇÃO HUMANO-DADOS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Computação Aplicada da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia De Sistemas Computacionais.

Data de aprovação: 05 de Maio de 2023

Dra. Rita Cristina Galarraga Berardi, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Nadia Puchalski Kozievitch, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Roberto Pereira, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 08/05/2023.

Aos que se preocupam com o ensino do pensamento computacional e que acreditam que conhecimento e saber devem ser compartilhados

Aos que veem no computar um ato de transformação social e empoderamento humano

Aos que acreditam que dar acesso a dados e informação é uma forma de transformar a realidade

“Most of the time spent wrestling with technologies that not quite work yet is just not worth it for end users, however much fun it is for nerds.”

- Douglas Adams

## RESUMO

BELIZARIO, Mateus Guimarães. **Interação de cidadãos com plataformas de grafos de conhecimento: Um estudo crítico sobre perfis, funcionalidades e recursos interativos sob a luz da Interação Humano-Dados.** 2023. 106 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2023.

Permitir que os cidadãos utilizem os dados gerados por ambientes urbanos é essencial para o desenvolvimento de cidades inteligentes, e o uso de Grafos de Conhecimento (KG) abre novas possibilidades em vários domínios. O problema é que a construção e a interação com Grafos de Conhecimento têm sido restrito à comunidade técnica, o que pode limitar uma ampla adoção deste tipo de tecnologia. Existem perfis de usuários em cidades inteligentes como administradores, planejadores urbanos e pesquisadores que poderiam fazer um uso otimizado dos dados, mas que infelizmente não podem usar este tipo de dados porque dependem de uma capacitação técnica para interagir com essas bases de conhecimento. Uma solução chave para superar este obstáculo é permitir a interação dos dados de forma coerente e legível, permitindo ao público não-especialista e não-técnico em tecnologias semânticas obter uma boa compreensão de sua estrutura. Neste contexto, os estudos da área de Interação Humano-Dados (HDI) fornecem possíveis caminhos sobre como melhorar a interação dos diferentes usuários com os dados. Assim, o objetivo da pesquisa é compreender como plataformas de interação com grafos de conhecimento podem ser desenvolvidas para permitir que pessoas sem conhecimento técnico em web semântica e grafos possam interagir e tirar proveito desses dados em cidades inteligentes. Para alcançar este objetivo foram identificados quais são os perfis dos cidadãos presentes no contexto das cidades inteligentes, assim como suas particularidades e necessidades perante ao uso de dados, as funcionalidades em que estão interessados em tais plataformas e os recursos de interação que podem facilitar a o contato de pessoas não-técnicas com essas bases de dados. Com os insumos levantados, foi desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade que foi utilizado em avaliações de comunicabilidade com pessoas para entender os desdobramentos da utilização de recursos de interação adequados.

**Palavras-chave:** Cidades Inteligentes. Grafos de Conhecimento. Interação Humano-Dados.

## ABSTRACT

BELIZARIO, Mateus Guimarães. **Citizen Interaction with Knowledge Graph Platforms: A critical study on profiles, features and interactive resources under the light of Human-Data Interaction**. 2023. 106 p. Dissertation (Master's Degree in Applied Computing) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2023.

Enabling citizens to use the data generated by urban environments is essential for the development of smart cities, and the use of Knowledge Graphs (KG) opens new possibilities in several domains. The problem is that building and interacting with Knowledge Graphs has been restricted to the technical community, which may limit wide adoption of this type of technology. There are user profiles in smart cities such as administrators, urban planners, and researchers that could make optimal use of the data, but unfortunately cannot use this type of data because they depend on technical training to interact with these knowledge bases. A key solution to overcome this obstacle is to allow the interaction of the data in a coherent and readable way, allowing the web semantic non-specialist and non-technical audience to get a good understanding of its structure. In this context, studies in the field of Human-Data Interaction (HDI) provide possible avenues on how to improve the interaction of different users with data. Thus, the goal of the research is to understand how interaction platforms with knowledge graphs can be developed to allow people without technical knowledge in web semantics and graphs to interact and take advantage of this data in smart cities. To achieve this goal, the profiles of the citizens present in the context of smart cities were identified, as well as their particularities and needs regarding the use of data, the functionalities in which they are interested in such platforms and the interaction resources that can facilitate the contact of non-technical people with these databases. With the inputs collected, a low fidelity prototype was developed and used in communicability evaluations with people to understand the consequences of using adequate interaction resources.

**Keywords:** Smart Cities. Knowledge Graph. Human-Data Interaction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de Dados em formato RDF . . . . .	21
Figura 2 – Estrutura de consultas SPARQL . . . . .	25
Figura 3 – Fluxograma da metodologia de pesquisa . . . . .	28
Figura 4 – Trabalhos incluídos no corpo da pesquisa em cada fase . . . . .	32
Figura 5 – Artigos ao longo dos anos . . . . .	33
Figura 6 – Corpus da revisão ao longo dos anos . . . . .	33
Figura 7 – Categoria dos artigos . . . . .	34
Figura 8 – Taxonomia dos perfis . . . . .	40
Figura 9 – Mapa de Funcionalidades por Perfil . . . . .	41
Figura 10 – Relação entre os grafos de conhecimento, requisitos e recursos de interação . . . . .	44
Figura 11 – Exemplos de recursos de interação para a funcionalidade de Visualização . . . . .	52
Figura 12 – Exemplo de recursos de interação para a funcionalidade de Exploração . . . . .	53
Figura 13 – Exemplo de recursos de interação para a funcionalidade de exportação . . . . .	54
Figura 14 – Taxonomia da Ontologia . . . . .	58
Figura 15 – Áreas principais do protótipo . . . . .	61
Figura 16 – Mapa Inicial . . . . .	62
Figura 17 – Modal de Ajuda . . . . .	62
Figura 18 – Mapa de Relações entre Classes . . . . .	63
Figura 19 – Seleção de universidade . . . . .	64
Figura 20 – Definição de critério . . . . .	64
Figura 21 – Exemplo de Consulta SPARQL responder a primeira questão. . . . .	65
Figura 22 – Construção de triplas . . . . .	66
Figura 23 – Aplicação de busca . . . . .	66
Figura 24 – Resultado da primeira questão da persona . . . . .	66
Figura 25 – Visualização de Universidade . . . . .	67
Figura 26 – Visualização de pontos de ônibus . . . . .	67
Figura 27 – Salvar busca . . . . .	67
Figura 28 – Buscas da comunidade . . . . .	68
Figura 29 – Exemplo de Consulta SPARQL responder a segunda questão. . . . .	69
Figura 30 – Adicionar novo critério . . . . .	69
Figura 31 – Triplas Complexas . . . . .	70
Figura 32 – Critério Completo . . . . .	70
Figura 33 – Resultado da segunda questão da persona . . . . .	71
Figura 34 – Modal de tipo de dado . . . . .	71
Figura 35 – Formatos Regulares . . . . .	72
Figura 36 – Formatos Técnicos . . . . .	72
Figura 37 – Visualização da Universidade . . . . .	73
Figura 38 – Visualização de avaliações . . . . .	73
Figura 39 – Consultas da Comunidade . . . . .	74
Figura 40 – Endpoint SPARQL . . . . .	74
Figura 41 – Etiquetagem de Avaliação . . . . .	84



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definições de Cidades Inteligentes . . . . .	18
Tabela 2 – 5 estrelas para Dados Abertos Conectados . . . . .	23
Tabela 3 – Artigos por Repositório . . . . .	31
Tabela 4 – Análise de artigos . . . . .	35
Tabela 5 – Definições de Perfis . . . . .	38
Tabela 6 – Requisitos de Legibilidade - Interpretado dos temas chave de Mortier <i>et al.</i> (2014) . . . . .	45
Tabela 7 – Requisito de Agência - Interpretado dos temas chave de Mortier <i>et al.</i> (2014) . . . . .	45
Tabela 8 – Requisitos de Negociabilidade - Interpretado dos temas chave de Mortier <i>et al.</i> (2014) . . . . .	46
Tabela 9 – Análise de Plataformas de interação com KGs em Cidade Inteligentes Selecionadas . . . . .	48
Tabela 10 – Análise de Plataformas de Grafos de Conhecimento . . . . .	50
Tabela 11 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Visualização . . . . .	51
Tabela 12 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Exploração . . . . .	52
Tabela 13 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Exportação . . . . .	54
Tabela 14 – Critérios de HDI para avaliação de Sistemas de Informação - Adaptado de Victorelli <i>et al.</i> (2020) . . . . .	76
Tabela 15 – Adequação aos Critérios de HDI para avaliação de Sistemas de Informação . . . . .	77
Tabela 16 – Critérios de Avaliação para Grafos de Conhecimento . . . . .	78
Tabela 17 – Descrição de Etiquetas . . . . .	80
Tabela 18 – Perfil de Voluntários . . . . .	82
Tabela 19 – Tarefas Propostas para Avaliação . . . . .	83
Tabela 20 – Comentários sobre Construção de Critérios (Tarefa E) . . . . .	85
Tabela 21 – Notas de Funcionalidades . . . . .	85
Tabela 22 – Rupturas observadas na avaliação de comunicabilidade . . . . .	86
Tabela 23 – Elaboração do Perfil Semiótico . . . . .	87

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

### ABREVIATURAS

art.	Artigo
cap.	Capítulo
sec.	Seção

### SIGLAS

CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
KG	Grafo de Conhecimento, do inglês <i>Knowledge Graph</i>
HDI	Interação Humano-Dados, do inglês <i>Human-Data Interaction</i>
IHC	Interação Humano-Computador
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
PDF	Formato de Documento Portátil, do inglês <i>Portable Document Format</i>
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>12</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA . . . . .	14
1.2	OBJETIVOS . . . . .	15
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO . . . . .	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> . . . . .	<b>17</b>
2.1	CIDADES INTELIGENTES . . . . .	17
2.2	MODELOS ONTOLÓGICOS . . . . .	20
2.2.1	<i>Resource Description Framework</i> . . . . .	20
2.3	DADOS ABERTOS . . . . .	22
2.4	GRAFOS DE CONHECIMENTO . . . . .	23
2.5	INTERAÇÃO HUMANO-DADOS . . . . .	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>POTENCIAIS PERFIS DE CONSUMIDORES DE GRAFOS DE CONHECIMENTO EM CIDADES INTELIGENTES</b> . . . . .	<b>30</b>
4.1	METODOLOGIA DE REVISÃO DA LITERATURA . . . . .	30
4.2	RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA . . . . .	32
4.3	PERFIS EM CIDADES INTELIGENTES . . . . .	38
4.4	RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA . . . . .	41
<b>5</b>	<b>INTERAÇÃO HUMANO-DADOS PARA GRAFOS DE CONHECIMENTO</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DE PLATAFORMAS DE INTERAÇÃO COM GRAFOS DE CONHECIMENTO EM CIDADES INTELIGENTES</b> . . . . .	<b>47</b>
6.1	MAPEAMENTO DE PERFIS E FUNCIONALIDADES PRESENTES EM PLATAFORMAS . . . . .	48
6.2	ANÁLISE DE RECURSOS DE INTERAÇÃO PARA GRAFOS DE CONHECIMENTO BASEADOS EM HDI . . . . .	50
6.3	DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DAS ANÁLISES . . . . .	54
<b>7</b>	<b>PROTÓTIPO DE PLATAFORMA BASEADO EM HDI</b> . . . . .	<b>57</b>
7.1	CONJUNTO DE DADOS: MOBILIDADE E EDUCAÇÃO . . . . .	57
7.2	PERFIL E PERSONA . . . . .	58
7.3	ESCOPO DO PROTÓTIPO E FUNCIONALIDADES DOS PERFIS . . . . .	59
7.4	RECURSOS DE INTERAÇÃO PROPOSTOS . . . . .	60
7.4.1	Quais são os pontos de acesso a transporte público próximos a determinada instituição de ensino? . . . . .	64
7.4.2	Quais são as linhas de ônibus próximas a uma determinada instituição de ensino? . . . . .	68
7.4.3	Qual é a relação entre o desempenho acadêmico e o acesso à mobilidade pública? . . . . .	72
7.5	AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO . . . . .	74

<b>8</b>	<b>AVALIAÇÃO DE COMUNICABILIDADE</b> . . . . .	<b>79</b>
8.1	PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DO MAC . . . . .	80
8.2	ETIQUETAGEM E INTERPRETAÇÃO . . . . .	83
8.3	PERFIL SEMIÓTICO . . . . .	87
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES</b> . . . . .	<b>89</b>
9.0.1	Contribuições . . . . .	91
9.0.2	Trabalhos Futuros . . . . .	92
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>94</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A rápida transição para uma população altamente urbanizada fez com que alguns governos enfrentassem novos desafios em relação a temas-chave como desenvolvimento sustentável, educação, energia, meio ambiente, segurança e serviços públicos, entre outros. A disponibilidade de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em cidades inteligentes estimula o desenvolvimento de novos serviços e aplicações, e cria um ambiente mais eficiente na solução colaborativa de problemas e inovação (BOLÍVAR, 2018).

Segundo Lemos (2013), o conceito de cidades inteligentes surge neste contexto para estimular o ambiente público na tomada de decisões, aumentar os laços comunitários e a participação política. Apesar de todos os benefícios que a aplicação deste conceito pode proporcionar, existem dificuldades e dúvidas sobre como desenvolver e usar tecnologias para construir e manter cidades inteligentes (MARCEAU, 2008).

As tecnologias semânticas têm um potencial em fornecer a base para novos serviços digitais, auxiliar na tomada de decisão e no desenvolvimento de novas soluções nos ecossistemas urbanos. O uso de estruturas como grafos de conhecimento abrem novas possibilidades em cidades inteligentes, pois podem combinar informações de várias fontes para fins estatísticos, análises de dados complexos, construção de mapas de dados, assim como auxiliar usuários nas buscas de seus interesses e descrever produtos e serviços com mais precisão (BISCHOF *et al.*, 2014).

Nesse sentido, deve-se pensar no cidadão e sua independência como elemento central das cidades inteligentes. Uma cidade com bom desempenho na economia, nas pessoas, na governança, na mobilidade, no meio ambiente e na qualidade de vida, é construída com base na combinação de recursos e atividades de cidadãos independentes e conscientes (ALBINO *et al.*, 2015).

O problema é que a construção e a interação com dados conectados em grafos de conhecimentos são restritos quase inteiramente à comunidade letrada em Web Semântica. Embora a utilidade desses dados por pessoas não experientes em tecnologia seja evidente, a falta de conhecimento técnico e uma compreensão das complexidades sobre tecnologia semântica limitam esses usuários em sua capacidade de interpretar e fazer uso da Web de dados (DADZIE; ROWE, 2011).

Segundo Klímek *et al.* (2019), há um grande número de conjuntos de dados publicados

em grafos de conhecimento. Ao mesmo tempo, também há uma grande variedade de ferramentas para publicação de dados em grafos de conhecimento. No entanto, os potenciais consumidores de grafos de conhecimento ainda têm dificuldade em descobrir, acessar e explorar esse formato de dados. Isso ocorre porque, em comparação com o consumo de formatos de dados tradicionais, como arquivos *eXtensible Markup Language* (XML) e *Comma-separated values* (CSV), há falta de ferramentas para interação com grafos de conhecimento.

Em um estudo anterior, Belizario e Berardi (2021b) apontam que para construir sistemas de informação que realmente permitam o uso generalizado desses dados, é necessário perguntar quem são os potenciais usuários e quais funcionalidades servem seus interesses. Vários perfis foram mapeados em cidades inteligentes, cada um deles com diferentes motivações e conhecimentos técnicos que podem se beneficiar de tecnologias semânticas e aplicações de grafos de conhecimento. Existem perfis não-técnicos, como usuários leigos, gestores e planejadores, e até perfis técnicos que não possuem experiência em tecnologias semânticas, como desenvolvedores, pesquisadores que poderiam fazer o melhor uso dos dados e que infelizmente não podem usar esse tipo de dados porque geralmente não sabem consumir grafos de conhecimento.

Uma solução chave para superar esse obstáculo é permitir a interação com os dados de uma maneira coerente e legível, permitindo que públicos não especialistas e não técnicos obtenham uma boa compreensão de sua estrutura e, portanto, construam consultas, identifiquem links entre dados e descubram intuitivamente novas informações (DADZIE; ROWE, 2011).

Os estudos de Interação Humano-Dados (HDI) fornecem possíveis caminhos sobre como melhorar a interação dos diferentes usuários com dados, e argumentamos que esta discussão pode ser expandida para o contexto dos grafos de conhecimento nas cidades inteligentes. Para tornar essa análise possível é necessário colocar o humano no centro dos fluxos de dados e fornecer mecanismos e métodos para interagir com os complexos sistemas de dados (GRUDIN, 1990).

Essa pesquisa é apoiada pelo grupo de pesquisa "*Smart City Concepts in Curitiba Project: low-carbon transport and mobility in a digital society*"<sup>1</sup>. O projeto explora a mudança transformacional necessária para tornar o transporte urbano e a mobilidade mais eficientes em termos energéticos, com baixo teor de carbono e sustentáveis.

Equilibrar sustentabilidade e prosperidade em ambientes urbanos envolve encontrar soluções para os desafios da mobilidade. Neste contexto, as sinergias entre as partes interessadas

---

<sup>1</sup> Mais informações em: <https://smartcityconcepts.chalmers.se/>

e os diferentes setores de infraestrutura precisam ser articuladas através do planejamento urbano. Assim, um consórcio de partes interessadas suecas e brasileiras vêm desenvolvendo estudos e atividades de demonstração para promover a mobilidade urbana sustentável desde 2013. A cidade de Curitiba trabalha como um laboratório vivo neste contexto.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema direcionado nesta pesquisa é justamente a dificuldade de cidadãos não-técnicos em interagir com dados conectados de grafos de conhecimento. Vários domínios de aplicação podem aproveitar os dados presentes em grafos de conhecimento.

O problema é que a interação com grafos de conhecimento é quase inteiramente restrito à comunidade de Web Semântica. Por exemplo, para explorar e consumir dados de grafos de conhecimento, é necessário que a pessoa interessada tenha ao menos conhecimentos básicos de estruturas lógicas computacionais e uma linguagem específica para consumo de dados conectados em grafos, a linguagem SPARQL. Mesmo para pessoas que atuam na área de computação, o conhecimento em estruturas baseadas em web semânticas não são tão triviais. E a falta de ferramentas visuais que poderia ajudar pessoas que não detêm conhecimento técnico tão profundo faz com que esse formato de dados, com alto potencial de uso no contexto de cidades inteligentes devido a possibilidade da integração de diferentes domínios, tenha seu alcance e possibilidades de uso limitados.

Existem lacunas em várias áreas de interação com esses dados, especialmente para usuários não-técnicos, que ainda precisam do apoio de ferramentas amigáveis que possam se adequar às suas necessidades e expectativas. Isto pode permitir aos consumidores de dados explorar os benefícios de trabalhar com grafos de conhecimento, o que, por sua vez motivaria mais publicadores e criadores de dados a adotar esta tecnologia. Uma solução possível para superar este obstáculo é permitir a interação com o grafos de conhecimento de forma coerente e legível (DADZIE; ROWE, 2011).

Para guiar essa dissertação, foram criadas quatro perguntas de pesquisa que podem ajudar a compreender e resolver o problema apresentado:

- Quem são os perfis de cidadãos presentes em cidades inteligentes que são potenciais usuários de grafos de conhecimento?
- Quais são as funcionalidades que podem servir aos interesses interesse desses perfis em

plataformas para poderem interagir com os dados disponíveis em grafos de conhecimento?

- Quais são os requisitos para plataformas que pretendem permitir a interação de usuários não especialistas em web-semântica com grafos de conhecimento?
- Quais são os recursos de interação utilizados por plataformas que permitem a interação de usuários especialistas em web-semântica com grafos de conhecimento?

## 1.2 OBJETIVOS

Dentre todos os perfis de cidadãos que poderia utilizar dados de grafos de conhecimento, apontados por Belizario e Berardi (2021b), esta pesquisa propõe compreender como plataformas de interação com grafos de conhecimento podem ser desenvolvidas para permitir que pessoas não especialistas em web semântica e grafos possam interagir e tirar proveito desses dados em cidades inteligentes. Plataformas construídas de maneira adequada para este perfil de usuário possibilitam o consumo adequado dos grafos de conhecimento construído por cidades para análises, desenvolvimentos de novas soluções e tomadas de decisão em ambientes urbanos por pessoas sem experiência neste tipo de tecnologia. Para alcançar este macro objetivo, foram definidos quatro objetivos menores que ajudarão no desenvolvimento da pesquisa:

- Identificar quais são os perfis de cidadãos presentes em cidades inteligentes que são potenciais usuários de grafos de conhecimento;
- Mapear as funcionalidades que podem servir aos interesses desses perfis em plataformas para poderem interagir com os dados disponíveis em grafos de conhecimento;
- Definir os requisitos para plataformas que pretendem permitir a interação de usuários especialistas em web-semântica com grafos de conhecimento;
- Mapear os recursos de interação utilizados por plataformas que permitem a interação de usuários especialistas em web-semântica com grafos de conhecimento;

## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 deste documento é a introdução da dissertação, o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica e o Capítulo 3 se trata da metodologia proposta para alcançar os objetivos



e responder as perguntas de pesquisa. A partir do quarto capítulo, são apresentadas etapas de desenvolvimento da pesquisa. O capítulo 4 apresenta a revisão sistemática realizada para compreender quais são os perfis presentes em cidades inteligentes que poderiam ter acesso e interagir com grafos de conhecimento, este capítulo responde a primeira e a segunda perguntas de pesquisa levantadas.

O capítulo 5 apresenta requisitos para grafos de conhecimento baseados em HDI, responde a terceira pergunta de pesquisa, e o Capítulo 6 apresenta uma análise de plataformas que oferecem interação com grafos de conhecimento em contextos de cidades inteligentes, que pretende responder a quarta questão de pesquisa. Já o Capítulo 7 apresenta um protótipo desenvolvido sob perspectivas e requisitos de interação humano-dados. O capítulo 8 contém a avaliação de comunicabilidade aplicado no protótipo e seus resultados e por fim são apresentadas as conclusões.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados, contextualizados e discutidos os principais conceitos que apoiam o desenvolvimento deste trabalho. Antes de expor a metodologia e desenvolvimento, é necessário desenvolver um arcabouço de conhecimentos e informações sobre as questões que serão apresentadas a seguir. São eles: Cidades inteligentes, Modelos Ontológicos, Grafos de Conhecimento e Interação Humano-Dados.

### 2.1 CIDADES INTELIGENTES

As cidades do século XXI são sistemas complexos que são caracterizados por um grande número de cidadãos interconectados, empresas, diferentes meios de transporte, redes de comunicação, serviços e utilidades. O crescimento populacional e o aumento da urbanização levantam uma variedade de problemas técnicos, sociais, econômicos e organizacionais que tendem a comprometer a sustentabilidade econômica e ambiental das cidades (NEIROTTI *et al.*, 2014).

Neste contexto, surge um debate sobre a forma como as novas soluções baseadas em tecnologia, bem como novas abordagens para o planejamento urbano e a vida, podem assegurar a viabilidade e prosperidade em áreas metropolitanas (ALAWADHI *et al.*, 2012).

Nesta discussão, o conceito de cidades inteligentes, tem sido objeto de crescente atenção e aparece agora como um novo paradigma de desenvolvimento urbano inteligente e crescimento socioeconômico sustentável, cuja origem pode ser atribuída a movimentos do final dos anos 90 (HARRISON; DONNELLY, 2011).

Neirotti *et al.* (2014) dizem no entanto que, apesar do aumento do debate sobre cidades inteligentes pelos planejadores urbanos, a difusão de iniciativas de cidades inteligentes em países com diferentes necessidades e condições contextuais dificulta a identificação de definições compartilhadas e tendências atuais comuns em escala global. Ainda não existe, de fato, um consenso geral sobre o significado do termo cidade inteligente ou sobre quais são os seus atributos descritivos. No entanto, o autor diz que há um consenso sobre o fato de que as cidades inteligentes são caracterizadas por um uso difundido das tecnologias de informação e comunicação, que, em vários domínios urbanos, ajudam as cidades a usar melhor seus recursos.

No entanto, soluções baseadas em TICs podem ser consideradas apenas como um dos

vários recursos de entrada para projetos e abordagens de planejamento urbano e de vida que têm como objetivo melhorar a sustentabilidade econômica, social e ambiental de uma cidade. Isto implica que as cidades que estão mais equipadas com sistemas de TICs não são necessariamente melhores cidades, e que o número de iniciativas “inteligentes” lançadas por um município não é um indicador do desempenho da cidade, mas poderia resultar em uma saída intermediária que reflete a esforços aplicados para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (NEIROTTI *et al.*, 2014).

Na Tabela 1 são apresentadas algumas definições para cidades inteligentes encontradas na literatura. Por mais que o foco das formalizações seja diferente, de forma geral todos se referem a TICs como auxiliadoras e suportes em diferentes áreas das cidades para melhorar a qualidade de vida dos seus cidadãos.

**Tabela 1 – Definições de Cidades Inteligentes**

Referência	Definição
Hall <i>et al.</i> (2000)	"Uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infra-estruturas críticas, incluindo estradas, pontes, túneis, ferrovias / metrô, aeroportos, portos, meios de comunicações, água, energia, até mesmo grandes edifícios, pode otimizar seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar os aspectos de segurança, maximizando os serviços para seus cidadãos."
Giffinger e Pichler-Milanović (2007)	"Uma cidade que tem um bom desempenho na economia, nas pessoas, na governança, na mobilidade, no meio ambiente e na vida, construída com base na combinação inteligente de recursos e atividades de cidadãos autoconfiantes, independentes e conscientes."
Washburn <i>et al.</i> (2009)	"O uso de tecnologias <i>Smart Computing</i> para tornar os componentes e serviços de infraestrutura críticas de uma cidade, que incluem administração municipal, educação, saúde, segurança pública, imóveis, transporte e serviços públicos, mais inteligentes, interconectados e eficientes."
Rios (2012)	"Uma Cidade Inteligente é uma cidade que dá inspiração, compartilha cultura, conhecimento e vida, uma cidade que motiva seus habitantes a criar e fluir em suas próprias vidas. Uma cidade inteligente é uma cidade admirada, uma embarcação para a inteligência, mas, em última instância, uma incubadora de espaços capacitados."

Neste trabalho é adotado o conceito apresentado por Giffinger e Pichler-Milanović

(2007), que concerne a diferentes domínios para a cidade e que abrange tanto o campo técnico quanto sócio-cultural dos desdobramento do uso da tecnologia na vida ativa das cidades e seus cidadãos. Giffinger e Pichler-Milanović (2007) apresentam os domínios das cidades inteligentes, que podem ser interpretadas como grandes áreas pelas quais as cidades são avaliadas e desenvolvidas, e todos os fatores inseridos e tratados por cada um deles:

1. Economia Inteligente (Competitividade): Engloba espírito inovador, empreendedorismo, imagem econômica e marcas, produtividade, flexibilidade do mercado de trabalho, inserção internacional e capacidade de transformação.
2. Pessoas Inteligentes (Capital Social e Humano): Se refere a nível de qualificação, afinidade à aprendizagem ao longo da vida, pluralidade social e étnica, flexibilidade, criatividade, cosmopolitismo, participação na vida pública.
3. Governança Inteligente (Participação): Envolve a participação na tomada de decisões, serviços públicos e sociais, governança transparente e estratégias e perspectivas políticas.
4. Mobilidade Inteligente (Transportes e TIC): Trata da acessibilidade local, (inter) acessibilidade nacional, disponibilidade de infraestruturas TICs, sistemas de transportes sustentáveis, inovadores e seguros.
5. Ambiente Inteligente (Recursos naturais): Se preocupa com uma atratividade das condições naturais, poluição, proteção ambiental, manejo sustentável de recursos.
6. Vida Inteligente (Qualidade de vida): Envolve recursos culturais, condições de saúde, segurança individual, qualidade da moradia, instalações educacionais, atratividade turística e coesão social.

Além dos domínios já apresentados, Nam e Pardo (2011) identificam três áreas de componentes e fatores importantes para a implementação de cidades inteligentes: tecnologia (infra-estrutura de hardware e software), pessoas (criatividade, diversidade e educação) e instituição (governança e política). Segundo os autores, dada a existência da conexão entre os fatores, uma cidade é inteligente quando os investimentos em capital humano/social e infraestrutura de tecnologias da informação incentivam o crescimento sustentável e melhoram a qualidade de vida, por meio de uma governança participativa.

## 2.2 MODELOS ONTOLÓGICOS

Segundo Guarino (1997) o termo ontologia surgiu na filosofia como o estudo do “ser enquanto ser”, com o objetivo de estudar a natureza do ser e a estrutura da realidade. Na computação, a pesquisa em ontologias se estendeu por toda a comunidade, e o conceito de ontologias tem sido aplicado em diferentes áreas da computação.

A Web Semântica depende fortemente de ontologias formais para estruturar dados para uma compreensão abrangente e transportável por máquinas. Assim, a criação de ontologias influencia o sucesso da Web Semântica. Elas servem como esquemas de metadados, fornecendo um vocabulário controlado de conceitos, cada um com uma semântica explicitamente definida e processável por máquina. Ao definir modelos de domínio comuns e compartilhadas, as ontologias ajudam as pessoas e as máquinas a se comunicarem de forma concisa, suportando a troca semântica e não apenas a sintaxe (MAEDCHE; STAAB, 2001). Nesse contexto, as ontologias computacionais são um meio de modelar formalmente a estrutura de um sistema, isto é, as classes e relações relevantes que emergem de sua observação e que são úteis para determinados propósitos (GUARINO *et al.*, 2009).

O conceito de modelos ontológicos adotado por este trabalho segue as observações de Guarino *et al.* (2009), apresentada anteriormente, e as definições de Gruber (1993), que formaliza ontologia como uma especificação explícita e formal de uma conceitualização compartilhada. E entende-se por conceitualização os conceitos, objetos, entidades e relacionamentos presentes em um determinado domínio.

