

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E  
ENGENHARIAS**

**GABRIEL PATRICK DA SILVA SANTA MARIA**

**READEQUAÇÃO DE PLATAFORMA WEB DE INDICADORES PARA  
CIDADES INTELIGENTES**

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**GABRIEL PATRICK DA SILVA SANTA MARIA**

**READEQUAÇÃO DE PLATAFORMA WEB DE INDICADORES PARA  
CIDADES INTELIGENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
à obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Computação na Área  
do Conhecimento de Ciências Exatas e  
Engenharias da Universidade de Caxias  
do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Luis  
Notari

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**GABRIEL PATRICK DA SILVA SANTA MARIA**

**READEQUAÇÃO DE PLATAFORMA WEB DE INDICADORES PARA  
CIDADES INTELIGENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
à obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Computação na Área  
do Conhecimento de Ciências Exatas e  
Engenharias da Universidade de Caxias  
do Sul.

**Aprovado(a) em 26/11/2024**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Daniel Luis Notari  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Dra. Helena Graziottin Ribeiro  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Dr. Rafael de Lucena Perini  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus. À minha mãe, cuja coragem e visão ao criar a empresa onde hoje trabalho foram fundamentais para que eu tivesse a oportunidade de crescer e conquistar meus objetivos. À minha esposa, que desde o início do curso me incentivou a não desistir, ajudando-me a enfrentar as dificuldades com paciência e determinação. Aos professores, pelo conhecimento compartilhado, e especialmente ao meu orientador, cuja orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Para a realização deste projeto, foi conduzido um estudo sobre programação web, definindo o layout da página e as formas de visualização de dados. Selecionamos gráficos e painéis de visualização (dashboards) para facilitar a análise e comparação de indicadores. A pesquisa incluiu a escolha de tecnologias, bibliotecas e frameworks adequados para otimizar o acesso e análise dos dados urbanos. Como resultado, este projeto aprimora a plataforma 'Cidades do Conhecimento', permitindo comparações entre cidades com base em dados relevantes para a tomada de decisões.

**Palavras-chave:** *Dashboard*. Cidade-inteligente. Cidades do conhecimento.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Principais Ordens de Valor no Sistema de Capitais . . . . .     | 16 |
| Figura 2 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável . . . . .        | 17 |
| Figura 3 – Dimensões e Exemplos de Indicadores dos ODS . . . . .           | 17 |
| Figura 4 – Relação entre as Normas para Cidades Inteligentes . . . . .     | 18 |
| Figura 5 – Gráfico de Barras . . . . .                                     | 20 |
| Figura 6 – Gráfico de Setores ou Circular . . . . .                        | 21 |
| Figura 7 – Gráfico de Linhas . . . . .                                     | 21 |
| Figura 8 – Gráfico de Sparkline . . . . .                                  | 22 |
| Figura 9 – Gráfico de Dispersão . . . . .                                  | 22 |
| Figura 10 – Gráfico de Radar . . . . .                                     | 23 |
| Figura 11 – Página Inicial - Battistelo . . . . .                          | 27 |
| Figura 12 – Página Sistema de Capitais - Seleção - Battistelo . . . . .    | 27 |
| Figura 13 – Página Sistema de Capitais - Resultados - Battistelo . . . . . | 28 |
| Figura 14 – Diagrama Lógico do Banco de Dados - Battistelo . . . . .       | 28 |
| Figura 15 – Diagrama Lógico do Banco de Dados . . . . .                    | 30 |
| Figura 16 – Diagrama de Requisitos . . . . .                               | 32 |
| Figura 17 – Página Inicial . . . . .                                       | 32 |
| Figura 18 – Página de Seleção Cidade(s) . . . . .                          | 33 |
| Figura 19 – Página com Painel de Exibição . . . . .                        | 33 |
| Figura 20 – Diagrama da Arquitetura de Software da Aplicação . . . . .     | 35 |
| Figura 21 – Diagrama de Atividades . . . . .                               | 38 |
| Figura 22 – Modelo Entidade-Relacionamento . . . . .                       | 42 |
| Figura 23 – Página inicial . . . . .                                       | 45 |
| Figura 24 – Página com a lista de modelos . . . . .                        | 46 |
| Figura 25 – Pagina de seleção . . . . .                                    | 46 |
| Figura 26 – Abas para cada dimensão e os respectivos indicadores . . . . . | 47 |
| Figura 27 – Gráfico radar interativo . . . . .                             | 48 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Estrutura de colunas obrigatórias para as tabelas de indicadores . . . . . | 42 |
| Tabela 2 – Resultados Consulta SQL Comparado à Aplicação . . . . .                    | 50 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|             |                                                               |
|-------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>ABNT</b> | Associação Brasileira de Normas Técnicas                      |
| <b>TCC</b>  | Trabalho de Conclusão de Curso                                |
| <b>UCS</b>  | Universidade de Caxias do Sul                                 |
| <b>DBC</b>  | Desenvolvimento Baseado em Conhecimento                       |
| <b>SC</b>   | Sistemas de Capitais                                          |
| <b>CI</b>   | Cidades Inteligentes                                          |
| <b>CC</b>   | Cidade do Conhecimento                                        |
| <b>ODS</b>  | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                      |
| <b>ONU</b>  | Organização das Nações Unidas                                 |
| <b>ODM</b>  | Objetivos de Desenvolvimento do Milênio                       |
| <b>PIB</b>  | Produto Interno Bruto                                         |
| <b>ISO</b>  | International Organization for Standardization                |
| <b>NBR</b>  | Norma Brasileira                                              |
| <b>TICs</b> | tecnologias de informação e comunicação                       |
| <b>CIC</b>  | Centro da Indústria e Comércio                                |
| <b>CNPq</b> | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|        |                     |
|--------|---------------------|
| $km^2$ | Quilômetro quadrado |
|--------|---------------------|

## SUMÁRIO

|              |                                                                                |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>                                                    | <b>11</b> |
| 1.1          | Problema de pesquisa . . . . .                                                 | 12        |
| 1.2          | Objetivos . . . . .                                                            | 13        |
| 1.3          | Estrutura do Trabalho . . . . .                                                | 13        |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO . . . . .</b>                                           | <b>15</b> |
| 2.1          | Desenvolvimento Baseado em Conhecimento . . . . .                              | 15        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Sistemas de Capitais . . . . .</b>                                          | <b>15</b> |
| 2.2          | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável . . . . .                             | 16        |
| 2.3          | Cidades Inteligentes . . . . .                                                 | 17        |
| <b>2.3.1</b> | <b>ABNT NBR ISO 37122 - Indicadores para cidades inteligentes . . . . .</b>    | <b>18</b> |
| 2.4          | Visualização de Dados . . . . .                                                | 19        |
| <b>2.4.1</b> | <b>Tipos de Gráficos . . . . .</b>                                             | <b>20</b> |
| 2.5          | Trabalhos relacionados . . . . .                                               | 23        |
| <b>2.5.1</b> | <b>Sistemas de capitais como método de análise da economia criativa para o</b> |           |
|              | <b>Desenvolvimento Baseado no Conhecimento na cidade de Bento Gonçalves</b>    | <b>24</b> |
| <b>2.5.2</b> | <b>Data science empowering the public: Data-driven dashboards for trans-</b>   |           |
|              | <b>parent and accountable decision-making in smart cities . . . . .</b>        | <b>24</b> |
| 2.6          | Considerações finais . . . . .                                                 | 24        |
| <b>3</b>     | <b>PROPOSTA DE SOLUÇÃO . . . . .</b>                                           | <b>26</b> |
| 3.1          | Página web versão 2018 . . . . .                                               | 26        |
| <b>3.1.1</b> | <b>Comparativo entre cidades no modelo Sistema de Capitais . . . . .</b>       | <b>26</b> |
| 3.2          | Proposta de solução . . . . .                                                  | 29        |
| 3.3          | Considerações finais . . . . .                                                 | 33        |
| <b>4</b>     | <b>IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO . . . . .</b>                          | <b>34</b> |
| 4.1          | Ferramentas e bibliotecas utilizadas . . . . .                                 | 34        |
| 4.2          | Estrutura da Aplicação . . . . .                                               | 35        |
| <b>4.2.1</b> | <b>Fluxo de dados da aplicação . . . . .</b>                                   | <b>38</b> |
| <b>4.2.2</b> | <b>Funcionalidades Implementadas . . . . .</b>                                 | <b>39</b> |
| <b>4.2.3</b> | <b>Dinamização e Manipulação de Dados . . . . .</b>                            | <b>40</b> |
| 4.3          | Ajustes e Melhorias Realizados . . . . .                                       | 40        |
| 4.4          | Manutenção de Tabelas e Bibliotecas . . . . .                                  | 41        |
| <b>4.4.1</b> | <b>Atualização de Bibliotecas . . . . .</b>                                    | <b>41</b> |
| <b>4.4.2</b> | <b>Inclusão de Novas Tabelas . . . . .</b>                                     | <b>41</b> |

|              |                                                              |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.4.3</b> | <b>Atualização de Dados em Tabelas Existentes . . . . .</b>  | <b>42</b> |
| 4.5          | Estrutura do Banco de Dados . . . . .                        | 42        |
| 4.6          | Considerações finais . . . . .                               | 44        |
| <b>5</b>     | <b>USO DA APLICAÇÃO . . . . .</b>                            | <b>45</b> |
| 5.1          | Página Inicial . . . . .                                     | 45        |
| 5.2          | Lista de Modelos . . . . .                                   | 45        |
| 5.3          | Seleção de Modelos, Cidades e Ano . . . . .                  | 46        |
| 5.4          | Comparativo de Cidades . . . . .                             | 47        |
| 5.5          | Gráficos e Visualização de Dados . . . . .                   | 47        |
| 5.6          | Teste de Cálculo dos Valores Médios de Indicadores . . . . . | 48        |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÕES . . . . .</b>                                  | <b>51</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                                 | <b>52</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Em 2021, cerca de 56% da população mundial vivia em áreas urbanas. Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), até 2050, esse percentual será de 68%. Essa projeção ressalta ainda que uma em cada três pessoas viverá em cidades com pelo menos 500 mil habitantes (HABITAT, 2022). Entender essa dinâmica é crucial para um desenvolvimento sustentável. A superlotação das cidades pode extrapolar limites econômicos, psicológicos e socioculturais, ocasionando aumento em índices de violência, pobreza e até mesmo maior vulnerabilidade a pandemias (ERGAZAKIS; METAXIOTIS; PSARRAS, 2004).

A aglomeração urbana representa um desafio significativo para as autoridades públicas, exigindo eficácia e rapidez no atendimento das necessidades sociais. Considerando ainda as restrições econômicas e legais para a destinação de recursos públicos e a intensa disputa entre as cidades para atração de investimentos o cenário tende a ser ainda mais desafiador (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

Diante disto os conceitos de cidade inteligentes podem auxiliar no desenvolvimento das cidades tornando-as mais limpas, seguras e funcionais (BRIA; MOROZOV, 2020). Uma cidade inteligente utiliza de tecnologia com o objetivo de otimizar o uso de recursos, produzir novos recursos, modificar o comportamento dos usuários e promover a sustentabilidade (BRIA; MOROZOV, 2020). É comum pensar em uma cidade inteligente associando sensores, dispositivos responsivos ou microcomputadores, porém um dos recursos que esta dispõe é o Desenvolvimento Baseado em Conhecimento (DBC), como uma nova forma de fazer a gestão pública para enfrentar estes desafios (CARRILLO, 2002).

O DBC possibilita a criação de uma cultura econômica que inclui as dimensões social, econômica e ambiental. Para tanto é necessário uma técnica de classificação, o Sistemas de Capitais (SC) construído por Carrillo (2002) tem como objetivo transicionar o sistema de valor, baseado em produção material, para um sistema com foco na produção de conhecimento.

No artigo de Fachinelli, Carrillo e D'Arísbo (2014) é possível verificar o uso do SC como meio para identificar uma possível Cidade do Conhecimento. Neste estudo foi definido categorias de capitais, isto é, os indicadores a serem utilizados. Na etapa posterior os dados foram obtidos de diferentes fontes de informação e adicionados a uma planilha eletrônica para serem analisados, tudo isso de forma manual.

Aplicando os conceitos de DBC pode-se identificar uma Cidade do Conhecimento (CC). Uma Cidade do Conhecimento é definida como:

Áreas urbanas que têm seu desenvolvimento centrado no conhecimento, onde a análise socioeconômica dos elementos e estratégias de gestão do conhecimento se concentra na avaliação de um sistema de valores fundamentado na criação, compartilhamento e aplicação de valor (CARRILLO, 2006).

As CC são estabelecidas com objetivo de alcançar a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida, fornecer os serviços necessários, enriquecer a cultura e o conhecimento, e aumentar as competências da população (YIGITCANLAR; O'CONNOR; WESTERMAN, 2008). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), adotados pelos países-membros das Nações Unidas, traçam um caminho em direção à sustentabilidade, estabelecendo a meta de melhorar as condições de vida de toda a população do planeta até 2030 (ONU, 2016).

Além de aplicar o DBC e ter um retorno de dados, é importante tanto quanto fazer uma análise destas informações, por isso é fundamental o uso de indicadores confiáveis, que possam ser comparados e servir para embasar tomada de decisões, seja de empresários, gestores ou administradores públicos. Os dashboards, nome dado aos painéis para apresentação rápida de dados, contendo métricas e indicadores mais relevantes a cerca do tema são muito úteis para esta tarefa (DASHBOARD, 2023).

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Para abordar estes conceitos de CC e DBC contamos com o laboratório CityLivingLab, composto por professores, pesquisadores e alunos vinculados à Universidade de Caxias do Sul (UCS). No site do laboratório pode ser encontrada a plataforma proposta por Notari *et al.* (2019), cujo finalidade é armazenar, calcular e comparar indicadores de diferentes regiões.

Com a finalidade de evoluir a ferramenta são desenvolvidos trabalhos como o de SILVA (2022) no qual ele automatizou a carga de dados da plataforma "Cidades do conhecimento" através de rotinas automatizadas que obtém dados de diferentes fontes. E ainda o de BREGALDA (2021) que desenvolveu um método no qual a coleta de dados, de forma semi-automática, é realizada para serem utilizados na plataforma, eliminando assim a necessidade de planilhas eletrônicas. Posteriormente RODRIGUES (2023) fez a integração destes dois trabalhos, em um container Docker, a fim dar autonomia à integração de dados no laboratório CityLivingLab.

