



Instituto Federal da Bahia  
Departamento de Computação

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas de Produtos

**VISUALIZE YOUR REGION (VYR)  
VISUALIZAÇÃO DE DADOS SOB  
PERSPECTIVA REGIONALIZADA**

Hugo Leonardo Deiró de Souza

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador  
03 de agosto de 2021



HUGO LEONARDO DEIRÓ DE SOUZA

**VISUALIZE YOUR REGION (VYR)  
VISUALIZAÇÃO DE DADOS SOB PERSPECTIVA  
REGIONALIZADA**

Esta Dissertação de Mestrado foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas de Produtos da Instituto Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Sistemas e Produtos.

Orientador: Prof. Dr. Renato Lima Novais

Salvador  
03 de agosto de 2021

Biblioteca Raul V. Seixas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da  
Bahia - IFBA – Campus Salvador/BA.

Responsável pela catalogação na fonte: Samuel dos Santos Araújo - CRB 5/1426.

S729v Souza, Hugo Leonardo Deiró de.

Visualize Your Region (VYR) visualização de dados sob perspectiva regionalizada / Hugo Leonardo Deiró de Souza – Salvador, 2021.

138 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Sistemas e Produtos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Orientação: Prof. Dr. Renato Lima Novais.

1. Visualização de informação . 2. Dados georreferenciados. I. Novais, Renato Lima. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. III. Título.

CDU 2 ed. 004:61



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA  
R. Emídio dos Santos - Bairro Barbalho - CEP 40301-015 - Salvador - BA - www.portal.ifba.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E PRODUTOS -  
PPGESP**

**“VISUALIZE YOUR REGION (VYR) VISUALIZAÇÃO DE DADOS SOB PERSPECTIVA  
REGIONALIZADA”**

**HUGO LEONARDO DEIRÓ DE SOUZA**

Produto(s) Gerado(s): Dissertação; Artigo Científico Submetido; Registro de software submetido

Orientador: Prof. Dr. Renato Lima Novais

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Renato Lima Novais

Orientador – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

---

Prof. Dr. Danilo Barbosa Coimbra

Membro Externo – Universidade Federal da Bahia (UFBA)

---

Prof. Dr. Sandro Santos Andrade

Membro Interno – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca examinadora em 03/08/2021.

Em 28 de julho de 2021.

---

Documento assinado eletronicamente por **RENATO LIMA NOVAIS, Docente Permanente**, em  
03/08/2021, às 17:21, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **SANDRO SANTOS ANDRADE, Docente Permanente**, em 03/08/2021, às 17:23, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Barbosa Coimbra, Usuário Externo**, em 03/08/2021, às 17:24, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&acao\\_origem=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **1933556** e o código CRC **A5AD1D60**.

*Dedico o desenvolvimento deste trabalho a minha família,  
que sempre esteve ao meu lado e me apoiou em tudo que  
eu queria fazer.*



## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal da Bahia, agradeço profundamente a esta maravilhosa instituição que legitimamente mudou a minha vida. Nossas histórias se cruzam desde 2011, quando comecei o Curso Técnico em Informática no *campus* Camaçari. Logo em seguida, fiz minha graduação no *campus* Salvador e agora o meu mestrado no mesmo local. Posso dizer sem meias palavras que eu provavelmente não seria quem eu sou hoje sem os aprendizados (técnicos e pessoais) que obtive no IFBA. Estendo este agradecimento a absolutamente todos os servidores de todos os *campus*, sobretudo aqueles com os quais eu mais me relacionei ao longo de minha história no instituto.

Ao Prof. Dr. Renato Novais, agradeço por todo suporte, compreensão e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho. Acredito que se não fosse isso eu possivelmente não teria concluído o mestrado.

A Luiz Henrique e Everton da Silva, estudantes do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFBA que, por intermédio do Prof. Renato, se juntaram ao projeto e ajudaram bastante, sobretudo na expansão dos mapas da VYR.

A Ícaro Jerry e Filipe Cruz, grandes amigos com os quais pude contar durante o meu percurso de mestrado para ouvir e sugerir melhorias sobre diversos aspectos do meu trabalho.

A todos os participantes da segunda e terceira avaliação experimental, agradeço pela participação no experimento que permitiu analisar a VYR de uma forma mais acurada, provendo valorosos *feedbacks* que poderão melhorar ainda mais o *software*.