### 2.2.1 *Resource Description Framework*

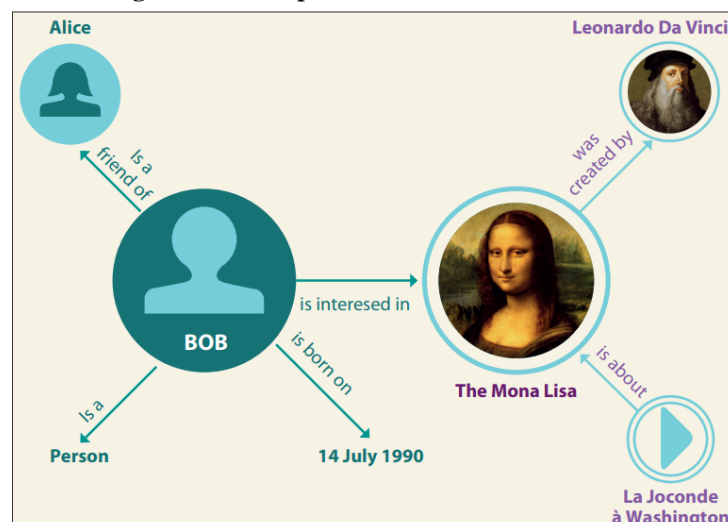
A *Ontology Web Language* (OWL) é uma linguagem que amplifica as possibilidades do RDF e do RDFS. Ela oferece uma série de relações para serem declaradas sobre as triplas e diversos construtores que permitem a construção de triplas mais complexas. Sua principal base vem das *Description Logics* (DLs), linguagens de representação de conhecimento utilizadas na construção de ontologias. Elas são lógicas e possuem uma semântica formal, uma especificação precisa do significado. A semântica formal permite que humanos e máquinas possam compreender as ontologias sem riscos de causar ambiguidade quanto ao seu significado, além de permitir a utilização de dedução lógica para inferir informações adicionais dos fatos explicitados na ontologia (ISOTANI; BITTENCOURT, 2015).

Arquivos RDF são modelos que utilizam vocabulários baseados em URIs e sintaxes baseadas em XML. O modelo RDF é formado pelo conjunto de declarações predicado, sujeito e objeto, essa combinação é conhecida como triplas. O objeto e o sujeito são recursos sobre os quais a RDF permite fazer afirmações. Uma afirmação na RDF expressa a relação do sujeito com o objeto, sendo que o predicado representa a natureza da relação, e é chamada em RDF de propriedade (KLYNE; CARROLL, 2006).

Ainda segundo Isotani e Bittencourt (2015), *Resource Description Framework Schema* (RDFS) é um vocabulário que complementa a RDF e permite especificar características que agregam semântica aos dados. Com ela é possível especificar que uma URI é uma propriedade de um recurso ou que um recurso pertence a uma determinada classe. Esse modelo utiliza o conceito de classes para montar categorias sobre os recursos, podendo até mesmo montar hierarquias de classes, subclasses, propriedades e sub propriedades. Além de permitir restrições de tipos sobre os sujeitos e objetos das triplas, através da especificação de domínios e contradomínios para cada um dos tipos. Essas propriedades da RDFS permitem que se faça inferências sobre os dados.

A Figura 1 apresenta um exemplo de triplas RDF, neste exemplo há seis triplas que representam a relação entre recursos diferentes. Uma tripla é construída por três elementos: sujeito, predicado e objeto. Na relação <sujeito> <predicado> <objeto>, o sujeito e o objeto representam dois recursos que são relacionados por um predicado.

**Figura 1 – Exemplo de Dados em formato RDF**



**Isotani e Bittencourt (2015)**

Ainda sobre a Figura 1, No exemplo de Isotani e Bittencourt (2015), <Bob> <is a friend of> <Alice>, <Bob> representa um sujeito, que é um recurso único indetificado por uma URI, <Alice> representa o objeto que é outro recurso e <is a friend of> representa uma propriedade

que relaciona <Bob> à <Alice>. Da mesma forma <A Mona Lisa> <*was created by*> <Leonardo Da Vinci> representa a relação entre o sujeito <A Mona Lisa> e o objeto <Leonardo Da Vinci>, por meio da relação/propriedade <*was created by*>.

### 2.3 DADOS ABERTOS

A disponibilidade de dados abertos cresce, com pressão sendo colocada em todos os tipos de organizações públicas para liberar seus dados brutos. Algumas motivações principais são de que o acesso aberto a dados financiados por fundos públicos proporciona maiores retornos do investimento público, pode gerar riqueza através do uso de produtos, fornece aos gestores políticos, cidadãos e pesquisadores os dados necessários para resolver problemas urbanos complexos (ARZBERGER *et al.*, 2004).

Dados abertos podem ser usados para o desenvolvimento de políticas públicas e prestação de serviços. Pode-se defini-los como dados não restritos à privacidade e não confidenciais que são produzidos com dinheiro público e são disponibilizados sem quaisquer restrições sobre seu uso ou distribuição. Dados privados, confidenciais e classificados são excluídos, pois esse tipo de dado é inadequado para divulgação. Contudo, os dados podem ser fornecidos por organizações públicas e privadas, pois a essência é que os dados sejam financiados por dinheiro público (JANSSEN *et al.*, 2012).

Em síntese, dados abertos são capazes de corrigir a tradicional separação entre organizações públicas e usuários e a abertura de dados leva a duas suposições importantes sobre o governo. Em primeiro lugar, leva a uma suposição sobre a prontidão dos órgãos públicos para um processo de abertura que considera as influências, os discursos e as trocas como construtivas e acolhe opiniões e insumos opostos. Em segundo lugar, isso leva a uma suposição de que o governo deve abandonar o controle, ao menos em parte, exigindo transformações consideráveis do setor público (JANSSEN *et al.*, 2012).

Berners-Lee (2006) sugeriu um esquema de implementação de *open data* chamado de "5 estrelas para Dados Abertos". A Tabela 2 mostra como categorizar um documento na *Web* de acordo com este padrão.

Davies (2010) aborda o contexto governamental e explica que explorar o uso de Dados Abertos Governamentais (OGD) pode proporcionar aos indivíduos maior compreensão do estado, e o acesso direto a fatos e informações pode capacitar os indivíduos em suas interações com o governo. A ideia de que “o cidadão informado é o cidadão empoderado” é intuitivamente

Tabela 2 – 5 estrelas para Dados Abertos Conectados

Estrelas	Atributos
1	Torne os recursos disponíveis na Web, independente do formato sob uma licença aberta
2	Torne os recursos disponíveis como dados estruturados (ex. excel)
3	Utilize formatos não-proprietários (ex. CSV)
4	Utilize URIs para identificar recursos. Isso vai ajudar as pessoas a apontarem para eles
5	Conecte seus dados com dados de outras pessoas para prover contexto ( <i>linked data</i> )

plausível, e é remover as desigualdades de informação entre os cidadãos e entre cidadão e estado, a fim de obter uma maior governança democrática (DAHL, 2000).

Segundo Isotani e Bittencourt (2015), essa visão de dados abertos governamentais passou a ser fortalecida em 2008, após um memorando do presidente Barack Obama sobre transparência e dados governamentais e pela criação do Data.gov, com o objetivo de disponibilizar um portal de dados abertos no qual os dados do governo norte-americano poderiam ser acessados na Internet por qualquer cidadão. Nessa perspectiva, o governo brasileiro foi um dos fundadores da *Open Government Partnership*, criada em 2011, que conta atualmente com a participação de 65 países. O governo brasileiro criou também o dados.gov.br, portal que disponibiliza dados governamentais.

A Lei de Acesso à Informação (LAI), que entrou em vigor no Brasil em maio de 2012, devido a iniciativa do governo estadunidense, pode ser vista como arcabouço jurídico para a obrigação governamental de disponibilizar dados abertos no Brasil (ISOTANI; BITTENCOURT, 2015).

#### 2.4 GRAFOS DE CONHECIMENTO

A natureza cada vez mais pervasiva da Web, expandindo-se para dispositivos e coisas da vida cotidiana, juntamente com novas tendências em inteligência artificial, exigem novos paradigmas e um novo olhar sobre a representação e processamento do conhecimento em escala para a web semântica. Os grafos de conhecimento fornecem uma excelente metáfora unificadora para esse status atual da pesquisa em Web Semântica (BONATTI *et al.*, 2019).

A tarefa central da engenharia do conhecimento é extrair as informações úteis dos dados e, em seguida, integrar as informações fragmentadas em um conhecimento abrangente e bem organizado. O grafo de conhecimento fornece uma estrutura geral para representar o



conhecimento, com base na mineração e análise de entidades e relacionamentos (YAN *et al.*, 2018).

Um grafo de conhecimento (KG) é um grafo semântico que consiste em vértices (ou nós) e arestas. Os vértices representam conceitos ou entidades. Um conceito refere-se às categorias gerais de objetos. Uma entidade é um objeto físico no mundo real, como uma pessoa, um local e uma organização. As arestas representam as relações semânticas entre conceitos ou entidades. Aproveitando o KG, as entidades e conceitos podem ser conectados entre si para formar um repositório de conhecimento completo e estruturado, facilitando o gerenciamento, recuperação, uso e compreensão das informações que ele contém (YAN *et al.*, 2018).

Os grafos de conhecimento são construídos sobre modelos de informações na forma de entidades e relacionamentos entre elas que se manifestam como uma Web inteligível de dados informada por uma ontologia. Esse tipo de representação de conhecimento relacional tem uma longa história em lógica e inteligência artificial. Mais recentemente, ele tem sido usado na comunidade da Web Semântica com o objetivo de criar uma 'web de dados' que seja legível por máquinas e criar dados abertos conectados. (BERNERS *et al.*, 2001).

Embora essa visão da Web Semântica ainda não esteja completamente em prática, partes dela já foram alcançadas. Em particular, o conceito de grafos de conhecimento ganhou atração, pois facilitou a publicação e conexão de dados na Web usando o W3C Resource Description Framework (RDF) (NICKEL *et al.*, 2015).

De acordo com Davies *et al.* (2006), o objetivo das tecnologias semânticas é oferecer novas abordagens para o gerenciamento de informações e processos, cujo princípio fundamental é a criação e uso de metadados semânticos. Seu uso é importante para integrar informações de fontes heterogêneas, por exemplo.

O resultado, ao qual define-se a *Web of Data*, pode ser mais precisamente descrito como uma rede de conceitos no mundo, descrita por dados na Web. Para consumir dados em formato *Linked Data*, é necessário utilizar uma linguagem específica, o SPARQL. O padrão SPARQL é uma linguagem de consulta amplamente usada para consultar dados em padrão RDF e é implementada pelos principais repositórios RDF (SEABORNE; PRUD'HOMMEAUX, 2008).

Há um conjunto de práticas recomendadas para publicar e conectar dados em grafos de conhecimentos na Web. Essas práticas recomendadas foram introduzidas por Berners-Lee (2006) em sua arquitetura de dados do *Linked Data* e tornaram-se conhecidas como os princípios do *Linked Data*, adotados pela W3C como padrões de publicação de dados conectados. Esses

princípios servem para publicar dados na Web de forma que todos os dados publicados se tornem parte de um único espaço de dados global. São eles: Use *Universal Resource Identifier* (URI) como nomes para as coisas; Use HTTP URIs para que as pessoas possam procurar esses nomes; Quando alguém procura um URI, forneça informações úteis, usando os padrões (RDF, SPARQL); Inclua links para outros URIs, para que eles possam descobrir mais coisas;

Segundo Isotani e Bittencourt (2015), a riqueza desta representação permite que um computador possa interpretar os dados representados por estas triplas. Contudo, para que isso seja completamente realizado, é necessário garantir que cada um dos elementos do grafo seja representado e referenciado de maneira única. E isso pode ser realizado utilizando os URIs.

O SPARQL é uma linguagem para realizar consultas em dados estruturados usando o padrão RDF. O termo SPARQL é um acrônimo recursivo que significa *SPARQL Protocol and RDF Query Language*. Uma consulta SPARQL consiste numa estrutura simples de duas cláusulas: SELECT e WHERE. O SELECT identifica as variáveis que aparecerão nos resultados da consulta e o WHERE mostra o padrão básico do grafo que respeita as condições definidas. (PÉREZ *et al.*, 2009).

A Figura 2 apresenta uma consulta SPARQL simples para obter todas as obras de Mozart. Para a realização desse exemplo foi utilizado um banco de dados de triplas RDF online do DBPedia<sup>1</sup>.

**Figura 2 – Estrutura de consultas SPARQL**

```
SELECT ?musics
WHERE {
  ?musics dbo:musicComposer dbr:Wolfgang_Amadeus_Mozart
}
```

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

No exemplo, o objeto *?musics* são as músicas que estão sendo buscadas e representam o sujeito da tripla, elas são equivalentes ao 'What' do critério de seleção do protótipo. O predicado da tripla é *dbo:musicComposer* que representa a relação de 'foi composto por compositor', e é equivalente ao valor 'Action' do critério de busca. Por fim, o objeto da tripla é o valor *dbr:Wolfgang\_Amadeus\_Mozart*, que é o compositor dos quais buscam-se as músicas, ele é o 'Target' do critério de busca.

<sup>1</sup> Disponível em: <https://dbpedia.org/isparql/>

## 2.5 INTERAÇÃO HUMANO-DADOS

O processo de mudança de um mundo onde a computação é isolada e especializada, para um mundo onde a computação é onipresente e cotidiana, ainda está acontecendo mesmo depois de todos os avanços na ciência da computação. Em muitas partes do mundo, a computação em rede agora é supérflua, tanto como tecnologia de primeiro plano quanto em segundo plano. Isso permitiu, e continua a permitir, um novo brilho nas interações existentes, bem como interações fundamentalmente novas (GRUDIN, 1990).

Diferentes campos de estudo estão preocupados com questões relacionadas à interação entre pessoas e dados. Recentemente, a área de Interação Humano-Dados (HDI) começou a investigar como as pessoas interagem com os dados como uma analogia com como a Interação Humano-Computador (IHC) investiga a relação entre pessoas e computadores (HORNUNG *et al.*, 2015).

Uma perspectiva centrada no ser humano é utilizada por Hornung *et al.* (2015). De acordo com eles, um dos principais objetivos do HDI deveria ser projetar interações que permitam aos interessados promover as ações desejadas, e evitar consequências indesejáveis do uso de dados. Eles argumentam que "para ser capaz de entender as consequências ou mesmo projetar 'interação de dados' que promove ou inibe certas consequências, é necessário considerar fatores contextuais complexos incluindo os sistemas de crenças, valores e normas das pessoas envolvidas". As partes interessadas envolvidas não estão restritas às pessoas que acessam e utilizam dados diretamente, mas também incluem aquelas que afetam e são afetadas pelos resultados de seu uso. Também é considerado o ciclo de vida completo dos dados: origem dos dados, seleção, limpeza, mapeamento e exibição.

Locoro (2015) enriquece o conceito de HDI propondo uma maneira de diferenciar os diversos estados de dados classificando-os em três categorias: (1) Dados primários - informação profundamente enraizada em uma prática de trabalho - estes dados são diferenciados dos dados derivados, produzidos a partir dos dados primários com objetivos diferentes daqueles relacionados com as práticas originais de produção e uso de dados. Os dados derivados são divididos em: (2) Dados secundários - gerados por sua transformação e pesquisa para torná-los mais adequados à sua interpretação profissional específica - e (3) Dados terciários - transformados de dados secundários para torná-los facilmente consumíveis e valiosos. Estes últimos podem ser utilizados em tarefas imprevisíveis e não estruturadas e transmitidas a uma população mais ampla de

consumidores em termos de serviços de informação.

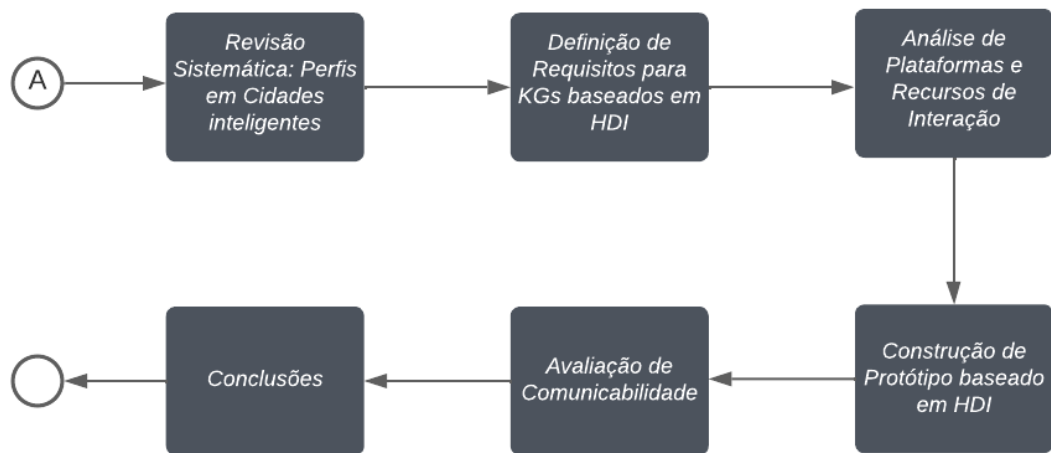
De acordo com Mortier *et al.* (2014), o campo de pesquisa de IHC tradicionalmente se concentra nas interações entre humanos e computadores como artefatos, ou seja, dispositivos com os quais se interage. Por outro lado, o HDI está interessado nos dados em si e em como eles impactam a vida das pessoas. O HDI defende a interação com os dados a partir da perspectiva de três elementos-chave: *Legibilidade* diz respeito a tornar os dados e algoritmos analíticos transparentes e compreensíveis para as pessoas que os dados e o processamento preocupam; *Agência* é dar às pessoas a capacidade de agir dentro desses sistemas de dados, optar por participar ou não, controlar, informar e corrigir dados e inferências, e assim por diante; e *Negociabilidade* diz respeito as muitas relações dinâmicas que surgem em torno de dados e processamento de dados.

A definição de HDI compreende questões de IHC e design de interação, e algumas investigações enfatizam características específicas das partes interessadas, ciclo de vida dos dados, ou a relevância do aspecto econômico ligado a tais dados. O HDI engloba conceitos e tópicos existentes ativamente perseguidos por comunidades de pesquisa de outras áreas, tais como IHC ou análise visual. A definição do termo traz benefícios práticos, pois incentiva a reutilização, combinação e harmonização das práticas existentes em áreas relacionadas para abordar este novo fenômeno, ajudando a preparar o caminho para novos trabalhos preocupados com questões de pesquisa alinhadas com os objetivos do HDI (VICTORELLI *et al.*, 2020).

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia proposta por este projeto para alcançar os resultados e os objetivos propostos por este trabalho. A metodologia será aplicada em etapas que serão seguidas em ordem durante o processo demonstrado a seguir. Foram definidas cinco etapas que são apresentadas na Figura 3.

**Figura 3 – Fluxograma da metodologia de pesquisa**



Fonte: Autoria Própria (2022)

1. **Revisão Sistemática:** Etapa para a realização de uma revisão sistemática para verificar o estado da arte sobre perfis de cidadãos em cidades inteligentes que podem usufruir do uso de grafos de conhecimento. Além de identificar as diferentes perspectivas, motivações e como essas informações devem ser utilizadas para desenvolver ferramentas adequadas para os cidadãos em cidades inteligentes, independentemente de seu conhecimento técnico. **[Pergunta de Pesquisa I e II]**
2. **Definição de requisitos para KG baseados em HDI:** Sob a luz de HDI proposto pela Mortier *et al.* (2014), esta fase diz respeito à tradução dos três elementos-chave apresentados (legibilidade, agência e negociabilidade) em requisitos funcionais para plataformas de grafos de conhecimento. **[Pergunta de Pesquisa III]**
3. **Análise de Plataformas e Recursos de Interação:** Essa etapa descreve uma análise de plataformas de grafos de conhecimento no contexto de cidades inteligentes baseada em estudos de Interação Humano-Dados. Essa etapa é importante para entender como

plataformas ao redor do mundo utilizam recursos de interação para permitir que seus usuários possam utilizar grafos de conhecimento. **[Pergunta de Pesquisa IV]**

4. **Construção de protótipo baseado em HDI:** O objetivo desta fase é desenvolver um protótipo de baixa fidelidade de uma plataforma de interação com grafos de conhecimento para perfis não especialistas em web-semântica em cidades inteligentes, sob a luz de estudos de interação humano-dados. O protótipo será baseado nos requisitos levantados na segunda etapa da metodologia e com base nas análises de plataformas da terceira etapa. **[Pergunta de Pesquisa IV]**
  
5. **Avaliação de Comunicabilidade:** Com o protótipo construído, ele será avaliado por pessoas que se encaixem no perfil de cidadãos não-técnicos em Web Semântica de acordo com o método de avaliação de comunicabilidade (MAC). Esse método avalia a interação do usuário com um sistema em um ambiente controlado onde possa identificar rupturas de comunicação vivenciadas durante o teste (BARBOSA; SILVA, 2010). **[Pergunta de Pesquisa IV]**

## 4 POTENCIAIS PERFIS DE CONSUMIDORES DE GRAFOS DE CONHECIMENTO EM CIDADES INTELIGENTES

Esse capítulo apresenta a primeira etapa da metodologia realizada, nessa etapa foi realizada uma revisão sistemática da literatura, o principal objetivo desta revisão é verificar o estado da arte sobre potenciais perfis de consumidores de grafos de conhecimento em cidades inteligentes. Esse capítulo também apresenta as diferentes perspectivas, motivações desses potenciais perfis e como essas informações devem ser utilizadas para desenvolver ferramentas adequadas para os cidadãos em cidades inteligentes, independentemente de seu conhecimento técnico.

O resultado desta etapa da pesquisa foi publicado em formato de artigo no *Information Systems in Latin America (ISLA 2021)* sob o título de *Citizen Centric Smart Cities: A Systematic Review On Potential Profiles Using Linked Open Data*, de Belizario e Berardi (2021b).

### 4.1 METODOLOGIA DE REVISÃO DA LITERATURA

As bibliotecas digitais IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library, Scopus, Springer, Periódicos Capes e Google Scholar foram utilizadas para apoiar a revisão sistemática da literatura sobre como acontece o uso de *smart data* e dados abertos em cidades inteligentes. Esta pesquisa foi realizada em março de 2021, e foi orientada pelo protocolo apresentado por (KITCHENHAM, 2004). A pesquisa envolveu a expressão geral de busca (palavras-chave) ["smart cities"] ou ["interactive workspaces"], ["linked open data"], ["stakeholders"] ou ["user centric"] ou ["end users"] ou ["citizen centric"] e ["exploration"] ou ["storytelling"] ou mesmo ["visual exploration"] presente em qualquer parte do trabalho.

Ao utilizar estas expressões, é possível ter acesso a trabalhos que utilizam as mais diversas abordagens relacionadas às plataformas de interação com dados abertos conectados *Linked Open Data* em cidades inteligentes com foco central no usuário, gerando assim mais variedade para a pesquisa e, em seguida, verificando o estado da arte nesta área. Para este trabalho, o termo (*Linked Open Data*) pode ser compreendido como um sinônimo para grafos de conhecimento, termo que está mais presente em trabalhos aplicados à computação urbana no contexto de cidades inteligentes.

As publicações foram consideradas tanto em inglês como em português, entre os anos de 2011 e 2021. O idioma inglês foi selecionado pela abrangência e relevância da pesquisa e o

português foi escolhido pela oportunidade de conhecer soluções e estudos locais. Este período foi estipulado porque são buscadas as abordagens, métodos e pesquisas relevantes dos últimos dez anos sobre o assunto. No total, foram encontrados 300 trabalhos, conforme destacado na Tabela 3.

**Tabela 3 – Artigos por Repositório**

Repositório	Artigos	Termos de busca
IEEE Xplore Digital	10	("smart cities"OR "interactive workspaces") AND ("linked open data") AND ("stakeholders"OR "user centric"OR "end users"OR "citizen centric") AND ("visual exploration"OR "storytelling"OR "exploration")
ACM Digital Library	6	+ ("smart citiesinteractive workspaces") + ("linked open data") + ("stakeholders "user centric "end users "citizen centric") + ("visual explorationstorytellingexploration")
Periodicos Capes	0	("smart cities"OR "interactive workspaces") AND ("linked open data") AND ("stakeholders"OR "user centric"OR "end users"OR "citizen centric") AND ("visual exploration"OR "storytelling"OR "exploration")
Google Scholar	257	("smart cities"OR "interactive workspaces") AND ("linked open data") AND ("stakeholders"OR "user centric"OR "end users"OR "citizen centric") AND ("visual exploration"OR "storytelling"OR "exploration")
Springer	25	("smart cities"OR "interactive workspaces") AND ("linked open data") AND ("stakeholders"OR "user centric"OR "end users"OR "citizen centric") AND ("visual exploration"OR "storytelling"OR "exploration")
Scopus	2	("smart cities"OR "interactive workspaces") AND ("linked open data") AND ("stakeholders"OR "user centric"OR "end users"OR "citizen centric") AND ("visual exploration"OR "storytelling"OR "exploration")

Figura 4 ilustra o processo metodológico realizado para a seleção de trabalhos da revisão sistemática. Na primeira fase, 36 artigos foram excluídos por causa do primeiro critério, a duplicidade (i). Ou seja, eles estavam presentes em mais de uma biblioteca digital, o segundo (ii) critério é o idioma utilizado para escrever os trabalhos, somente foram selecionados trabalhos em português e inglês. E por este critério, foram excluídos 9 trabalhos. No terceiro (iii) critério, foram selecionados os estudos publicados desde 2011, foram excluídos 25 trabalhos.

A leitura do título e do resumo dos trabalhos foi o quarto (iv) critério para a exclusão dos trabalhos. No título ou resumo, deve ficar claro que o trabalho se refere a dados abertos conectados, dados conectados ou dados abertos conectados aplicados a domínios de cidades inteligentes destinados ao uso dos cidadãos. Neste filtro, foram descartados 124 artigos. Desta seleção preliminar, tínhamos 106 artigos restantes.

E como último critério (v), a introdução do trabalho deve apresentar soluções para a visualização e exploração dos dados abertos conectados, apresentar os possíveis usuários aos quais a solução foi aplicada e os domínios aos quais ela se refere em uma cidade inteligente. Neste filtro, foram descartados outros 74 trabalhos.



**Figura 4 – Trabalhos incluídos no corpo da pesquisa em cada fase**



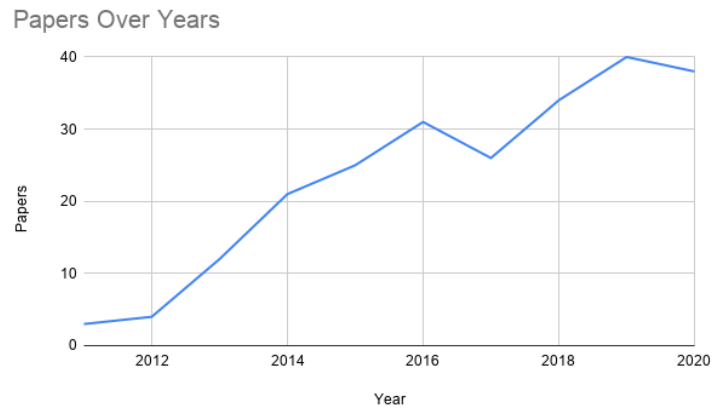
Fonte: Autoria Própria (2022)

Após a adoção dos critérios preliminares de seleção, os 32 artigos restantes foram então submetidos a critérios de filtragem mais amplos, que foram verificados pela leitura do artigo, resultando na manutenção de 25 artigos no corpo deste trabalho. Finalmente, foram selecionados 29 artigos, que tratam da visualização e exploração de dados abertos conectados para diferentes domínios em cidades inteligentes.

#### 4.2 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

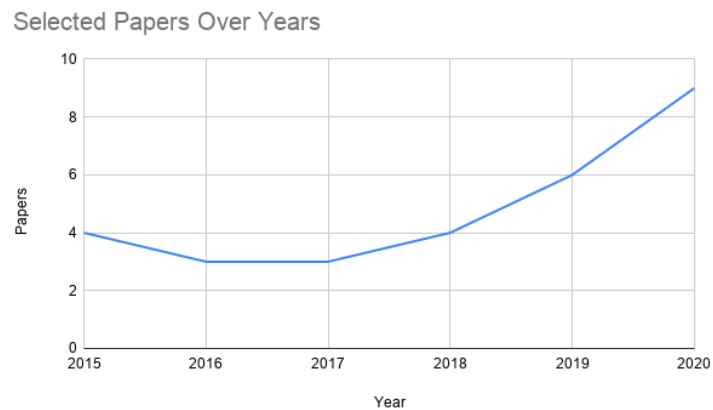
De uma perspectiva histórica, há um número crescente de trabalhos relacionados a este tema de pesquisa desde 2011. A Figura 5 mostra as publicações ao longo dos anos para os trabalhos que passaram pelo processo de revisão desta pesquisa.

Como resultado do processo de seleção e identificação dos trabalhos, vinte e nove trabalhos atenderam aos requisitos metodológicos descritos anteriormente. A Figura 6 mostra o ano da publicação dos trabalhos que foram selecionados para a revisão sistemática após os

**Figura 5 – Artigos ao longo dos anos**

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

critérios de seleção. Podemos ver que houve um crescimento constante de publicações sobre este tema desde 2011, atingindo o pico em 2020 com nove publicações.

**Figura 6 – Corpus da revisão ao longo dos anos**

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

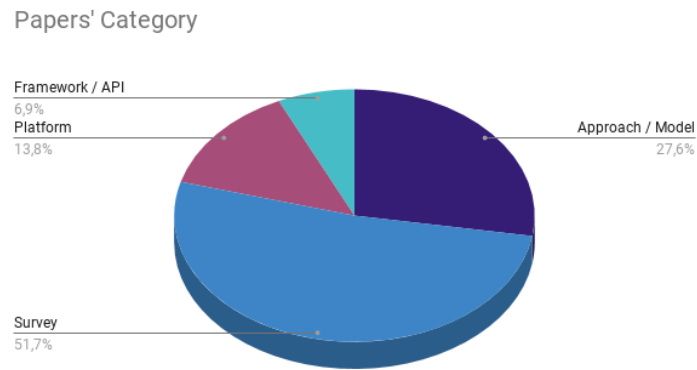
Uma diferença clara entre os tipos de publicações sobre este tema ao longo dos anos é que até 2018 os trabalhos tinham objetivos e interesses muito técnicos no uso de ferramentas, tecnologias e na produção de dados abertos conectados.

Desde 2018, eles começam a apresentar uma abordagem social que se preocupa com o nível de conhecimento técnico necessário para manipular este tipo de dados e investigar formas de visualização e interação que possam permitir uma maior participação popular na tomada de decisões em cidades inteligentes.

Todos os trabalhos selecionados foram publicados em inglês. Como forma de organizar a leitura e classificar os trabalhos selecionados, eles foram agrupados em quatro categorias

diferentes percebidas durante a leitura dos trabalhos: Arquiteturas ou APIs, abordagens ou modelos, plataformas e pesquisas.

**Figura 7 – Categoria dos artigos**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

As arquiteturas e APIs representam 6,9% dos estudos aceitos nesta revisão sistemática, referem-se a blocos de código ou interfaces de programação para acesso e uso de dados abertos conectados. As plataformas representam 13,8% dos trabalhos selecionados e referem-se a estudos que pretendem desenvolver plataformas para interação com dados abertos e dados conectados.