Atualmente na plataforma Cidades do Conhecimento é possível visualizar os dados de forma gráfica e comparar informações das cidades, porém só é possível que seja feito comparativos entre algumas cidades da serra gaúcha, o que torna a consulta ineficaz e desinteressante, pois representa apenas 864 mil pessoas, que vivem na chamada Região Metropolitana da Serra Gaúcha (IBGE, 2021). Enquanto a população nacional é de 213,32 milhões de habitantes (IBGE, 2021).

Logo, há uma necessidade de apresentar os dados de todo o restante do país e também poder compará-los.

A fim de tornar efetiva e segura a visualização dos dados, surge a questão central deste trabalho: a melhoria do website 'Cidades do Conhecimento'. Isso pode permitir uma visualização confiável e eficiente dos dados acerca das cidades brasileiras, além de possibilitar a realização de comparativos entre elas.

## 1.2 OBJETIVOS

Desta forma, este projeto tem como objetivo principal aprimorar e redesenhar o website "Cidades do Conhecimento" já existente, com o propósito de visualizar indicadores relativos a Cidades do Conhecimento em âmbito nacional. Esses dados são disponibilizados por meio de um banco de dados da Plataforma Cidades do Conhecimento.

Deste, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

1. Atualização da página web, incluindo outros dois modelos de cidades inteligentes com as dimensões e indicadores de cada um: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e Cidades Inteligentes.
2. Atualização da forma de carga de dados para a plataforma. E atualização de bibliotecas e frameworks conforme a necessidade.
3. Readequação do layout da página atual, explorar conceitos sobre visualização de dados e os diversos tipos de gráficos que têm relevância para a aplicação deste projeto, com o propósito de fundamentar o novo design a ser desenvolvido na atualização da página.
4. Identificar as funcionalidades atualmente presentes na página existente e determinar quais devem ser implementadas ou aprimoradas.

Assim com esta nova página ficará disponível a seleção de cidades de todo Brasil para que sejam feitos comparativos e/ou visualização dos dados a respeito da seleção realizada.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Com o intuito de proporcionar uma abordagem objetiva e sequencial neste trabalho, ele será dividido em diferentes capítulos.

No Capítulo 1 o leitor é introduzido ao trabalho proposto, por meio de uma contextualização do problema e uma apresentação da relevância do assunto para a sociedade. O capítulo também aborda o problema de pesquisa, relacionado à limitação do número de cidades disponíveis na ferramenta atual. Além disso, este capítulo formula os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

No Capítulo 2 são apresentados os conceitos dos modelos de Cidades Inteligentes (CI), ODS e Sistema de Capitais, incluindo dimensões e indicadores. Além disso, são discutidas informações e conceitos relacionados a tipos de visualização de dados, os tipos de gráficos mais pertinentes para o tema em questão, bibliotecas e métodos utilizados na construção de páginas da web.

No Capítulo 3 é descrita a proposta de solução para este projeto. São discutidos os problemas a serem resolvidos, a abordagem adotada para a remodelagem da página da web e são apresentadas as considerações finais.

No Capítulo 4, a implementação da proposta de solução é apresentada, detalhando o desenvolvimento técnico do portal de indicadores para cidades inteligentes. São descritos os elementos usados, como bibliotecas, estrutura da aplicação e lógica de codificação, com foco nas tecnologias empregadas, como Django e PostgreSQL, e nas funcionalidades implementadas para garantir a usabilidade e eficiência do sistema.

No Capítulo 5, o uso da aplicação é abordado, explicando o funcionamento das principais páginas e como o usuário pode navegar pelo sistema para acessar modelos, selecionar cidades e visualizar dados. Esse capítulo apresenta a interface do usuário e como cada funcionalidade se integra para oferecer uma experiência intuitiva e prática.

Por fim, o Capítulo 6 traz as conclusões do trabalho, discutindo os resultados alcançados, os benefícios da readequação da plataforma e as possíveis melhorias para projetos futuros. São destacadas as contribuições da solução para facilitar a tomada de decisões e a análise comparativa entre cidades brasileiras, bem como sugestões para expansões futuras.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, abordaremos os instrumentos que possibilitam a criação de uma cidade inteligente, tais como o Desenvolvimento Baseado em Conhecimento associado ao Sistema de Capitais, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o modelo de Cidades Inteligentes juntamente com a ABNT NBR ISO 37122 que trata de indicadores para cidades inteligentes.

Adicionalmente, discutiremos a visualização de dados e a variedade de gráficos com o intuito de embasar decisões na proposta de solução. Também serão apresentados trabalhos relacionados ao tema a fim de exemplificar e validar os conceitos desenvolvidos.

### 2.1 DESENVOLVIMENTO BASEADO EM CONHECIMENTO

As cidades tem apresentado um padrão de produção e consumo insustentável. Apesar de representarem apenas 2% da superfície do planeta, são responsáveis por cerca de 70% de todo o Produto Interno Bruto (PIB), mas também por mais de 60% do consumo de energia, de emissões de gases do efeito estufa e dos resíduos gerados (ONU, 2017; ONU, 2020).

Diante disso é possível afirmar que as atividades econômicas, interações sociais e também impactos ambientais concentram-se nas cidades (ONU, 2017). E portanto é preciso que sejam tomadas medidas no sentido equilibrar o crescimento econômico com os padrões de consumo, para que não gerem efeitos negativos no meio ambiente (ONU, 2017). Para alcançar isto o DBC se apresenta como uma solução (ERGAZAKIS; METAXIOTIS; PSARRAS, 2006).

O DBC possibilita a criação de uma cultura econômica que inclui as dimensões social, econômica e ambiental. (CARRILLO, 2015; CARRILLO *et al.*, 2014).

#### 2.1.1 Sistemas de Capitais

Para que seja possível ocorrer o DBC é imprescindível contar com uma base de dados que permita essa análise. Por meio de uma técnica de classificação, torna-se viável mapear, quantificar e organizar não apenas os aspectos econômicos, mas também os relacionados ao valor social. Isso resulta em um sistema abrangente e robusto.

O SC atende a esta necessidade. Construído por Carrillo (2002), propicia revelar a estrutura de valores das cidades. O método permite uma avaliação da base de capital da cidade, tanto o que é físico quanto uma ideia ou plano. Permite ainda recombina-los de forma desejada e facilita a percepção do que realmente importa (CARRILLO, 2006; CARRILLO, 2014; CARRILLO *et al.*, 2014).

A estrutura do SC é formada por oito dimensões de capital de conhecimento, que fornecem indicadores que podem impulsionar a cidade e ainda promover um desenvolvimento

sustentável. E estas oito dimensões são divididas em três grandes metas capitais: referencial, articulador e produtivo (CARRILLO *et al.*, 2014). A figura 1 descreve o Sistema Genérico de Capitais

Figura 1 – Principais Ordens de Valor no Sistema de Capitais

| SISTEMAS DE CAPITAIS: PRINCIPAIS ORDENS DE VALOR             |                                            |                                                        |                                                            |                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Capital</b><br>Universo de ordens de preferência coletiva | Meta capital Multiplicativo (Divisível)    | <b>Referencial</b><br>Estrutura: regras de associação  | <b>Identidade</b><br>Auto - significância                  | Capacidade de discernir os elementos de valor que contribuem para o sistema e orientar a ação. |
|                                                              |                                            |                                                        | <b>Inteligência</b><br>Auto - Significância                | Capacidade de identificar agentes e eventos significativos do sistema.                         |
|                                                              |                                            | <b>Articulador</b><br>Função: regras de relacionamento | <b>Financeiro</b><br>Troca                                 | Capacidade de representar e permitir a troca de elementos de valor.                            |
|                                                              |                                            |                                                        | <b>Relacional</b><br>Vinculação                            | Capacidade de estabelecer e desenvolver ligações significativas com outras pessoas.            |
|                                                              | <b>Produtivo</b><br>Aditivo<br>Subtrativo) |                                                        | <b>Humano</b><br>(Individual e Coletivo)<br>Ação           | Capacidade de executar ações de valorização.                                                   |
|                                                              |                                            |                                                        | <b>Instrumental</b><br>(Material e Intangível)<br>Mediação | Capacidade de alavancar o desempenho de ações de aumento de valor.                             |

Fonte: (CARRILLO *et al.*, 2014)

## 2.2 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

É necessário encontrar um equilíbrio no desenvolvimento humano em relação ao meio ambiente em que vivemos. A situação ambiental degradante coloca em risco a vida humana, bem como a preservação da nossa própria espécie ao longo das próximas gerações. As transformações climáticas, as alterações nas estações do ano e a escassez de recursos naturais são evidentes em nosso dia a dia.

Em 2015 os ODS ou também chamado de Objetivos Globais foram adotados por países membros das Nações Unidas, com a finalidade de equilibrar a existência humana e a conservação do meio ambiente e garantir que até 2030 todas as pessoas tenham melhores condições de vida (ONU, 2016).

Consiste em um conjunto de 17 objetivos integrados Figura 2, ou seja, a ação em uma área corresponde aos resultados em outra, devendo, portanto, ocorrer de forma equilibrada entre os campos social, econômico e ambiental (ONU, 2016).

Estes objetivos de forma geral abordam temas como eliminar a fome e pobreza extrema, oferecer educação de qualidade, proteger o planeta e ainda promover a paz e inclusão nas sociedades Figura 3 (UNICEF, 2016). Estes objetivos foram baseados no precursor Objetivos de

Figura 2 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: (UNICEF, 2016)

Desenvolvimento do Milênio (ODM) elaborado nos anos 2000 (ONU, 2010). Vindo a ser atualizado no ano de 2015, indo de 8 objetivos para os 17 citados e mais 169 metas.

Figura 3 – Dimensões e Exemplos de Indicadores dos ODS

|                    |                                                                                                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensão Social    | Indicadores relacionados à saúde, número de profissionais de saúde por habitante.                                                                                        |
|                    | Indicadores de educação, como a proporção de professores que receberam a qualificação mínima exigida, por nível de ensino.                                               |
|                    | Indicadores de igualdade de gênero, existência ou não de arcabouço legal em vigor para promover, reforçar e monitorar a igualdade e a não-discriminação com base no sexo |
| Dimensão Econômica | Indicadores de crescimento econômico, como o PIB per capita.                                                                                                             |
|                    | Taxa de desemprego.                                                                                                                                                      |
|                    | Indicadores de renda, proporção da pessoas vivendo abaixo de 50% da mediana da renda, por sexo, idade e pessoas com deficiência                                          |
| Dimensão Ambiental | Indicadores relacionados à mudança climática, como as emissões de gases de efeito estufa.                                                                                |
|                    | Indicadores de biodiversidade, como a taxa de extinção de espécies.                                                                                                      |
|                    | Acesso à água potável e saneamento básico.                                                                                                                               |

Fonte: O Autor (2023).

## 2.3 CIDADES INTELIGENTES

As cidades têm despertado interesse no desenvolvimento de soluções que promovam o desenvolvimento sustentável. Isso se deve à necessidade de reformular a gestão das áreas urbanas e das políticas relacionadas a essa questão.

As cidades inteligentes estão recebendo incentivos de grandes corporações como IBM, Cisco e Philips, por exemplo, que são participantes relevantes no mercado de tecnologias de informação e comunicação (TICs), e mesmo não sendo um dos pilares de uma cidade inteligente, acabam atuando como agentes facilitadores (MENDES, 2020).

O conceito de cidade inteligente pode ser definido como:

Uma cidade inteligente se forma quando investimentos em capital humano e social e tradicional (transporte) e moderna (TIC) infraestruturas tecnologias de comunicação alimentam uma crescimento econômico sustentável e qualidade de vida, com uma gestão sábia dos recursos naturais por meio de uma governança participativa (CARAGLIU; BO; NIJKAMP, 2011).

Uma Cidade Inteligente é categorizado em seis dimensões: economia, pessoas, governo, mobilidade, ambiente e qualidade de vida (ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2015). E em cada dimensão há indicadores como (COHEN, 2014):

- Economia: facilidade de fazer negócios e atratividade para investidores.
- Pessoas: inclusão, educação e criatividade
- Governo: serviços online, infraestrutura e governo aberto
- Mobilidade: eficiência do transporte público, redução do tráfego e congestionamento e infraestrutura tecnológica
- Ambiente: edifícios inteligentes, gestão de recursos e planejamento urbano sustentável
- Qualidade de Vida: acesso a serviços de saúde de qualidade, lazer e cultura, habitação acessível.

Além dos indicadores acima citados, há outros.

### 2.3.1 ABNT NBR ISO 37122 - Indicadores para cidades inteligentes

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), alinhada com as normas internacionais desenvolvidas pela International Organization for Standardization (ISO), publicou a Norma Brasileira (NBR) ISO 37122, que define um conjunto de indicadores para cidades inteligentes. Baseada na melhoria dos serviços urbanos e na qualidade de vida da população, essa norma, juntamente com a ABNT NBR ISO 37120, foi elaborada com o objetivo de fornecer indicadores para medir o progresso em direção a uma cidade inteligente (ABNT, 2021). A Figura 4 ilustra a relação entre essas normas.

Figura 4 – Relação entre as Normas para Cidades Inteligentes



Fonte: (ABNT, 2021)

Os indicadores abrangem 19 áreas: economia, educação, energia, meio ambiente e mudanças climáticas, finanças, governança, saúde, habitação, população e condições sociais, recreação, segurança, resíduos sólidos, esporte e cultura, telecomunicação, transporte, agricultura local/urbana e segurança alimentar, planejamento urbano, esgotos e água.

Alguns dos indicadores apresentados pela ABNT NBR ISSO 37122:

- Número de computadores, *laptops*, *tablets* ou outros dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por 1000 estudantes.
- Porcentagem dos pontos de iluminação pública gerenciados por sistema de telegestão.
- Porcentagem de edifícios na cidade com medidores inteligentes de energia.
- Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado.
- Porcentagem de pagamentos para a cidade realizados por meio eletrônico.
- Porcentagem de serviços urbanos acessíveis e que podem ser solicitados online.
- Porcentagem da população da cidade com prontuário eletrônico unificado, acessível *on-line* pelos provedores de serviços de saúde.

## 2.4 VISUALIZAÇÃO DE DADOS

O processo de visualização está relacionado à transformação de algo abstrato em imagens que possam ser visualizadas. O objetivo é auxiliar no entendimento de determinado assunto, o que sem este recurso demandaria mais empenho para compreensão (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005). No contexto deste trabalho, abordaremos a visualização de dados no âmbito da apresentação de informações de cidades inteligentes e como isso é relevante para o tema.

Um design inadequado para a apresentação das informações pode atrapalhar a tomada de decisões. A intenção de uma página como a que estamos propondo é apresentar uma série de dados em um pequeno espaço, de forma que o usuário consiga interpretar de forma rápida e clara o que está sendo apresentado (FEW, 2013).