As abordagens e modelos são 27,6% dos trabalhos e apresentam abordagens para tratamentos, manipulação, distribuição e visualização de dados abertos e dados conectados, ou se referem a modelos teóricos de plataformas e sistemas que utilizam dados abertos e conectados em cidades inteligentes.

A maior parte dos trabalhos é classificado como pesquisas, totalizando 51,7% dos trabalhos. Estes trabalhos tratam de pesquisas sobre visualização de dados abertos e conectados por cidadãos em cidades inteligentes e sobre como eles podem ser usados pela comunidade. Incluindo referências das áreas de interação humano-computador e design.

Foi realizada uma análise dos trabalhos selecionados, descritos na Tabela 4. Esta tabela contém o nome do trabalho analisado (Artigo), as funcionalidades descritas nas palavras utilizadas nos trabalhos (Funcionalidades Citadas), a abstração para funcionalidades padrão observadas em outros trabalhos (Abstração de Funcionalidades), os perfis nos quais o trabalho é baseado (Perfis Citados) e a última coluna refere-se a uma abstração destes perfis para padronização (Abstração dos Perfis). Os valores da tabela se encontram em inglês pois foram retirados em sua forma original dos trabalhos analisados.

Os trabalhos utilizam palavras diferentes para descrever as mesmas funcionalidades e

perfis para os quais eles propõem soluções. Assim, existe a necessidade de padronização para compreender quais são as diferenças entre as funcionalidades e os perfis na literatura. Cinco funcionalidades comuns presentes nos estudos analisados foram identificadas para plataformas em cidades inteligentes: Visualização, exploração, exportação, manipulação e publicação. Elas são apresentadas abaixo.

- **Visualização:** Funcionalidade que permite ao usuário visualizar os dados presentes na plataforma, seja na forma de listas, documentos ou grafos. A chave para cumprir esta funcionalidade é permitir o acesso visual aos dados abertos conectados.
- **Exploração:** Funcionalidade que permite ao usuário interagir com os dados presentes na plataforma, através de filtros, mapas, fluxogramas ou pontos finais para consultas. Não se refere a mudanças de dados, mas organização e busca de dados de interesse.
- **Exportar:** Funcionalidade que permite ao usuário exportar dados da plataforma para seu próprio uso, usando formatos como Valores separados por vírgula (CSV), Resource Description Framework (RDF), Web Ontology Language (OWL), Portable Document Format (PDF), entre outros.
- **Manipulação:** Funcionalidade que permite ao usuário alterar os dados presentes na plataforma, fazer alterações, correções, adicionar dados e até mesmo remover se necessário.
- **Publicação:** Funcionalidade que permite ao usuário publicar e interligar dados abertos estruturados e conectados para acesso tanto por humanos quanto por máquinas através do uso do RDF (Resource Description Framework).

**Tabela 4 – Análise de artigos**

Artigo	Func. Citadas	Abstração de Func.	Perfis Citadas	Abstração de Perfis
(DESOLDA <i>et al.</i> , 2020)	Query, visualize	Visualization, exploration	Domain experts	Domain Experts
(GONZÁLEZ-MORA <i>et al.</i> , 2020)	Access	Export	Developers, general users	Developes, citizens
(SANTO; HOLZER, 2020)	Query, browse, visualize	Visualization, exploration, manipulation	Lay users, tech users, domain experts	Citizens, domains experts, computer technicians
(DESIMONI <i>et al.</i> , 2020)	Query, visualize, export, publish	Visualization, exploration, manipulation, export, publish	semantic web specialists	Semantic web specialists

(continua)

Tabela 4 – Análise de artigos

(continuação)				
Artigo	Func. Citadas	Abstração de Func.	Perfis Citadas	Abstração de Perfis
(NEVES <i>et al.</i> , 2020)	Não Aplicado	Não Aplicado	Data holders, organizations, researchers, intermediaries, contributors, domain experts	Data holders, organizations, researchers, intermediaries, contributors, domain experts
(LNENICKA <i>et al.</i> , 2020)	Manage, use, publication, share	Visualization, exploration, publish, export	Students, teachers, researchers, schools, managers	Citizens, managers, researchers, Domain experts
(LAFIA, 2020)	Não Aplicado	Não Aplicado	Citizens, researchers, organizations, managers	Citizens, researchers, organizations, managers
(DESIMONI; PO, 2020)	Visualization, exploration	Visualization, exploration	Citizens, organizations, managers	Citizens, organizations, managers
(DESTANDAU, 2020)	Visualization, exploration, query	Visualization, exploration	Data users, data producers, lay users	Citizens, data holders, researchers
(LYTRAS <i>et al.</i> , 2019)	Não Aplicado	Não Aplicado	Publishers, copywriters, students, universities, institutions	Citizens, organizations, managers
(WILSON; CHAKRABORTY, 2019)	Não Aplicado	Não Aplicado	Companies, managers, residents, computer experts, universities, non-profit organizations	Citizens, organizations, managers, researchers, computer technicians
(DEGBELO, 2020)	Visualization, search	Visualization, exploration	Managers, citizens, companies	Citizens, organizations, managers
(WALKER, 2019)	Visualization, interaction	Visualization, exploration	Domain experts	Domain experts
(KOLBE <i>et al.</i> , 2019)	Não Aplicado	Não Aplicado	Citizens, organizations, managers, researchers	Citizens, organizations, managers, researchers
(CUNHA <i>et al.</i> , 2019)	Não Aplicado	Não Aplicado	Public organizations, researchers, companies	Organizations, managers, researchers
(CORDASCO <i>et al.</i> , 2018)	Não Aplicado	Não Aplicado	Public organizations, citizens, companies	Organizations, managers, citizens
(PETROVA-ANTONOVA; ILIEVA, 2018)	Visualization, exploration	Visualization, exploration	Public organizations, citizens, organizations	Organizations, managers, citizens
(LAFIA <i>et al.</i> , 2018)	Discovery, search	Visualization, exploration	Local representatives, public organizations, companies, researchers	Organizations, managers, citizens, researchers
(MACCANI <i>et al.</i> , 2018)	Manage, exploit	Visualization, exploration, manipulation, export	CEO, product manager, city council	Organizations, citizens, local councils
(DIAMANTINI <i>et al.</i> , 2017)	Visualization, exploration	Visualization, exploration, manipulation, export	Não Aplicado	Não Aplicado
(DESOLDA <i>et al.</i> , 2017)	Visualization, manipulation	Visualization, exploration, export	Non programmers, developers	Computer technicians, developers, non-technicians in computing
(DESOLDA <i>et al.</i> , 2017)	Visualization, exploit	Visualization, exploration	Technical users, non-technical users, domain experts	Computer technicians, non-technicians in computing, domain experts

(continua)

Tabela 4 – Análise de artigos

(continuação)				
Artigo	Func. Citadas	Abstração de Func.	Perfis Citadas	Abstração de Perfis
(DEGBELO <i>et al.</i> , 2016)	Acquisition, processing, analysis, visualization	Visualization, exploration, publish, manipulation	Public organizations, companies, developers, citizens	Citizens, developers, managers, urban planners, organizations
(ARDITO <i>et al.</i> , 2016)	Access, manipulate	Visualization, exploration, manipulation	End-users, developers, domain experts	Citizens, developers, domain experts
(AMUGONGO <i>et al.</i> , 2016)	Access, consume	Export	Govern, Citizens	Citizens, managers
(DESOLDA <i>et al.</i> , 2015)	Access, exploit, organize, visualize	Visualization, exploration	Domain experts, developers, designers, non-technical users	Domain experts, developers, non-technicians in computing
(PSYLLIDIS, 2015)	Access	Visualization	Urban planners, managers, citizens, organizations	Urban planners, managers, citizens, organizations
(VOCHT, 2015)	Explore, use	Visualization, exploration	Researchers, public sector, private sector	Researchers, managers, organizations
(IPIÑA <i>et al.</i> , 2013)	create, improve, extend, enrich	Visualization, exploration, manipulation	Managers, citizens, organizations	Managers, citizens, organizations

A mesma situação ocorre para os perfis citados nos trabalhos, eles podem ser agrupados e organizados em uma taxonomia, que será apresentada na próxima seção. Esta análise mostra que os trabalhos estão tratando as necessidades e conhecimentos técnicos de diferentes perfis da mesma forma.

E isto pode dificultar a interação com plataformas e dados conectados e abertos em grafos de conhecimento, pois a motivação de um especialista de domínio e de um usuário leigo em tecnologia pode ser diferente, bem como seu nível de conhecimento técnico sobre o assunto.

Por exemplo, o trabalho de Santo e Holzer (2020), no qual são citados usuários com habilidades técnicas e usuários não-técnicos, além de especialistas de domínio. As funcionalidades citadas são a consulta, visualização e navegação. Mas todos os usuários leigos ou especialistas em domínios podem fazer uma consulta técnica para consumir dados abertos conectados? A visualização para usuários técnicos, ou mesmo especialistas em semântica web é a mesma que para usuários não-técnicos, já que o nível de conhecimento é diferente?

Na literatura, não parece muito claro quem são os usuários finais para os quais as plataformas e soluções estão sendo desenvolvidas, nem como suas motivações e conhecimentos técnicos estão sendo levados em conta para avaliações de usabilidade.

### 4.3 PERFIS EM CIDADES INTELIGENTES

Foi construída uma tabela que apresenta dezesseis perfis diferentes presentes em cidades inteligentes que também são consumidores potenciais de dados abertos conectados.

Estes perfis foram identificados com base na revisão sistemática da literatura, perfis comuns presentes nos trabalhos foram observados e anotados e suas definições emergiram da captura de suas motivações e níveis técnicos de conhecimento. Assim, foi possível unir perfis que eram sinônimos em diferentes estudos e agrupá-los em uma taxonomia de acordo com as classificações observadas.

Os perfis identificados na literatura, juntamente com suas descrições estão presentes na Tabela 5. Os perfis apresentados podem ser divididos em dois grupos, de acordo com seus conhecimentos técnicos de computação: Perfis técnicos em computação e perfis não-técnicos em computação.

**Tabela 5 – Definições de Perfis**

<b>Perfil</b>	<b>Definição</b>
Técnicos em Computação	Pessoas com as habilidades necessárias para alcançar a competência digital, apoiada por habilidades básicas em TIC e no uso de computadores, a fim de recuperar, avaliar, armazenar, produzir, apresentar e trocar informações, e para se comunicar e participar de redes de colaboração via Internet.
Especialistas em web semântica	Pessoas capazes de usar e compreender tecnologias como Resource Description Framework (RDF) e Web Ontology Language (OWL). Estas tecnologias são usadas para representar formalmente metadados.
Não especialistas em web semântica	Pessoas que não são capazes de usar e compreender tecnologias como Resource Description Framework (RDF) e Web Ontology Language (OWL). Mas elas podem ter conhecimento sobre Valores Separados por Vírgulas (CSV), tabelas, grafos ou diferentes formatos de representação e visualização de dados.
Pesquisadores	Alguém que estuda um assunto, especialmente a fim de descobrir novas informações ou alcançar um novo entendimento. Essa pessoa pode estar interessada em utilizar dados abertos conectados para apoiar sua pesquisa..
Desenvolvedores	Um programador ou designer que cria novos produtos, especialmente produtos de informática, como software. Pode utilizar dados abertos conectados na criação de uma nova solução para cidades inteligentes.
Apoiadores	Pessoas responsáveis pelo suporte da plataforma e dos dados presentes na mesma. Eles podem ser responsáveis por alimentar a plataforma com mais dados ou ajudar outros usuários a interagir com a plataforma e os dados.
Intermediadores	Pessoas responsáveis por ajudar os perfis com menos habilidades técnicas a utilizar plataformas de consumidores de dados abertos conectados e usar os dados necessários para seus propósitos.
Contribuidores	Pessoas responsáveis por alimentar a plataforma com dados mais abertos, corrigir dados com possíveis inconsistências e fazer mudanças nas conexões, se necessário.
Não Técnicos em Computação	Pessoas que não possuem as habilidades necessárias para alcançar a competência digital, apoiada por habilidades básicas em TIC e no uso de computadores, a fim de recuperar, avaliar, armazenar, produzir, apresentar e trocar informações.

(continua)

**Tabela 5 – Definições de Perfis****(continuação)**

<b>Perfil</b>	<b>Definição</b>
Gestores	Principais dirigentes executivos e administrativos de um município sob um sistema de gestão de conselhos de governo local. Eles podem estar interessados em dados abertos conectados para fornecer melhores serviços para a cidade ou para investigar problemas locais.
Organizações	Grupo de pessoas que trabalham juntas de forma organizada para um propósito comum. Pode ser uma empresa ou uma organização social que pode fornecer dados mais valiosos ou usar a plataforma para algum propósito em particular.
Cidadãos	Um habitante de uma determinada cidade. Ele pode estar interessado em dados abertos sobre a cidade em que vive ou os serviços que utiliza.
Especialistas de Domínio	Pessoa que é uma autoridade em uma área ou tópico específico. Você pode estar interessado em como os dados em sua área foram conectados, você pode alimentar a plataforma ou consultá-la para estudos específicos.
Planejadores	Profissional responsável pela criação e desenvolvimento de soluções destinadas a melhorar ou revitalizar certos aspectos dentro de um determinado domínio com o objetivo principal de proporcionar aos habitantes uma melhoria na qualidade de vida.
Detentores de dados	O detentor de dados coleta ou gera dados que podem ser tanto um subproduto quanto um produto principal. É bastante provável que entidades pertencentes a este grupo explorem seus dados para a tomada de decisões. Não apenas empresas, mas também, por exemplo, instituições acadêmicas ou órgãos governamentais podem ser detentores de dados.
organizações não governamentais	Uma organização não-governamental (ONG) é um grupo sem fins lucrativos que funciona independentemente de qualquer governo. As ONGs, às vezes chamadas de sociedades civis, são organizadas em nível comunitário, nacional e internacional.
Conselhos locais	Um conselho local é um termo universal para a comunidade, bairro, paróquia e prefeitura. Eles são a primeira camada do governo local e são órgãos estatutários. Estes conselhos se preocupam com as necessidades e objetivos da comunidade.
Usuários leigos	Os usuários que têm treinamento limitado ou nenhum treinamento em uma determinada área, como web semântica ou tecnologia. Contudo, é provável que tenham interesses pessoais ou necessidades específicas nessa área.

A taxonomia construída, presente na Figura 8, apresenta onze perfis que são as folhas da árvore, subdivididos em subgrupos referentes ao histórico de conhecimento (técnico/não técnico), e referentes ao nível de ação social (cidadão/organização/gestor). Nos usuários técnicos é apresentado um subgrupo chamado apoiadores, que pode ser dividido em dois perfis, contribuintes e intermediários.

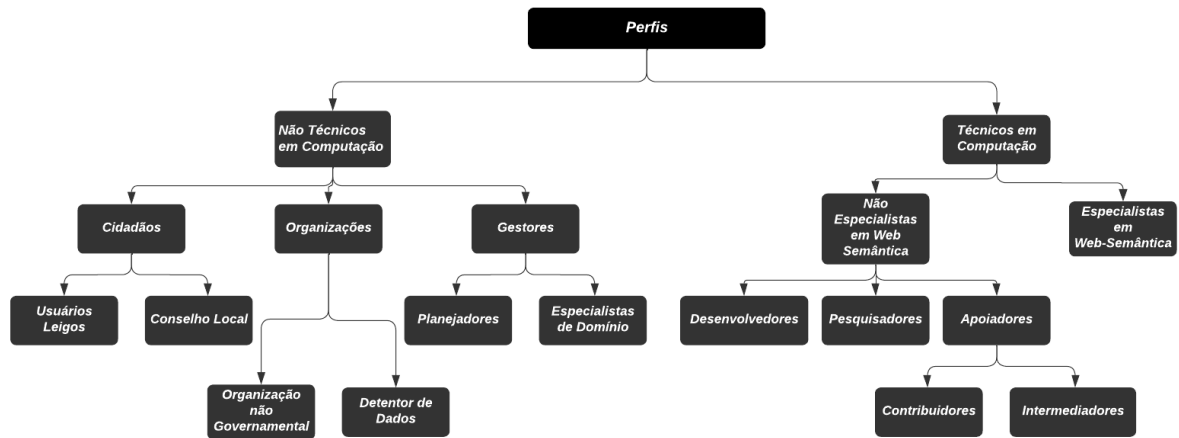
De acordo com a taxonomia, os técnicos em computação podem ser divididos em especialistas em web semântica e não especialistas em web semântica, que por sua vez podem ser classificados em três grupos distintos: desenvolvedores, pesquisadores e apoiadores, que podem assumir o papel de intermediários ou contribuintes.

Os perfis não técnicos em computação estão divididos em três grupos principais: Gestores, organizações e cidadãos. Os cidadãos podem ser classificados como usuários leigos ou conselhos locais, as organizações podem ser classificadas como organizações não governamen-



tais ou detentores de dados, e os gestores podem ser especialistas de domínio ou planejadores urbanos.

**Figura 8 – Taxonomia dos perfis**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

As classificações, de uma perspectiva social, podem não ser tão rígidas quanto a taxonomia desenvolvida, porque na realidade funcionam como espectros. Por exemplo, é possível ter um conselho local com conhecimentos técnicos sobre computação, ou mesmo especialistas e gestores de domínio que podem ser especialistas na web semântica ao mesmo tempo.

Entretanto, é necessário ter conhecimento da existência desses perfis isolados e de como atender suas necessidades para que possam participar da tomada de decisões em suas cidades. A tecnologia deve adaptar-se às motivações e necessidades dessas pessoas e não o contrário.

Para entender quais são as funcionalidades de interesse para cada um desses perfis, foi construído um mapa que agrupa os perfis de acordo com suas classificações e demonstra as funcionalidades ideais que uma plataforma de dados interligada aberta deve oferecer para cada uma delas. A Figura 9 mostra o mapa desenvolvido.

De acordo com a literatura revisada, a classificação dos cidadãos é um grupo que pode ter o menor conhecimento técnico sobre computação aplicada. E seus interesses na busca de dados e plataformas referem-se à visualização e exploração dos dados para resolver dúvidas específicas sobre problemas pessoais e comunitários nas regiões onde vivem.

Quanto à classificação das organizações, a diferença está nos detentores dos dados, que além de visualizar e explorar os dados, podem estar interessados em publicar seus próprios dados na plataforma. Organizações não-governamentais, bem como cidadãos, estão interessados em visualizar e explorar os dados, mas podem ter pessoas com maiores habilidades técnicas.

**Figura 9 – Mapa de Funcionalidades por Perfil**

Perfis			Funcionalidades
Não Técnicos em Computação	Gestores	Planejadores	Visualização Exploração
		Especialistas de Domínio	Visualização Exploração Manipulação
	Organização	Detentores de Dados	Visualização Exploração Publicação
		Organizações não Governamentais	Visualização Exploração
	Cidadão	Conselhos Locais	Visualização Exploração
		Usuários Leigos	Visualização Exploração

Perfis			Funcionalidades	
Técnicos em Computação	Especialistas em Web Semântica		Visualização Exploração Manipulação Exportação Publicação	
	Não especialistas em Web-Semântica	Desenvolvedores	Visualização Exploração Exportação	
		Pesquisadores	Visualização Exploração Exportação	
		Apoiadores	Contribuidores	Manipulação Publicação
			Intermediadores	Visualização Exploração Manipulação Exportação Publicação

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

O grupo de gestores pode usar os dados para melhorar a qualidade dos serviços oferecidos à população de uma cidade. Os especialistas em domínio podem estar interessados em manipular os dados, pois têm conhecimento específico de uma determinada área e podem ser capazes de corrigir problemas ou inconsistências nas plataformas e dados.

Dentro do grupo de técnicos em computação, o perfil de maior atenção é o dos especialistas na web semântica, que podem estar interessados em todas as funcionalidades: visualização, exploração, manipulação, exportação e publicação.

Desenvolvedores e pesquisadores podem ter diferentes motivações para o uso das plataformas e a utilização dos dados, mas em geral as funções de visualização, exploração e exportação atendem suas necessidades.

Os apoiadores desempenham um papel muito importante na manutenção das plataformas e dos dados. Os colaboradores podem manipular os dados e publicar novos dados em nome de organizações ou grupos sociais. Por outro lado, os intermediários podem ajudar outros perfis menos técnicos na realização de todas as outras funcionalidades que as plataformas permitem.

#### 4.4 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Neste capítulo, foi feita uma revisão sistemática da literatura para verificar o estado da arte sobre potenciais perfis consumidores de grafos de conhecimento em cidades inteligentes. Além de identificar as diferentes perspectivas, motivações e como estas informações devem ser utilizadas para desenvolver ferramentas adequadas para os cidadãos em cidades inteligentes, independentemente dos seus conhecimentos técnicos.

Foram identificados dezoito perfis de acordo com a literatura: Técnicos em computação, especialistas em web semântica, não especialistas em web semântica, pesquisadores,

desenvolvedores, apoiadores, intermediários, colaboradores, não técnicos em computação, gestores, organizações, ONGs, conselhos locais, cidadãos, especialistas de domínios, urbanistas e detentores de dados.

A diferença entre cada perfil encontra-se na motivação para a utilização de grafos de conhecimentos e seus dados. A literatura apresenta cinco funcionalidades gerais que podem despertar o interesse desses usuários: Visualização, exploração, manipulação, exportação e publicação.

Esta revisão sistemática da literatura permite-nos concluir que os estudos que levam em conta as motivações e os níveis de conhecimento ou que têm abordagens centradas na interação humano-computador e humano-dados ainda são ao recentes.

Essa etapa é importante, pois dela é possível entender quais são os perfis de cidadãos em cidades inteligentes que podem ter interesse em utilizar grafos de conhecimento, como eles estão organizados e agrupados em relação ao seu conhecimento técnico sobre computação e tecnologias semânticas. Além disso foi possível mapear as funcionalidades de interesse para cada um desses perfis de acordo com a literatura, esse mapeamento pode ser útil para focalizar o esforço em atender expectativas e necessidades para cada um dos perfis. Esse mapeamento pode ser importante para outros pesquisadores entenderem melhor os perfis e como atendê-los melhor com tecnologia.

## 5 INTERAÇÃO HUMANO-DADOS PARA GRAFOS DE CONHECIMENTO

Este capítulo refere-se à segunda etapa da metodologia. Originalmente, o foco dos estudos de HDI não está voltado para grafos de conhecimento. Portanto esse capítulo refere-se à interpretação de três elementos-chaves propostos por Mortier *et al.* (2014) para requisitos de alto nível para o contexto de dados conectados em grafos de conhecimento. Ter requisitos facilita a análise das plataformas para observar como os três temas-chave do HDI são cobertos na prática.

Segundo Walia e Carver (2009), o processo de desenvolvimento de software envolve a tradução de informações e necessidades em requisitos de arquitetura para o design e desenvolvimento de software, que devem ser entendidos como as recomendações que um sistema deve seguir para atender seus usuários e propósitos.

Trazemos uma interpretação de cada um dos elementos-chave do HDI em requisitos gerais para plataformas que oferecem interação com KGs explicados nas Tabelas 6, 7 e 8. A forma como cada requisito pode ser implementado na prática, chamamos de *recurso de interação*. Um recurso de interação é uma implementação capaz de atender a alguns dos requisitos apresentados. Por exemplo, páginas tutoriais ou materiais de apoio são implementações que podem atender ao requisito **Suporte** do tema chave *Negociabilidade*.

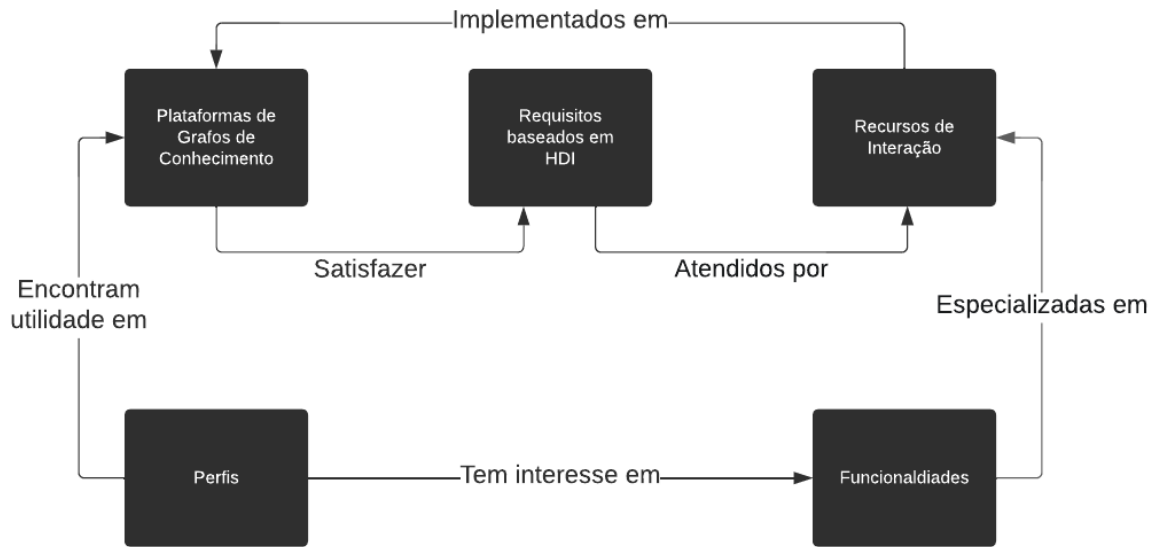
A Figura 10 ilustra esta interpretação, trazemos a relação entre estes conceitos: grafos de conhecimento, requisitos, recursos de interação, perfis e funcionalidades. As plataformas de grafos de conhecimento devem satisfazer aos requisitos baseados em HDI, estes requisitos são atendidos pelos recursos de interação que são implementados nas plataformas.

Os perfis de cidadãos têm interesse em funcionalidades específicas, que podem ser especializadas em recursos de interação. Defendemos que qualquer perfil deve ter acesso às plataformas de interação com grafos de conhecimento, independente de seu nível técnico de conhecimento em web semântica ou dados.

Mortier *et al.* (2014) definiu três temas-chaves em seus estudos de HDI, cada um desses temas apresenta discussões que podem ser tratados isoladamente. Assim, para cada um dos elementos chave propostos por Mortier *et al.* (2014) foi realizada uma análise interpretativa para entender do que cada um deles se tratava, a partir dessa análise foi realizado um trabalho para definir requisitos de alto nível para cada um desses temas chaves com base nas próprias elucidicações de Mortier *et al.* (2014).

A identificação e definição desses requisitos é importante para compreender como estu-

**Figura 10 – Relação entre os grafos de conhecimento, requisitos e recursos de interação**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

dos de HDI podem se aplicar à plataformas de interação com dados de grafos de conhecimento de forma mais prática. Mas ainda assim esses requisitos não se referem especificamente ao contexto de grafos de conhecimentos, porém o escopo da dissertação é a de plataformas de interação com essas estruturas de dados. Logo, foi necessário entender e abstrair como cada um dos requisitos poderia ser aplicado ao contexto e particularidades de grafos de conhecimento. Essa abstração para o escopo da pesquisa se faz necessário para entender se a adequação aos requisitos se faz necessária desde a fase de engenharia da ontologia utilizada para construção do grafo de conhecimento ou refere-se somente à aplicação que utiliza o grafo de conhecimento.

Como o elemento *Legibilidade* diz respeito a tornar os dados e algoritmos analíticos transparentes e abrangentes para as pessoas, podemos entender quais dados as pessoas estão consumindo e quais métodos eles estão usando para extrair inferências Mortier *et al.* (2014). A Tabela 6 mostra os requisitos definidos para este tema-chave e suas aplicações ao considerar o HDI nos grafos de conhecimento. Todos esses três requisitos, dentro do contexto de grafos de conhecimento faz referência à estrutura de dados e ontologia utilizada para construir o grafo. Isso significa que seguir boas práticas de engenharia de ontologias, alinhado à recursos de interação adequados, pode ajudar a construir plataformas e grafos de conhecimento mais acessíveis em relação ao tema de legibilidade para perfis menos técnicos.

**Tabela 6 – Requisitos de Legibilidade - Interpretado dos temas chave de Mortier *et al.* (2014)**

Requisitos	Definição conforme Mortier <i>et al.</i> (2014)	Contexto para grafos de conhecimento
<b>Natureza do Dado</b>	Propriedade de apresentar ao usuário a natureza dos dados e o domínio ao qual os dados pertencem ao usuário. As descrições do que os dados se referem devem estar presentes.	O grafo de conhecimento deve fornecer informações sobre os domínios que ele representa e sua natureza. Os usuários podem usar estas informações para ter certeza de que o grafo de conhecimento fornece o que é necessário.
<b>Processamento de Dados</b>	A capacidade de apresentar ao usuário os processos de refinamento e tratamento pelos quais os dados passaram até serem oferecidos à plataforma.	O grafo de conhecimento deve fornecer informações sobre as ferramentas e processos utilizados para construir a representação do conhecimento, como ontologias utilizadas, dados utilizados, filtros de dados e até refinamentos realizados nos próprios dados.
<b>Capacidade de Inferência</b>	Capacidade de permitir a exploração, análise e inferência a partir dos dados oferecidos pela plataforma de acordo com o nível técnico de conhecimento e alfabetização digital.	O grafo de conhecimento deve ser construído utilizando um modelo ontológico que permita a utilização das estruturas semânticas seguindo boas práticas que permitam exploração, análises e inferências de dados de forma intuitiva.

O elemento *Agência* do HDI se preocupa em dar às pessoas a capacidade de agir dentro destes sistemas de dados, de optar por entrar ou sair, de controlar, informar e corrigir dados e inferências, e assim por diante. Todos os usuários devem ou escolherão exercer continuamente esta capacidade, engajando-se em um controle e gerenciamento detalhado e contínuo de seus dados Mortier *et al.* (2014). A Tabela 7 mostra os requisitos observados para a agência ideal em plataformas de grafos de conhecimento no contexto de cidades inteligentes e suas definições. Esse elemento, mesmo dentro do contexto de grafos de conhecimento, diz respeito as plataformas que utilizam dados dessas estruturas. Portanto, é necessário a utilização de recursos de interação para satisfazer os requisitos apresentados.