Quando nos referimos à interpretação do que é apresentado, é importante relacionar com a percepção visual humana (FEW, 2013). Na teoria de Gestalt a percepção é o conjunto de fatores como: proximidade, similaridade, acercamento, fechamento, continuidade e conexão (FEW, 2013; HEALY, 2018; KNAFLIC, 2019). Os princípios da Gestalt auxiliam no entendimento de como as pessoas compreendem as informações e, com isso, podemos eliminar o que é desnecessário dos *dashboard*. *Dashboard* é um termo em inglês utilizado para dar nome a um painel visual que contém informações, métricas e indicadores. Nele, estão as informações mais relevantes, de forma breve, para auxiliar na tomada de decisões (DASHBOARD, 2023).

Os *dashboard* são muito úteis para a análise rápida e confiável de informações mas para isso precisam ser elaborados de forma correta, levando em conta as questões estéticas e pontos importantes dos indicadores a serem apresentados.

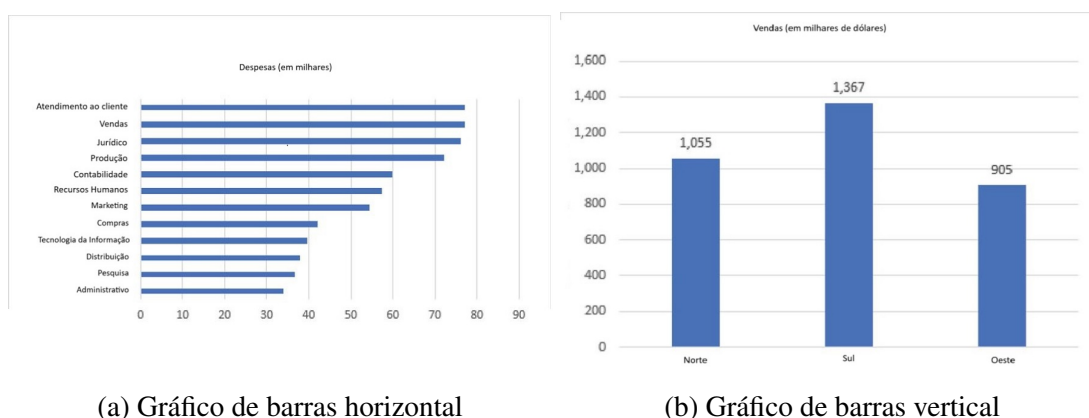
### 2.4.1 Tipos de Gráficos

O gráfico de barras, Figura 5, é um dos tipos mais simples e populares muito devido a facilidade de interpretação. No gráfico (a), à esquerda, é apresentado um gráfico de barras horizontais que compara as despesas (em milhares) entre diferentes departamentos, como Atendimento ao Cliente, Vendas, Jurídico, e outros. Esse formato facilita a comparação direta entre categorias ao longo do eixo horizontal.

Já o gráfico (b), à direita, apresenta um gráfico de barras verticais que compara as vendas (em milhares de dólares) em três regiões: Norte, Sul e Oeste.

Este formato é ideal para visualizar comparações entre diferentes grupos ao longo do eixo vertical. Pode ser utilizado para representações que exijam mais séries de dados por categorias (KUSLEIKA, 2021).

Figura 5 – Gráfico de Barras



(a) Gráfico de barras horizontal

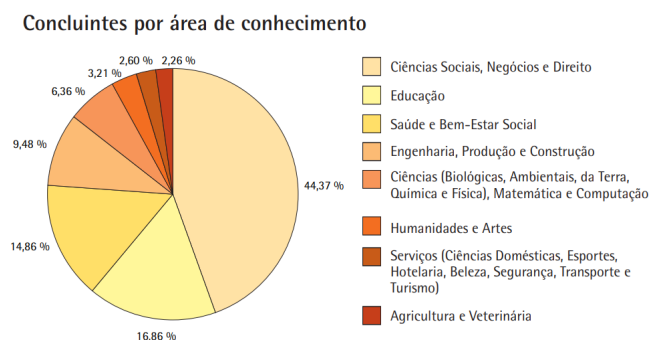
(b) Gráfico de barras vertical

Fonte: Adaptado de (KUSLEIKA, 2021)

No entanto, há outras opções de gráficos; uma delas é o gráfico circular, Figura 6, popularmente chamado de gráfico de pizza, indicado para situações com poucas variáveis (KUSLEIKA, 2021). A Figura 6 ilustra a distribuição de concluintes por área de conhecimento. Cada setor do gráfico representa uma área específica, como Ciências Sociais, Educação, Engenharia, entre outras, e o tamanho de cada setor é proporcional à quantidade de concluintes nessa área. Este tipo de gráfico é eficaz para visualizar a proporção relativa de cada categoria em relação ao todo, facilitando a comparação entre diferentes áreas de conhecimento.

Porém, é necessária a cautela ao utilizá-lo, pois, conforme os valores a serem representados, as fatias podem ficar com tamanhos similares, prejudicando a interpretação (WEXLER; SHAFFER; COTGREAVE, 2017)

Figura 6 – Gráfico de Setores ou Circular



Fonte: (IBGE, 2016)

Também é possível mencionar o gráfico de linhas, este utilizado por exemplo para indicar a variação de um ou mais itens ao longo de período (FERNANDES; MARTINHO; GONÇALVES, 2020). A Figura 7 exibe um gráfico de linhas que mostra a taxa média de desmatamento na Amazônia entre os anos 2000 e 2014. O gráfico ilustra as variações na taxa de desmatamento ao longo do período, destacando um pico significativo por volta de 2004, seguido por uma tendência de queda contínua até 2014. Este tipo de gráfico é ideal para visualizar mudanças em uma variável ao longo do tempo, permitindo a análise de tendências e padrões no comportamento do desmatamento na região amazônica durante o período analisado.

Figura 7 – Gráfico de Linhas



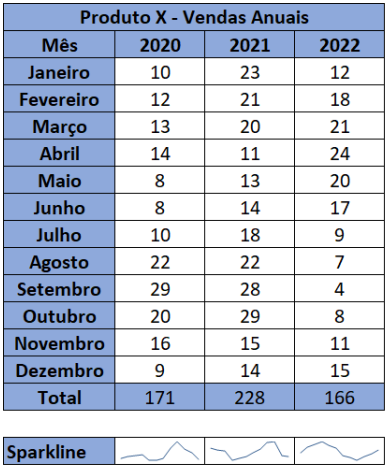
Fonte: (IBGE, 2016)

Outro modelo é o gráfico Sparkline, que é um tipo de representação que agrupa diferentes tipos de gráficos, conforme a necessidade do usuário, a fim de permitir a comparação entre variáveis num mesmo intervalo de tempo (LANDIM, 2019).

A Figura 8 apresenta um gráfico de Sparkline, que é utilizado para mostrar a tendência das vendas anuais do Produto X ao longo dos meses, nos anos de 2020, 2021 e 2022. Esse tipo de gráfico é uma ferramenta compacta que permite visualizar de maneira rápida e eficiente as variações de dados ao longo do tempo, diretamente dentro de uma tabela. No exemplo, é pos-

sível observar como as vendas variaram em cada ano, facilitando a comparação das flutuações entre os períodos analisados.

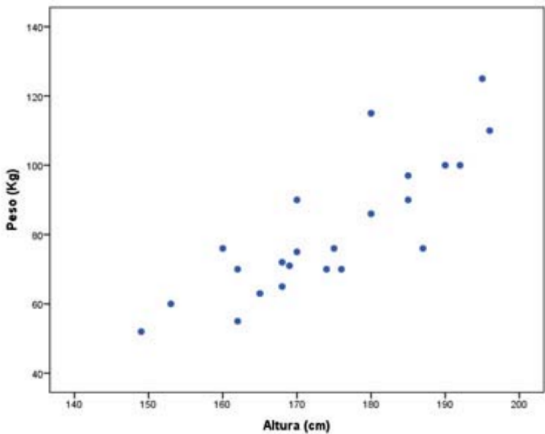
Figura 8 – Gráfico de Sparkline



Fonte: O Autor (2023)

O gráfico de dispersão, ou diagrama de dispersão, Figura 9, representa um conjunto de dados como uma coleção de pontos. Os valores de uma variável ficam no eixo horizontal e os da outra, no eixo vertical. O ponto resultante no gráfico é definido pela combinação dessas duas variáveis. Este tipo de gráfico permite visualizar tendências importantes, podendo-se imaginar uma linha que passa entre os pontos, sugerindo uma relação linear, não linear ou ausência de relação conforme a posição dos pontos no gráfico. (SOUSA, 2019).

Figura 9 – Gráfico de Dispersão



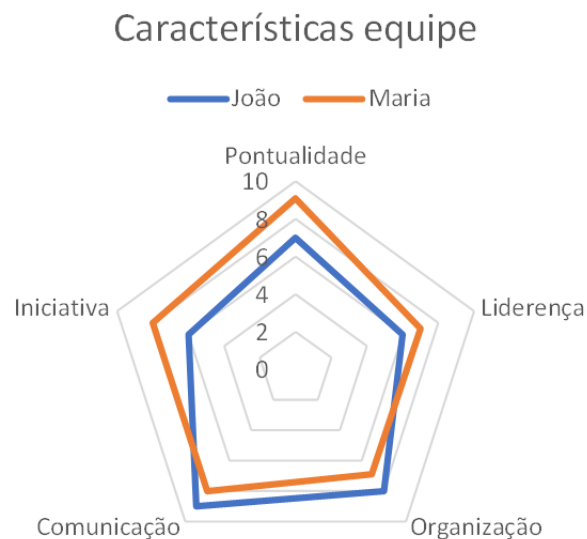
Fonte: (SOUSA, 2019)

A Figura 9 ilustra um gráfico de dispersão, que representa a relação entre duas variáveis: altura e peso. Cada ponto no gráfico indica uma observação específica, permitindo visualizar padrões ou tendências entre as variáveis. No exemplo apresentado, há uma tendência positiva

entre a altura e o peso, sugerindo que, à medida que a altura aumenta, o peso também tende a aumentar.

Gráfico de radar, Figura 10, informalmente chamado de gráfico de teia, é uma forma de representar os dados em um formato circular ou poligonal, que utiliza linhas ou áreas conectando pontos em diferentes eixos radiais. Ele é utilizado para comparar e exibir valores de várias variáveis em relação a um ponto central, geralmente mostrando como essas variáveis se comparam entre si. Os gráficos de radar são frequentemente usados para destacar padrões, tendências ou diferenças em dados, permitindo a visualização de múltiplas dimensões de informações simultaneamente (KIRK, 2016).

Figura 10 – Gráfico de Radar



Fonte: O Autor (2023).

A Figura 10 apresenta um gráfico de radar que compara as características da equipe, em especial João e Maria em diferentes habilidades, como pontualidade, liderança, organização, comunicação e iniciativa. Esse tipo de gráfico é útil para visualizar de forma clara e concisa as diferenças de desempenho entre os membros da equipe em múltiplas dimensões. Como observado, tanto João quanto Maria apresentam variações em suas competências, facilitando a análise comparativa de suas habilidades individuais.

## 2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Com o objetivo de fundamentar o presente trabalho e ilustrar a aplicação dos modelos de cidades, bem como a visualização de dados em um *dashboard*, foi realizada uma pesquisa para identificar outros trabalhos científicos relacionados a palavras-chave como *dashboard*, desenvolvimento baseado em conhecimento, sistema de capitais e dimensões.

### **2.5.1 Sistemas de capitais como método de análise da economia criativa para o Desenvolvimento Baseado no Conhecimento na cidade de Bento Gonçalves**

Em 2013, D'Arísbo (2013) conduziu um estudo na cidade de Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul, Brasil, com o propósito de aplicar as dimensões do Sistema de Capitais. O objetivo principal era estruturar a análise da economia voltada para o Desenvolvimento Baseado em Conhecimento DBC. Este estudo buscou identificar quais capitais eram mais ou menos significativos para o DBC. Os resultados revelaram que alguns capitais, quando relacionados a outros, eram menos significativos para as análises.

Após uma seleção do que seria relevante, foi possível identificar alguns pontos como: a necessidade de investimentos na educação básica como prioridade, antes de reforçar os níveis educacionais mais avançados. Além disso, evidenciou a importância do capital intelectual na promoção da diversidade cultural, já refletida no turismo e eventos realizados pela cidade. Com base nesse estudo, a governança da cidade e da região pôde estabelecer um plano de ação com políticas coordenadas, visando o alcance do desenvolvimento sustentável.

### **2.5.2 Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities**

Matheus, Janssen e Maheshwari (2020) apresentam em seu trabalho a utilização de dashboard no âmbito da administração pública. No Rio de Janeiro, Brasil, uma cidade com uma população de 6,5 milhões de habitantes e 3 milhões de veículos, o Centro de Operações RIO (COR) desenvolveu uma infraestrutura abrangente, que inclui um dashboard e um portal contendo mais de três mil conjuntos de dados e sete API's para oferecer informações em tempo real.

Os painéis de visualização, conhecidos como *dashboards*, foram criados com o propósito de apresentar de maneira consolidada os principais elementos organizacionais, utilizando diversas ferramentas de visualização, como medidores, gráficos, tabelas e pictogramas. A criação desses painéis é orientada pelas necessidades e questionamentos dos tomadores de decisão política, como prefeitos e secretarias.

## **2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os conceitos aqui apresentados fornecem uma fundamentação sólida e justifica a relevância desse tema na sociedade. Os conceitos apresentados sobre cidades inteligentes e seus instrumentos, bem como dimensões e indicadores, têm o propósito de caracterizar uma cidade, facilitando a compreensão dos dados e agilizando a tomada de decisões, tanto para gestores públicos quanto privados.

É necessário não apenas ter indicadores e categorizar esses dados, mas também apresentá-los de maneira eficaz, precisa e objetiva, por meio do uso adequado de gráficos e da construção ideal de um painel de visualização.

Com base nesses fundamentos, desenvolveremos nossa proposta de solução para o projeto, priorizando a elaboração precisa de um painel de visualização, a apresentação dos dados e outros elementos pertinentes.

### 3 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Considerando os conceitos apresentados no Capítulo 2 realizaremos uma análise da página atualmente disponível. Em seguida, identificaremos as funcionalidades que devem ser mantidas, aprimoradas ou adicionadas à página da web, levando em consideração os princípios de visualização de dados discutidos no Capítulo 2 e com isso apresentar a proposta de solução.

#### 3.1 PÁGINA WEB VERSÃO 2018

Em 2014, teve início um trabalho na UCS financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), intitulado "Sistema de Capitais para Cidades do Conhecimento no Brasil: Um Modelo para o Desenvolvimento Baseado em Conhecimento". Este projeto visou estudar o desenvolvimento de cidades, utilizando dados que vão além das métricas tradicionais, como PIB e IDH. Notavelmente, essa pesquisa representou a primeira aplicação completa desse método no Brasil, com seu campo de estudo situado na cidade de Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul (FACHINELLI; CARRILLO; D'ARISBO, 2014).

O projeto de pesquisa demonstrou uma relevância significativa, resultando em publicações contínuas ao longo de 2 anos consecutivos e tendo o apoio do Centro da Indústria e Comércio Centro da Indústria e Comércio (CIC) de Bento Gonçalves (BATTISTELO, 2018).

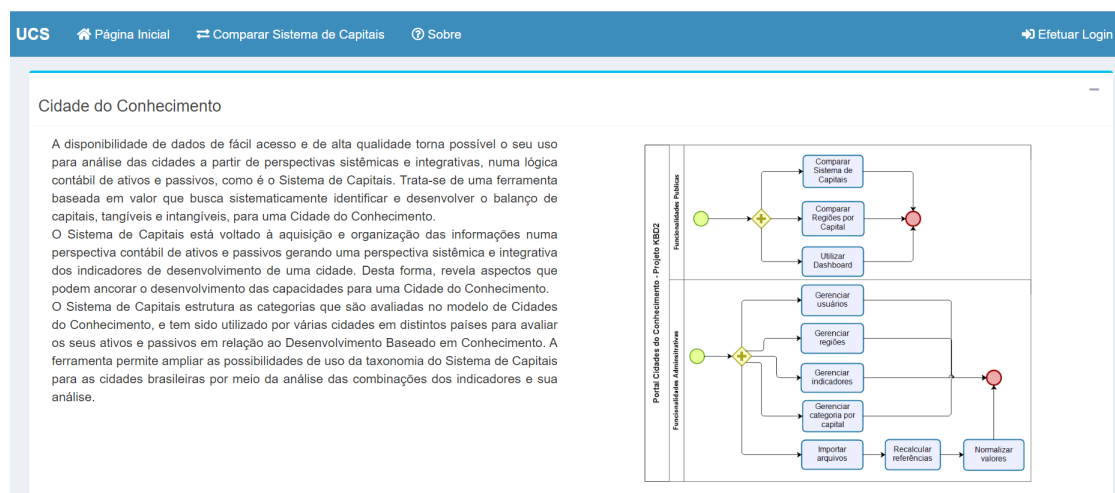
Dada a relevância da utilização de sistemas de conhecimento baseados em valor e com o objetivo de facilitar o armazenamento, manipulação e apresentação de dados obtidos por meio de sistemas de valores Battistelo (2018) propôs em seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em 2018 uma página web que conta com cidades cadastradas no sistema via importação de planilha eletrônica. É possível filtrar as cidades tanto por nome quanto por ano, além de adicionar uma ou mais cidades na comparação atual. A seguir, vamos detalhar o que foi feito. Abaixo temos a Figura 11 que demonstra a página inicial da solução desenvolvida.

A página proposta contém os seguintes requisitos: comparar sistema de capitais, comparar regiões por capital e utilizar dashboard, sendo estas funcionalidades públicas. Além disso, há funcionalidades administrativas como gerenciar usuários, regiões, indicadores, categorias por capital, importar arquivos, recalcular referências e normalizar valores.

##### 3.1.1 Comparativo entre cidades no modelo Sistema de Capitais

Na página desenvolvida por Battistelo (2018) é possível fazer o comparativo entre as cidades, selecionando-as, conforme Figura 12. É possível pesquisar a cidade desejada tanto por nome ou ano e adicionar uma ou mais cidades a comparação atual. Para adicionar basta clicar sobre a linha do registro, e a mesma se tornará azul, o que indica que está selecionado.

Figura 11 – Página Inicial - Battistelo



Fonte: (BATTISTELO, 2018)

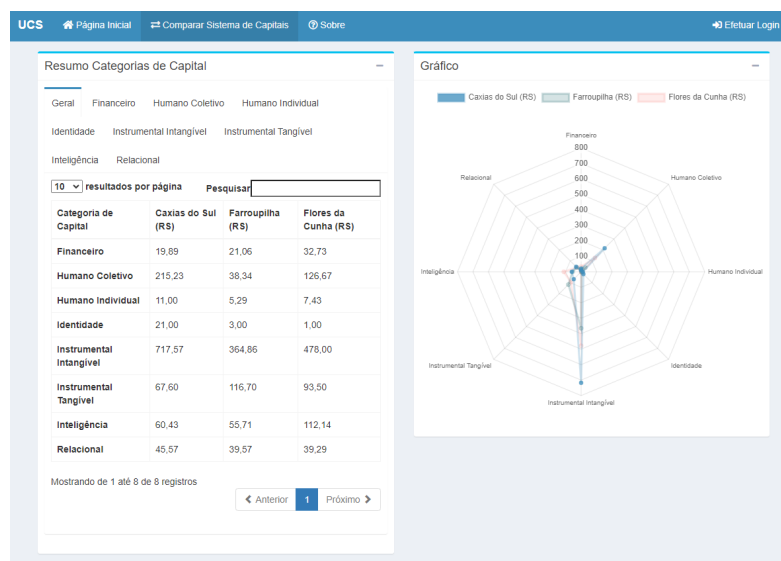
Após a seleção ao clicar no ícone de seta para direita, o dado será adicionado a lista de comparação atual, que refere-se as cidades selecionadas para visualização dos dados. Após ao clicar em Iniciar Comparação uma nova tela é exibida Figura 13.

Figura 12 – Página Sistema de Capitais - Seleção - Battistelo

Fonte: (BATTISTELO, 2018)

Foi observado que não há uma limitação pré-definida na quantidade de cidades que podem ser selecionadas. Feita a seleção das cidades desejadas e avançando em Iniciar Comparação temos a próxima tela, com os resultados, conforme Figura 13 e também com um gráfico do tipo radar fazendo um comparativo entre as cidades por categoria de capital.

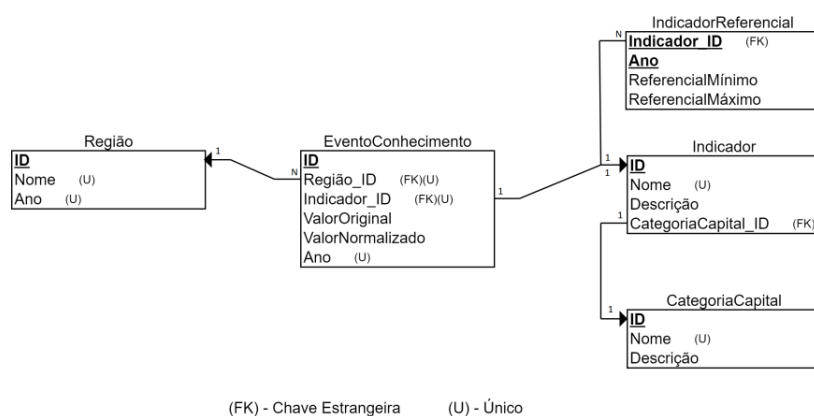
Figura 13 – Página Sistema de Capitais - Resultados - Battistelo



Fonte: (BATTISTELO, 2018)

Nesta tela temos os resultados, podemos observar no canto esquerdo da página as sete dimensões do modelo de Sistema de Capitais: Geral, Financeiro, Humano Coletivo, Humano Individual, Identidade, Instrumental Intangível, Instrumental Tangível, Inteligência e Relacional. Cada dimensão, acompanhada de seus indicadores e valores correspondentes, é apresentada. Ao lado, há um gráfico radar que exibe os indicadores das cidades selecionadas, permitindo uma comparação eficaz das relações entre os valores de indicadores e cidades. Essa disposição facilita a análise, pois os valores correspondentes aos indicadores das cidades selecionadas são representados sobre o mesmo eixo no gráfico. A seguir, Figura 14 apresenta o diagrama do banco de dados proposto por Battistelo (2018), que foi originalmente desenvolvido utilizando o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL e, posteriormente, migrado para PostgreSQL no contexto deste projeto.

Figura 14 – Diagrama Lógico do Banco de Dados - Battistelo



Fonte: Adaptado de Battistelo (2018)

## 3.2 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

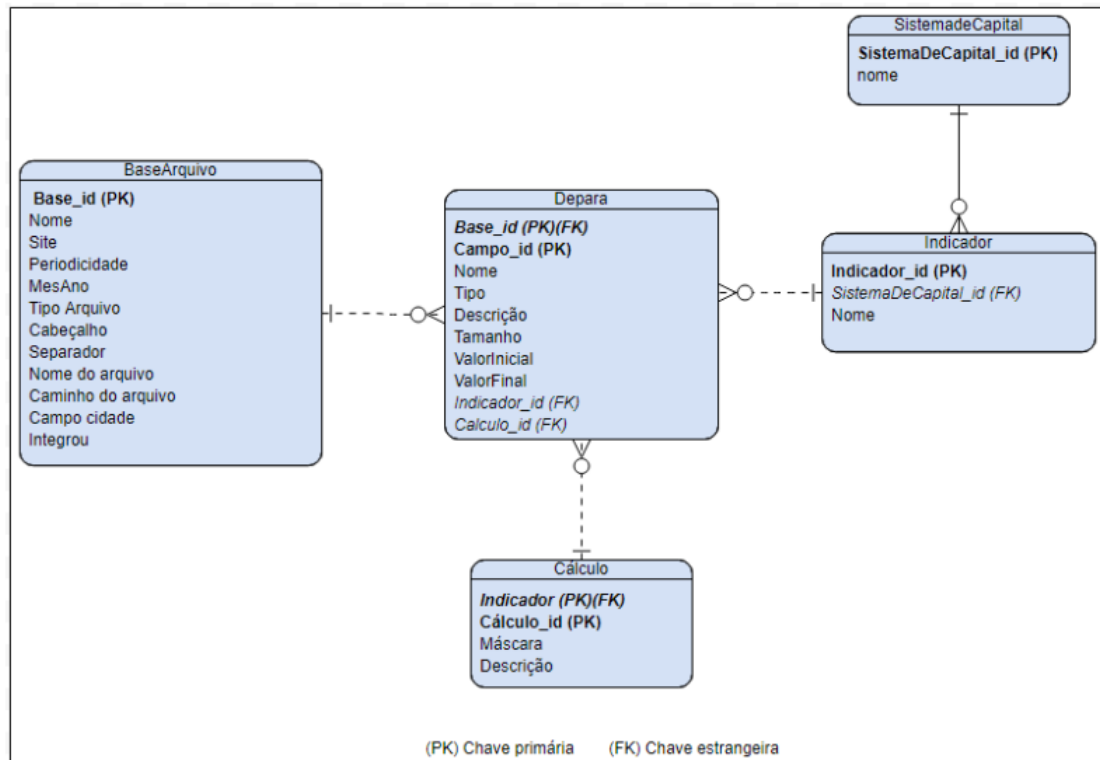
A proposta de solução para este projeto é aprimorar uma página web existente, conforme originalmente proposta por Battistelo (2018). Os requisitos essenciais deste projeto incluem:

1. **Atualização de Bibliotecas e Frameworks:** A primeira etapa envolve a atualização das bibliotecas para garantir a funcionalidade e segurança da página web, utilizando o framework Django em Python. O desenvolvimento será feito na IDE PyCharm, com o banco de dados relacional PostgreSQL para gerenciar os dados dos indicadores de cidades inteligentes.
2. **Atualização de Layouts de Telas:** Com base no conhecimento do Capítulo 2, os layouts das telas serão aprimorados para oferecer uma experiência de usuário mais eficaz e atraente. A validação será feita de duas formas: comparando a solução com dashboards existentes, como os do Observatório de Cidades, para garantir conformidade com os padrões, e por meio da avaliação de pesquisadores do City Living Lab, que revisarão a usabilidade, precisão dos dados e relevância das visualizações para cidades inteligentes.
3. **Inclusão de Novos Modelos:** Dois novos modelos, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e Smart Cities, serão incorporados à página, complementando o já existente Sistema de Capitais.
4. **Consulta e Seleção de Comparativos:** Com a inclusão dos novos modelos, os usuários poderão escolher o modelo de sua preferência para consulta e comparação.
5. **Gráfico Radar para Comparativo:** Um gráfico radar será disponibilizado para facilitar a comparação entre indicadores de duas ou mais cidades, oferecendo uma visão abrangente dos indicadores de desenvolvimento urbano.
6. **Gráfico de Barras para Indicadores Individuais:** Cada modelo de cidade inteligente terá seus próprios indicadores individuais representados em gráficos de barras, permitindo uma análise detalhada, além do respectivo valor número em forma de tabela.

Essas melhorias proporcionarão uma visão mais rica e comparativa dos indicadores das diversas abordagens de desenvolvimento urbano, auxiliando os usuários na tomada de decisões informadas e no entendimento das diferenças entre os modelos de cidades inteligentes.

O modelo de banco de dados atualmente empregado para o armazenamento de informações na plataforma Cidades do Conhecimento, e com o qual estaremos trabalhando neste projeto, é do tipo relacional. Ele foi proposto por BREGALDA (2021). A Figura 15 apresenta o diagrama do banco de dados. Esse modelo foi inicialmente implementado utilizando o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL, mas posteriormente foi migrado para PostgreSQL, garantindo maior compatibilidade e desempenho para este projeto. Ele se baseia na organização dos dados em tabelas, onde as informações são estruturadas em linhas e colunas.

Figura 15 – Diagrama Lógico do Banco de Dados



Fonte: Adaptado de BREGALDA (2021)

Será possível visualizar os dados de forma similar à citada aqui anteriormente e elaborada por Battistelo (2018), mantendo a estrutura de dados originalmente implementada. Os indicadores gerais e específicos de determinada cidade e modelo serão apresentados em tabelas e gráficos, demonstrando visualmente os números. A aplicação deve ter acesso apenas para usuário comum, sem funções de administrador. A Figura 16 apresenta o diagrama de requisitos.

Após uma análise da ferramenta atualmente disponível, foi decidido que os seguintes requisitos serão mantidos:

- Consultas e comparativos de cidades: a partir da lista de cidades, recuperadas do banco, o usuário poderá escolher quais deseja selecionar para efetuar a consulta dos indicadores da mesma ou então selecionado a partir de duas cidades visualizar o comparativo gráfico.