**Tabela 7 – Requisito de Agência - Interpretado dos temas chave de Mortier *et al.* (2014)**

Requisitos	Definição conforme Mortier <i>et al.</i> (2014)	Contexto para grafos de conhecimento
<b>Independência</b>	Permitir que o usuário tenha acesso aos dados e informações, sem necessariamente depender de pessoas técnicas ou detentores desses dados.	Plataformas de interação com KGs devem ser construído de acordo com o nível técnico de conhecimento dos perfis que irão utilizá-lo. Desta forma, as estruturas técnicas do grafo de conhecimento podem ser usadas para ajudar o usuário.
<b>Engajamento</b>	A plataforma deve permitir a participação ativa em assuntos e circunstâncias de relevância política e social.	O engajamento é um tópico tão relevante nas comunidades. Plataformas de interação com KGs devem considerar fornecer estruturas para manter as pessoas engajadas em seus domínios e questões.
<b>Possibilidade de Inovação</b>	Permitir que os usuários usem os dados para a tomada de decisões, implementação e criação de novas soluções.	Plataformas de interação com KGs devem fornecer recursos para que as pessoas que as utilizam possam utilizar esses dados para além da visualização e exploração dentro da plataforma.

O último elemento-chave do HDI é a *Negociabilidade*, que se preocupa com as muitas relações dinâmicas que surgem em torno dos dados e da interpretação dos dados. Este tema abrange, por exemplo, como o entendimento individual e as atitudes mudam com o tempo, como a sociedade responde a estes problemas através da formação de normas sociais em torno de dados e processamento de dados Mortier *et al.* (2014). A Tabela 8 mostra os requisitos observados para a negociabilidade ideal em plataformas de grafos de conhecimento e suas definições. Assim

como no elemento anterior, esse elemento, em relação ao contexto de grafos de conhecimento, refere-se as plataformas que utilizam dados dessas estruturas. Portanto, é necessário a utilização de recursos de interação adequados para satisfazer os requisitos apresentados.

**Tabela 8 – Requisitos de Negociabilidade - Interpretado dos temas chave de Mortier *et al.* (2014)**

<b>Requisitos</b>	<b>Definição conforme Mortier <i>et al.</i> (2014)</b>	<b>Contexto para grafos de conhecimento</b>
<b>Integridade</b>	A plataforma deve garantir a integridade e a origem dos dados oferecidos aos usuários.	Plataformas que utilizam grafos de conhecimento podem envolver dados de diferentes fontes e em diferentes formatos, portanto, deve ficar claro de onde vêm os dados e sua integridade através da utilização de metadados.
<b>Correção</b>	A plataforma deve permitir a sugestão de correção, modificação e até mesmo a remoção de dados errados ou não confiáveis.	Os grafos de conhecimento podem estar em constante evolução e crescimento, por isso é importante que os dados possam ser alterados, atualizados e até mesmo removidos com segurança, se necessário.
<b>Suporte</b>	Permitir aos usuários acessar material de suporte e perfis de suporte de contato que podem ajudar os usuários a interagir com os dados.	Os grafos de conhecimento ainda são uma forma muito técnica de representação de dados para usuários que não são especialistas em dados semânticos, por isso é importante que eles sejam acessíveis a outros perfis menos técnicos por meio de plataformas e recursos de interação mais acessíveis.

É possível que os elementos-chave possam ser traduzidos e interpretados para outros ou mais requisitos, mas com base nos pontos principais apontados pela Mortier *et al.* (2014) este trabalho definiu estes nove requisitos neste momento. Nada impede que mais requisitos apareçam no futuro para complementar a análise das plataformas de grafos de conhecimento em cidades inteligentes.

Esta seção apresenta como contribuição uma série de requisitos de alto nível baseados em temas chaves de HDI para o escopo de grafos de conhecimento em cidades inteligentes. A definição desses temas-chave e os requisitos de alto nível podem ajudar a construir plataformas e entender como avaliá-las para satisfazer as necessidades e particularidades de seus usuários.

## 6 ANÁLISE DE PLATAFORMAS DE INTERAÇÃO COM GRAFOS DE CONHECIMENTO EM CIDADES INTELIGENTES

Esse capítulo se refere à terceira etapa proposta na metodologia, análise de plataformas de interação com grafos de conhecimento, suas funcionalidades e recursos de interação presentes em cidades inteligentes. Ela é relevante para entender quais são as plataformas presentes na Web para cidades inteligentes, quais perfis de cidadãos essas plataformas servem e quais os recursos de interação dispostos para permitir essa interação. Para selecionar as cidades que fariam parte da análise, foram utilizadas três classificações de cidades inteligentes presentes na literatura: IESE Cities in Motion (2020), Smart City index (2020) e Top 50 Smart City Government (2021).

A metodologia de classificação proposta pela Top 50 Smart City Government (2021) utiliza dez fatores diferentes para pontuar as cidades analisadas: Visão, liderança, orçamento, finanças, programas de apoio, políticas, ecossistemas, centralidade de pessoas, leitura de talentos e histórico. A Smart City index (2020) avalia as percepções dos residentes sobre questões relacionadas a estruturas e aplicações tecnológicas disponíveis em sua cidade. A IESE Cities in Motion (2020) propõe um modelo conceitual baseado no estudo de um grande número de histórias de sucesso e uma série de entrevistas em profundidade com líderes da cidade, empresários, acadêmicos e especialistas ligados ao desenvolvimento das cidades.

Todos estes rankings levam em conta a participação pública, o desenvolvimento tecnológico e os dados abertos. As cidades selecionadas para o estudo são o resultado da intersecção das cinquenta primeiras cidades inteligentes em cada ranking descrito. A Tabela 9 mostra as cidades selecionadas, o país a que pertencem, a URL do portal de dados abertos da cidade e a última coluna indica se o portal de dados abertos oferece dados em formatos semânticos para grafos de conhecimento, como por exemplo *.owl* e *.rdf*.

Ao todo foram selecionadas 21 cidades para o estudo, todas oferecendo portais de dados do município ou país aos cidadãos e das quais apenas cinco desses portais oferecem dados em formatos adequados para grafos de conhecimento.

Este fato reforça a ideia de que os grafos de conhecimento ainda não são populares entre a comunidade não técnica nas cidades inteligentes, mas que os dados abertos estão se tornando populares entre os governos inteligentes, onde onze fazem parte do continente europeu e nenhum está presente na América Latina.

Exemplos de cidades inteligentes aplicando grafos de conhecimento são as cidades da



**Tabela 9 – Análise de Plataformas de interação com KGs em Cidade Inteligentes Selecionadas**

Cidade	País	Portal de Dados do Município/País	Dados em formatos para KGs
Amsterdam	Holanda	<a href="https://data.amsterdam.nl/">https://data.amsterdam.nl/</a>	Oferece
Barcelona	Espanha	<a href="https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en">https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en</a>	Oferece
Berlin	Alemanha	<a href="https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en">https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en</a>	Não Oferece
Boston	Estados Unidos	<a href="https://data.boston.gov/">https://data.boston.gov/</a>	Não Oferece
Copenhage	Dinamarca	<a href="https://www.opendata.dk/city-of-copenhagen">https://www.opendata.dk/city-of-copenhagen</a>	Não Oferece
Dublin	Irlanda	<a href="https://data.smartdublin.ie/">https://data.smartdublin.ie/</a>	Não Oferece
Helsinki	Finlândia	<a href="https://hri.fi/en_gb/">https://hri.fi/en_gb/</a>	Não Oferece
Hong Kong	China	<a href="https://data.gov.hk/en/">https://data.gov.hk/en/</a>	Não Oferece
London	Inglaterra	<a href="https://data.london.gov.uk/">https://data.london.gov.uk/</a>	Não Oferece
Melbourne	Austrália	<a href="https://data.melbourne.vic.gov.au/">https://data.melbourne.vic.gov.au/</a>	Não Oferece
Montreal	Canadá	<a href="https://donnees.montreal.ca/">https://donnees.montreal.ca/</a>	Não Oferece
Oslo	Noruega	<a href="https://statistikbanken.oslo.kommune.no">https://statistikbanken.oslo.kommune.no</a>	Não Oferece
San Francisco	Estados Unidos	<a href="https://datasf.org/opendata/">https://datasf.org/opendata/</a>	Não Oferece
Seoul	Córea do Sul	<a href="http://data.seoul.go.kr/">http://data.seoul.go.kr/</a>	Oferece
Singapore	Singapura	<a href="https://data.gov.sg/">https://data.gov.sg/</a>	Não Oferece
Stockholm	Suécia	<a href="https://open.stockholm.se/">https://open.stockholm.se/</a>	Não Oferece
Sydney	Austrália	<a href="https://data.cityofsydney.nsw.gov.au/">https://data.cityofsydney.nsw.gov.au/</a>	Não Oferece
Taipei	Taiwan	<a href="https://data.taipei/">https://data.taipei/</a>	Não Oferece
Vancouver	Canadá	<a href="https://opendata.vancouver.ca/pages/home/">https://opendata.vancouver.ca/pages/home/</a>	Oferece
Vienna	Áustria	<a href="https://digitales.wien.gv.at/open-data/">https://digitales.wien.gv.at/open-data/</a>	Não Oferece
Zurich	Suíça	<a href="https://data.stadt-zuerich.ch/">https://data.stadt-zuerich.ch/</a>	Oferece

Espanha. Um ótimo caso de aplicação de KGs em cidades inteligentes está descrito no trabalho de Espinoza-Arias *et al.* (2020) que apresenta o esforço contínuo realizado pela prefeitura de Zaragoza a fim de gerar seu grafo de conhecimento, que constitui a peça chave de seu sistema de gerenciamento de dados. Porém esse estudo ainda está no contexto de projetos acadêmicos não se trata diretamente de uma plataforma aberta para o público.

No entanto, na Tabela 9 foram analisadas somente portais oficiais das prefeituras e governos para oferta de dados para gestores, cidadãos e pesquisadores. Logo, iniciativas acadêmicas não foram contabilizadas nessa análise inicial, por mais que sejam relevantes para o desenvolvimento de tecnologias semânticas no contexto de cidades inteligentes. Esse filtro foi realizado para entender se cidades consideradas inteligentes realmente estão preocupadas com iniciativas de dados conectados e grafos de conhecimento para entender situações complexas de diferentes domínios.

## 6.1 MAPEAMENTO DE PERFIS E FUNCIONALIDADES PRESENTES EM PLATAFORMAS

Após ter selecionado as cidades que fariam parte da análise e ter feito uma avaliação inicial de suas plataformas oficiais de dados abertos, foi possível começar a procurar plataformas que utilizam KGs para oferecer aos cidadãos novas formas de interação com os dados. Quatro

idades da Tabela 9 têm portais de dados abertos que fornecem dados em formatos adequados para grafos de conhecimento. No entanto, a oferta de dados em formato semântico não caracteriza uma plataforma que utiliza e oferece KGs, já que normalmente os dados semânticos ainda são oferecidos em formatos técnicos nesses portais e não oferecem recursos de interação além do simples download do dataset.

Assim, foi necessário buscar plataformas que utilizam e oferecem KGs nas cidades listadas na Tabela 9, oferecendo recursos de interação para os cidadãos. Entretanto, nem todas as cidades selecionadas possuem plataformas de interação com grafos de conhecimento, de modo que o escopo da procura por plataformas teve que ser aumentado para o nível de país das cidades selecionadas, razão pela qual o número de plataformas é menor do que o número de cidades presentes na Tabela 9.

Ao todo foram localizadas doze plataformas que utilizam Grafos de conhecimento e oferecem recursos de interação para os usuários. Grande parte das plataformas oferecem dados históricos de museus e dados bibliográficos, podendo ser alocados dentro do domínio de educação de cidades inteligentes. Para cada uma dessas plataformas foram identificadas quais funcionalidades estão presentes e conseqüentemente quais são os perfis atendidos por essas plataformas.

A Tabela 10 apresenta as plataformas localizadas e analisadas, entre parênteses a sigla identificadora para futuras referências à plataforma, a localização dos dados oferecidos por ela, as funcionalidades presentes na plataforma e a sigla para os perfis aos quais a plataforma serve. As funcionalidade e perfis apresentados se na tabela são os mesmos que foram apresentadas na seção 4.

Para facilitar a referência aos perfis ao longo do estudo, foram definidas siglas para cada um deles de acordo com seus nomes em inglês. Os perfis técnicos (**TP**) são os Especialistas em Web Semântica (**SW**), Não Especialistas em Web Semântica (**NSW**), Pesquisadores (**R**), Desenvolvedores (**D**), Apoiadores (**S**), Intermediários (**INT**) e Colaboradores (**CONT**). Os Perfis Não-Técnicos são compostos pelos Gerentes (**M**), Organizações (**O**), Cidadãos (**C**), Especialistas em Domínios (**DE**), Planejadores (**P**), Portadores de Dados (**DH**), Organizações Não Governamentais (**NGO**), Conselhos Locais (**LC**) e Usuários Leigos (**L**).

O resultado do mapeamento mostra que apenas três funcionalidades estão presentes nas plataformas analisadas: exploração, exportação e visualização. Além disso, em relação aos perfis, não havia plataformas que oferecessem suporte aos detentores de dados e aos perfis de suporte,

Tabela 10 – Análise de Plataformas de Grafos de Conhecimento

Plataforma	Localização dos Dados	Funcionalidades	Perfil
Europeana (EUP) <sup>a</sup>	Europa	Visualização e Exploração	(C), (P) e (NGO)
Bayerischen Staatsbibliothek München (BSM) <sup>b</sup>	Berlin e Brandenburg	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D) e (SW)
The Séamus Connolly Collection of Irish Music (SC-CIM) <sup>c</sup>	Irlanda	Visualização e Exploração	(C), (P) e (NGO)
EEA Linked Open Data (EEA) <sup>d</sup>	Europa	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D) e (SW)
Mapping Manuscript Migrations (MMM) <sup>e</sup>	Europa	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D), (SW), (C), (P) e (NGO)
Kirjasampo (KSMP) <sup>f</sup>	Finlândia	Visualização e Exploração	(C), (P) e (NGO)
WarSampo (WASP) <sup>g</sup>	Finlândia	Visualização, Exploração e Exportação	C(C), (P) e (NGO)
National Library of Finland Open Data and Linked Data Service (NLFLOD) <sup>h</sup>	Finlândia	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D), (SW), (C), (P) e (NGO)
Natural History Museum Data Portal (NHMSP) <sup>i</sup>	Inglaterra	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D), (SW), (C), (P) e (NGO)
Seoul Linked Open Data Portal (SLODP) <sup>j</sup>	Seoul	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D), (SW), (C), (P) e (NGO)
Statistics City of Zurich (SCZ) <sup>k</sup>	Zurich	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D) e (SW)
LOD Datasets, Academia Sinica Center for Digital Cultures (ASCDC) <sup>l</sup>	Taiwan	Visualização, Exploração e Exportação	(R), (D) e (SW)

<sup>a</sup> <https://www.europeana.eu/>

<sup>b</sup> <https://lod.b3kat.de/doc/en/homepage>

<sup>c</sup> <https://connollymusiccollection.bc.edu/>

<sup>d</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/eionet/data/eea-data>

<sup>e</sup> <https://mappingmanuscriptmigrations.org/en>

<sup>f</sup> <https://www.kirjasampo.fi/>

<sup>g</sup> <https://www.sotasampo.fi/en/>

<sup>h</sup> <https://data.nationallibrary.fi/>

<sup>i</sup> <https://data.nhm.ac.uk/>

<sup>j</sup> <http://lod.seoul.go.kr/home/index.jsp>

<sup>k</sup> [https://data.stadtzuerich.ch/dataset/stadt\\_zuerich\\_losd](https://data.stadtzuerich.ch/dataset/stadt_zuerich_losd)

<sup>l</sup> <https://data.ascdc.tw/en/data.php>

tais como intermediários e colaboradores, que pudessem utilizar com precisão as funcionalidades não observadas: manipulação e publicação.

Além disso, a maioria das plataformas parece satisfazer as necessidades de uma camada técnica de cidadãos, uma vez que os perfis mais presentes na Tabela 10 são Desenvolvedores, Pesquisadores e Especialistas em Web Semântica. Ainda assim, algumas plataformas oferecem recursos de interação que podem ser utilizadas por cidadãos leigos e até mesmo por gestores municipais.

## 6.2 ANÁLISE DE RECURSOS DE INTERAÇÃO PARA GRAFOS DE CONHECIMENTO BASEADOS EM HDI

Os requisitos apresentados no Capítulo 5 foram criados como uma forma de identificar o que deve ser avaliado nas plataformas, pois representam como os requisitos de HDI podem ser implementados na prática em plataformas de interação com KGs. Com base nestes requisitos, nas

funcionalidades e nas plataformas selecionadas, foram identificado alguns recursos de interação comuns presentes nas plataformas selecionadas para análise. Esses recursos foram identificados a partir da livre interação com as plataformas selecionadas, presentes na tabela 10.

A Tabela 11 mostra os recursos de interação para a funcionalidade de visualização de dados e sua presença ou ausência em cada uma das plataformas analisadas. Estes recursos de interação são os elementos que podem ajudar as plataformas a cumprir os requisitos propostos no capítulo 5.

**Tabela 11 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Visualização**

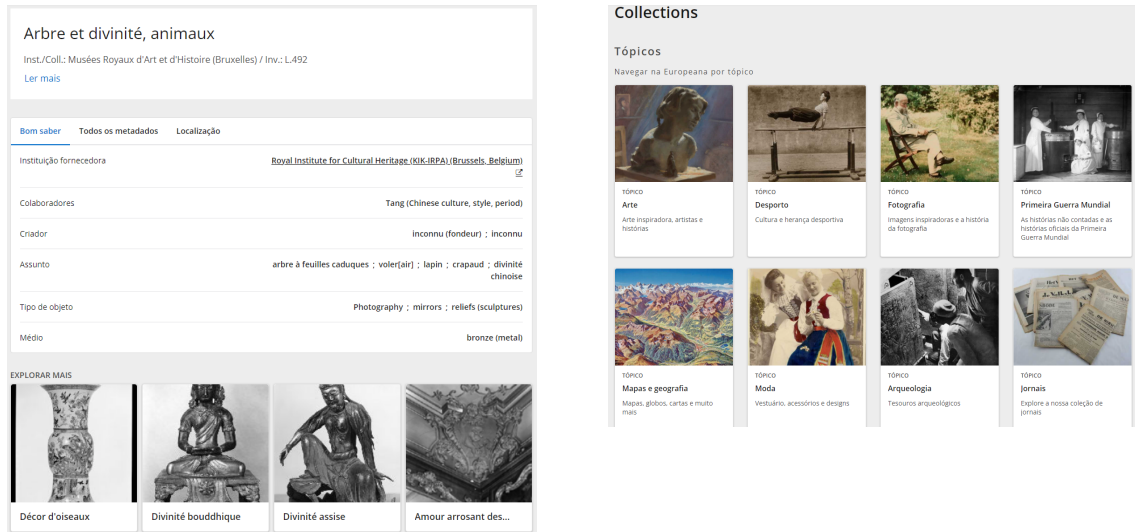
Recursos de Interação	Requisitos	EUP	BSM	SCCIM	EEA	MMM	KSMP	WASP	NLFLOD	NHMSP	SLODP	SCZ	ASCDC	Perfis
Informações sobre a natureza e o contexto da coleção	Natureza do Dado - Legibilidade	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	(NTP) e (TP)
Pré-visualização dos dados	Independência - Agência	v	x	x	v	v	x	v	x	x	x	x	x	(NTP) e (TP)
Navegação em Catálogo	Independência - Agência	v	x	v	v	v	v	v	x	v	v	x	v	(NTP) e (TP)
Suporte à diferentes mídias	Possibilidade de Inovação - Agência	v	x	v	x	x	v	v	x	v	v	x	v	(NTP) e (TP)
Visualização de Metadados *	Capacidade de Inferência - Legibilidade	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	(TP)
Visualização de dados conectados *	Capacidade de Inferência - Legibilidade	v	v	v	v	v	x	v	v	v	v	x	v	(NTP) and (TP)

\*Recursos específicos devido a natureza de Grafos de Conhecimento.

O recurso de interação mais presente entre as plataformas foi a **informação sobre a natureza e o contexto da coleção**. Em outras palavras, todas as plataformas, independentemente de seus tipos, explicitam o valor e o conteúdo das coleções presentes e o contexto e domínios a que se referem. A maioria das plataformas oferece um formato de navegação por catálogo para descobrir os dados presentes.

A Figura 11 mostra dois exemplos de recursos de interação para a funcionalidade de visualização, **Visualização de Metadados** e **Navegação em Catálogos**, de uma das plataformas analisadas, a Europeia (EUP). A imagem *a* mostra como a plataforma implementou o recurso de **visualização de metadados** e imagem *b* mostra o **catálogo de coleções** oferecido pela plataforma. O catálogo também traz consigo algumas breves informações sobre a natureza dos dados.

**Figura 11 – Exemplos de recursos de interação para a funcionalidade de Visualização**  
**(a) Visualização de Metadados** **(b) Navegação em Catálogos**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Existem dois recursos de interação diferenciais, quase todas as plataformas oferecem **visualização de metadados** e **navegação por grafos de conhecimento**. Estes dois recursos são diferenciais devido á própria natureza do formato dos dados, já que são dados conectados em grafos de conhecimento.

Os recursos de interação para a funcionalidade de visualização dos dados pode depender do tipo de dados oferecidos pelo grafo de conhecimento. Por exemplo, dados históricos podem se beneficiar de linhas de tempo, dados geográficos podem ser melhor visualizados em mapas e imagens podem ser mostradas em forma de galeria.

Quanto aos recursos de interação para a funcionalidade de Exploração, foram observados sete recursos. A Tabela 12 mostra estes recursos e sua presença ou ausência em cada uma das plataformas analisadas.

**Tabela 12 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Exploração**

Recursos de Interação	Requisito	EUP	BSM	SCCIM	EEA	MMM	KSMP	WASP	NLFLOD	NHMSP	SLODP	SCZ	ASCDC	Perfis
Material Tutorial	Suporte - Negociabilidade	x	x	x	x	x	x	x	x	x	v	x	x	(NTP) e (TP)
Aplicação de Filtros de Busca	Independência - Agência	v	x	v	v	v	v	v	x	v	v	x	v	(NTP) e (TP)
API de Consultas	Possibilidade de Inovação - Agência	v	x	x	x	x	x	x	x	v	x	x	x	(TP)
Aplicação de Filtros Baseados na Taxonomia	Independência - Agência	v	x	v	v	v	x	v	x	v	x	x	v	(NTP) e (TP)
Aplicações na Comunidade	Engajamento - Agência	x	x	x	x	x	x	x	x	x	v	x	x	(NCT)
Exemplos de Consultas SPARQL *	Possibilidade de Inovação - Agência	x	x	x	v	x	x	x	x	x	v	x	x	(TP)
Endpoint SPARQL *	Possibilidade de Inovação - Agência	v	v	x	v	v	x	v	v	v	v	x	v	(TP)

\*Recursos específicos devido a natureza de Grafos de Conhecimento.

Um ponto de atenção é que existem plataformas com **materiais tutoriais** sobre o que é

e como consumir Linked Open Data e grafos de conhecimento. Esta pode ser uma boa maneira de aumentar o envolvimento e a alfabetização digital sobre o assunto. Plataformas mais técnicas tendem a ter menos opções de interação e a investir menos na experiência e no design do usuário.

O ponto diferencial do recursos observados para esta funcionalidade é a presença de filtros de acordo com a taxonomia utilizada para conectar os dados. Os **filtros de busca** podem ser recursos utilizados tanto por perfis especialistas como não especialistas em web-semântica, oferecido precisamente por causa do formato dos dados. Como no caso da visualização, os recursos de interação técnicos presentes na funcionalidade de exploração (Exemplos de Consultas SPARQL e Endpoint SPARQL) são únicos devido ao formato semântico dos dados.

A Figura 13 mostra dois exemplos de recursos de interação implementados pelo Seoul Linked Open Data Portal (SLODP). A imagem (a) apresenta um exemplo de **material tutorial** para o ensino e contextualização de Grafos de Conhecimento, esta plataforma foi a única plataforma analisada para apresentar este tipo de recurso. A imagem (b) apresenta um recurso muito comum em plataformas que pretendem atender a perfis mais técnicos, **endpoint SPARQL**.

**Figura 12 – Exemplo de recursos de interação para a funcionalidade de Exploração**

(a) Material Tutorial

(b) Endpoint SPARQL



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para os recursos de interação da funcionalidade de exportação, foram identificados dois recursos: **A oferta para download, impressão e exportação de material** em formatos não técnicos como imagens, tabelas e arquivos de texto; A possibilidade de **exportar grafos de conhecimento em formatos semânticos**;

A ausência ou presença destes recursos de interação nas plataformas observadas estão presentes na Tabela 13.

A Figura 13 mostra os dois exemplos de recursos de interação para a funcionalidade de exportação observados nessa análise. A imagem a mostra a **exportação de da-**

Tabela 13 – Análise de Recursos de interação para a funcionalidade de Exportação

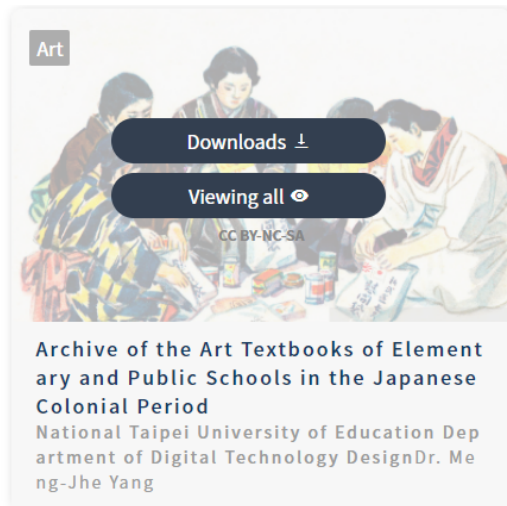
Recursos de Interação	Requisitos	EUP	BSM	SCCIM	EEA	MMM	KSMP	WASP	NLFLOD	NHMSP	SLODP	SCZ	ASCDC	Perfis (NTP) e (TP)
Download/print/exportação	Possibilidade de Inovação - Agência	v	v	x	v	v	x	v	v	v	v	v	v	(NTP) e (TP)
Exportação em formatos semânticos *	Possibilidade de Inovação - Agência	x	v	x	v	v	x	v	v	v	v	v	x	(TP)

\*Recursos específicos devido a natureza de Grafos de Conhecimento.

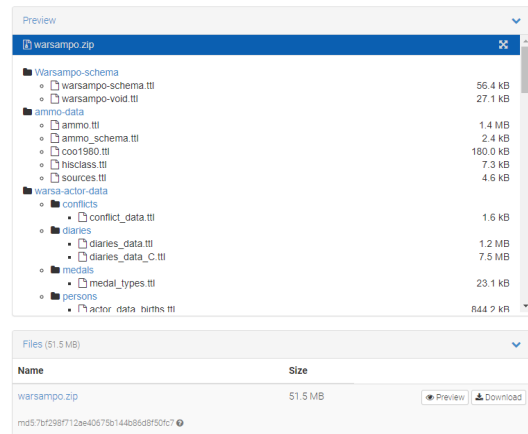
dos/download/print da plataforma da Academia Sinica Center for Digital Cultures (ASCDC) e a imagem *b* mostra a exportação de dados em formato semântico fornecida pela plataforma WarSampo (WASP).

Figura 13 – Exemplo de recursos de interação para a funcionalidade de exportação

(a) Exportação de Dados



(b) Exportação de Dados Semânticas



Fonte: Autoria Própria (2022)

Como com outras funcionalidades, há um recurso de interação com particularidades devido à natureza dos dados. A possibilidade de **exportar dados em formato semântico** só é possível pois grafos de conhecimento são construídos a partir da conexão de dados em formatos semânticos.

### 6.3 DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DAS ANÁLISES

Das cinco funcionalidades apontadas anteriormente, apenas três aparecem nas doze plataformas analisadas: **Visualização, exploração e exportação**. As outras duas funcionalidades são a **manipulação de dados** e a **publicação** e essas duas são precisamente as funcionalidades que poderiam permitir às plataformas satisfazer perfis de suporte. Os perfis de suporte poderiam oferecer ajuda a perfis menos técnicos para obter acesso a funcionalidades mais técnicas quando

estiverem interessados.

Existe uma cadeia de consequências por não oferecer algumas das funcionalidades, uma vez que os perfis têm um interesse direto nas funcionalidades oferecidas pelas plataformas, de acordo com os seus conhecimentos técnico. E quando um perfil é incapaz de interagir com os dados, a comunidade perde o poder de decisão, inovação e evolução.

Da perspectiva do HDI, foi possível identificar nove requisitos para o desenvolvimento de plataformas que levam em conta a legibilidade, agência e negociabilidade. **A natureza dos dados, o processamento de dados e a capacidade de inferência** são requisitos relativos à legibilidade. **Independência, compromisso e possibilidade de inovação** são requisitos em matéria de agência. E finalmente, **integridade, correção e suporte** são os requisitos que se referem à negociabilidade.

Para identificar recursos de interação baseados no HDI, foi necessário definir requisitos que precisam ser satisfeitos por plataformas de grafos de conhecimento. Para tal, foi necessário traduzir os três temas-chave apresentados por (MORTIER *et al.*, 2014) sob a forma de requisitos. Os requisitos de legibilidade estão presentes na Tabela 6, os requisitos da agência estão presentes na Tabela 7 e os requisitos de negociabilidade estão presentes na Tabela 8.

Esta etapa permite-nos concluir que existem diferentes recursos que permitem aos utilizadores interagir com os dados. No entanto, não parece haver uma padronização no formato de visualização, exploração e exportação de dados para as diferentes plataformas observadas, uma vez que cada plataforma utiliza soluções diferentes.

Um ponto de atenção é que os requisitos apresentados no capítulo 5, da perspectiva dos estudos de HDI, são válidos para melhorar a experiência nas plataformas de grafos de conhecimento, independentemente dos perfis em questão.

No entanto, a solução para cumprir estes requisitos pode não ser a mesma para perfis diferentes, dadas as suas diferenças técnicas, diferentes motivações e formas diferentes de participação e envolvimento em cidades inteligentes. Esta investigação apresentou diferentes recursos utilizados pelas plataformas de grafos de conhecimento para satisfazer as necessidades dos diferentes perfis.

Como contribuição direta para a dissertação, este capítulo apresenta dois destaques. Primeiro, a definição dos requisitos das plataformas de grafos do conhecimento com base nos três temas-chave do IHD. E segundo, o mapeamento dos recursos de interação implementados por algumas plataformas analisadas, que podem servir de exemplo ou base para outras plataformas.



Essa análise e seus resultados foram publicados na *Latin American and Caribbean Journal of the AIS* por Belizario e Berardi (2021a).

Esta investigação pode ajudar outros pesquisadores a compreender as limitações presentes nas plataformas de grafos do conhecimento presentes nas cidades inteligentes. Além disso, a investigação documenta os recursos de interação presentes nestas plataformas para a interação e consumo de dados. Assim, novas formas de interação podem evoluir a partir destas ou mesmo ser criadas para proporcionar melhores experiências aos cidadãos, de acordo com as suas necessidades e capacidades.