Regras para implementação:

- Gráfico do tipo radar
- O gráfico deve resumir as informações dos indicadores de cada categoria de capital.
- Além do gráfico, haverá uma tabela que apresente os valores utilizados na elaboração do gráfico. E também haverá uma tabela para cada categoria de capital, exibindo os indicadores usados na síntese e os seus valores originais.

- Deve existir a possibilidade de comparar a mesma região em diferentes anos (Ex.: Caxias do Sul - 2017 x Caxias do Sul - 2018)

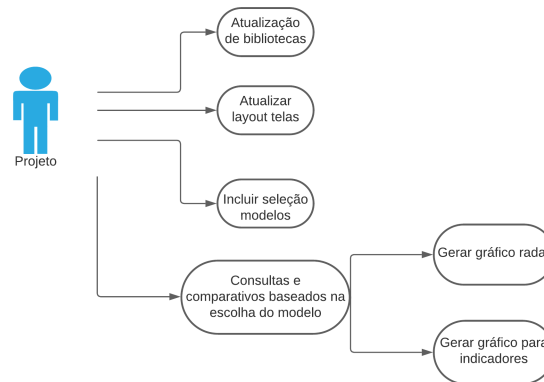
E que os seguintes requisitos deverão ser elaborados para atender as necessidades levantadas para este projeto, sendo:

- Atualização de bibliotecas: para garantir a eficiência e a segurança da página, é essencial considerar a atualização das bibliotecas e frameworks utilizados. Avaliar a necessidade de migrar para versões mais recentes dessas ferramentas é fundamental, pois isso possibilita a correção de bugs, maior segurança, a compatibilidade com os navegadores e dispositivos mais recentes, além de aprimorar o desempenho, tornando a página mais ágil e responsiva.
- Atualização layout de telas: com base no conteúdo apresentado no Capítulo 2, que aborda gráficos, visualização de dados e painéis (dashboards), será priorizada a atualização do layout das telas, visando alcançar a melhor disposição de elementos e design.
- Seleção de modelos: os usuários terão a opção de escolher entre os três modelos de cidade inteligente apresentados no Capítulo 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Smart Cities e Sistema de Capitais.
- Consultas e comparativos baseados na escolha do modelo: ao selecionar um modelo, os usuários terão acesso a uma página com uma lista de cidades disponíveis para escolha. Será necessário selecionar no mínimo duas e no máximo cinco cidades, para que seja possível realizar a comparação entre elas, garantindo uma exibição adequada do gráfico sem sobrecarregar a visualização.
- Gráficos para indicadores e gráfico para comparativo: serão disponibilizados gráficos para facilitar a visualização e compreensão dos indicadores, bem como gráficos para os comparativos entre cidades selecionadas.
- Testes de software tais como de funcionalidade para garantir que todas funções da página estejam operando conforme esperado, ainda teste de usabilidade para avaliar a facilidade de uso da página. Além disso, outros testes adicionais podem ser conduzidos, conforme necessário.

O usuário que acessar a página passará por três telas até chegar no comparativo. Primeira página é a página inicial e de seleção para qual indicador deseja visualizar informações, conforme ilustra a Figura 17.

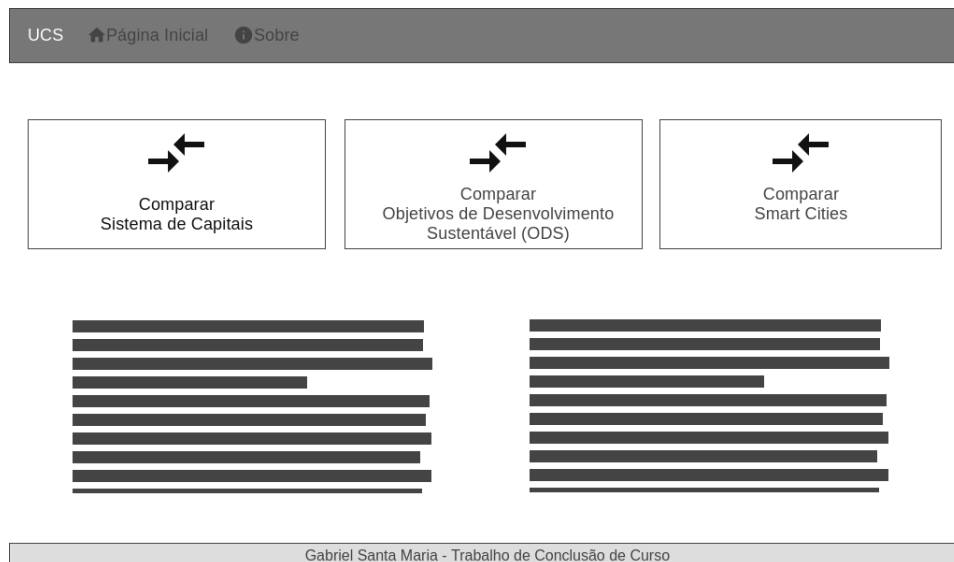
A segunda página é a página de seleção de cidades dentro do indicador escolhido, nesta tela haverá uma lista com as cidades disponíveis para comparação, também contará com uma caixa para pesquisa da cidade desejada e também para pesquisa entre as cidades escolhidas, conforme ilustra Figura 18.

Figura 16 – Diagrama de Requisitos



Fonte: O Autor (2023)

Figura 17 – Página Inicial



Fonte: O Autor (2023)

Após a seleção do usuário na segunda página e avançando em "Ir para o painel de visualização" será aberto a terceira página, conforme ilustra Figura 19. Nessa tela, os indicadores e seus respectivos valores serão apresentados em um formato de tabela, localizada no canto esquerdo da tela. Esses indicadores são relativos às cidades que foram selecionadas na segunda página, dentro do modelo de cidade inteligente escolhido na primeira página. No canto direito da tela, um gráfico do tipo radar estará disponível para permitir uma análise comparativa geral, incluindo todos os indicadores do modelo selecionado.

Na área esquerda da tela, os usuários encontrarão abas organizadas por dimensões. Dentro de cada aba, estarão listados os indicadores associados àquela dimensão, permitindo ao usuário selecionar o indicador específico que deseja explorar.

Figura 18 – Página de Seleção Cidade(s)

UCS [Página Inicial](#) [Sobre](#)

Título com nome do modelo escolhido

Cidades disponíveisda(s)

Nome ou ano

Cidade(s) selecionada(s)

Nome ou ano

>

<

▶ Ir para painel visualização

Gabriel Santa Maria - Trabalho de Conclusão de Curso

Fonte: O Autor (2023)

Figura 19 – Página com Painel de Exibição

UCS [Página Inicial](#) [Sobre](#)

PAINEL DE VISUALIZAÇÃO + Título do modelo escolhido

Cidade(s) selecionada(s)

Selecione o indicador ▼

Gráfico

Gabriel Santa Maria - Trabalho de Conclusão de Curso

Fonte: O Autor (2023)

### 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A página atualmente disponível não oferece a visualização dos três modelos mencionados: Sistema de Capitais (Capítulo 2.1.1), Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Capítulo 2.2), e Cidades Inteligentes (Capítulo 2.3). Apenas o Sistema de Capitais está disponível para utilização.

Com o objetivo de criar uma ferramenta mais abrangente, capaz de auxiliar estudantes, gestores públicos e privados na tomada de decisões, este projeto é apresentado. O conhecimento necessário para desenvolver a página será adquirido ao longo da execução do projeto.

## 4 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Neste capítulo, será detalhada a implementação da solução desenvolvida para o Portal de Indicadores para Cidades Inteligentes. Será explicado o desenvolvimento do projeto partindo de pontos como: Bibliotecas Utilizadas, Estrutura da Aplicação e Codificação (com ênfase em Models, Views e Controllers). A camada de apresentação baseia-se predominantemente em elementos HTML e na biblioteca Bootstrap.

Foi adotado um padrão de nomenclatura e organização, visando facilitar a reutilização e a escalabilidade do projeto. Além disso, foram adicionados comentários ao código para melhorar a compreensão e manutenção.

Para o desenvolvimento do portal, utilizamos o framework Django com a linguagem Python, o banco de dados PostgreSQL e o software PyCharm como ambiente de desenvolvimento. O PyCharm foi escolhido por oferecer recursos que simplificam o desenvolvimento, como autocompletar inteligente e depuração integrada, proporcionando um fluxo de trabalho mais eficiente do que outras opções como o VSCode.

### 4.1 FERRAMENTAS E BIBLIOTECAS UTILIZADAS

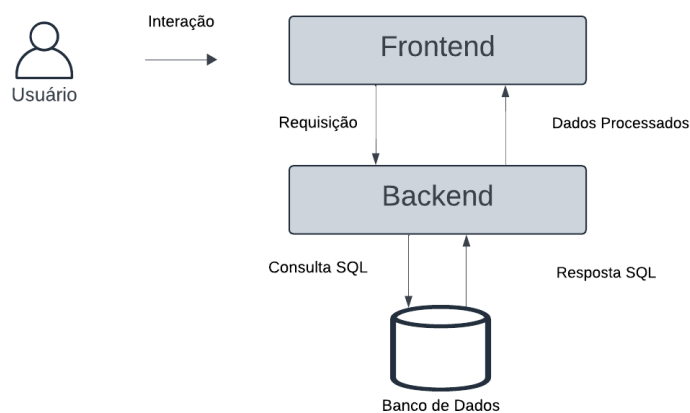
Esta seção apresenta as principais ferramentas e bibliotecas utilizadas no desenvolvimento do projeto. As soluções adotadas, como o banco de dados, frameworks e bibliotecas de visualização que são fundamentais para alcançar os objetivos do projeto e proporcionar uma experiência de uso eficiente.

- **PostgreSQL:** O banco de dados utilizado para armazenar as informações sobre os modelos, indicadores, dimensões e demais dados relacionados à aplicação.
- **Django (5.1):** O principal framework utilizado no backend. Ele gerencia a lógica da aplicação, os modelos de dados, e renderiza os templates HTML. A versão utilizada é a 5.1, que inclui suporte para funcionalidades modernas e melhorias de performance.
- **tzdata (2024.1):** Fornece informações de fuso horário atualizadas, baseadas no banco de dados IANA Time Zone, utilizado para acompanhar o tempo de execução de funções do código, durante o desenvolvimento.
- **Bootstrap:** Um framework CSS que usamos para estilizar a interface da aplicação, garantindo que seja responsiva e atual.
- **Django ORM (Object-Relational Mapping):** Embora não seja uma biblioteca separada, é uma parte fundamental do Django que utilizamos para fazer consultas e manipulação de dados no banco de dados.

- **Matplotlib:** Usado para gerar gráficos e visualizações de dados diretamente na aplicação, principalmente para exibir indicadores de cidades de forma visual.

A Figura 20 apresenta o diagrama com a arquitetura da aplicação baseada no padrão MVC (Model-View-Controller). Ele ilustra o fluxo de informações entre o usuário, a interface (Frontend), a lógica de negócios (Backend) e o banco de dados (PostgreSQL). Cada componente desempenha um papel específico na interação com os dados e na geração de respostas para a interface do usuário, facilitando a manutenção, escalabilidade e organização do sistema.

Figura 20 – Diagrama da Arquitetura de Software da Aplicação



Fonte: O Autor (2024).

## 4.2 ESTRUTURA DA APLICAÇÃO

A aplicação foi desenvolvida utilizando o padrão MVC (Model-View-Controller), um dos padrões arquiteturais mais utilizados para o desenvolvimento de aplicações web. Esse padrão permite a separação da lógica de negócios, da camada de apresentação e da lógica de controle, facilitando a manutenção e expansão da aplicação. A seguir, descrevemos como cada uma dessas camadas foi implementada no projeto.

O Modelo (Model) representa as entidades da aplicação e é responsável pela interação com o banco de dados PostgreSQL, onde os dados são armazenados e gerenciados. No projeto, o Model foi implementado em Django, usando o ORM (Object-Relational Mapping) nativo para realizar operações no banco sem a necessidade de SQL direto. Esse componente é ilustrado na Figura 20 como a camada de Backend, onde as consultas SQL ao banco de dados são realizadas.

As principais classes de Model utilizadas no projeto incluem:

- **Indicador:** Tabela que contém uma lista com todos os indicadores disponíveis. Cada indicador possui atributos como `id_indicador`, `nome`.

- **Dimensão:** Representa as diferentes dimensões que cada modelo possui. A dimensão possui atributos como `id_modelo`, `id_dimensao`, `nome` e `descricao`, e está associada a um ou mais indicadores através da tabela de relacionamento `sys_indicadordimensao`.
- **Modelo:** Define os diferentes modelos de cidades inteligentes disponíveis para comparação, cada um contendo suas próprias dimensões e indicadores. Este modelo possui atributos como `id_modelo`, `nome`, `nome_en` e `sigla`. A tabela `sys_dimensao` é responsável por fazer a conexão do modelo selecionado pelo usuário com as dimensões que esse modelo possui, e posteriormente a tabela `sys_indicadordimensao` relaciona os indicadores que estão presentes em cada dimensão do modelo.

Além dos modelos fixos, como Indicador, Dimensão e Modelo, a aplicação gera dinamicamente modelos de indicadores com base nas tabelas encontradas no banco de dados. Os dados das tabelas existentes podem ser atualizados, adicionados ou removidos conforme necessário, assim como novas tabelas podem ser adicionadas ao banco de dados, sem a necessidade de modificar diretamente o código fonte. Apenas é necessário realizar as alterações diretamente no banco de dados. Além disso, o processo de varredura automática das tabelas no banco de dados garante que novos indicadores sejam integrados à aplicação de forma dinâmica. A seguir, é descrito o processo de varredura dessas tabelas no banco de dados:

1. Consulta nas Tabelas do Banco de Dados: A aplicação percorre as tabelas presentes no banco de dados para encontrar todas as tabelas cujo nome começa com o prefixo "db\_". Essas tabelas contêm os dados de indicadores de desempenho das cidades. A consulta é realizada na tabela de metadados `information_schema.tables`, que armazena informações sobre as tabelas presentes no banco de dados. Para otimizar o desempenho, a lista de tabelas é armazenada em cache por um período de 15 minutos. Isso reduz o número de consultas ao banco de dados, especialmente em ambientes onde o número de tabelas de indicadores pode ser grande.
2. Após identificar as tabelas, a aplicação cria dinamicamente modelos Django para cada tabela encontrada. Isso é feito utilizando a função `create_indicador_model()`, que recebe o nome da tabela e define os campos comuns a todas as tabelas de indicadores, como `codigo_ibge`, `municipio`, `ano`, `valor_normalizado` e `indicador`. Esses modelos são, então, utilizados para consultas e manipulação dos dados dentro da aplicação.
3. Com os modelos criados dinamicamente, a aplicação pode realizar consultas de maneira flexível, filtrando os dados com base nos parâmetros fornecidos pelo usuário, como modelo, cidades e ano.