## 7 PROTÓTIPO DE PLATAFORMA BASEADO EM HDI

Este capítulo se refere à quarta etapa da metodologia. Após ter definido os perfis de cidadãos em cidades inteligentes que podem aproveitar grafos de conhecimento, funcionalidades que podem despertar seus interesses, obtido requisitos de desenvolvimento baseados em HDI e ter realizado uma análise para entender como plataformas dispõem de recursos de interação para servir esses perfis, temos todo o arcabouço necessário para propor uma plataforma capaz de servir usuários não especialistas em web-semântica.

Assim, o objetivo desta fase é desenvolver um protótipo de baixa fidelidade de uma plataforma de interação com grafos de conhecimento para perfis não especialistas em web-semântica em cidades inteligentes, sob a luz dos estudos de interação humano-dados. O protótipo pode ajudar a entender quais funcionalidades e recursos de interação podem ser utilizados para atender às necessidades deste perfil.

Primeiro será apresentado o conjunto de dados do grafo de conhecimento que será usado para embasar a construção do protótipo. Depois disso, serão apresentados os requisitos selecionados para o estudo, seguido da definições de Persona, funcionalidades e recursos de interação. O último passo será a avaliação do protótipo com base em HDI.

### 7.1 CONJUNTO DE DADOS: MOBILIDADE E EDUCAÇÃO

Para a construção de um protótipo precisamos de um domínio de aplicação. Isso quer dizer que o protótipo aqui apresentado e seus recursos de interação somente poderão ser aplicados ao domínio selecionado? Não necessariamente, o objetivo do protótipo é validar os requisitos levantados no capítulo 5, evoluir e reutilizar os recursos de interação apresentados no capítulo 6. Entretanto a definição de um domínio de aplicação é importante dado que existem recursos de interação que podem atender melhor a interação dos usuários em determinado contexto.

Os dados utilizados neste trabalho para a idealização e desenvolvimento do protótipo são dados abertos e conectados sobre educação e mobilidade da cidade de Curitiba<sup>1</sup>, no estado do Paraná, Brasil. Os dados conectados são resultados do trabalho de conclusão de curso de Belizario (2020).

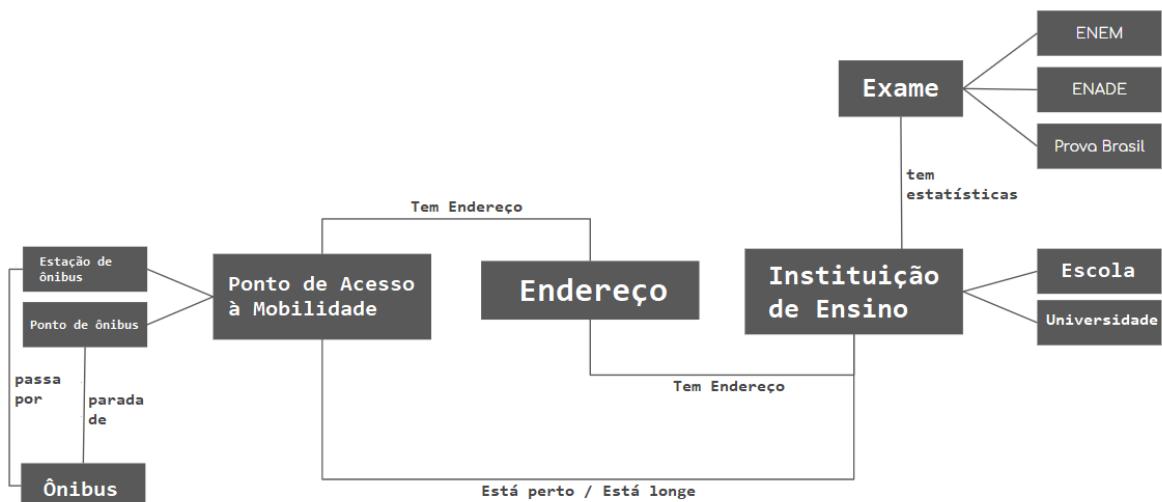
A ontologia desenvolvida e utilizada para conectar os dados visa representar as princi-

<sup>1</sup> disponível em: [https://github.com/MateusBelizario/ontology\\_mobed\\_2020](https://github.com/MateusBelizario/ontology_mobed_2020)

país entidades relacionadas ao transporte público, abrangendo termos como pontos de ônibus, linhas e terminais de ônibus, e educação, abrangendo o ensino básico, médio e superior através de métricas de avaliação e a localizações das instituições de ensino na cidade. Portanto, a relação entre os dois domínios é através da representação do desempenho acadêmico e do acesso ao transporte público da cidade.

No contexto da ontologia utilizada para este protótipo, que envolve dados abertos conectados sobre mobilidade pública e educação, percebeu-se que o que correlaciona os dois domínios são dados de localização como endereço, como mostrado na Figura 14, que representa um modelo simples de classes e relações definidas pela ontologia. Por exemplo, os principais dados como a localização dos pontos de acesso ao transporte público e a localização das instituições de ensino se referem a seus endereços.

**Figura 14 – Taxonomia da Ontologia**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

## 7.2 PERFIL E PERSONA

O perfil selecionado para este estudo foi o de Não Especialistas em Web Semântica. Este perfil abrange outros sub-perfis como Desenvolvedores, Pesquisadores e Apoiadores. Este perfil foi escolhido por ser o perfil não especialistas em web-semântica possivelmente com mais conhecimento e interesse direto no assunto no contexto de cidades inteligentes.

Não especialistas em Web Semântica são pessoas que não são capazes de usar e entender tecnologias como *Resource Description Framework* (RDF) e SPARQL. Mas elas podem ter conhecimento sobre Valores Separados por Vírgulas (CSV), tabelas, grafos ou diferentes formatos

de representação e visualização de dados.

Com base no perfil selecionado, criamos uma Persona. As Personas são ferramentas que são utilizadas em muitas partes do design de interação, o principal objetivo de uma persona é ajudar alguém a vislumbrar os usuários previstos de um sistema (ACUÑA *et al.*, 2012).

Sobre a persona idealizada para este protótipo: *Amanda tem 40 anos, é pesquisadora do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Ela é formada em Ciência da Computação pela Universidade de São Paulo e mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Paraná.*

*Ela está trabalhando em projetos para o sistema de educação pública no município de Curitiba. Ela gostaria de saber sobre a qualidade do ensino nestas escolas a fim de tomar decisões importantes sobre a distribuição de novas frotas de ônibus e quer informações sobre as linhas de ônibus da cidade disponíveis para os alunos do sistema educacional da cidade.*

*Para acessar estas informações ela teve que coletar arquivos CSV distribuídos pela plataforma de dados abertos de Curitiba e outros bancos de dados online, mas os arquivos são muito grandes e a exploração manual é muito trabalhosa para poder relacionar os bancos de dados. Além das bases serem isoladas, não é possível relacionar os dados diretamente, pois a sintaxe dos dados é diferente.*

*Uma aplicação web para explorar esse grafo de conhecimento poderia ajudar muito em seu trabalho, ela não tem nenhum conhecimento sobre dados conectados ou dados abertos, mas entende sobre computação e não tem dificuldades em manipular sistemas de informação ou interpretar dados.*

### 7.3 ESCOPO DO PROTÓTIPO E FUNCIONALIDADES DOS PERFIS

Para este protótipo, o foco é atender o perfil dos Não-especialistas em Semântica Web. Existem cinco funcionalidades que podem interessar os usuários que utilizam este tipo de plataforma: **Visualização, Exploração, Exportação, Manipulação e Publicação**. Entre estas funcionalidades, há três que devem estar presentes nas plataformas para interagir com grafos de conhecimento quando falamos de perfis não especialistas em web semântica: **Exportação, Visualização e Exploração**.

Pensando na persona definida na seção anterior, é importante definir o escopo do protótipo em relação às questões e necessidades do perfil. Portanto, foram levantadas três questões que devem ser respondidas pelo protótipo para atender às necessidades da Persona:

- a Quais são os pontos de acesso a transporte público próximos a determinada instituição de ensino?
- b Quais são as linhas de ônibus próximas a uma determinada instituição de ensino?
- c Qual é a relação entre desempenho acadêmico e acesso à mobilidade pública?

No contexto da funcionalidade de **visualização**, a persona deve ser capaz de ler dados sobre instituições educacionais, linhas de ônibus, estações de ônibus, pontos de ônibus e exames educacionais; No contexto da funcionalidade de **exploração**, a persona deve ser capaz de realizar filtros essenciais para as necessidades do domínio e do perfil: características/atributos dos dados (tipos de escolas, notas nas provas educacionais); E no contexto da funcionalidade de **exportação**, deve ser possível exportar dados em formatos semânticos ou não semânticos.

Para o protótipo ser funcional e atender às necessidades, ele deve apresentar as três funcionalidades citadas e os requisitos para plataformas de grafos de conhecimento a partir da perspectiva do HDI apresentadas no capítulo 5.

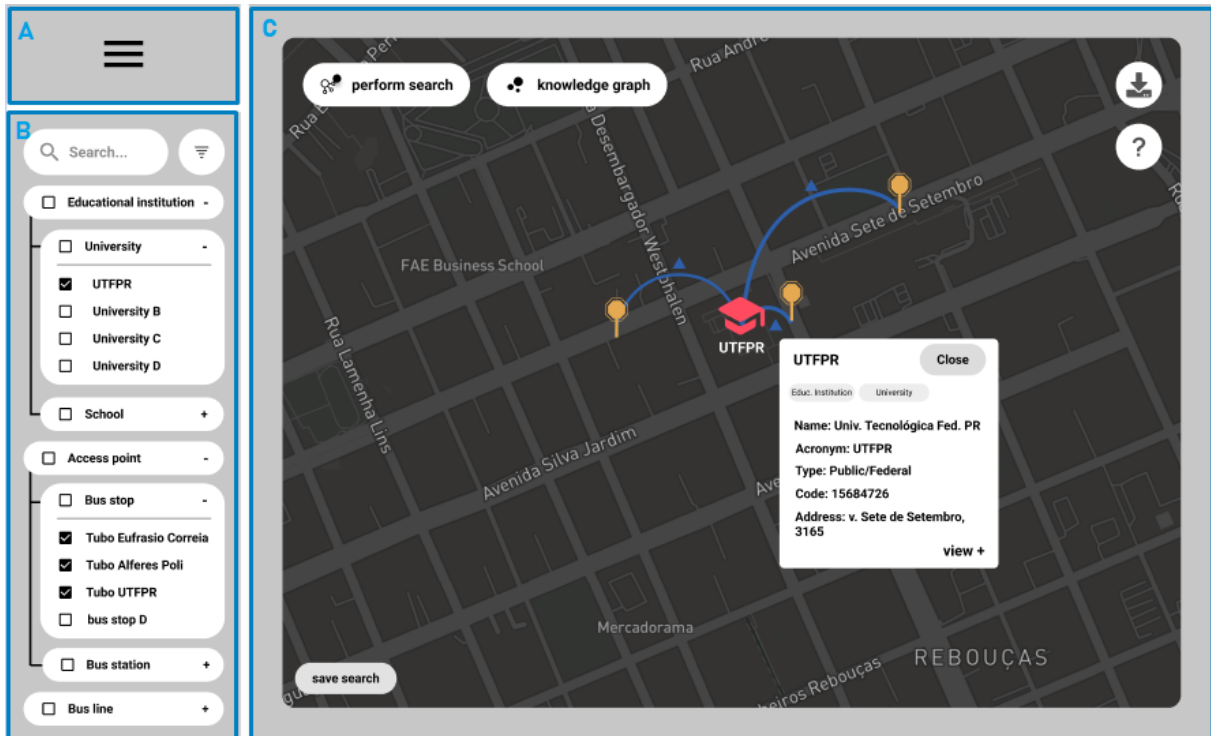
#### 7.4 RECURSOS DE INTERAÇÃO PROPOSTOS

Esta seção demonstra os principais fluxos do protótipo desenvolvido e os recursos de interação propostos para permitir que os cidadãos não especialistas em web semântica interajam com plataformas de grafos de conhecimento. As funcionalidades e recursos de interação presentes no protótipo foram desenvolvidos com base na persona apresentada e as funcionalidades definidas no escopo, assim como o domínio de aplicação selecionado.

A Figura 15 apresenta as três principais áreas do protótipo. Na Figura 15 a persona consegue visualizar a localização da universidade UTFPR bem como algumas estações tubo próximas a instituição de ensino, localizadas nos ícones amarelos. Os traços azuis representam justamente essa relação de 'está próximo de'. Pode-se ver na área lateral esquerda (B), que os objetos selecionados são exatamente os que estão presentes no mapa. Além disso, é presente um painel de informações sobre a universidade UTFPR.

A área superior esquerda (A) é o menu, a partir de onde a persona poderá ter acesso as principais funcionalidades da plataforma: Material tutorial sobre Grafos de conhecimento e Dados Abertos Conectados, Endpoints para consultas SPARQL, Página de Consultas da Comunidade e a Página de Exploração

Figura 15 – Áreas principais do protótipo



Fonte: Autoria Própria (2022)

A área lateral esquerda (B) apresenta o primeiro recurso de interação criado para a **funcionalidade de exploração** dos dados da plataforma. Nesse recurso as estão dispostos as classes da ontologia utilizada para construir o grafo de conhecimento que está sendo explorado e os objetos pertencentes à essa classe. No caso do domínio em questão, a pessoa pode explorar as seguintes classes: Instituições de Ensino, que podem ser Universidades ou Escolas, Linhas de ônibus e Pontos de Acesso a Mobilidade, que podem ser Terminais de Ônibus ou Pontos de Ônibus do município de Curitiba. Este recurso foi criado inspirado em filtros de busca presentes em outras plataformas, que estão diretamente relacionados aos requisitos de **Independência de HDI**. A diferença do recurso proposto é que é possível explorar as classes e objetos a partir de uma estrutura de árvore, abstraindo relação de classe e subclasses presentes em estruturas semânticas.

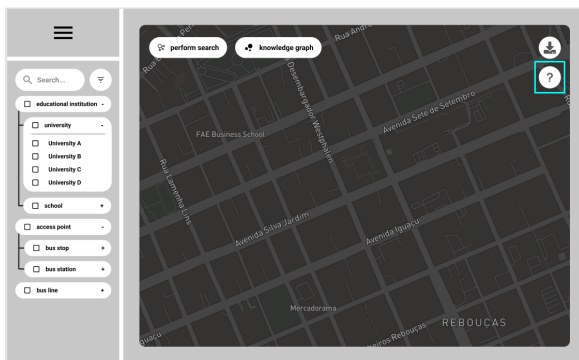
O mapa central (C) é a área principal do protótipo onde a pessoa poderá visualizar todos os itens renderizados sobre o mapa, criar critérios de busca, realizar download dos dados e até visualizar os metadados dos objetos com os quais interagir. O Mapa é um recurso de interação já presente em outras plataformas para mostrar dados estáticos, nessa proposta queremos que ele seja construído pela pessoa de acordo com suas necessidades, portanto ele é um elemento central da interação. Nesse caso esse recurso atende as funcionalidades de **exploração e visualização**

dos dados do grafo de conhecimento e satisfaz os requisitos de **Independência, capacidade de inferência e possibilidade de inovação**.

A Figura 16 mostra a tela inicial da plataforma, onde a pessoa pode ter acesso ao mapa, onde os objetos de interação e suas relações serão plotados, um menu lateral no lado esquerdo para buscas e filtros e dois botões na parte superior da tela. O botão 'Perform Search' é para construir critérios de pesquisa complexos baseados na taxonomia do grafo de conhecimento sobre o qual a plataforma é construída e o botão 'Knowledge Graph' muda o modelo de visualização para um formato mais técnico baseado em grafos. Critérios de pesquisa complexos se referem à estruturas lógicas de pesquisa com mais de uma condição de satisfação.

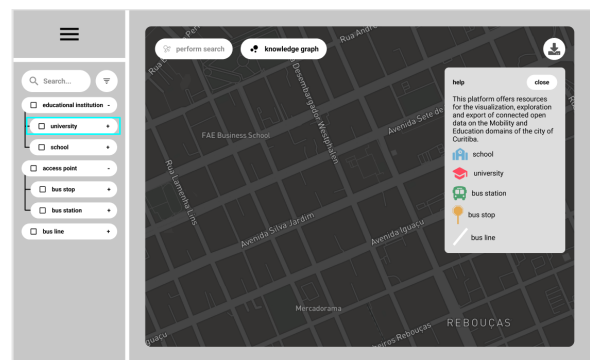
Ao clicar no ícone do ponto de interrogação destacado na Figura 16, a pessoa pode acessar um modal com informações básicas sobre a plataforma e os ícones usados no mapa para cada classe do grafo de conhecimento, como mostrado na Figura 17. O recurso de material tutorial foi observado em plataformas de interação com grafos de conhecimento em cidades inteligentes e se trata de um recurso para a funcionalidade de **exploração** que satisfaz o requisito de **suporte**.

**Figura 16 – Mapa Inicial**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

**Figura 17 – Modal de Ajuda**



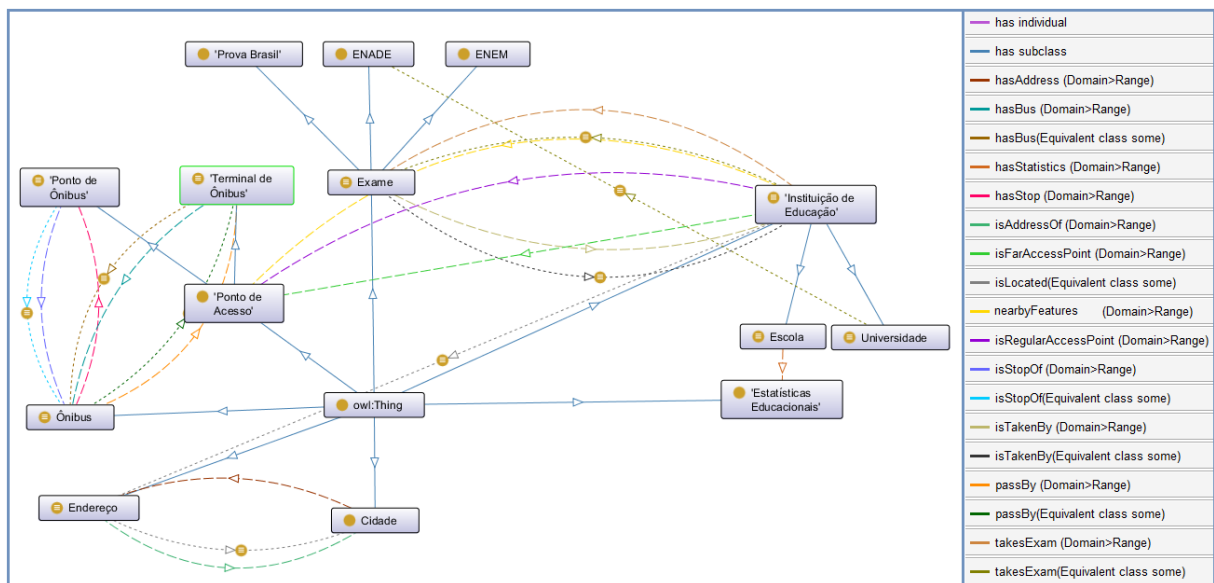
**Fonte: Autoria Própria (2022)**

No menu lateral há 'caixas de seleção' para cada classe, onde estão listados todos os objetos da classe definida na arquitetura da ontologia utilizada para construir o grafo de conhecimento. Ao clicar em um dos objetos listados no menu lateral, ele é destacado com um ícone no mapa em seu endereço específico. Assim, a pessoa pode ver onde estão localizados pontos de ônibus, terminais rodoviários, linhas de ônibus, universidades e escolas na cidade de Curitiba.

Ao clicar no botão 'Perform Search' destacado na Figura 19 a pessoa poderá construir critérios de pesquisa para realizar filtros ou explorar as relações dos objetos selecionados no

menu lateral. O recurso de interação criado para construir esse critério de busca abstrai muitos conhecimento técnicos sobre web semântica. A Figura 18 representa as relações entre as os objetos de diferentes classes da ontologia. A Figura possui uma legenda, onde cada *object property* é representada por uma cor diferente. Essa imagem mostra a complexidade das relações possíveis entre objetos dessas classes, já que os objetos podem ter várias relações distintas formados pelas triplas já apresentadas no subcapítulo 2.2.1, que são compostas de três estruturas básicas: <Sujeito>, <Predicado> e <Objeto>.

Figura 18 – Mapa de Relações entre Classes



Fonte: Autoria Própria (2021)

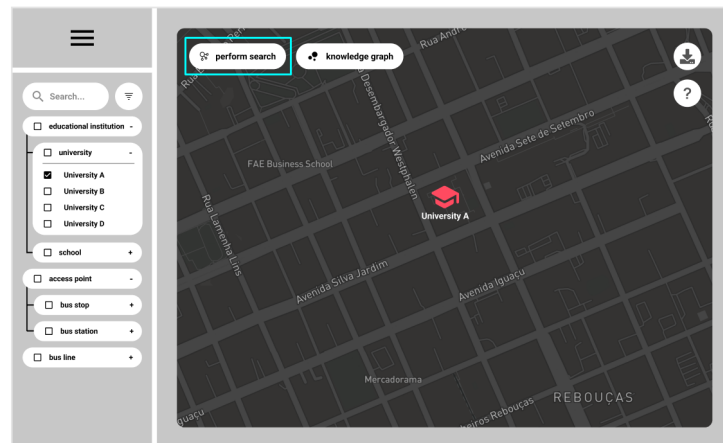
Para construir os critérios será necessário preencher três campos: 'What', 'Action' e 'Target', como mostrado na figura. Os campos mostrados são uma forma menos técnica de permitir a interação com os dados conectados através da estrutura de triplas que é baseada em 'Sujeito', 'Predicado' e 'Objeto'.

Para o campo 'What' a classe de qualquer um dos objetos ativados no mapa deve ser selecionada, o campo 'Action' fornecerá como opção todas as relações possíveis para a classe selecionada no campo 'What'. E finalmente, o campo 'Target' deve ser uma classe que pode ser um intervalo da relação ou mesmo um valor numérico ou textual, se a relação selecionada for uma propriedade de dados. A construção do critério disponível no protótipo é uma abstração de uma consulta utilizando a linguagem SPARQL.

Esse recurso de construção de critérios de busca abstrai consultas complexas em SPARQL e auxilia a persona a construir um mapa com dados e informações que interessam a persona. Esse recurso é exclusivo do protótipo criado e foi desenvolvido para permitir que

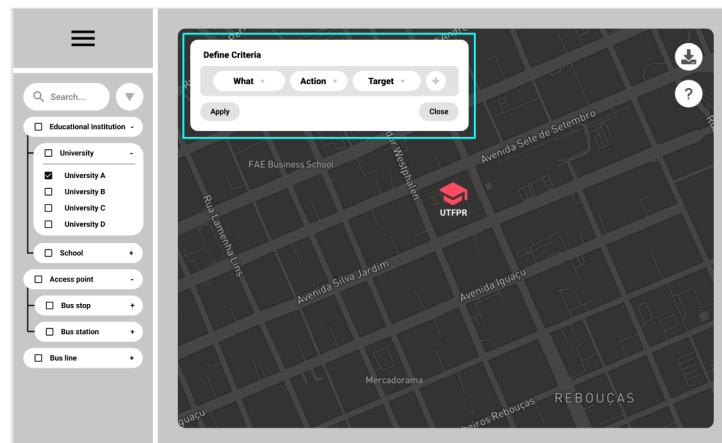


**Figura 19 – Seleção de universidade**



Fonte: Autoria Própria (2022)

**Figura 20 – Definição de critério**



Fonte: Autoria Própria (2022)

cidadãos com menos conhecimento técnico em web semântica pudessem interagir diretamente com os dados. Esse recurso está dentro do escopo da funcionalidade de **exploração** e satisfaz os requisito de **independência**.

7.4.1 Quais são os pontos de acesso a transporte público próximos a determinada instituição de ensino?

A primeira questão definida para atender às necessidades da persona foi: *Quais são os pontos de acesso a transporte público próximos a determinada instituição de ensino?*. Para ter acesso a essa informação e aos dados necessários, a persona provavelmente teria uma instituição de ensino específica em mente, e então selecionaria a instituição na barra lateral da esquerda. Caso fosse seu interesse, poderia também selecionar mais de uma instituição de ensino.

Ao selecionar a instituição desejada, um ícone referente à instituição aparece no mapa. Para achar quais são os pontos de ônibus próximos a essa instituição, a persona entende que pode desenvolver a seguinte relação lógica: <Universidade> <está próxima de> <Pontos de Ônibus>. Para desenvolver essa relação entre os objetos, a persona desenvolverá um critério de busca, clicando no botão 'Perform Search'.

Ainda no escopo idealizado pelo protótipo, como a definição de critérios se baseia na estrutura de triplas de ontologias, pode-se usufruir de propriedades dessas estruturas de dados como a propriedade reflexiva. Assim, caso a persona desenvolva a relação lógica <Pontos de Ônibus> <está próxima de> <Universidade> e a descreva nos critérios, o protótipo deverá carregar os mesmos resultados da relação descrita anteriormente.

A Figura 21 mostra um exemplo de consulta SPARQL para obter os mesmos resultados de interesse da persona. Para construir uma consulta como essa é necessário ter acesso à um Endpoint SPARQL com acesso aos dados conectados do grafo de conhecimento e ter conhecimento técnicos para construir a consulta baseado na estrutura RDF e das relações definidas na ontologia.

**Figura 21 – Exemplo de Consulta SPARQL responder a primeira questão.**

```

1 prefix mobed:<http://www.semanticweb.org/mateus/ontologies/2019/9/mobility_&_education#>
2 PREFIX gn: <https://www.geonames.org/ontology#>
3
4 select DISTINCT ?busName where {
5   {
6     {
7       ?school gn:nearbyFeatures ?accessPoint.
8       ?accessPoint mobed:hasBus ?bus.
9       ?bus mobed:hasName ?busName.
10      ?school mobed:hasCode 2246.
11    }
12  }

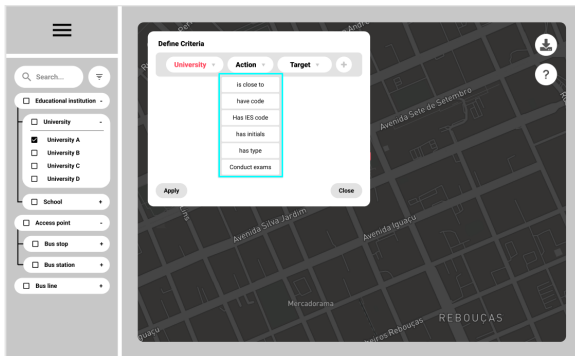
```

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

A Figura 22 demonstra o preenchimento dos campos de construção do critério utilizando o recurso desenvolvido no protótipo e a Figura 23 mostra a definição completa de um critério de busca que responde à primeira pergunta levantada pela persona. O 'What' é a entidade 'Universidade', com base na universidade selecionada no menu lateral, o campo 'Action' é 'está próximo', uma das relações possíveis de objetos do tipo Universidade e o campo alvo são objetos de classe 'Parada de ônibus', que é o que a persona deseja achar.

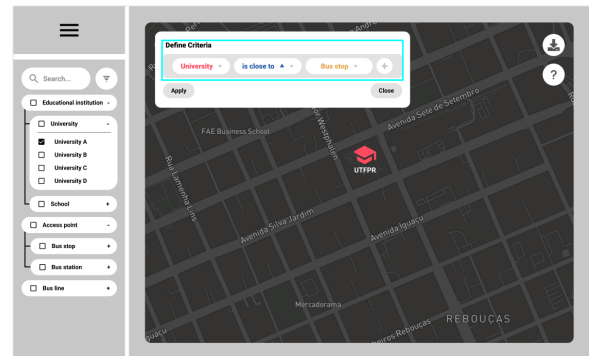
A Figura 24 mostra o resultado obtido pela persona para o critério definido e apresentado na Figura 23. As paradas de ônibus próximas à universidade selecionada foram identificadas no mapa. O ícone da universidade está conectado aos pontos de ônibus por um traço, o que indica

**Figura 22 – Construção de triplas**



Fonte: Aatoria Própria (2022)

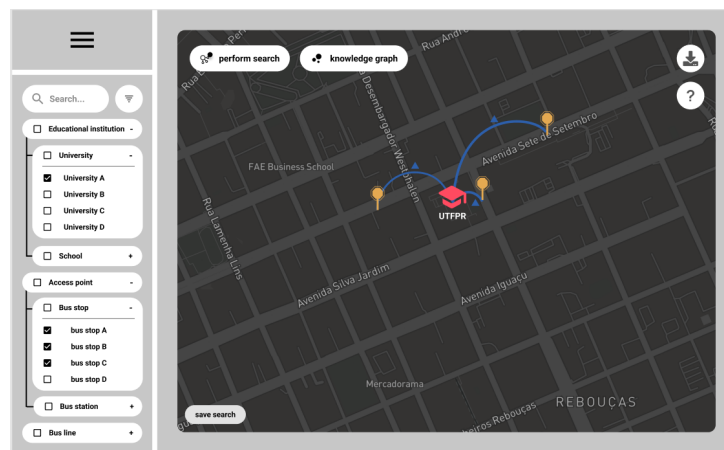
**Figura 23 – Aplicação de busca**



Fonte: Aatoria Própria (2022)

a relação entre os elementos. A cor do traço indica a relação ativa entre os objetos, já que é a mesma cor que aparece na definição do critério, conforme apresentado na Figura 23.

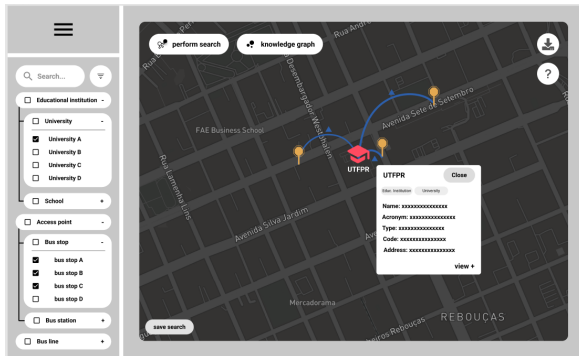
**Figura 24 – Resultado da primeira questão da persona**



Fonte: Aatoria Própria (2022)

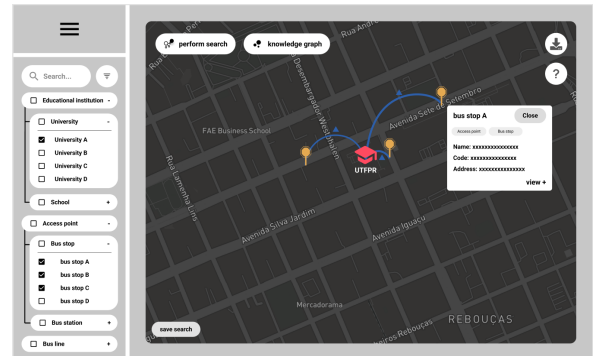
Agora que a instituição de ensino e os pontos de ônibus próximos estão presentes no mapa a persona poderá interagir diretamente com esses elementos para descobrir dados específicos de cada objeto, dentre eles os endereços. Ao realizar a ação de pairar com o mouse sobre os objetos no mapa, é possível interagir com o modal de informações básicas do objeto. A Figura 25 mostra um exemplo do modal de informação básica para objetos da classe universitária, e a Figura 26 mostra um exemplo do modal de informação básica para objetos da classe ponto de acesso.

Figura 25 – Visualização de Universidade



Fonte: Autoria Própria (2022)

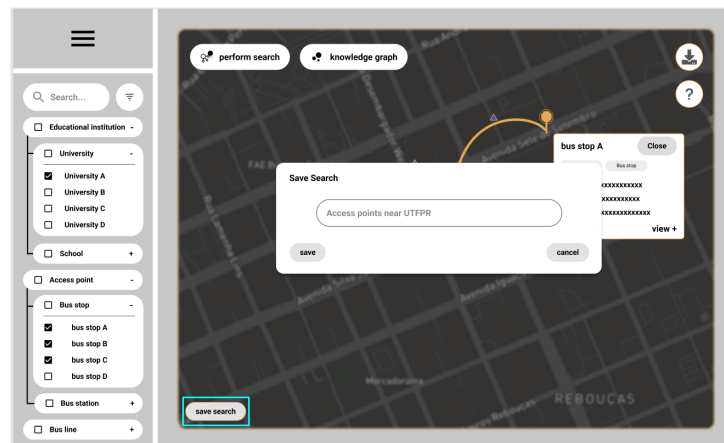
Figura 26 – Visualização de pontos de ônibus



Fonte: Autoria Própria (2022)

Uma vez realizada essa exploração, pode ser interessante salvar a busca para outros cidadãos e pesquisadores. Então se a persona desejar, ela pode salvar a busca realizada clicando no botão 'Save Search'. Quando ela clica, um modal se abre e pode escrever o nome de como deseja salvar a busca, confirmar a ação, ou até mesmo cancelar. A Figura 27 destaca o botão e exibe o modal comentado. O fluxo para salvar a consulta é um recurso relacionado à funcionalidade de **exploração** que satisfaz o requisito de **engajamento** dos requisitos baseados em HDI já que aumenta a quantidade de pesquisas disponíveis para a comunidade.

Figura 27 – Salvar busca

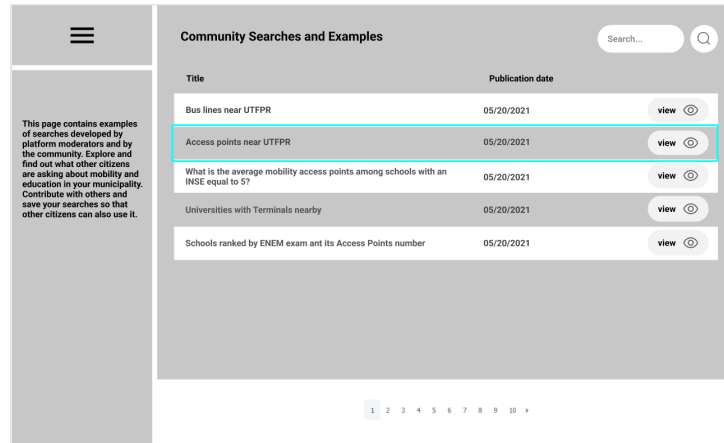


Fonte: Autoria Própria (2022)

Ao salvar a busca, ela fica disponível em lista pública de buscas realizadas pela comunidade e está disponível na plataforma para que todos os cidadãos que possam estar interessados em consultas similares possam acessá-la. A Figura 28 demonstra a tela com uma lista de buscas salvas pela comunidade, clicando no botão 'view' a persona retornará ao mapa com os critérios selecionados e já aplicados para explorar e visualizar os dados e informações de critérios desenvolvidos por outros cidadãos. A lista de buscas da comunidade é um recurso relacio-

nado à funcionalidade de **exploração e visualização** de dados que satisfaz os requisitos de **independência, engajamento, possibilidade de inovação e capacidade de inferência**.

**Figura 28 – Buscas da comunidade**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Para responder a esta pergunta, foram apresentados recursos de interação que atendem às necessidades de perfis não especialistas em web-semântica para as funcionalidades de visualização e exploração. Por exemplo, mapas, ícones e modais de informação são recursos de interação que podem facilitar a interação com a funcionalidade de visualização de grafos de conhecimento para este perfil. Da mesma forma, filtros e definições de critérios de busca são formas mais simples de interagir com triplas de grafos de conhecimento e permitir a interação com a funcionalidade de exploração dos dados pela persona sem a necessidade de conhecer e desenvolver consultas SPARQL.

#### 7.4.2 Quais são as linhas de ônibus próximas a uma determinada instituição de ensino?

Para responder à segunda pergunta - Quais são as linhas de ônibus perto de uma determinada instituição de ensino? - a persona irá tentar encontrar as informações sobre quais linhas de ônibus passam pelos pontos de acesso ao transporte público identificados nos resultados da primeira pergunta respondida na subseção 7.4.1.

Após responder a primeira questão e possivelmente tendo salvo a busca, a persona possui um critério que aponta quais são os pontos de ônibus que passam próximos de uma instituição de ensino. O pensamento que a persona provavelmente seguirá é o de que precisa descobrir quais são as linhas de ônibus que passam exatamente por esses pontos de ônibus. A Figura 29 mostra um exemplo de consulta SPARQL para responder a pergunta apresentada e

demonstra.

**Figura 29 – Exemplo de Consulta SPARQL responder a segunda questão.**

```

1 prefix moped:<http://www.semanticweb.org/mateus/ontologies/2019/9/mobility_&_education#>
2 PREFIX gn: <https://www.geonames.org/ontology#>
3
4 select ?schoolName ?accessName where {
5   ?school gn:nearbyFeatures ?accessPoint.
6   ?school moped:hasCode 2246 .
7   ?school moped:hasName ?schoolName.
8   ?accessPoint moped:hasName ?accessName.
9 }

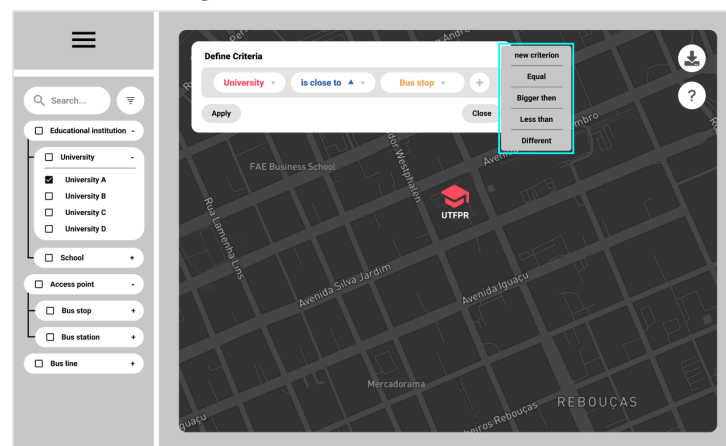
```

**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

Utilizando o recurso construído no protótipo, a segunda pergunta é com a persona complementando os critérios de busca realizados na primeira pergunta desenvolvendo a seguinte relação lógica: Quero saber quais são os <Pontos de Ônibus> em que cada um deles <é parada de> alguma <Linha de Ônibus>.

Após completar o primeiro critério, a persona irá explorar outras formas de desenvolver critérios mais complexos selecionando um botão com um ícone com o símbolo 'Adicionar', o que significa que ele pode complementar o critério. A Figura 30 mostra em destaque o modal de operações que aparecerá após a persona clicar no botão para complementar o critério de busca. A persona terá acesso às seguintes opções: Adicionar um novo critério para propriedades de objetos, novo critério com operador 'Igual' para propriedades de dados, novo critério com operador 'Diferente' para propriedades de dados, novo critério com operador 'Maior' para propriedades de dados e novo critério com operador 'Menor' para propriedades de dados.

**Figura 30 – Adicionar novo critério**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

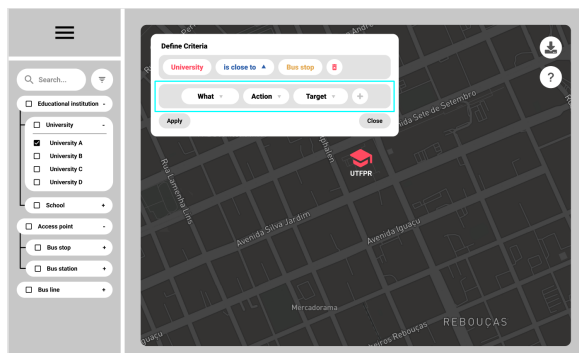
Para complementar o primeiro critério a fim de obter quais são as linhas de transporte público próximas à instituição desejada, a persona irá selecionar a opção 'Novo critério', que

resultará na criação de uma nova tripla abaixo da tripla construída para responder a primeira questão, como mostrado na Figura 31.

A Figura 32 mostra a definição completa de um critério de busca que responde à segunda questão definida pela persona definida neste projeto: *Quais são as linhas de ônibus próximas a uma determinada instituição de ensino?*. O primeiro critério consiste em uma tripla onde o 'O que' é 'Universidade', baseado na universidade selecionada no menu lateral, o campo 'Action' é 'está próximo' e o campo alvo são objetos da classe 'Parada de ônibus'. E o segundo critério consiste em um triplo onde o 'O que' é 'Parada de Ônibus', o campo 'Action' é 'é parada de' e o campo alvo são objetos da classe 'Linha de Ônibus'.

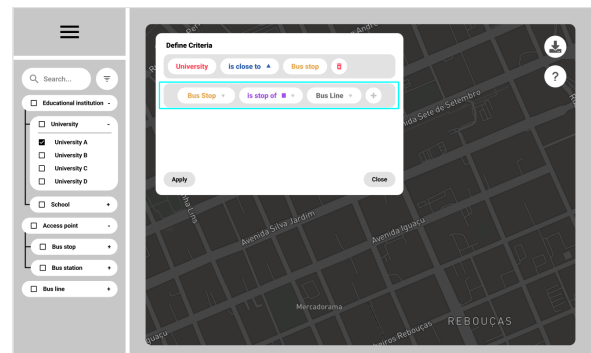
Podemos traduzir este critério completo como: A persona quer encontrar as universidades que estão próximas a alguma parada de ônibus e essa parada de ônibus deve ser uma parada de alguma linha de ônibus. Desta forma, a persona conseguirá acessar todos estes objetos e suas relações.

**Figura 31 – Triplas Complexas**



Fonte: Autoria Própria (2022)

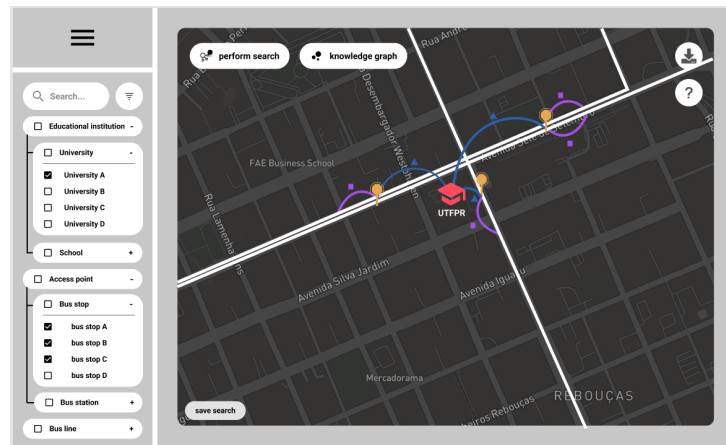
**Figura 32 – Critério Completo**



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 33 mostra o resultado para a aplicação dos critérios descritos acima. Todos os objetos que respeitam os critérios definidos são destacados no mapa, juntamente com suas relações. No exemplo, as linhas de ônibus são os caminhos brancos, os pontos de acesso ao transporte público são os ícones amarelos, a universidade de que se trata a busca é representada pelo ícone rosa. A relação de "está próximo de" é representada pelas linhas azuis marcadas com um triângulo entre a universidade e os pontos de acesso de transporte público, enquanto a relação de "é parada de" é representada pelas linhas roxas marcadas com um quadrado entre os pontos de acesso de transporte público e as linhas de ônibus.

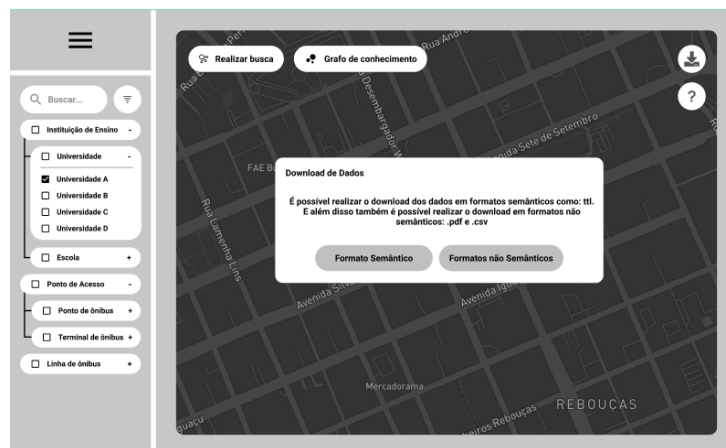
**Figura 33 – Resultado da segunda questão da persona**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Com uma busca complexa, composto de dois critérios(triplas), a persona consegue responder duas de suas questões. E pode ser de seu interesse realizar a exportação dessa busca que já contém resultados importantes. A exportação é a funcionalidade que permite a persona exportar dados da plataforma para seu próprio uso. A Figura 34 mostra o processo pelo qual a persona passará para exportar dados de seu interesse a partir da plataforma.

**Figura 34 – Modal de tipo de dado**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

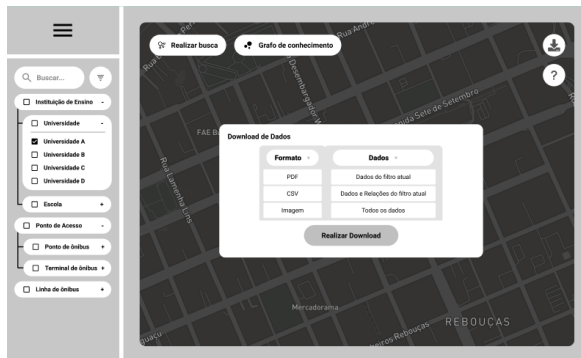
Ao selecionar o botão com o ícone de download em qualquer uma das interfaces, a persona pode escolher se deseja os dados em formatos semânticos, como mostrado na Figura 35, ou formatos de dados regulares, como mostrado na Figura 36.

Os formatos semânticos suportados pelos quais a persona pode optar são Resource Description Framework (RDF) e Turtle (.ttl) e os formatos regulares suportados são Comma-separated values (CSV), Portable Document Format (PDF) e print de imagens. Assim a persona



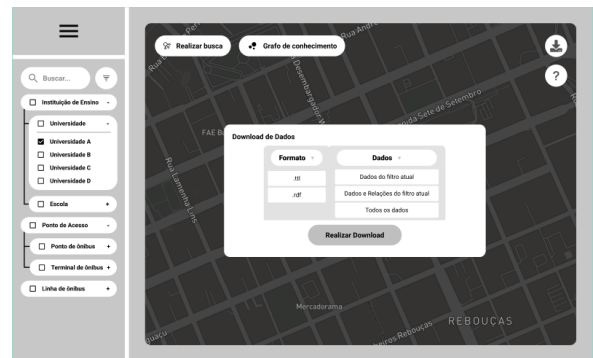
pode exportar uma lista em formato CSV com todos os pontos de ônibus e linhas de ônibus próximos da instituição de ensino selecionada para compartilhar com outros pesquisadores ou gestores do município para propor mudanças que possam atender melhor os alunos daquela instituição, por exemplo.

Figura 35 – Formatos Regulares



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 36 – Formatos Técnicos



Fonte: Autoria Própria (2022)

É possível também exportar todos os dados dos objetos presentes na visão atual, de acordo com os filtros e critérios aplicados, todos os dados e relações destes objetos, ou mesmo todos os dados e relações presentes no grafo de conhecimento. O recurso de exportação de dados se refere diretamente à funcionalidade de **exportação** e satisfaz os requisitos de **possibilidade de inovação**.

#### 7.4.3 Qual é a relação entre o desempenho acadêmico e o acesso à mobilidade pública?

Sobre a terceira questão levantada de acordo com as necessidades da persona - Qual é a relação entre o desempenho acadêmico e o acesso à mobilidade pública? - Não há uma forma predefinida para dar uma resposta exata. Mas a plataforma dá acesso a dados que podem ajudar a persona a entender esta relação entre desempenho acadêmico e acesso à mobilidade pública.

Após ter acesso às instituições de ensino, pontos de ônibus e linhas com as duas primeiras perguntas respondidas, a persona provavelmente começará a investigar mais dados e principalmente procurar por dados sobre exames educacionais realizados pela instituição de ensino desejado. Por exemplo, ao clicar no link 'view +' do modal de informação destacado na Figura 25, a persona será redirecionada para a página de informação do objeto em questão.

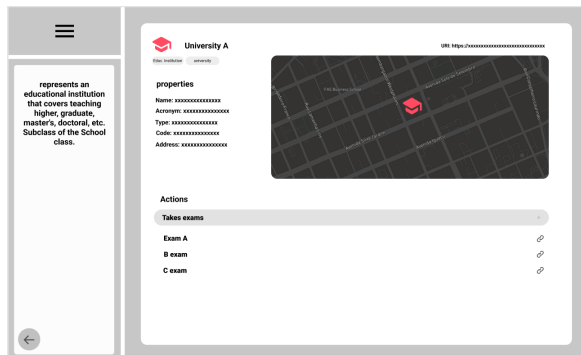
A Figura 37 mostra a página de informações da universidade pesquisada pela persona, esta página contém uma breve descrição da classe 'Universidade', a lista de propriedades de dados e a lista de propriedades do objeto. Os objetos listados na lista, aqui intitulados 'Ações', são

links que podem levar a outras páginas de informação para outros objetivos e aulas disponíveis na plataforma, tais como páginas para pontos de ônibus, terminais de ônibus, linhas de ônibus, universidades e escolas.

Assim, a persona poderá acessar informações mais detalhadas sobre os objetos de interesse, buscar as ações (Relacionamentos) que eles têm com objetos de outras classes, como exames educacionais, e validar o desempenho acadêmico de acordo com as características de mobilidade pública.

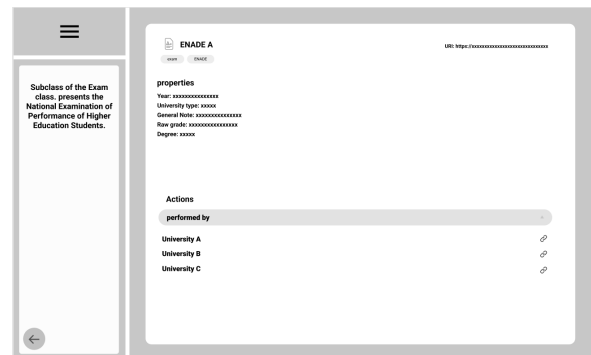
No cenário para responder a terceira questão levantada para a persona, ela irá explorar os exames realizados pela instituição de ensino investigada. A Figura 38 mostra uma página de informações detalhadas para um exame educacional realizado pela instituição de ensino de interesse da persona na Figura 37. Essa página com informações detalhadas dos objetos, seus metadados e relações com outros objetos do grafo de conhecimento é um recurso desenvolvido para a funcionalidade de **visualização** e que foi desenvolvido com base em várias plataformas mapeadas e analisadas. Esse recurso pode satisfazer os requisitos **Natureza do dados, capacidade de inferência e processamento de dados**.

Figura 37 – Visualização da Universidade



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 38 – Visualização de avaliações



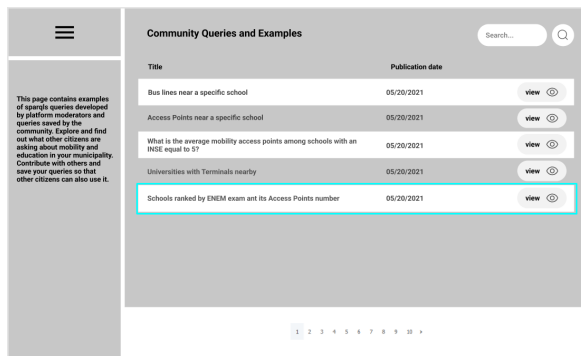
Fonte: Autoria Própria (2022)

Outra forma de obter dados sobre a relação entre mobilidade pública e mobilidade no município de Curitiba através da plataforma proposta pelo protótipo são as consultas SPARQL. Consideramos o SPARQL uma forma muito técnica de interação com dados, ou seja, não se adequa ao perfil dos usuários tratados pelo escopo do protótipo, porém consideraremos que as cidades inteligentes são ambientes comunitários e que há envolvimento suficiente na plataforma para que outros pesquisadores e cidadãos mais técnicos possam ter realizado consultas SPARQL com conteúdo de interesse para cidadãos menos técnicos. Usuários com perfis menos técnicos poderiam acessar essas consultas e apenas aplicá-las, sem a necessidade de construir e compreender as particularidades do SPARQL para obter os dados.

A Figura 39 mostra a página de consultas da comunidade, onde a pessoa tem acesso às consultas construídas e salvas por outros usuários. Destaca-se nesta imagem uma consulta que pode ser de seu interesse para entender melhor a relação entre o desempenho acadêmico e a mobilidade pública, chamada "Escolas classificadas pelo exame ENEM e seu número de Pontos de Acesso".

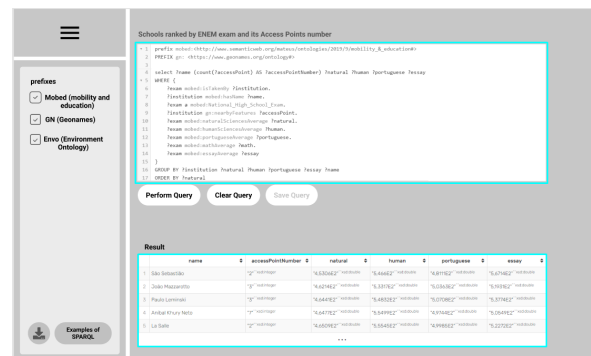
Se a pessoa selecionar uma das consultas disponíveis na comunidade, ela será redirecionada para uma interface semelhante à mostrada na Figura 40, onde a consulta é carregada no quadro superior e onde os resultados para ela são exibidos na área inferior da tela. No lado esquerdo estão os prefixos da ontologia que podem ser usados para consultar os dados do grafo de conhecimento, um espaço para desenvolvimento da consulta, seguido por botões para executar a consulta, limpar a consulta, baixar os resultados e até mesmo salvar a consulta. O Endpoint SPARQL é um recurso relacionado à funcionalidade de **exploração** presente em algumas plataformas analisadas que satisfaz o requisito de **possibilidade de inovação**.

Figura 39 – Consultas da Comunidade



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 40 – Endpoint SPARQL



Fonte: Autoria Própria (2022)

Assim, a pessoa é capaz de coletar todos os dados e informações necessárias para responder à terceira pergunta. Ela pode pesquisar instituições educacionais de interesse, pontos de acesso próximos, linhas de ônibus próximas, exames relacionados a instituições e outras relações que podem ajudar a entender o ambiente complexo que são as cidades inteligentes.

## 7.5 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Como o objetivo desta etapa é desenvolver um protótipo de plataforma de interação com grafos de conhecimento para perfis não especialistas em web-semântica em cidades inteligentes sob a luz de estudos de interação humano-dados, é importante ser capaz de avaliar o protótipo desenvolvido com critérios de avaliação também desenvolvidos sobre as perspectivas de interação

humano-dados.

Na literatura, identificamos a falta de abordagens práticas, requisitos, diretrizes ou recomendações que poderiam orientar o projeto de sistemas de informação com foco no HDI. Victorelli *et al.* (2020) teve a mesma dificuldade e usou uma revisão de literatura para definir recomendações e critérios de avaliação para sistemas de informação que pretendem levar em conta os aspectos do HDI.

Originalmente, as recomendações da Victorelli *et al.* (2020) levavam em consideração os seguintes aspectos: Sinteticidade, Clareza, Informatividade, Intuitividade, Atratividade, Usabilidade, Feedback intuitivo, Pesquisa de dados semanticamente enriquecidos e Enriquecimento pré-processamento de dados. As recomendações do Victorelli *et al.* (2020) não levam em conta o contexto dos grafos de conhecimento, portanto foi necessário adaptá-los para fazer sentido aos dois universos, Grafos de Conhecimento e Interação Humano-Dados.

Tendo em vista a necessidade de ter critérios de avaliação que levassem em conta aspectos particulares dos grafos de conhecimento, as recomendações e critérios levantados por Victorelli *et al.* (2020) foram interpretados. A Tabela 14 apresenta critérios de avaliação que levam em conta aspectos do HDI que serão utilizados nesta seção para a avaliação preliminar do protótipo.

Sobre os critérios de avaliação apresentados na Tabela 14, o critério de sinteticidade é presente no protótipo já que os metadados, relações e complexidades técnicas são abstraídos de acordo com as necessidades da persona. Além disso, os fluxos são claros, apoiados por mapas, ícones e grafos, cumprindo a avaliação do critério de Clareza.

Os resultados sobre a adequação do protótipo aos critérios está presente na Tabela 15. Sobre o critério de Informatividade e Intuitividade, o protótipo é capaz de representar todos os aspectos relevantes sobre os domínios de mobilidade e educação de acordo com as necessidades e questões da persona utilizada. E de acordo com o nível técnico dos perfis selecionados para o desenvolvimento, foram utilizados recursos de interação compatíveis com o conhecimento técnico em informática, permitindo independência e satisfação.

Como o protótipo foi desenvolvido a partir da perspectiva das necessidades e desejos de uma persona que representa o perfil selecionado para o trabalho, ele garante que as condições de Atratividade e Usabilidade sejam atendidas.

O protótipo falha em todas as três avaliações do critério de Feedback Intuitivo. Entendemos que a possibilidade de feedback faria muito sentido se o escopo do protótipo incluísse

Tabela 14 – Critérios de HDI para avaliação de Sistemas de Informação - Adaptado de Victorelli *et al.* (2020)

<b>Critério</b>	<b>Condições</b>
<b>Sinteticidade</b>	a) As informações e os dados não são redundantes e não há maneiras diferentes de acessar os mesmos dados. b) Leveza dos elementos de informação em oposição à sua densidade.
<b>Claridade</b>	a) A clareza refere-se ao ambiente de informação dos dados: se os dados são acompanhados de metadados apropriados, ilustrações como grafos e mapas, se as informações sobre sua qualidade também estão disponíveis.
<b>Informatividade</b>	a) Capacidade de representar todos os aspectos relevantes da realidade de interesse e da natureza dos dados. b) Utilização de modelos que são familiares para o perfil do usuário. Evitar qualquer modelo que dificulte a aquisição de conhecimento.
<b>Intuitividade</b>	a) As informações são bem organizadas em termos de contexto e seguem as boas práticas de projeto. b) O usuário deve ser capaz de acessar os dados necessários de forma independente.
<b>Atratividade</b>	a) A Plataforma é capaz de transmitir todos os recursos de interação e funcionalidades da realidade de interesse para o perfil de cidadão. b) Capacidade de atrair usuários para a percepção das informações exibidas nela, sem qualquer relação com a eficiência e eficácia na interação e uso.
<b>Usabilidade</b>	a) Eficácia - precisão e completude com a qual os usuários podem atingir objetivos específicos. b) Eficiência - Precisão e completude com os quais os usuários podem atingir objetivos. c) Satisfação - ausência de desconforto e atitudes positivas em relação aos usuários do produto.
<b>Feedback intuitivo</b>	a) O sistema permite o feedback do ser humano sobre os dados apresentados. b) O sistema permite o feedback humano que pode ser facilmente incorporado ao sistema. c) O feedback humano é permitido de forma intuitiva, por exemplo, na forma de linguagem natural, descrições coloquiais das circunstâncias ou análise do discurso, etc.
<b>Busca de dados semanticamente enriquecido</b>	a) Existe algum mecanismo de busca de dados estruturado ou semanticamente enriquecido?
<b>Pré-processamento refinado de dados</b>	a) Os dados têm metadados e estão conectados a outros grafos de conhecimento?

os perfis dos apoiadores, este perfil é responsável por apoiar a plataforma e os dados presentes nela. Eles podem ser responsáveis por alimentar a plataforma com mais dados ou ajudar outros usuários a interagir com a plataforma e os dados. Eles também podem ajudar os perfis com menos habilidades técnicas a usar plataformas de consumidores de dados abertos conectados e usar os dados necessários para seus propósitos. De fato, parece haver ainda muita dificuldade em oferecer recursos de interação para este perfil específico, que ainda está pouco presente nas plataformas de grafos de conhecimento em cidades inteligentes.

Todos os recursos de filtragem, busca e consulta do protótipo são baseados nas estruturas semânticas dos grafos de conhecimento utilizados. Ele também utiliza outras ontologias de alto nível, enriquecendo os metadados, conectando indiretamente a plataforma com outros grafos de conhecimento e atendendo aos critérios de pesquisa de dados semanticamente enriquecidos e de pré-processamento de dados.

Tabela 15 – Adequação aos Critérios de HDI para avaliação de Sistemas de Informação

<b>Critério</b>	<b>Condições</b>
<b>Sinteticidade</b>	a) Atende Critério. b) Atende Critério.
<b>Claridade</b>	a) Atende Critério.
<b>Informatividade</b>	a) Atende Critério. b) Atende Critério.
<b>Intuitividade</b>	a) Atende Critério. b) Atende Critério.
<b>Atratividade</b>	a) Atende Critério. b) Atende Critério.
<b>Usabilidade</b>	a) Atende Critério. b) Atende Critério.
<b>Feedback intuitivo</b>	c) Atende Critério. a) Não Atende Critério. b) Não Atende Critério.
<b>Busca de dados semanticamente enriquecido</b>	c) Não Atende Critério.
<b>Pré-processamento refinado de dados</b>	a) Não Atende Critério.

Assim, dos nove critérios de avaliação HDI para sistemas de informação, o protótipo atende a oito critérios, e das dezessete avaliações presentes nestes critérios, quinze foram atendidas.