A Visão (View) na aplicação é responsável por exibir os dados ao usuário, utilizando templates HTML juntamente com bibliotecas JavaScript para uma interação dinâmica. No

Django, as Visões são compostas por templates que renderizam os dados fornecidos pelo Controlador (Controller). O projeto faz uso da biblioteca Chart.js para criar gráficos interativos que facilitam a visualização dos dados comparativos entre as cidades selecionadas. As Visões também são responsáveis por capturar as entradas do usuário, como a seleção de modelos, indicadores e cidades, para exibir os dados filtrados. Na Figura 20, a Visão corresponde à camada Frontend, que processa e exibe as informações ao usuário, com dados vindos do Backend. Os principais templates utilizados no projeto incluem:

- `comparativo_de_cidades.html`: Permite ao usuário selecionar modelos, indicadores e cidades para comparação, exibindo os dados em gráficos e tabelas.
- `base_todaspaginas.html`: Um template base utilizado por todas as páginas do projeto, garantindo uma estrutura consistente em termos de layout e navegação.

O Controlador atua como um intermediário entre o Model e a View, processando as requisições do usuário e coordenando as interações entre as diferentes partes da aplicação. No Django, os Controllers são representados por funções e classes definidas no arquivo `views.py`. Na Figura 20, o fluxo entre Frontend e Backend representa o papel do Controller, onde as requisições e respostas são processadas e direcionadas conforme necessário. As principais responsabilidades dos Controllers no projeto incluem:

- Receber as requisições de filtragem de dados do usuário (por exemplo, seleção de cidades e ano).
- Interagir com o Model para buscar os dados corretos do banco de dados.
- Processar os dados e enviar as informações para serem exibidas na View de maneira organizada e eficiente.

Um exemplo de Controller no projeto é a função `comparativo_de_cidades`, que recebe as seleções feitas pelo usuário (Modelo, Ano e Cidades). A função primeiro busca, na tabela `dimensao`, todas as dimensões associadas ao modelo, gerando as abas correspondentes na interface. Em seguida, busca na tabela `indicordimensao` todos os indicadores disponíveis, ou seja, aqueles que possuem dados vinculados a cada dimensão (aba).

Depois de identificar os indicadores, o próximo passo é apresentar as tabelas de dados relacionadas a cada indicador (`_db`), dentro de suas respectivas dimensões. Para isso, duas funções principais são usadas: `listar_tabelas_com_cache()` tenta recuperar na cache os dados e `filtrar_dados_por_tabela()` caso os dados não estejam em cache, esta função faz a busca dinâmica no banco de dados com base nas seleções feitas pelo usuário.

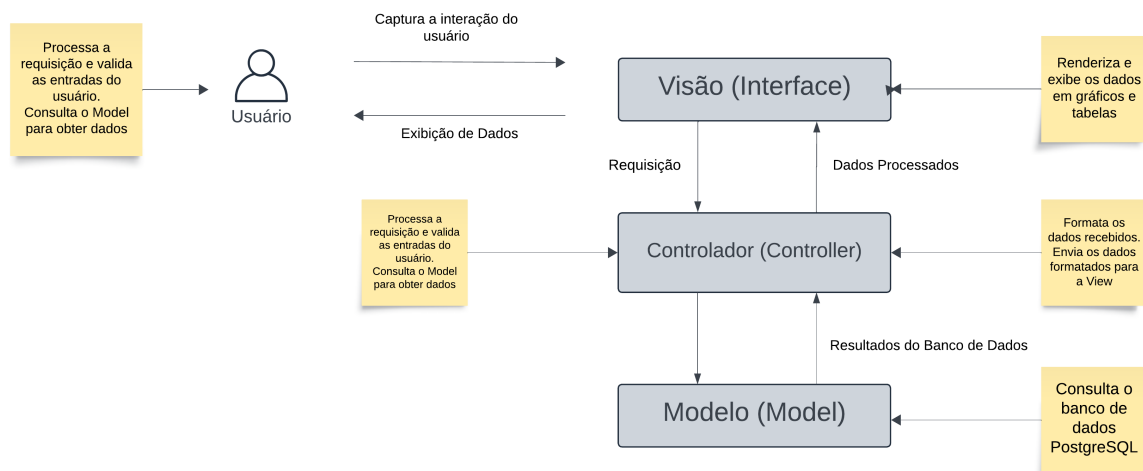
Além disso, as rotas e URLs foram definidas no arquivo `'urls.py'`, onde cada rota mapeia as requisições do usuário para os Controllers apropriados. Essa estrutura facilita a navegação

e organização do código, permitindo que cada requisição seja tratada de maneira modular e específica, garantindo que as ações sejam processadas corretamente entre o Controller e a View.

#### 4.2.1 Fluxo de dados da aplicação

A Figura 21 apresenta o fluxo de dados na aplicação, organizado segundo o padrão MVC. Esse diagrama de atividades detalha as etapas desde a interação do usuário até a exibição dos dados processados na interface.

Figura 21 – Diagrama de Atividades



Fonte: O Autor (2024).

O fluxo de dados segue o ciclo do padrão MVC:

- O usuário interage com a interface da aplicação (View), fazendo seleções de cidades, modelos e indicadores.
- A interação é capturada pelo Controller, que processa as entradas do usuário e faz consultas ao Model para obter os dados necessários.
- O Model busca os dados no banco de dados PostgreSQL e retorna os resultados ao Controller.
- O Controller então formata esses dados e os envia de volta para a View, que os exibe ao usuário em forma de gráficos e tabelas. Esse fluxo permite uma separação clara entre a lógica de negócios, o armazenamento de dados e a interface de usuário, facilitando o desenvolvimento e manutenção da aplicação.

## 4.2.2 Funcionalidades Implementadas

Para o funcionamento adequado da aplicação e para atender às necessidades de navegação simples e apresentação eficiente dos dados, algumas funcionalidades foram implementadas ao longo do desenvolvimento. As principais funções que estruturam o sistema são apresentadas a seguir.

- **Autocompletar de Cidades:** foi implementada a funcionalidade de autocompletar para facilitar a seleção de cidades na interface do usuário. A função `autocomplete_cidades` permite que, ao digitar as três primeiras letras do nome da cidade, o sistema sugira automaticamente opções correspondentes. Isso simplifica o processo de busca, eliminando a necessidade de selecionar previamente o estado, especialmente útil em casos onde o usuário desconhece essa informação.
- **Remoção de Cidades Seleccionadas:** a função `remove_cidade` foi implementada para permitir ao usuário remover cidades previamente seleccionadas da lista de comparação. Essa função acessa as cidades armazenadas na sessão do usuário, remove a cidade especificada, e atualiza a sessão com a nova lista.
- **Salvamento de Cidades na Sessão:** a função `salvar_cidades_sessao` armazena as seleções de cidades, modelo e ano escolhidos pelo usuário durante a navegação na aplicação. Esses dados são salvos na sessão do usuário para garantir que as informações estejam disponíveis entre requisições. Isso permite que o sistema mantenha o estado atual das seleções, mesmo quando o usuário navega entre diferentes páginas ou funcionalidades.
- **Comparativo de Cidades:** a função `comparativo_de_cidades` é uma das mais importantes da aplicação, sendo responsável por gerar a interface de comparação entre as cidades seleccionadas. O usuário escolhe um modelo, um ano e as cidades (mínimo duas e máximo cinco) e o sistema exibe gráficos e tabelas comparando os indicadores. Essa função interage diretamente com o banco de dados, buscando as dimensões e indicadores relacionados ao modelo escolhido, dinamizando o processo de visualização.
- **Geração de Resultados e Cache:** para otimizar o desempenho da aplicação, a função `comparar_cidades_resultado` utiliza uma lógica de cache, onde os dados processados anteriormente são armazenados para evitar repetição de consultas demoradas ao banco de dados. Caso os dados já estejam em cache, eles são imediatamente recuperados, melhorando significativamente o tempo de resposta da aplicação.
- **Manipulação de Tabelas de Indicadores:** as duas funções `listar_tabelas_com_cache` e `filtrar_dados_por_tabela` foram implementadas para gerenciar a importação dinâmica das tabelas de indicadores (`_db`). A primeira função tenta recuperar os dados do cache, enquanto a segunda filtra e processa os dados diretamente do banco de dados quando neces-

sário. Isso permitiu a dinamização da manipulação das tabelas, facilitando o tratamento de diferentes indicadores de forma eficiente.

### 4.2.3 Dinamização e Manipulação de Dados

Para garantir a flexibilidade do sistema, foram implementadas algumas funções módulo `utils.py` que permitem a manipulação dinâmica dos dados e modelos. Entre as principais funções, destaca-se:

- **Dinamização da Importação de Tabelas:** A função `listar_tabelas_com_cache()` foi implementada para buscar e armazenar em cache as tabelas que possuem o sufixo `"db_"`. No entanto, a função responsável pela busca direta dessas tabelas no banco de dados é `listar_tabelas_indicadores()`, que utiliza o information schema do banco de dados para listar todas as tabelas cujo nome começa com `"db_"`. Essa abordagem permite que o sistema identifique automaticamente as tabelas de indicadores sem a necessidade de mapeamento manual. Isso otimiza o processo de gerenciamento de dados, tornando-o dinâmico.
- **Criação Dinâmica de Modelos:** A função `criar_models_dinamicamente()` chama a função `create_indicador_model()` para criar dinamicamente os modelos Django a partir das tabelas de indicadores. A `create_indicador_model()` recebe o nome do modelo e o nome da tabela e gera um modelo Django com base nos campos comuns a todas as tabelas, como `codigo_ibge`, `municipio`, `ano` e `valor_normalizado`. Isso elimina a necessidade de definir manualmente cada modelo para cada tabela.
- **Filtragem de Dados:** A função `filtrar_dados_por_tabela()` processa e organiza os dados filtrados de acordo com as seleções de cidades, indicadores e ano feitas pelos usuários. Retornando dados relevantes para a comparação.
- **Cálculo de Médias Normalizadas:** A função `calcular_media_normalizada_por_dimensao()` calcula as médias dos valores normalizados de indicadores, agrupados por dimensões específicas. Essa funcionalidade permite uma análise detalhada e comparativa dos dados das cidades selecionadas, sendo essencial para a apresentação dos resultados.

## 4.3 AJUSTES E MELHORIAS REALIZADOS

Essas atualizações foram implementadas com o objetivo de aprimorar a usabilidade e a eficiência da solução. A seguir, são descritas algumas das principais melhorias realizadas, com foco em tornar a interface mais intuitiva e o sistema mais adaptável às demandas de importação e organização das informações.

- **Autocompletar de Cidades:** Inicialmente, o sistema exigia que o usuário selecionasse primeiro o estado e, em seguida, a cidade. Para facilitar o uso, foi implementado um recurso

de autocompletar, permitindo que a cidade fosse buscada diretamente pelo nome, sem a necessidade de seleção prévia do estado. Esse ajuste melhorou a usabilidade, especialmente nos casos em que o usuário não sabe de qual estado é o município desejado.

- **Modificação da Importação de Tabelas:** No projeto original, as tabelas de indicadores não possuíam o sufixo "db\_". Esse ajuste foi realizado pela equipe responsável pelo banco de dados, que renomeou e configurou as tabelas para seguirem o padrão "db\_". Essa mudança permitiu a automatização do processo de importação, onde agora o sistema identifica e importa automaticamente todas as tabelas que possuem esse sufixo. Além disso, apenas as colunas comuns a todas as tabelas são importadas, simplificando a manipulação dos dados. Antes dessa modificação, as tabelas eram importadas manualmente, com mapeamentos específicos para cada tabela e suas respectivas colunas, tornando o processo mais complexo e menos flexível.
- **Substituição de Indicadores por Dimensões nas Abas:** No projeto inicial, as abas da interface exibiam os indicadores. Com a atualização, as abas foram reorganizadas para mostrar as dimensões, agrupando os indicadores relacionados a cada uma delas, facilitando a navegação e a compreensão dos dados pelo usuário.

## 4.4 MANUTENÇÃO DE TABELAS E BIBLIOTECAS

Caso um usuário deseje atualizar as bibliotecas utilizadas na aplicação ou adicionar novas tabelas de indicadores, o processo atual segue os seguintes passos:

### 4.4.1 Atualização de Bibliotecas

Para atualizar as bibliotecas, é necessário verificar a versão mais recente das bibliotecas listadas no arquivo `requirements.txt`. O usuário pode realizar a atualização executando o seguinte comando:

```
pip install -r requirements.txt --upgrade
```

Após a atualização, é recomendável realizar testes para garantir que a compatibilidade e o desempenho da aplicação não sejam afetados.

### 4.4.2 Inclusão de Novas Tabelas

A aplicação foi projetada para identificar e integrar automaticamente novas tabelas de indicadores. Para adicionar novas tabelas ao banco de dados, siga as diretrizes conforme Tabela

1

- O nome da tabela deve seguir o padrão `db_nome_tabela`.

- As colunas obrigatórias para todas as tabelas de indicadores são:

Tabela 1 – Estrutura de colunas obrigatórias para as tabelas de indicadores

| Coluna            | Descrição                       |
|-------------------|---------------------------------|
| codigo_ibge       | Código IBGE da cidade           |
| municipio         | Nome do município               |
| ano               | Ano referente aos dados         |
| valor_normalizado | Valor normalizado do indicador  |
| indicador         | Referência ao tipo de indicador |

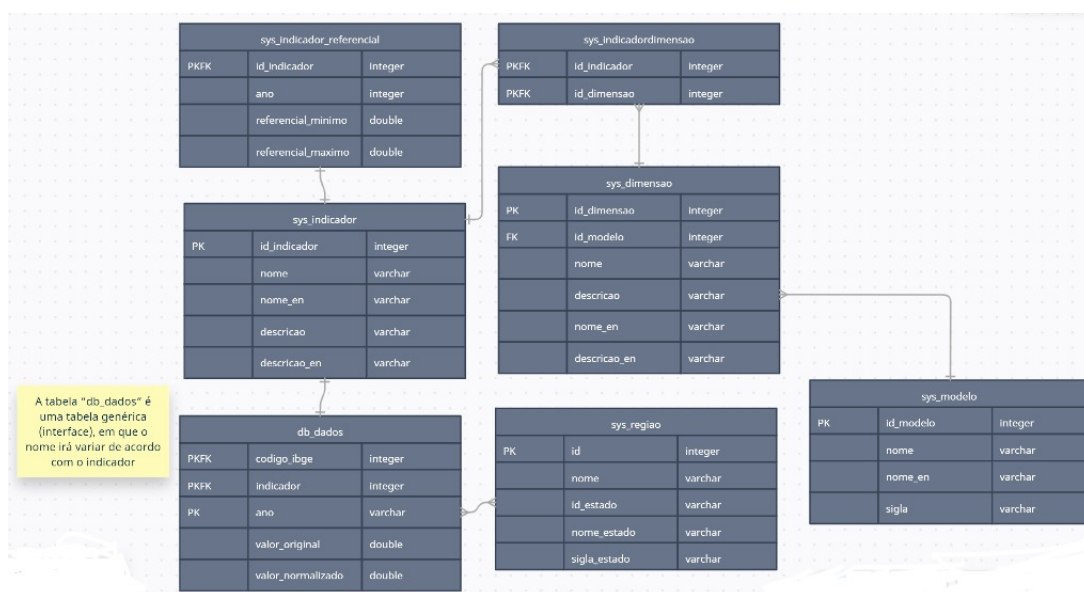
Após a criação da nova tabela no banco de dados, a aplicação fará uma varredura automática utilizando a função `listar \_tabelas \_indicadores()`, que consulta o `information \_schema` do banco de dados para identificar as tabelas recém-adicionadas. As tabelas serão então integradas dinamicamente à aplicação.

#### 4.4.3 Atualização de Dados em Tabelas Existentes

Atualmente, as atualizações de dados devem ser feitas diretamente no banco de dados. Não há uma ferramenta automatizada implementada para realizar essas atualizações através da interface da aplicação. A implementação de uma ferramenta de gerenciamento de dados está planejada para uma versão futura da aplicação.

### 4.5 ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS

Figura 22 – Modelo Entidade-Relacionamento



Fonte: Elaborado por Eduardo Pereira (2024).

O modelo lógico do banco de dados representado na Figura 22 descreve a estrutura do banco de dados utilizada para organizar e manipular os dados de indicadores no projeto de Cidades Inteligentes. Essa estrutura foi importante para viabilizar as consultas e visualizações de dados, permitindo a segmentação das dimensões e indicadores por município e ano. O diagrama foi desenvolvido pelo colega Eduardo Pereira, cuja contribuição auxiliou na definição de um banco de dados, compatível com as necessidades do sistema. A seguir será apresentado as principais entidades:

- **sys\_indicador:** Representa os diferentes indicadores disponíveis no sistema. Cada registro na tabela `sys_indicador` contém informações sobre o indicador, incluindo seu `id_indicador`, `nome`, `nome_en`, `descricao`, e `descricao_en`.
- **sys\_dimensao:** Define as dimensões às quais cada indicador pode pertencer. Cada dimensão possui atributos como `id_dimensao`, `id_modelo`, `nome`, `descricao`, `nome_en`, e `descricao_en`. O campo `id_modelo` faz a ligação com a tabela `sys_modelo`, permitindo que cada dimensão seja associada a um modelo específico de Cidades Inteligentes.
- **sys\_modelo:** Armazena os modelos de análise utilizados para organizar e categorizar as dimensões e indicadores. Cada modelo possui atributos como `id_modelo`, `nome`, `nome_en`, e `sigla`. Essa estrutura de modelo permite a aplicação de diferentes abordagens de análise, possibilitando ao usuário selecionar o modelo de interesse para comparar indicadores de cidades.
- **sys\_regiao:** Representa as regiões geográficas (ou municípios) utilizadas no sistema. Cada entrada tem o `id` da região, `nome`, `id_estado`, `nome_estado`, e `sigla_estado`. Essa tabela organiza os municípios e seus respectivos estados, permitindo segmentar os dados geograficamente.
- **db\_dados:** A tabela `db_dados` é uma tabela genérica, que armazena os dados específicos de cada indicador. O nome da tabela `db_dados` é apenas um exemplo e varia de acordo com o nome de cada indicador, como `db_exportacao`, `db_importacao`, entre outros. Essa estrutura permite armazenar os valores observados (`valor_original`) e os valores normalizados (`valor_normalizado`) dos indicadores. Os campos incluem `codigo_ibge` (que se refere ao município), `indicador`, `ano`, `valor_original`, e `valor_normalizado`. Essa tabela possibilita armazenar os dados reais dos indicadores por município e ano, com a normalização garantindo comparabilidade entre diferentes indicadores.
- **sys\_indicadordimensao:** É uma tabela de relacionamento que liga os indicadores às dimensões. Como tabela de junção, possui `id_indicador` e `id_dimensao`, formando uma chave composta. Essa estrutura permite que um indicador esteja associado a várias dimensões e vice-versa, flexibilizando a categorização dos dados e possibilitando consultas mais detalhadas.

Embora parte da estrutura do banco de dados, a tabela `sys_indicador_referencial` teve uso limitado na aplicação atual. Ela foi projetada para armazenar valores referenciais, mínimos e máximos, de cada indicador em um determinado ano, com o objetivo de estabelecer faixas de referência para análises futuras. No entanto, devido ao escopo atual do projeto, essa funcionalidade ainda não foi implementada plenamente. Futuramente, pretende-se utilizá-la para enriquecer as análises, permitindo comparações mais precisas entre indicadores com base em limites pré-definidos.

Essa estrutura de banco de dados foi essencial para suportar a flexibilidade do sistema, permitindo a adição de novos indicadores sem a necessidade de reformular o banco de dados. As tabelas `db_dados` específicas para cada indicador, vinculadas ao relacionamento com `sys_indicadordimensao`, possibilitam a consulta de dados. Essa abordagem também facilita o uso de consultas dinâmicas, especialmente quando associadas a parâmetros como município, ano, modelo e dimensão, atendendo às necessidades do sistema de forma modular e escalável.

Essa estrutura, baseada no modelo relacional, sustenta o backend da aplicação e proporciona a base para consultas e visualizações de dados de forma rápida e eficiente, assegurando que o sistema seja adaptável para futuras expansões e atualizações de dados.

## 4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto não só resultou na criação de uma solução para o Portal de Indicadores para Cidades Inteligentes, como também foi uma oportunidade de conhecimento em diversas áreas. A construção desse sistema proporcionou um entendimento sobre a importância dos indicadores no contexto de cidades inteligentes, destacando como essas métricas podem ser utilizadas para monitorar, avaliar e planejar ações que promovam o desenvolvimento urbano sustentável e eficiente.

Além disso, o projeto serviu de aprendizado técnico, permitindo o domínio de várias ferramentas e tecnologias. Foi possível adquirir conhecimento prático em Python, desde a criação de uma aplicação web do zero até o desenvolvimento de funcionalidades dinâmicas e interativas. Aprender a manipular e acessar um banco de dados relacional como o PostgreSQL também foi essencial, assim como a integração desses dados na interface da aplicação.

Ao longo do processo, desafios relacionados ao desenvolvimento surgiram, tais como a criação de modelos dinâmicos para lidar com tabelas de indicadores e a necessidade de otimização de consultas e performance. Cada obstáculo superado contribuiu para a consolidação de habilidades na resolução de problemas, no uso de frameworks como Django e na implementação de boas práticas de desenvolvimento.

## 5 USO DA APLICAÇÃO

Nesta seção, descrevemos o fluxo de uso da aplicação pela perspectiva do usuário final. A aplicação foi projetada para ser intuitiva, permitindo que gestores públicos, pesquisadores e demais interessados possam acessar indicadores e realizar comparações entre cidades de forma rápida. A seguir, detalhamos os principais passos que o usuário deve seguir para utilizar a função de comparativo de cidades da plataforma.

### 5.1 PÁGINA INICIAL

Ao acessar a aplicação, o usuário é recebido na Página Inicial, conforme mostra Figura 23, que contém um menu com as principais funcionalidades: Lista de Modelos e Comparativo de Cidades.

Figura 23 – Página inicial



Fonte: O Autor (2024).

### 5.2 LISTA DE MODELOS

Na aba Lista de Modelos, o usuário pode visualizar os diferentes modelos de cidades inteligentes disponíveis para análise. Estes modelos, que incluem Sistema de Capitais, Cidades Inteligentes, e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme Figura 24. Cada modelo contém dimensões específicas e indicadores relacionados a diversas áreas, como educação, saúde, e infraestrutura.

Ao clicar em um modelo, o usuário é levado a uma página detalhada que lista as dimensões e indicadores associados, permitindo uma análise antes de realizar comparações entre as

cidades.

Figura 24 – Página com a lista de modelos

InícioLista de ModelosComparativo de Cidades

Lista de Modelos

| ID | Nome                                                     | Nome em Inglês                | Sigla |
|----|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1  | <a href="#">Sistema de Capitais</a>                      | Capital System                | CS    |
| 2  | <a href="#">Cidades Inteligentes</a>                     | Smart City                    | SC    |
| 3  | <a href="#">Objetivos do Desenvolvimento Sustentável</a> | Sustainable Development Goals | ODS   |

Voltar para a Home

Fonte: O Autor (2024).

5.3 SELEÇÃO DE MODELOS, CIDADES E ANO

O primeiro passo para utilizar a aplicação é selecionar o modelo desejado. O usuário pode escolher entre três diferentes modelos de cidades inteligentes: Sistema de Capitais, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e Cidades Inteligentes, como mostrado na Figura 25. Além disso, o usuário deve selecionar pelo menos duas cidades para comparação. Para facilitar a busca, basta digitar as três primeiras letras do nome da cidade, e o sistema oferecerá sugestões através da funcionalidade de autocompletar. O usuário também deve selecionar o ano de interesse a partir de uma lista que abrange de 1989 a 2024, com dados que variam desde os mais antigos até os mais recentes disponíveis no banco de dados.

Figura 25 – Pagina de seleção

InícioLista de ModelosComparativo de Cidades

Comparativo de Cidades

Selecione o Modelo:

Selecione o Ano:

Sistema de Capitais1989

Digite o nome da cidade

AdicionarRemover

Cidades Selecionadas:

Fazer Comparativo

Fonte: O Autor (2024).

## 5.4 COMPARATIVO DE CIDADES

Após a seleção do modelo e das cidades, o usuário pode iniciar a comparação. O sistema processa os dados e exibe um gráfico interativo do tipo radar, permitindo uma visualização clara das diferenças e semelhanças entre as dimensões das cidades selecionadas. Logo abaixo do gráfico, uma tabela apresenta os valores médios calculados para os dados encontrados no banco de dados, para cada cidade e dimensão. Esses valores são obtidos a partir da soma e média de todos os indicadores dentro de cada dimensão, conforme ilustrado na Figura 27.

Além disso, tabelas individuais para cada indicador, organizadas em abas correspondentes às dimensões, exibem os valores numéricos detalhados, como mostrado na Figura 26, fornecendo uma referência adicional para o usuário.

Figura 26 – Abas para cada dimensão e os respectivos indicadores

Resultado do Comparativo

Modelo selecionado: Sistema de Capitais    Ano selecionado: 2016  
Cidades selecionadas: Caxias do Sul - RS, Bento Gonçalves - RS

Gráficos

Geral

Identidade

Inteligência

Relacional

Humano Individual

Humano Coletivo

Instrumental Tangível

Instrumental Intangível

Financeiro

Inteligência

Densidade Banda Larga Fixa

10 resultados por página

Pesquisar

| Código Município | UF | Nome do Município | Ano  | Valor Normalizado | Indicador                     |
|------------------|----|-------------------|------|-------------------|-------------------------------|
| 4302105          | RS | Bento Gonçalves   | 2016 | 0.1947            | Densidade de banda larga fixa |
| 4305108          | RS | Caxias do Sul     | 2016 | 0.2292            | Densidade de banda larga fixa |

Mostrando de 1 até 2 de 2 registros

Anterior1Próximo

Densidade Tv Por Assinatura

Sifconfi

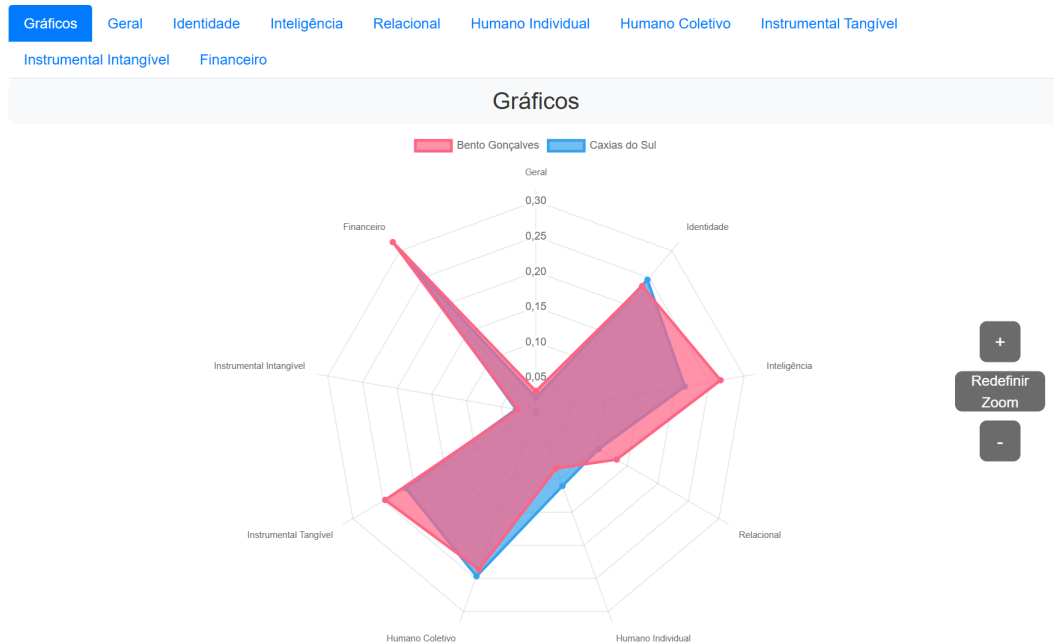
Fonte: O Autor (2024).

## 5.5 GRÁFICOS E VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Os gráficos são gerados dinamicamente com base nos dados selecionados pelo usuário. A utilização de Chart.js permite a criação de gráficos interativos, que facilitam a análise de dados complexos de forma visual.

Esse recurso visual torna o processo de análise mais eficiente, especialmente em cenários onde múltiplos indicadores precisam ser comparados simultaneamente, como demonstrado na Figura 27.

Figura 27 – Gráfico radar interativo



Fonte: O Autor (2024).