Três outros critérios foram definidos tendo em vista o aspecto dos grafos de conhecimento do protótipo, derivados dos três temas-chave dos estudos de interação humano-dados baseados em (MORTIER *et al.*, 2014). Estes critérios são apresentados na Tabela 16 e com os critérios apresentados na Tabela 14, será possível avaliar o protótipo levando em consideração os sistemas de informação do HDI e dos Grafos de Conhecimento.

Os critérios de avaliação apresentados na Tabela 16 dependem fortemente do grafo de conhecimento utilizado para a construção da plataforma, sua qualidade e integridade dos dados utilizados.

Em geral, as condições dos critérios de Legibilidade são obtidas através de boas práticas de construção de grafos de conhecimento, pois devem fornecer informações sobre a natureza dos dados, ferramentas e processos. Além disso, o grafo de conhecimento foi construído com a ajuda de especialistas de domínio e com base em suas motivações e necessidades.

O critério da Agência leva em consideração o nível técnico das pessoas que pretendem utilizar o grafo de conhecimento, o engajamento que este artefato pode gerar, e o desdobramento social que ele pode causar. Entendemos que o grafo de conhecimento foi desenvolvido para atender a públicos menos técnicos, e para isso teve o apoio de especialistas de domínio para entender a demanda e a motivação da população em relação aos domínios presentes no contexto,

**Tabela 16 – Critérios de Avaliação para Grafos de Conhecimento**

<b>Critério</b>	<b>Condição</b>
<b>Legibilidade</b>	<p>a) O grafo de conhecimento deve fornecer informações sobre os domínios que ele representa e sua natureza.</p> <p>b) O grafo de conhecimento deve fornecer informações sobre as ferramentas e processos utilizados para construir a representação do conhecimento, como ontologias, filtros e até refinamentos realizados sobre os dados.</p> <p>c) O grafo de conhecimento deve ser construído pensando nos perfis que vão utilizar a base de conhecimento e suas motivações, permitindo a possibilidade de inferência.</p>
<b>Agência</b>	<p>a) O grafo de conhecimento deve ser construído de acordo com o nível técnico de conhecimento dos perfis que irão utilizá-lo. Desta forma, as estruturas técnicas do grafo de conhecimento podem ser usadas para ajudar o usuário.</p> <p>b) O envolvimento é um tópico tão relevante nas comunidades, os grafos de conhecimento presentes neste contexto devem considerar fornecer estruturas para manter as pessoas envolvidas em seus domínios e questões.</p> <p>c) Ao desenvolver um grafo de conhecimento, os engenheiros do conhecimento devem ter certeza de que os dados podem ser usados por outras pessoas para construir novas soluções e ferramentas.</p>
<b>Negociabilidade</b>	<p>a) Os grafos de conhecimento podem utilizar dados de diferentes fontes e formatos, portanto, deve estar claro de onde vêm os dados e sua integridade.</p> <p>b) Os grafos de conhecimento podem estar em constante evolução, por isso é importante que os dados possam ser atualizados e até mesmo removidos com segurança, se necessário.</p> <p>c) Os grafos de conhecimento ainda são uma forma muito técnica de representação de dados para usuários que não são especialistas em dados semânticos, por isso é importante que eles sejam acessíveis a outros perfis menos técnicos.</p>

cumprindo este critério.

Quanto ao critério de Negociabilidade, apenas a primeira condição é atendida, que é a utilização de dados de diferentes fontes já foram utilizados dados de dois domínios diferentes, e para cada domínio foram utilizadas fontes diferentes.

As outras condições não foram atendidas, pois dependem de um perfil de suporte para manutenção e evolução do grafo de conhecimento e, como mencionado anteriormente, este perfil não estava dentro do escopo da pesquisa e é um perfil escasso na literatura e em projetos práticos em cidades inteligentes.

Assim, dos três critérios apresentados, dois foram completamente preenchidos. O critério de negociabilidade foi parcialmente cumprido e do total de nove condições, sete foram cumpridas pelo protótipo e pelo grafo de conhecimento utilizado.

## 8 AVALIAÇÃO DE COMUNICABILIDADE

Este capítulo se refere à quinta etapa da metodologia, o método de avaliação escolhido para avaliar o protótipo desenvolvido foi o de Comunicabilidade. Esse método avalia a interação do usuário com um sistema em um ambiente controlado onde possa identificar rupturas de comunicação vivenciadas durante o teste (BARBOSA; SILVA, 2010).

O Método de avaliação de comunicabilidade (MAC) é realizado através de cinco passos: preparação do teste, aplicação do teste, etiquetagem, interpretação e elaboração do perfil semiótico. As duas primeiras fases não apresentam diferenças significativas em relação a outros métodos de observação de usuários (PRATES *et al.*, 2000).

Na fase de etiquetagem, o comportamento do usuário durante a interação é analisado e classificado por intermédio de associação de expressões de comunicabilidade, também chamadas de etiquetas. Cada uma remete a um tipo de problema de comunicação. Portanto, a presença de etiquetas denota a presença de problemas de comunicabilidade; sua ausência, a falta de evidência de problemas.

O próximo passo é fazer a interpretação da etiquetagem. Além da observação do registro das interações, a análise de entrevistas com os participantes contribui para eliminar possíveis ambiguidades e enriquecer a interpretação do processo de metacomunicação. A análise das etiquetas de comunicabilidade, que é baseada em teoria que explica IHC como um todo, oferece ao avaliador indicações sobre as causas dos problemas identificados, bem como, muito provavelmente, sobre algumas soluções possíveis.

Segundo os autores Prates *et al.* (2000), o MAC se completa com a elaboração do perfil semiótico, que consiste em uma análise sobre o processo de comunicação previsto pelo designer através da interface. Os itens examinados para tal diagnóstico correspondem a cinco perguntas gerais. (1) Quem são os destinatários da metacomunicação do designer (i.e. qual sua concepção sobre os usuários)? (2) Quais de suas necessidades e desejos foram contemplados e por quê? (3) Quais formas de comunicação foram julgadas preferenciais e por quê? (4) Como funciona, o que realiza e não realiza, a comunicação usuário-sistema, e por quê (i.e. qual a lógica do software)? (5) Qual a visão e razão do design (i.e. qual o valor do software)?

A construção do perfil semiótico se refere à compreender o significado e a mensagem recebida pelo usuário através da interface e seus elementos. Uma análise dos códigos de comunicação da interface e de como eles são usados em tempo de interação oferece elementos para



Tabela 17 – Descrição de Etiquetas

Etiqueta	Descrição	Sintomas
<b>Onde está?</b>	o usuário sabe qual operação deseja executar mas não a encontra de imediato na interface	abrir e fechar menus e submenus e passar com o cursor de mouse sobre botões, inspecionando diversos elementos de interface sem ativá-los
<b>E agora?</b>	o usuário não sabe o que fazer e procura descobrir qual é o seu próximo passo	vagar com o cursor do mouse sobre a tela e inspecionar os menus de forma aleatória ou sequencial
<b>O que é isso?</b>	o usuário não sabe o que significa um elemento de interface e procura obter esclarecimento através de uma leitura da interface	deixar o cursor do mouse sobre o elemento por alguns instantes, esperando que uma dica seja apresentada
<b>Epa?</b>	o usuário realizou uma ação indesejada e, percebendo imediatamente que isto ocorreu, a desfaz	acionar o undo imediatamente ou cancelar um quadro de diálogo aberto indevidamente
<b>Onde Estou?</b>	o usuário efetua operações que são apropriadas para outros contextos, mas não para o contexto atual	tenta digitar um dado em um campo desabilitado; digitar um comando em um campo de dado ou um dado no campo reservado para comandos
<b>Assim não dá</b>	o usuário efetuou uma sequência (longa) de operações consistentemente encadeadas antes de perceber que estava seguindo um caminho improdutivo	acionar undo repetidas vezes ou cancelar um ou mais quadros de diálogos abertos indevidamente
<b>Por que não funciona?</b>	a operação efetuada não produz o resultado esperado, mas o usuário não entende ou não se conforma com o fato (tem apego à sua interpretação)	repetir a ação
<b>Ué, o que houve?</b>	o usuário não percebe ou não entende a resposta dada pelo sistema para a sua ação (ou o sistema não dá resposta alguma)	buscar uma forma alternativa de alcançar o resultado esperado
<b>Pra mim está bom...</b>	o usuário acredita equivocadamente que concluiu uma tarefa com sucesso	encerrar a tarefa ou indicar na entrevista ou no questionário pós-teste que a tarefa foi realizada com sucesso
<b>Desisto Posso fazer de outro jeito</b>	o usuário não consegue fazer a tarefa e desiste o usuário não consegue realizar a tarefa da forma como o projetista gostaria ou tinha previsto que ele o fizesse	interromper a tarefa prematuramente não conhece essa solução, e resolve seguir outro caminho, geralmente mais longo ou complicado
<b>Obrigado, mas não</b>	o usuário já conhece a solução preferencial do designer, mas opta explicitamente por uma outra forma de interação	ocorrência da ação preferencial seguida de uma ou mais formas alternativas para se alcançar o mesmo resultado
<b>Socorro!</b>	o usuário não consegue realizar sua tarefa através da exploração da interface	recorrer à documentação ou pedir explicação a outra pessoa

se elaborarem várias possibilidades para o (re)design do software em questão (PRATES *et al.*, 2000).

## 8.1 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DO MAC

As avaliações foram realizadas de forma virtual. Portanto, foi necessário preparar e utilizar ferramentas e meios de comunicação específica para que fosse possível realizar as avaliações de forma remota com segurança e confiança.

Dado o modelo remoto, os voluntários da avaliação se comprometeram a ter acesso à webcam, microfone e internet. Além disso foi definida a plataforma *Google Meets*<sup>1</sup> como ferramenta de comunicação para que a avaliação ocorresse.

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

Assim, seria possível observar as feições do voluntário e a sua interação com a interface também poderia ser compartilhada. A tela compartilhada do voluntário junto com o seu rosto foram gravados utilizando a ferramenta *OBS Studio*<sup>2</sup> para consultas posteriores.

Foram escritos termos de consentimento para cada um dos voluntários, esses termos explicam o processo de avaliação e asseguram a confidencialidade dos dados para essa pesquisa. Todos os voluntários concordaram e assinaram os termos antes da aplicação da avaliação. O modelo de termo de consentimento escrito está disponível no Apêndice A.

A entrevista pré-avaliação foi desenvolvida para entender melhor o perfil e particularidades do voluntário, o roteiro dela está disponível no Apêndice B. A entrevista pós-avaliação contém perguntas para entender a percepção dos voluntários sobre as três funcionalidades presentes no protótipo (visualização, exploração e exportação de dados), as percepções sobre os principais recursos de interação e possíveis problemas ou dificuldade em relação à comunicabilidade da interface. O roteiro da entrevista pós-avaliação está disponível no Apêndice C.

A etiquetagem dos resultados foi realizada com base na gravação das avaliações realizadas, nas quais as pessoas puderam interagir com um protótipo interativo desenvolvido na plataforma Figma<sup>3</sup>. A própria plataforma disponibiliza uma URL online para testes dos fluxos interativos dos protótipos.

Participaram da avaliação de comunicabilidade seis voluntários, dos quais três interagem de forma mais ativa com dados e domínios de cidades inteligentes no seu cotidiano (voluntários 1, 2 e 5). Os outros três voluntários (3,4 e 6) são pessoas que trabalham no mercado prático de desenvolvimento de software, e não detêm conhecimento técnico sobre nenhum domínio de cidades inteligentes ou detêm conhecimentos profundos sobre dados abertos conectados.

Apesar da diferença conhecimento, formação e atuação, todos os voluntários se encaixam no perfil proposto para a avaliação que é o de pessoas não técnicas em web semântica que detém algum conhecimento técnico sobre computação.

A Tabela 18 apresenta o perfil dos voluntários que participaram das avaliações. A tabela contém o identificador alfabético para os voluntários com o objetivo de manter o anonimato das pessoas, suas formações acadêmicas, ofícios, se a pessoa interage com domínios de Cidades Inteligentes e se a pessoa conhece o conceito de Dados Abertos Conectados.

---

<sup>2</sup> Disponível em <https://obsproject.com/>

<sup>3</sup> disponível em <https://www.figma.com/>

**Tabela 18 – Perfil de Voluntários**

<b>Voluntário</b>	<b>Formação Acadêmica</b>	<b>Ofícios</b>	<b>Interage com Domínios de Cidades Inteligentes?</b>	<b>Conhece o conceito de Dados Abertos Conectados</b>
<b>1</b>	Graduação, Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica	Pesquisador(a) de aplicação de dados em cidades inteligentes	Sim	Sim
<b>2</b>	Graduação em Engenharia Mecânica e Pós-Graduação em Administração com especialização em Sistemas de Informação	Pesquisador(a) e Gestor(a) do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba	Sim	Sim
<b>3</b>	Graduação em Sistemas de Informação	Engenheiro de Software de Plataformas de produtos de Mídia e Comunicação	Não	Não
<b>4</b>	Graduação em Sistemas de Informação	Tech Lead de Plataformas de ensino de Idiomas	Não	Sim
<b>5</b>	Graduando(a) em Design	Estudante e Bolsista PIBIC com pesquisas sobre plataformas open-source de educação	Sim	Não
<b>6</b>	Graduação em Ciência da Computação e Pós-Graduação em Gestão de Projetos	Gestor de Projetos de Desenvolvimento de Software	Não	Não

No total foram propostas oito atividades para os voluntários, presentes na Tabela 19, essas atividades fazem parte de um cenário onde o voluntário é um pesquisador que pretende entender melhor a complexidade da relação entre os domínios de mobilidade e educação da cidade de Curitiba. Essas atividades fazem parte de quatro cenários realizados por todos os voluntários. As atividades A e B fazem parte do cenário de Apresentação da Ferramenta e Primeiros Passos, que apresenta recursos de interação para todas as funcionalidades da plataforma. As tarefas C, D, E e F focam nas interações com filtros de busca e critérios para que o voluntário possa interagir com o mapa e explorar os dados. A tarefa G consiste na exploração de metadados e relações disponíveis nos dados conectados em grafos de conhecimento. E a tarefa H tem relação com a visualização e consulta de consultas feitas por outras pessoas dentro da plataforma. O roteiro completo das tarefas propostas está disponível no Apêndice D.

**Tabela 19 – Tarefas Propostas para Avaliação**

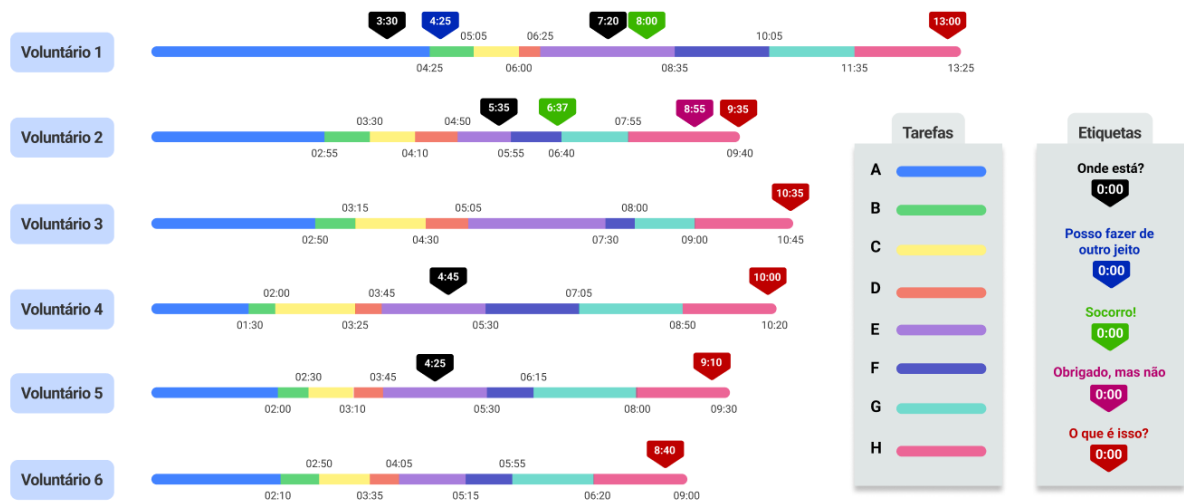
<b>Tarefa</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	Realize o tutorial da plataforma.
<b>B</b>	Após o tutorial, procure pela universidade UTFPR e faça com que ela apareça no mapa. Além disso, procure pelos pontos de ônibus: Estação tubo Eufrásio Correia, Estação tubo Alferes Polis, Estação tubo UTFPR e Estação tubo Praça Rui Barbosa.
<b>C</b>	Construa um critério de busca para identificar se a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) está perto de alguns desses pontos de ônibus. Aplique o critério construído.
<b>D</b>	Após identificá-los, salve o seu critério de busca, clicando no botão ‘save search’.
<b>E</b>	Complemente a busca realizada na tarefa anterior, adicionando um novo critério para identificar se os pontos de ônibus próximos da UTFPR são paradas de alguma linha de ônibus. Aplique o critério construído.
<b>F</b>	Exporte esses dados em formato não semântico como por exemplo o formato PDF ou CSV. Para realizar a exportação basta clicar no botão de download.
<b>G</b>	Explore mais dados sobre a universidade UTFPR. Acesse a interface de informações adicionais através do ícone no mapa para navegar por mais dados relacionados à universidade e identifique as notas do ENADE 2017 para o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UTFPR. Qual é a nota geral desse exame?
<b>H</b>	Acesse a interface de Consultas SPARQL, através do menu e visualize os resultados para a consulta SPARQL intitulada ‘What is the average mobility access points among schools with an INSE equal to 5?’. Qual é a média de pontos de acesso à transporte público perto de escolas com índice socioeconômico igual à 5 pelo resultado da consulta?

## 8.2 ETIQUETAGEM E INTERPRETAÇÃO

Das treze etiquetas descrita pelo método de avaliação de comunicabilidade, apresentadas na Tabela 17, nas seis avaliações realizadas ocorreram apenas 5 etiquetas diferentes. Os resultados da etapa de etiquetagem estão presentes na Figura 41, que apresenta linhas do tempo para cada umas das avaliações realizadas.

Cada linha pertence a um voluntário diferente, a linha do tempo contém faixas coloridas que representam cada uma das oito tarefas realizadas pelos voluntários. Em cada divisão de faixa de cor está o tempo de duração para cada voluntário em cada tarefa. As etiquetas estão representadas por um ícone acima da linha do tempo no momento em que ocorreram, os símbolos possuem uma minutagem que indicam o minuto e segundo da observação em que ocorreram e possuem cores específicas de acordo com seus significados. As legendas para as tarefas e etiquetas estão presentes na Figura 41.

Figura 41 – Etiquetagem de Avaliação



Fonte: Autoria Própria (2022)

Todos os seis voluntários completaram as oito tarefas propostas em uma média geral de dez minutos. No total apareceram cinco etiquetas diferentes distribuídas em 15 ocorrências entre as seis avaliações.

Houveram duas tarefas com ocorrências similares de etiquetas de mesma classificação. Dentre as avaliações ocorreram a etiqueta 'Onde está' em quatro casos na tarefa E - **Completamente a busca realizada na tarefa anterior, adicionando um novo critério para identificar se os pontos de ônibus próximos da UTFPR são paradas de alguma linha de ônibus. Aplique o critério construído.** A tarefa com maior incidência de etiquetas, todas classificadas como 'O que é isso?', foi a tarefa H - **Acesse a interface de Consultas SPARQL, através do menu e visualize os resultados para a consulta SPARQL intitulada 'What is the average mobility access points among schools with an INSE equal to 5?'. Qual é a média de pontos de acesso à transporte público perto de escolas com índice socioeconômico igual à 5 pelo resultado da consulta?.**

Algumas observações interessantes foram de que voluntários que realizaram a tarefa A com maior atenção conseguiram realizar as tarefas de maneira muito mais objetiva e sem dificuldades. Isso mostra que o recurso de interação 'Tutorial' pode agregar muito valor em relação à capacitação dos usuários. Entretanto, a observação mostrou também que nem todas as pessoas estão dispostas a realizar tutoriais, já que usuários mais 'apressados' podem preferir pela exploração da plataforma para entender as ferramentas, recursos e funcionalidades que ela dispõe.

Além do tutorial presente na tarefa A, a tarefa em que os voluntários mais demoraram

para completar foi a tarefa E, em que precisavam criar um critério de busca utilizando um recurso de interação baseado em triplas de relações de arquivos RDF. Isso ocorreu por ser o recurso mais distinto dentre os apresentados no protótipo e por ter uma forte relação com a estrutura de dados conectados de grafos de conhecimento.

A Tabela 20 apresenta os comentários dos voluntários sobre esse recursos de interação que permite usuários não especialistas em web semântica a criarem critérios de busca baseado em triplas de dados conectados. Todos os comentários foram positivos e demonstram que apesar de novos recursos de interação causarem uma estranheza inicial aos usuários, podem permitir novas formas de interação com formatos complexos de dados sem depender de conhecimentos técnicos específicos e de forma independente.

**Tabela 20 – Comentários sobre Construção de Critérios (Tarefa E)**

<b>Voluntário</b>	<b>Comentário</b>
<b>1</b>	"Achei natural, segue bem o raciocínio lógico que usei para responder a pergunta"
<b>2</b>	"Não é natural. Mas também não é complicado, com a indução da pergunta foi muito tranquilo e faz com que a exploração chegue a ser orgânica."
<b>3</b>	"É muito intuitivo criar a pesquisa a partir do processo mental de criar link entre as coisas. Eu por exemplo, pensava "O que quero, por onde e o que quero alcançar."
<b>4</b>	"Inicialmente achei confuso, mas depois que entendi achei tranquilo e o fato do dropdown mostrar opções ajuda a construir o critério."
<b>5</b>	"Num primeiro momento é uma forma estranha de realizar filtros e busca. Mas segue o fluxo de pensamento das pessoas."
<b>6</b>	"Não me parece fácil e acho que algumas pessoas podem ficar confusas. Mas admito que funcionou muito bem com a pergunta guiada na atividade."

O protótipo tem como objetivo, além de avaliar os recursos de interação propostos, avaliar três funcionalidades diferentes: Visualização de dados, exploração de dados e exportação de dados. Ao final das avaliações foi solicitado aos voluntários para darem notas de 1 à 10 para cada uma dessas funcionalidades, sendo 1 nada adequada ao usuário e 10 sendo totalmente adequada ao usuário. As notas de cada voluntário para as funcionalidades está disposta na tabela 21.

**Tabela 21 – Notas de Funcionalidades**

	<b>Voluntário 1</b>	<b>Voluntário 2</b>	<b>Voluntário 3</b>	<b>Voluntário 4</b>	<b>Voluntário 5</b>	<b>Voluntário 6</b>
<b>Funcionalidade de Visualização</b>	10	7	9	8	8	9
<b>Funcionalidade de Exploração</b>	7	8	10	8	8	8
<b>Funcionalidade de Exportação</b>	8	9	10	7	10	9

A média das notas para a funcionalidade de visualização foi de 8.5, enquanto a funcionalidade de exploração obteve uma média de 8.1 e exportação obteve a maior média, alcançando o valor de 8.8. Essas notas reforçam que o protótipo atingiu o objetivo oferecer a possibilidade de interação de usuários não especialistas em web semântica e sem conhecimentos profundos em dados abertos conectados à interagirem com dados conectados da cidade de Curitiba.

Apesar das notas e comentários positivos, houveram rupturas de comunicação mostradas pelo MAC que merecem atenção. A Tabela 22 apresenta as rupturas observadas na avaliação de comunicabilidade, juntamente com as tarefas em que ocorreram, local da interface em que estão presentes, sugestões de melhoria e voluntários que apresentaram tais rupturas. No total foram observadas sete rupturas de comunicabilidade.

**Tabela 22 – Rupturas observadas na avaliação de comunicabilidade**

Ruptura	Tarefa	Local na Interface	Sugestão de Melhoria	Casos em Voluntários
<b>A1</b> - O voluntário estava procurando por um índice de temas dentro do tutorial para solucionar dúvidas específicas	A	Tutorial da plataforma	Permitir, através de uma página dedicada, que o usuário possa visualizar conteúdos específicos do tutorial sem precisar passar por todo ele novamente.	1
<b>B1</b> - O voluntário tentou pesquisar pelos pontos de ônibus através do filtro de busca acima dos 'objetos' plotáveis no mapa. O caminho ideal seria abrir o dropdown de 'pontos de ônibus' e plotar os de interesse.	B	Interface de Mapa	Não se aplica, pois seria um caminho possível porém mais longo para a execução da tarefa.	1
<b>E1</b> - Voluntários sabiam que precisavam complementar o critério de busca, mas procuravam por onde poderiam fazer isso, apesar disso todos acharam o caminho para realizar o complemento.	E	Modal de criação de critérios de busca	Ter um botão exclusivo para complemento de critérios dentro do modal, na interface observada um mesmo botão carrega diferente funções e isso pode causar confusões nos usuários.	1, 2, 4 e 5
<b>E2</b> - Após complementar o critério de busca e aplicá-lo o voluntário pediu por ajuda para entender e interpretar os resultados mostrados no mapa.	E	Mapa com resultados de critérios de busca	Aplicar legendas mais claras nas relações resultantes de critérios de busca criados por usuários.	1
<b>F1</b> - O voluntário pediu por ajuda para entender qual deveria ser o formato de arquivo a exportar. Ele não compreendeu o que é um formato semântico/não semântico.	F	Modal de exportação de dados	Usar termos menos técnicos ou dar exemplos de arquivos abaixo dos botões.	2
<b>H1</b> - O voluntário sabia que deveria ir até o menu principal para ir para a interface de Consultas da Comunidade. Mas preferiu voltar manualmente para o mapa para conferir alguns dados antes de ir para a interface de Consultas da Comunidade.	H	Fluxo entre dados de Instituição de ensino e Mapa	Não se aplica.	2
<b>H2</b> - Os voluntários ficaram confusos com as consultas SPARQL presentes na tela. Por se tratar de um elemento muito técnico, parte deles não conseguiram obter informações ou interpretar os resultados da maneira como eles estavam dispostos.	H	Resultados de consultas da comunidade	Simplificar a disposição de resultados das consultas da comunidade com linguagem natural e descrições dos próprios criadores das consultas em vez de apresentar a consulta SPARQL	todos

### 8.3 PERFIL SEMIÓTICO

A última etapa do MAC é a construção do perfil semiótico com base nas avaliações, etiquetas e interpretações. O perfil semiótico vai além das rupturas de comunicação e problemas de interação identificados, abordando diretamente a linguagem da interface. A construção do perfil semiótico é um método para entender quais atributos as pessoas esperam que a apresentação visual de uma interface gráfica em construção tenha.

Nesta etapa foi feita a reconstrução da meta mensagem do designer para o usuário com base nos signos da interface, com base na recepção da mensagem evidenciada pelo usuário. Para auxiliar na construção do perfil semiótico, quatro perguntas-guia foram desenvolvidas e respondidas.

**Tabela 23 – Elaboração do Perfil Semiótico**

Perguntas	Respostas
<b>Quem são os usuários do meu produto?</b>	Pessoas com algum nível técnico de conhecimento em computação, como pesquisadores, desenvolvedores e gestores de cidades inteligentes.
<b>Quais são os desejos dos meus usuários?</b>	Desejam visualizar, explorar e utilizar dados de diferentes domínios de cidades inteligentes.
<b>Quais são as motivações dos meus usuários?</b>	O usuário quer utilizar a plataforma para entender cenários complexos presentes em cidades inteligentes e de como os domínios de cidades inteligentes podem estar relacionados. Além disso, a plataforma permite que os usuários interajam com esses dados sem depender de conhecimento técnico de web semântica e dados conectados em grafos de conhecimento.
<b>Qual a minha visão de design?</b>	Ofereço uma plataforma com recursos de interação para satisfazer três funcionalidades que se mostraram de interesse do perfil: visualização, exploração e exportação de dados. A visão de design é permitir que usuários que não entendem de dados abertos conectados ou web semântica possam interagir com dados conectados de cidades inteligentes presentes em grafos de conhecimento, promover inovação, ter autonomia e independência para trabalhar com esses dados.

Apresenta-se a seguir o perfil semiótico:

*Caro cidadão que utiliza essa plataforma como ambiente para visualização, exploração e obtenção de dados sobre o domínio de educação e mobilidade do município de Curitiba. Eu imagino que você seja uma pessoa com algum nível de conhecimento técnico em computação, mas que não conheça profundamente Grafos de Conhecimentos e seus fundamentos. Portanto, acredito que você pode ter tido dificuldades em achar esses dados integrados e até consulta-los por conta do nível técnico exigido para manipular essas estruturas ou até nem tenha tido essa oportunidade já que plataformas como essa ainda não são tão presentes na Web. Eu imagino que você tenha interesse na plataforma para visualizar, explorar e utilizar dados integrados de diferentes domínios de cidades inteligentes. Sendo capaz de entender cenários complexos presentes em cidades inteligentes e de como os domínios de cidades inteligentes podem estar*



*relacionados sem depender de ferramentas complexas que exigem um alto nível de capacitação ou conhecimentos específicos. Eu criei para você interfaces de uma plataforma que utilizam de recursos de interação para satisfazer três funcionalidades que se mostraram de interesse do perfil: visualização, exploração e exportação de dados. A visão de design é permitir que usuários que não entendem de dados abertos conectados ou web semântica possam interagir com Grafos de Conhecimento de cidades inteligentes, promover inovação, ter autonomia e independência para trabalhar com esses dados.*

## 9 CONCLUSÕES

Em relação à primeira etapa da metodologia, descrita na seção 4. Inicialmente, o objetivo era compreender os perfis dos consumidores de grafos de conhecimento em cidades inteligentes. Foram identificados dezoito perfis de acordo com a literatura.

A diferença entre os perfis se encontra na motivação para o uso de plataformas e dados abertos conectados, além do nível técnico de conhecimento, que tem um alto impacto no tipo de interação com a plataforma e na visualização dos dados. A literatura apresenta cinco funcionalidades gerais que podem ser de interesse desses perfis: Visualização, exploração, manipulação, exportação e publicação.

Esta revisão sistemática da literatura permite concluir que os estudos que levam em conta as motivações sociais e os níveis de conhecimento ou que têm abordagens centradas na interação homem-computador são ainda recentes. E que ainda não há clareza na definição de quem são os usuários finais para os quais são desenvolvidas plataformas baseadas em dados abertos conectados.

Assim, com os resultados e contribuições desta etapa, espera-se auxiliar o desenvolvimento de interfaces de interação com dados abertos conectados em cidades inteligentes destinadas a cidadãos sem conhecimento técnico em dados conectados e em web semântica. As interfaces destinadas aos cidadãos não-especialistas permitem que os dados sejam utilizados fora do ambiente acadêmico para a criação de novas soluções, identificação de problemas no ambiente urbano e processos de tomada de decisão.