## 5.6 TESTE DE CÁLCULO DOS VALORES MÉDIOS DE INDICADORES

Para validar o cálculo dos valores médios de indicadores na aplicação, foi realizado um teste diretamente no banco de dados PostgreSQL. Esse teste consistiu em calcular a média dos valores normalizados para o município de Caxias do Sul, no ano de 2019, considerando o modelo Sistema de Capitais e a dimensão Inteligência. Alterando parâmetros no Algoritmo 1 — como o código IBGE da cidade, o número da dimensão e as tabelas que compõem a dimensão — foi possível expandir os testes e verificar a precisão dos cálculos para outras dimensões, como "Identidade".

Como cada tabela representa um indicador distinto e os valores não precisam ser exclusivos, o uso de UNION ALL garante que todos os dados sejam incluídos na agregação, sem eliminar entradas potencialmente repetidas. Isso é essencial para assegurar a precisão nos cálculos de média e soma, permitindo uma análise completa e coerente dos indicadores dentro de cada dimensão.

### Algoritmo 1 – Teste do valor médio para a dimensão inteligência

```

1
2 ----- teste do valor medio tabela inteligencia -----
3 WITH todos_valores AS (
4     SELECT valor_normalizado
5     FROM db_densidade_banda_larga_fixa AS dbl
6     JOIN sys_indicadordimensao AS id ON dbl.indicador = id.id_indicador
7     WHERE dbl.ano = 2019
8         AND dbl.codigo_ibge = '4305108'
9         AND id.id_dimensao = 2 -- inteligencia
10
11     UNION ALL
12
13     SELECT valor_normalizado
14     FROM db_densidade_telefonia_movel AS dtm
15     JOIN sys_indicadordimensao AS id ON dtm.indicador = id.id_indicador
16     WHERE dtm.ano = 2019
17         AND dtm.codigo_ibge = '4305108'
18         AND id.id_dimensao = 2 -- inteligencia
19
20     UNION ALL
21
22     SELECT valor_normalizado
23     FROM db_densidade_tv_por_assinatura AS dtv
24     JOIN sys_indicadordimensao AS id ON dtv.indicador = id.id_indicador
25     WHERE dtv.ano = 2019
26         AND dtv.codigo_ibge = '4305108'
27         AND id.id_dimensao = 2 -- inteligencia
28
29     UNION ALL
30
31     SELECT valor_normalizado
32     FROM db_sifconfi AS s
33     JOIN sys_indicadordimensao AS id ON s.indicador = id.id_indicador
34     WHERE s.ano = 2019 -- ano
35         AND s.codigo_ibge = '4305108' -- caxias do sul
36         AND id.id_dimensao = 2 -- inteligencia
37 )
38
39 SELECT
40     SUM(valor_normalizado) AS soma_valor_normalizado ,
41     AVG(valor_normalizado) AS media_valor_normalizado
42 FROM todos_valores ;

```

A execução da consulta produziu os resultados mostrados na Tabela 2. Para o modelo "Sistema de Capitais," foram comparadas as médias calculadas para as dimensões "Inteligên-

cia" e "Identidade." Além disso, a consulta foi aplicada para o modelo "Cidades Inteligentes" nas dimensões "Alojamento, Esporte e Cultura" e "Telecomunicações."

O modelo "Objetivos do Desenvolvimento Sustentável" também foi analisado para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 10 e 16. Em cada teste, os valores das médias obtidas na consulta SQL foram comparados aos valores calculados diretamente na aplicação, permitindo verificar a consistência e a precisão dos cálculos em diferentes dimensões e modelos.

Tabela 2 – Resultados Consulta SQL Comparado à Aplicação

| Teste | Modelo                                   | Dimensão                      | Descrição    | Valor (média) |
|-------|------------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|
| 1     | Sistema de Capitais                      | Inteligência                  | Consulta SQL | 0,210175      |
| 1     | Sistema de Capitais                      | Inteligência                  | Aplicação    | 0,2102        |
| 2     | Sistema de Capitais                      | Identidade                    | Consulta SQL | 0,010915      |
| 2     | Sistema de Capitais                      | Identidade                    | Aplicação    | 0,01092       |
| 3     | Cidades Inteligentes                     | Alojamento, Esporte e Cultura | Consulta SQL | 0,0152        |
| 3     | Cidades Inteligentes                     | Alojamento, Esporte e Cultura | Aplicação    | 0,0152        |
| 4     | Cidades Inteligentes                     | Telecomunicações              | Consulta SQL | 0,2785        |
| 4     | Cidades Inteligentes                     | Telecomunicações              | Aplicação    | 0,2785        |
| 5     | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável | ODS 10                        | Consulta SQL | 0,28567...    |
| 5     | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável | ODS 10                        | Aplicação    | 0,2857        |
| 6     | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável | ODS 16                        | Consulta SQL | 0,00860...    |
| 6     | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável | ODS 16                        | Aplicação    | 0,0086        |

Essa fidelidade é essencial para assegurar a confiabilidade dos cálculos realizados na aplicação, especialmente em análises que envolvem múltiplos indicadores dentro de uma mesma dimensão. A validação dos cálculos no banco de dados PostgreSQL reforça a confiabilidade dos dados apresentados aos usuários da aplicação.

## 6 CONCLUSÕES

Neste trabalho, propusemos a readequação da plataforma web "Cidades do Conhecimento" com o objetivo de melhorar a visualização e comparação de indicadores de cidades brasileiras em diferentes dimensões, alinhadas ao conceito de Cidades Inteligentes. A questão central da pesquisa foi: "Como aprimorar a visualização e a consulta de dados de indicadores para Cidades do Conhecimento de forma que possibilite uma análise abrangente e segura para gestores e tomadores de decisão?"

Para responder a essa questão, realizamos diversas melhorias na plataforma, incluindo a atualização de bibliotecas e frameworks, a inclusão de novos modelos de análise, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as dimensões das Cidades Inteligentes, e a dinamização do processo de importação e manipulação de dados no banco de dados PostgreSQL. Essas mudanças ampliaram a flexibilidade da aplicação, permitindo a seleção e comparação de indicadores de cidades de todo o Brasil.

Durante o desenvolvimento, enfrentamos desafios técnicos que demandaram soluções específicas. Por exemplo, para melhorar a usabilidade, implementamos a funcionalidade de autocompletar para facilitar a busca direta pelo nome dos municípios, eliminando a necessidade de selecionar previamente o estado. Além disso, adaptamos o sistema de importação de tabelas para atender ao novo padrão de nomenclatura "db\_", permitindo a detecção e inclusão automatizada de novas tabelas, o que simplificou a manipulação de dados. Também ajustamos a exibição do nome das dimensões nos gráficos e tabelas, garantindo que apenas as dimensões relevantes fossem apresentadas ao usuário com base no modelo selecionado.

Uma melhoria significativa foi a substituição do zoom nos gráficos, que anteriormente era acionado pelo scroll ou pinça, por botões de controle. Essa alteração evitou zooms acidentais e tornou a navegação pela página mais intuitiva.

Os testes realizados envolveram a validação dos cálculos da aplicação por meio de consultas SQL, garantindo a consistência e precisão dos dados apresentados. Esses testes também incluíram avaliações de usabilidade realizadas por pessoas leigas e pelo orientador, as quais destacaram a clareza e facilidade de navegação na interface.

Para trabalhos futuros, consideramos a possibilidade de implementar funcionalidades que permitam a visualização de dados agrupados por regiões do Brasil, ampliando ainda mais as análises e a abrangência da plataforma.

Com essas melhorias, alcançamos os objetivos propostos, promovendo uma plataforma reestruturada, intuitiva e confiável. Essa readequação permite que gestores públicos e privados, pesquisadores, estudantes e outros usuários explorem os dados de forma abrangente e segura.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, Taylor & Francis, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 37122 - Versão Corrigida 2021**: Cidades e comunidades sustentáveis — indicadores para cidades inteligentes. São Paulo, 2021.
- BATTISTELO, R. Aplicação web para indicadores de cidades do conhecimento. 2018.
- BREGALDA, V. **COLETA DOS INDICADORES DA PLATAFORMA DE CIDADES DO CONHECIMENTO**. Monografia — Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, 2021.
- BRIA, F.; MOROZOV, E. **A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia**. [S.l.]: Ubu Editora, 2020.
- CAMBRIDGE DICTIONARY. **Dicionário Online de Inglês**: Dashboard in: Dicio. 2023. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/dashboard>>. Acesso em: 16 set 2023.
- CARAGLIU, A.; BO, C. D.; NIJKAMP, P. Smart cities in europe. **Journal of urban technology**, Taylor & Francis, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011.
- CARRILLO, F. Knowledge cities: Approaches, perspectives and experiences. **Oxford, Britain: Butterworth-Heinemann**. doi, v. 10, p. 9780080460628, 2006.
- CARRILLO, F. J. Capital systems: implications for a global knowledge agenda. **Journal of Knowledge Management**, MCB UP Ltd, v. 6, n. 4, p. 379–399, 2002.
- \_\_\_\_\_. What ‘knowledge-based’ stands for? a position paper. **International Journal of Knowledge-Based Development**, Inderscience Publishers, v. 5, n. 4, p. 402–421, 2014.
- \_\_\_\_\_. Knowledge-based development as a new economic culture. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, Elsevier, v. 1, n. 2, p. 1–17, 2015.
- CARRILLO, F. J. *et al.* **Knowledge and the city: Concepts, applications and trends of knowledge-based urban development**. [S.l.]: Routledge, 2014.
- COHEN, B. **Smart City Index Master Indicators Survey**. 2014. Disponível em: <<https://www.smartcitiescouncil.com/resources/smart-city-index-master-indicators-survey>>. Acesso em: 11 out 2023.
- D’ARISBO, A. Sistemas de capitais como método de análise da economia criativa para o desenvolvimento baseado no conhecimento na cidade de bento gonçalves. 2013.
- ERGAZAKIS, K.; METAXIOTIS, K.; PSARRAS, J. Knowledge cities: the answer to the needs of knowledge-based development. **Vine**, Emerald Group Publishing Limited, v. 36, n. 1, p. 67–84, 2006.

ERGAZAKIS, K.; METAXIOTIS, K. S.; PSARRAS, J. E. Towards knowledge cities: conceptual analysis and success stories. **J. Knowl. Manag.**, v. 8, p. 5–15, 2004. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:38317272>>.

FACHINELLI, A. C.; CARRILLO, F. J.; D'ARISBO, A. Capital system, creative economy and knowledge city transformation: Insights from bento gonçalves, brazil. **Expert Systems with Applications**, Elsevier, v. 41, n. 12, p. 5614–5624, 2014.

FERNANDES, J. A.; MARTINHO, M. H.; GONÇALVES, G. Uso de gráficos estatísticos por futuros professores dos primeiros anos na realização de trabalhos de projeto. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 4, p. 394–401, 2020.

FEW, S. **Information Dashboard Design: Displaying data for at-a-glance monitoring**. [S.l.]: Analytics Press Burlingame, CA, 2013. v. 5.

HABITAT, U. **Envisaging the Future of Cities, World Cities Report 2022**. [S.l.]: UN Human Settlements Programme, Available at <https://unhabitat.org/wcr> ..., 2022.

HEALY, K. **Data visualization: a practical introduction**. [S.l.]: Princeton University Press, 2018.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Atlas Geográfico Escolar**. 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 220 p. ISBN 978-85-240-4373-4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da População**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 26 ago 2023.

KIRK, A. **Data Visualization - A Handbook for Data Driven Design**. 1st. ed. London: SAGE Publications, 2016. ISBN 978-1473912144.

KNAFLIC, C. N. **Storytelling com dados: um guia sobre visualização de dados para profissionais de negócios**. [S.l.]: Alta Books, 2019.

KUSLEIKA, D. Data visualization with excel dashboards and reports. John Wiley & Sons, 2021.

LANDIM, A. F. de S. Visualização de informação como apoio à gestão pública. Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

MATHEUS, R.; JANSSEN, M.; MAHESHWARI, D. Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities. **Government Information Quarterly**, Elsevier, v. 37, n. 3, p. 101284, 2020.

MENDES, T. C. M. Smart cities: solução para as cidades ou aprofundamento das desigualdades sociais. **Texto para Discussão**, v. 11, 2020.

NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C. B. Visualização de informações—uma abordagem prática. In: **XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIV JAI. UNISINOS, S. Leopoldo—RS**. [S.l.: s.n.], 2005.

NOTARI, D. L. *et al.* Aplicação web para indicadores de cidades do conhecimento web application for knowledge cities indicators. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation)**, v. 7, n. 2, p. 95–118, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. 2010. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/66851-os-objetivos-de-desenvolvimento-do-mil%C3%AAAnio>>. Acesso em: 30 ago 2023.

\_\_\_\_\_. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável: dos ODM aos ODS**.: Programa das nações unidas para o desenvolvimento (pnud). 2016. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODS.aspx>>. Acesso em: 29 ago 2023.

\_\_\_\_\_. **Habitat III**: Nova agenda urbana. 2017. Disponível em: <<http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Brazil.pdf?fbclid=IwAR2koIM7MtgBh6i57G4fxWeWpbK52Jr7sXlIrGdBbJF81bF2GSzY52>>. Acesso em: 30 ago 2023.

\_\_\_\_\_. **World Cities Report 2020**: The value of sustainable urbanization. 2020. Disponível em: <[https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr\\_2020\\_report.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf)>. Acesso em: 30 ago 2023.

RODRIGUES, H. **VIRTUALIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE CARGA DE DADOS DA PLATAFORMA CIDADES DO CONHECIMENTO**. Monografia — Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, 2023.

SILVA, A. G. D. **DESENVOLVIMENTO DA AUTOMATIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS NA PLATAFORMA DE CIDADES DO CONHECIMENTO**. Monografia — Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, 2022.

SOUSA, Á. Coeficiente de correlação de pearson e coeficiente de correlação de spearman: o que medem e em que situações devem ser utilizados? **Correio dos Açores**, Gráfica Açoreana, Lda, p. 19–19, 2019.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL CHILDREN’S EMERGENCY FUND (UNICEF). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: Ainda é possível mudar 2030. 2016. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 29 ago 2023.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: a experiência da cidade de porto alegre. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, SciELO Brasil, v. 7, p. 310–324, 2015.

WEXLER, S.; SHAFFER, J.; COTGREAVE, A. **The big book of dashboards: visualizing your data using real-world business scenarios**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2017.

YIGITCANLAR, T.; O’CONNOR, K.; WESTERMAN, C. The making of knowledge cities: Melbourne’s knowledge-based urban development experience. **Cities**, Elsevier, v. 25, n. 2, p. 63–72, 2008.