Quanto à segunda e terceira etapa da metodologia, a Tabela 10 mostra que as plataformas que utilizam e fornecem grafos de conhecimento ainda são desenvolvidas para públicos muito técnicos que entendem e pesquisam sobre temas como dados e a web semântica. Assim, os perfis potenciais que poderiam utilizar estes dados para melhorar a qualidade dos serviços e a tomada de decisões em suas comunidades não podem utilizar estes dados devido à falta de conhecimento técnico ou de opções de interação mais acessíveis.

Das cinco funcionalidades que poderiam ser de interesse dos perfis de cidadãos presentes em cidades inteligentes, apenas três aparecem nas doze plataformas analisadas: Visualização, exploração e exportação. As outras duas funcionalidades são manipulação de dados e publicação. As duas funcionalidades mais destacadas são precisamente funcionalidades que poderiam permitir que as plataformas atendessem aos perfis de suporte. Os perfis de suporte poderiam oferecer

ajuda a perfis menos técnicos para obter acesso a funcionalidades mais técnicas quando estiverem interessados.

Da perspectiva do HDI, foi possível identificar nove requisitos para o desenvolvimento de plataformas de grafos de conhecimento. A natureza dos dados, o processamento de dados e a capacidade de inferência são requisitos relativos à legibilidade. Independência, engajamento e possibilidade de inovação são requisitos sobre o tema agência. E finalmente, integridade, correção e suporte são os requisitos identificados na plataforma que se referem à negociabilidade.

Sobre a etapa quatro da metodologia, presente na seção 7, o protótipo <sup>1</sup> foi desenvolvido utilizando uma ferramenta chamada Figma. Três módulos principais foram desenvolvidos: Visualização e interação em formato de mapa, visualização e interação em formato de grafo e consultas de dados.

O protótipo alcançou cerca de 82% de adequação aos critérios de avaliação do HDI para sistemas de informação apresentados na Tabela 14 e cerca de 77% de adequação aos critérios de avaliação para sistemas que utilizam grafos de conhecimento apresentados na Tabela 16.

Foi percebido que a qualidade e adoção de boas práticas na construção da estrutura dos grafos de conhecimento pode interferir na definição dos recursos de interação ao pensar em plataformas de interação com grafos de conhecimento em cidades inteligentes. Isto se deve ao fato de que a estrutura semântica pode delimitar as opções de interação dos perfis de interação, e a adoção de boas práticas pode ajudar a definir estruturas que facilitem o desenvolvimento de recursos de interação com base na semântica do grafos do conhecimento.

Na literatura e nas plataformas presentes na web, os perfis de suporte são raros e sua presença poderia garantir um nível mais elevado de adequação aos princípios do HDI. Este fato reforça a necessidade da formação e adoção destes perfis em projetos práticos de plataformas de grafos de conhecimento.

A quinta etapa é a avaliação de comunicabilidade do protótipo com pessoas que se encaixem no perfil da pesquisa (cidadãos não especialistas em web semântica) mas que possuem algum conhecimento sobre computação. Para a esta etapa foi utilizado o MAC e realizou-se a avaliação com 6 voluntários.

Para a avaliação, foi desenvolvido um protótipo com recursos de interação focados em três funcionalidades apresentadas por essa dissertação: Visualização, exploração e exportação. Essas funcionalidades foram definidas com base em estudos e levantamentos realizados em fases

---

<sup>1</sup> disponível em <https://www.figma.com/file/yhAWXN6uWaroahUJ9FZX6a/MOBED>

iniciais de investigações de perfis de consumidores de dados em cidades inteligentes.

Os recursos de interação presentes no protótipo foram desenvolvidos na intenção de permitir que pessoas sem conhecimento técnico específico em web semântica e dados conectados pudessem interagir com essas estruturas complexas de dados.

Não houve desistências e todas as tarefas foram completadas pelos voluntários. Das oito tarefas propostas duas tiveram destaques nas observações por conta da alta incidência de etiquetas.

De forma geral os voluntários conseguiram interagir com os dados do protótipo e executar as tarefas. Os recursos de interação foram avaliados como positivos por eles e o principal destaque foi o recurso responsável por permitir a criação de critérios de busca, baseado em triplas de dados conectados em grafos de conhecimento. Inicialmente acreditava-se que esse recurso poderia ser complexo para os voluntários, ou até mesmo que ele não seria capaz de suprir as necessidades. No entanto, ele foi capaz de gerar interesse e se mostrar eficiente na interação de pessoas sem conhecimento prévio com esse formato de dados.

Apesar da avaliação e de todas as interações se mostrarem positivas, existem ajustes a serem feitos com o propósito de melhorar a comunicação e metalinguagem da interface. Primeiro deve se facilitar o acesso à recursos de exploração dos dados, permitindo que critérios de busca sejam complementados e alterados de forma objetiva e clara. E deve-se abstrair recursos muito técnicos, por exemplo, consultas SPARQL tendem a ter pouco valor se a pessoa não é capaz de as compreender. Assim, descrições em linguagem natural ou até gráficos podem ser capazes de carregar mais valor de informação sobre determinadas consultas ou resultados.

### 9.0.1 Contribuições

Como principal contribuição, espera-se que se que esta pesquisa possa auxiliar o desenvolvimento de interfaces de de consumo de Dados Abertos Conectados em cidades inteligentes destinadas a cidadãos sem conhecimentos técnicos em dados conectados e web semântica. As interfaces destinadas a cidadãos não-especialistas permitem que os dados sejam utilizados fora do ambiente acadêmico para a criação de novas soluções, identificação de problemas no ambiente urbano e processos de tomada de decisão.

Como outras contribuições, foram apresentadas a definição de requisitos para plataformas de grafos de conhecimento com base nos três temas-chave do HDI. E o mapeamento de recursos de interação implementados por algumas plataformas analisadas, que podem servir de

exemplo ou base para outras plataformas.

Essa pesquisa pode ajudar outros pesquisadores e gestores de cidades inteligentes a compreender as limitações presentes nas plataformas de grafos de conhecimento presentes em nesses ambientes. Além disso, documenta os recursos de interação presentes em diversas plataformas de interação com grafos de conhecimento de cidades inteligentes, permitindo que novas formas de recurso de interação possam ser criados ou evoluir a partir destas ou para proporcionar melhores experiências aos cidadãos, de acordo com as suas necessidades e capacidades técnicas.

Sobre a fase de prototipação, os recursos de interação concebidos para plataformas deste tipo parecem estar fortemente ligados aos domínios de dados representados pelos grafos de conhecimento, por exemplo, os dados históricos podem beneficiar de linhas temporais, os dados geográficos podem ser melhor visualizados em mapas e as imagens podem ser mostradas em forma de galeria.

O protótipo é capaz de mostrar como plataformas de grafos de conhecimento podem ser construídas a partir de critérios baseados em perfis presentes em cidades inteligentes. E como recursos de interação podem ser concebidos de acordo com motivações, capacidades técnicas e experiência desses usuários com sistemas e aplicações deste tipo. E com a avaliação de comunicabilidade aplicada na última etapa da metodologia proposta foi possível demonstrar como avaliar quais recursos realmente atendem as necessidades dos usuários e reconstruir a metalinguagem e perfil semiótico para entender o que pretende-se comunicar com a interface e quem irá interagir com a interface, além de seus desejos e motivações.

### 9.0.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros pretende-se estender a metodologia para entender quais são os critérios baseados em HDI para outros perfis em cidades inteligentes, e quais são as funcionalidades e recursos de interação que podem atender essas pessoas em relação à interação com dados conectados de grafos de conhecimento.

Assim, será possível desenvolver novos protótipos com recursos de interação especializados nas necessidades e capacidades desses perfis. Além disso, a implementação do protótipo proposto por essa pesquisa já está em andamento por um trabalho de conclusão de curso do Bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Um ponto levantado por essa dissertação que deve ser avaliado no futuro se refere

à como a qualidade da ontologia utilizada para conectar os dados infere na construção de aplicações capazes de atender aos diferentes perfis de cidadãos em cidades inteligentes. Pretende-se compreender também o quanto o domínio de cidades inteligentes aos quais os dados se referem podem ter relação à definição e construção de recursos de interação para diferentes funcionalidades ou se é possível construir recursos independentes de domínios de cidades inteligentes.

## REFERÊNCIAS

- ACUÑA, Silvia T; CASTRO, John W; JURISTO, Natalia. A hci technique for improving requirements elicitation. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 54, n. 12, p. 1357–1375, 2012.
- ALAWADHI, Suha; ALDAMA-NALDA, Armando; CHOURABI, Hafedh; GIL-GARCIA, J Ramon; LEUNG, Sofia; MELLOULI, Sehl; NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A; SCHOLL, Hans J; WALKER, Shawn. Building understanding of smart city initiatives. *In*: SPRINGER. **International conference on electronic government**. [S.l.], 2012. p. 40–53.
- ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, Taylor & Francis, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015.
- AMUGONGO, Lameck M; NGGADA, Shawulu H; SIECK, Jürgen. Open data portal-a technical enabler to drive innovation in namibia. *In*: IEEE. **2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD)**. [S.l.], 2016. p. 80–86.
- ARDITO, Carmelo; COSTABILE, Maria Francesca; DESOLDA, Giuseppe; MATERA, Maristella; BUONO, Paolo. A meta-design approach to support information access and manipulation in virtual research environments. *In*: SPRINGER. **AVI Workshop on Big Data Applications**. [S.l.], 2016. p. 115–126.
- ARZBERGER, Peter; SCHROEDER, Peter; BEAULIEU, Anne; BOWKER, Geof; CASEY, Kathleen; LAAKSONEN, Leif; MOORMAN, David; UHLIR, Paul; WOUTERS, Paul. **An international framework to promote access to data**. [S.l.]: American Association for the Advancement of Science, 2004.
- BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.
- BELIZARIO, Mateus Guimarães. **Linked open data em cidades inteligentes: o caso de mobilidade e educação em Curitiba**. 2020. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.
- BELIZARIO, Mateus Guimaraes; BERARDI, Rita C G. Achieving citizen centric smart cities through linked open data platforms based on human-data interaction concepts. **RELCASI**, v. 13, n. 1, p. 5, 2021.

- BELIZARIO, Mateus Guimarães; BERARDI, Rita Cristina Galarraga. Citizen centric smart cities: A systematic review on potential profiles using linked open data. 2021.
- BERNERS-LEE, Tim. **Linked data-design issues**. 2006. Disponível em: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>.
- BERNERS, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora *et al.* The semantic web. **Scientific american**, v. 284, n. 5, p. 34–43, 2001.
- BISCHOF, Stefan; KARAPANTELAKIS, Athanasios; NECHIFOR, Cosmin-Septimiu; SHETH, Amit P; MILEO, Alessandra; BARNAGHI, Payam. Semantic modelling of smart city data. 2014.
- BOLÍVAR, Manuel Pedro Rodríguez. **Smart Technologies for Smart Governments**. [S.l.]: Springer, 2018.
- BONATTI, Piero Andrea; DECKER, Stefan; POLLERES, Axel; PRESUTTI, Valentina. Knowledge graphs: New directions for knowledge representation on the semantic web (dagstuhl seminar 18371). *In*: SCHLOSS DAGSTUHL-LEIBNIZ-ZENTRUM FUER INFORMATIK. **Dagstuhl Reports**. [S.l.], 2019. v. 8, n. 9.
- CORDASCO, Gennaro; MALANDRINO, Delfina; PIROZZI, Donato; SCARANO, Vittorio; SPAGNUOLO, Carmine. A layered architecture for open data: Design, implementation and experiences. *In*: **Proceedings of the 11th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 371–381.
- CUNHA, Izabella Bauer de Assis; BARACHO, Renata Maria Abrantes *et al.* Dados abertos e suas aplicações em cidades inteligentes. **Liinc em Revista**, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 2, 2019.
- DADZIE, Aba-Sah; ROWE, Matthew. Approaches to visualising linked data: A survey. **Semantic Web**, IOS Press, v. 2, n. 2, p. 89–124, 2011.
- DAHL, Robert A. A democratic paradox? 1. **Scandinavian Political Studies**, 2000.
- DAVIES, John; STUDER, Rudi; WARREN, Paul. **Semantic Web technologies: trends and research in ontology-based systems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2006.
- DAVIES, Tim. Open data, democracy and public sector reform. **A look at open government data use from data.gov.uk**, 2010.
- DEGBELO, Auriol. **Leveraging Georeferenced Open Government Data**. 2020. Tese (Doutorado) — Universitäts-und Landesbibliothek Münster, 2020.



DEGBELO, Auriol; GRANELL, Carlos; TRILLES, Sergio; BHATTACHARYA, Devanjan; CASTELEYN, Sven; KRAY, Christian. Opening up smart cities: citizen-centric challenges and opportunities from giscience. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 5, n. 2, p. 16, 2016.

DESIMONI, Federico; ILARRI, Sergio; PO, Laura; ROLLO, Federica; TRILLO-LADO, Raquel. Semantic traffic sensor data: The traifair experience. **Applied Sciences**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 10, n. 17, p. 5882, 2020.

DESIMONI, Federico; PO, Laura. Empirical evaluation of linked data visualization tools. **Future Generation Computer Systems**, Elsevier, v. 112, p. 258–282, 2020.

DESOLDA, Giuseppe; ARDITO, Carmelo; COSTABILE, Maria Francesca; MATERA, Maristella. End-user composition of interactive applications through actionable ui components. **Journal of Visual Languages & Computing**, Elsevier, v. 42, p. 46–59, 2017.

DESOLDA, Giuseppe; ARDITO, Carmelo; MATERA, Maristella. Efesto: a platform for the end-user development of interactive workspaces for data exploration. *In: SPRINGER. International Rapid Mashup Challenge. [S.l.]*, 2015. p. 63–81.

DESOLDA, Giuseppe; ARDITO, Carmelo; MATERA, Maristella. Empowering end users to customize their smart environments: model, composition paradigms, and domain-specific tools. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, ACM New York, NY, USA, v. 24, n. 2, p. 1–52, 2017.

DESOLDA, Giuseppe; MATERA, Maristella; LANZILOTTI, Rosa. Metamorphic data sources: A user-centric paradigm to consume linked data in interactive workspaces. **Future Generation Computer Systems**, Elsevier, v. 102, p. 992–1015, 2020.

DESTANDAU, Marie. **Path-Based Interactive Visual Exploration of Knowledge Graphs**. 2020. Tese (Doutorado) — Université Paris-Saclay, 2020.

DIAMANTINI, Claudia; POTENA, Domenico; STORTI, Emanuele. Comparison of city performances through statistical linked data exploration. *In: Cloud Infrastructures, Services, and IoT Systems for Smart Cities. [S.l.]*: Springer, 2017. p. 3–12.

ESPINOZA-ARIAS, Paola; FERNÁNDEZ-RUIZ, María Jesús; MORLÁN-PLO, Victor; NOTIVOL-BEZARES, Rubén; CORCHO, Oscar. The zaragoza’s knowledge graph: Open data to harness the city knowledge. **Information**, MDPI, v. 11, n. 3, p. 129, 2020.

GIFFINGER, Rudolf; PICHLER-MILANOVIĆ, Nataša. **Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. [S.l.]**: Centre of Regional Science, Vienna University of Technology, 2007.

GONZÁLEZ-MORA, César; GARRIGÓS, Irene; ZUBCOFF, Jose. An apification approach to facilitate the access and reuse of open data. *In: SPRINGER. International Conference on Web Engineering. [S.l.]*, 2020. p. 512–518.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge acquisition**, Elsevier, v. 5, n. 2, p. 199–220, 1993.

GRUDIN, Jonathan. Interface. *In: Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work. [S.l.: s.n.]*, 1990. p. 269–278.

GUARINO, Nicola. Understanding, building and using ontologies. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier, v. 46, n. 2-3, p. 293–310, 1997.

GUARINO, Nicola; OBERLE, Daniel; STAAB, Steffen. What is an ontology? *In: Handbook on ontologies. [S.l.]*: Springer, 2009. p. 1–17.

HALL, Robert E; BOWERMAN, B; BRAVERMAN, J; TAYLOR, J; TODOSOW, H; WIMMERSPERG, U Von. **The vision of a smart city. [S.l.]**, 2000.

HARRISON, Colin; DONNELLY, Ian Abbott. A theory of smart cities. *In: Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK. [S.l.: s.n.]*, 2011. v. 55, n. 1.

HORNUNG, Heiko; PEREIRA, Roberto; BARANAUSKAS, M Cecilia C; LIU, Kecheng. Challenges for human-data interaction—a semiotic perspective. *In: SPRINGER. International Conference on Human-Computer Interaction. [S.l.]*, 2015. p. 37–48.

IPIÑA, Diego López-de; VANHECKE, Sacha; PEÑA, Oscar; NIES, Tom De; MANNENS, Erik. Citizen-centric linked data apps for smart cities. *In: Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Context-Awareness and Context-Driven Interaction. [S.l.]*: Springer, 2013. p. 70–77.

ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig Ibert. **Dados Abertos Conectados: Em busca da Web do Conhecimento. [S.l.]**: Novatec Editora, 2015.

JANSSEN, Marijn; CHARALABIDIS, Yannis; ZUIDERWIJK, Anneke. Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. **Information systems management**, Taylor & Francis, v. 29, n. 4, p. 258–268, 2012.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

KLÍMEK, Jakub; ŠKODA, Petr; NEČASKÝ, Martin. Survey of tools for linked data consumption. **Semantic Web**, IOS Press, v. 10, n. 4, p. 665–720, 2019.

KLYNE, Graham; CARROLL, Jeremy J. Resource description framework (rdf): Concepts and abstract syntax. 2006.

KOLBE, Niklas; KUBLER, Sylvain; ROBERT, Jérémy; TRAON, Yves Le; ZASLAVSKY, Arkady. Linked vocabulary recommendation tools for internet of things: a survey. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, ACM New York, NY, USA, v. 51, n. 6, p. 1–31, 2019.

LAFIA, Sara; TURNER, Andrew; KUHN, Werner. **Improving discovery of open civic data**. [S.l.: s.n.], 2018.

LAFIA, Sara Katherine. **Designing for Serendipity: Research Data Curation in Topic Spaces**. 2020. Tese (Doutorado) — UC Santa Barbara, 2020.

LEMOS, André. Cidades inteligentes. **GV EXECUTIVO**, v. 12, n. 2, p. 46–49, 2013.

LNENICKA, Martin; KOPACKOVA, Hana; MACHOVA, Renata; KOMARKOVA, Jitka. Big and open linked data analytics: a study on changing roles and skills in the higher educational process. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, SpringerOpen, v. 17, n. 1, p. 1–30, 2020.

LOCORO, Angela. A map is worth a thousand data: Requirements in tertiary human-data interaction to foster participation. *In*: CITESEER. **CoPDA@ IS-EUD**. [S.l.], 2015. p. 39–44.

LYTRAS, Miltiadis D; HASSAN, Saeed-UI; ALJOHANI, Naif Radi. Linked open data of bibliometric networks: analytics research for personalized library services. **Library Hi Tech**, Emerald Publishing Limited, 2019.

MACCANI, Giovanni; DONNELLAN, Brian; HELFERT, Markus. Adoption of open government data for commercial service innovation: An inductive case study on parking open data services. AIS eLibrary, 2018.

MAEDCHE, Alexander; STAAB, Steffen. Ontology learning for the semantic web. **IEEE Intelligent systems**, IEEE, v. 16, n. 2, p. 72–79, 2001.

MARCEAU, Jane. **Introduction: Innovation in the city and innovative cities**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2008.

MORTIER, Richard; HADDADI, Hamed; HENDERSON, Tristan; MCAULEY, Derek; CROWCROFT, Jon. Human-data interaction: The human face of the data-driven society. **Available at SSRN 2508051**, 2014.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *In: ACM. Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times. [S.l.]*, 2011. p. 282–291.

NEIROTTI, Paolo; MARCO, Alberto De; CAGLIANO, Anna Corinna; MANGANO, Giulio; SCORRANO, Francesco. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Cities**, Elsevier, v. 38, p. 25–36, 2014.

NEVES, Fátima Trindade; NETO, Miguel de Castro; APARICIO, Manuela. The impacts of open data initiatives on smart cities: A framework for evaluation and monitoring. **Cities**, Elsevier, v. 106, p. 102860, 2020.

NICKEL, Maximilian; MURPHY, Kevin; TRESP, Volker; GABRILOVICH, Evgeniy. A review of relational machine learning for knowledge graphs. **Proceedings of the IEEE**, IEEE, v. 104, n. 1, p. 11–33, 2015.

PÉREZ, Jorge; ARENAS, Marcelo; GUTIERREZ, Claudio. Semantics and complexity of sparql. **ACM Transactions on Database Systems (TODS)**, ACM New York, NY, USA, v. 34, n. 3, p. 1–45, 2009.

PETROVA-ANTONOVA, Dessislava; ILIEVA, Sylvia. Future city: A pilot project of gate center of excellence. **Serdica Journal of Computing**, v. 12, n. 1-2, p. 83–106, 2018.

PRATES, Raquel O; SOUZA, Clarisse S De; BARBOSA, Simone DJ. Methods and tools: a method for evaluating the communicability of user interfaces. **interactions**, ACM New York, NY, USA, v. 7, n. 1, p. 31–38, 2000.

PSYLLIDIS, Achilleas. Ontology-based data integration from heterogeneous urban systems: A knowledge representation framework for smart cities. *In: MIT. CUPUM 2014: Proceedings of the 14th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Cambridge, USA, 7-10 July 2015. [S.l.]*, 2015.

RIOS, Patrice. **Creating "The Smart City"**. 2012. Tese (Doutorado), 2012.

SANTO, Alessio De; HOLZER, Adrian. Interacting with linked data: A survey from the sigchi perspective. *In: Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. [S.l.: s.n.]*, 2020. p. 1–12.

SEABORNE, Andy; PRUD'HOMMEAUX, Eric. **SPARQL Query Language for RDF**. [S.l.], 2008. [Http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/](http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/).

VICTORELLI, Eliane Zambon; REIS, Julio Cesar Dos; HORNUNG, Heiko; PRADO, Alysson Bolognesi. Understanding human-data interaction: Literature review and recommendations for design. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier, v. 134, p. 13–32, 2020.

VOCHT, Laurens De. Iterative query refinement for exploratory search in distributed heterogeneous linked data. **ISWC-DC 2015 The ISWC 2015 Doctoral Consortium**, p. 1, 2015.

WALIA, Gursimran Singh; CARVER, Jeffrey C. A systematic literature review to identify and classify software requirement errors. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 51, n. 7, p. 1087–1109, 2009.

WALKER, Andreas. **Improving access to bibliographic data. Representing CERL's Heritage of the Printed Book database as Linked Open Data**. 2019. Tese (Doutorado) — MA thesis, Humboldt University Berlin, 2019.

WASHBURN, Doug; SINDHU, Usman; BALAOURAS, Stephanie; DINES, Rachel A; HAYES, N; NELSON, Lauren E. Helping cities understand “smart city” initiatives. **Growth**, v. 17, n. 2, p. 1–17, 2009.

WILSON, Bev; CHAKRABORTY, Arnab. Planning smart (er) cities: The promise of civic technology. **Journal of Urban Technology**, Taylor & Francis, v. 26, n. 4, p. 29–51, 2019.

YAN, Jihong; WANG, Chengyu; CHENG, Wenliang; GAO, Ming; ZHOU, Aoying. A retrospective of knowledge graphs. **Frontiers of Computer Science**, Springer, v. 12, n. 1, p. 55–74, 2018.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

*Método de Avaliação de Comunicabilidade: 'Plataforma de dados conectados'*

Sou mestrando do Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) da UTFPR – Campus Curitiba e estou realizando uma pesquisa a fim de avaliar um protótipo de uma plataforma para consulta de dados conectados. Esta etapa do projeto tem como objetivo avaliar a interação de usuários com a plataforma. Sua participação na pesquisa **NÃO** é obrigatória.

#### 1. PROCEDIMENTOS

Este estudo será feito da seguinte forma: (1) Você receberá este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; (2) Você responderá uma entrevista pré-teste; (3) Você terá acesso à um protótipo interativo para que possa realizar uma lista de tarefas; (4) Você responderá a uma entrevista pós-teste que poderá ser gravada a critério dos pesquisadores.

Para possibilitar análise posterior, a realização dos testes será gravada, de forma a manter o sigilo e anonimato do participante.

#### 2. TRATAMENTO DE POSSÍVEIS RISCOS E DESCONFORTOS

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal.

#### 3. BENEFÍCIOS E CUSTOS

Este estudo contribuirá com resultados importantes para a dissertação de mestrado. Você não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação na pesquisa.

#### 4. CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome não será identificado de modo algum, a não ser em caso de autorização explícita para esse fim.

#### 5. PARTICIPAÇÃO

Sua participação nesta pesquisa é muito importante. Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades. Caso decida se retirar da pesquisa, favor informar um dos pesquisadores presentes a qualquer momento.

Os pesquisadores poderão fornecer quaisquer esclarecimentos sobre o estudo, assim como tirar quaisquer dúvidas, bastando entrar em contato pelos seguintes e-mails:

[Mateus - mateusbelizario@alunos.utfpr.edu.br](mailto:Mateus-mateusbelizario@alunos.utfpr.edu.br)

[Rita - ritaberardi@utfpr.edu.br](mailto:Rita-ritaberardi@utfpr.edu.br)

#### 6. DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Li, ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Curitiba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**Participante**

**Pesquisador**

Nome: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B - TAREFAS DE AVALIAÇÃO DE COMUNICABILIDADE

### Tarefas de Avaliação

---

#### Protótipo 1 - Apresentação da Ferramenta e Primeiros Passos

*Imagine que você é um pesquisador do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba e está avaliando a proposta de criação de novas estações tubo na região central da cidade para atender a demanda de estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).*

*Para realizar essa avaliação você pretende usar uma nova ferramenta desenvolvida pela comunidade de pesquisadores do município.*

**a)** Realize o tutorial da plataforma.

**b)** Após o tutorial, procure pela universidade UTFPR e faça com que ela apareça no mapa. Além disso, procure pelos pontos de ônibus: Estação tubo Eufrásio Correia, Estação tubo Aferes Polis, Estação tubo UTFPR e Estação tubo Praça Rui Barbosa.

---

#### Protótipo 2 - Critério de busca

*Agora que você já está visualizando as estações tubo mais utilizadas pelos estudantes da instituição, você deseja identificar quais delas de fato estão próximas da instituição de ensino.*

**c)** Construa um critério de busca para identificar se a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) está perto de alguns desses pontos de ônibus. Aplique o critério construído.

*Salvar seu critério de busca pode ser útil para outros pesquisadores e cidadãos que utilizam a plataforma.*

**d)** Após identificá-los, salve o seu critério de busca, clicando no botão '**save search**'.

*Agora que já sabemos quais são os pontos de ônibus próximos à instituição, quais são as linhas que passam por elas? Essa informação pode ajudar a entender quais são as linhas mais acessíveis para os estudantes.*

**e)** Complemente a busca realizada na tarefa anterior, adicionando um novo critério para identificar se os pontos de ônibus próximos da UTFPR são paradas de alguma linha de ônibus. Aplique o critério construído.

*Esses dados podem ser úteis para análises futuras e você decide mostrar eles para outros pesquisadores, portanto vai ser necessário exportar*



esses dados.

f) Exporte esses dados em formato não semântico como por exemplo o formato PDF ou CSV. Para realizar a exportação basta clicar no botão de **download**.

---

### Protótipo 3 - Metadados e relações

*Agora que sabemos quais pontos de acesso à mobilidade urbana estão próximos à universidade e quais são as linhas que passam por esses pontos, devemos investigar as notas em exames do ENADE da instituição para tentar entender se podem haver relações entre o desempenho acadêmico e a oferta de transporte público da região.*

g) Explore mais dados sobre a universidade UTFPR. Acesse a interface de informações adicionais através do ícone no mapa para navegar por mais dados relacionados à universidade e identifique as notas do ENADE 2017 para o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UTFPR. Qual é a nota geral desse exame?

---

### Protótipo 4 - Consultas da Comunidade

*Um colega te informa que uma vez já investigou qual é a média de pontos de ônibus e estações tubos próximas à escolas com índice socioeconômico (INSE) iguais a cinco. Você se interessa e decide procurar por essa consulta.*

h) Acesse a interface de **Consultas SPARQL**, através do menu e visualize os resultados para a consulta SPARQL intitulada **'What is the average mobility access points among schools with an INSE equal to 5?'**. Qual é a média de pontos de acesso à transporte público perto de escolas com índice socioeconômico igual à 5 pelo resultado da consulta?

*Agora você já tem informações sobre as estações e tubos de ônibus mais próximos da UTFPR, quais são as linhas que passam por estes pontos de acesso à transporte público e as notas do ENADE da instituição. Além disso, já sabe como utilizar a plataforma para realizar critérios de buscas e visualizar consultas de outros pesquisadores.*

---

## **APÊNDICE C - ENTREVISTA PRÉ-AVALIAÇÃO**

### **Roteiro de Avaliação**

**Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada  
(PPGCA) Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

### **Entrevista Pré-Avaliação**

- 1) Você já trabalhou com ou conhece o conceito de dados conectados? Se sim, conhece plataformas para interação com esses dados?
- 2) Você já havia interagido com dados de diferentes domínios de cidades inteligentes anteriormente? Se sim, como foi a experiência? Além disso, você tem interesse nesses
- 3) Qual sua formação acadêmica e profissão? Qual sua atuação no dia-a-dia?

## APÊNDICE D - ENTREVISTA PÓS-AVALIAÇÃO

**Roteiro de Avaliação**  
**Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada**  
**(PPGCA) Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

### Entrevista Pós-Avaliação

- 1) De 1 à 10, 1 sendo nada adequado e 10 sendo totalmente adequado, como você avalia a experiência de visualização de dados? Justifique
- 2) De 1 à 10, 1 sendo nada adequado e 10 sendo totalmente adequado, como você avalia a experiência de exploração de dados? Justifique
- 3) De 1 à 10, 1 sendo nada adequado e 10 sendo totalmente adequado, como você avalia a experiência de exportação de dados? Justifique
- 4) Como você avalia o formato de visualização dos dados através de mapas? Ele facilita a interação com os dados?
- 5) Como foi a experiência de construir e definir critérios de busca preenchendo os blocos de 'What', 'Action' e 'Target'?
- 6) O que achou da possibilidade de explorar buscas e queries SPARQL da comunidade? Acredita que essa funcionalidade pode ser útil para usuários menos técnicos que gostariam de explorar relações mais complexas dos dados?
- 7) Sinta-se à vontade para contar um pouco sobre seus sentimentos e experiência para
- 8) De acordo com a sua experiência, o que poderia melhorar na plataforma?
- 9) Qual sua percepção sobre a estrutura dos dados utilizados para esse protótipo?