*A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em  
procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos.*

—MARCEL PROUST



## RESUMO

Os gestores municipais ou estaduais, sejam eles da administração pública ou da iniciativa privada, precisam de todo suporte possível no momento de avaliar como investir recursos em sua região. Para fazer isso é necessário analisar os mais diversos tipos de dados que estejam disponíveis sobre aquela localidade. Neste sentido, as ferramentas de visualização de dados podem ser de grande valia, pois permitem a estes gestores visualizarem uma grande quantidade de dados condensados de forma a facilitar o seu entendimento. Este tipo de ferramenta oferece diversos mecanismos de interação que podem ser utilizados para analisar os estes dados. Grande parte destes softwares atualmente oferece suporte a visualizações georreferenciadas, o que certamente facilita na análise de dados de diversas regiões. Entretanto, quando se fala sobre dados regionais hierárquicos, estas ferramentas geralmente não oferecem tanto suporte ou não são dedicadas para tal. Muitas vezes, um gestor de uma determinada região precisa analisar como os dados estão distribuídos os recursos dentre os diversos municípios, microrregiões ou mesorregiões administrados por ele. Neste sentido, foi desenvolvida a *Visualize Your Region* (VYR), que é um *software* de visualização de dados cujo propósito está em fornecer visualizações focadas na regionalização dos dados. Ao utilizar a VYR, um usuário pode criar um projeto de visualização de dados com o *dataset* que ele precisa analisar e visualizar todos os atributos deste conjunto de dados nas mais diversas granularidades espaciais. Um exemplo de atributo poderia ser a população de uma microrregião, que é, na realidade, o somatório das populações de cada município contido naquela localidade. Para validar o funcionamento desta aplicação, foram desenvolvidos três estudos exploratórios nos quais foram avaliados aspectos de funcionalidade e usabilidade. A análise dos resultados destes estudos destacaram o potencial da VYR, pois apontam que a aplicação pode sim ser utilizada como um software de visualização de dados eficaz, apesar de ainda demandar algumas melhorias e ajustes. Além da potencialidade de mercado, este projeto também é bastante promissor academicamente, pois podem ser desenvolvidos diversos trabalhos em diferentes frentes de pesquisa. Seja de forma complementar à VYR (evoluindo o *software*) ou utilizando a aplicação como um mecanismo para geração de visualizações para os mais diversos temas de pesquisa.

**Palavras-chave:** Visualização de Informação, Dados Georreferenciados.



## ABSTRACT

Municipal or state managers, whether from the public administration or from the private sector, need all possible support when evaluating how to invest resources in their region. It is necessary to analyze the most diverse types of data that are available about that region. In this context, data visualization tools can be really helpful, as they allow those managers to visualize a large amount of condensed data in a way that facilitates its understanding. This type of tool offers several interaction mechanisms that can be used to analyze data. Some of the existent options currently supports georeferenced visualizations, which certainly facilitates the analysis of data from different regions. However, those tools does not provide much dedicated support to the visualization of regional hierarchical data. Oftentimes, a manager of a particular region needs to analyze how the data is distributed and resources among many regions managed by him in a more granular way. In this sense, Visualize Your Region (VYR) was developed. It is a data visualization software whose purpose is to provide visualizations focused on the regionalization of data. By using VYR, an user can create a data visualization project with the dataset that he needs to analyze and visualize all the attributes of this dataset in different spatial granularities. An example of an attribute could be the population of a micro-region, which is actually the sum of the populations of each municipality contained in that location. To validate the application, three exploratory studies were developed in which aspects of functionality and usability were evaluated. The analysis of the results of these studies highlighted the potential of VYR, as they point out that the application can indeed be used as an effective data visualization software, although it still requires some improvements and adjustments. In addition to the market potential, this project is also very promising to the academy, as several works can be developed in different research fronts. Either as a complement to VYR (evolving the software) or using the application as a mechanism for generating views for the most diverse research topics.

**Keywords:** Data Visualization, Georeferenced Data



# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1—Introdução</b>	1
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivo Geral	4
1.1.2 Objetivos Específicos	4
<b>Capítulo 2—Revisão Bibliográfica</b>	5
2.1 Visualização de Dados	5
2.1.1 Da Tomada de Decisão à Informação e aos Dados	5
2.1.2 Criando representações visuais	7
2.1.2.1 Dados Brutos, Pré-processamento e Transformação de Dados	8
2.1.2.2 Mapeamento Visual	9
2.1.2.3 Criação de Visualizações	11
2.2 Ferramentas de Visualização de Dados	14
2.2.1 Tableau	15
2.2.2 Power BI	16
2.2.3 Qlik Sense	17
2.2.4 ArcGIS	18
2.2.5 Quantum GIS (QGIS)	18
2.3 Análise Comparativa das Ferramentas de Visualização de Dados	18
2.4 Bibliotecas para geração de gráficos	21
2.4.1 D3.js	21
2.4.2 Plotly	21
2.4.3 Google Charts	21
2.4.4 ChartJs	21
2.5 Ferramentas para distribuição geoespacial dos dados	21
2.5.1 Google Maps	22
2.5.2 OpenStreetMap	22
2.5.3 <i>Scalable Vector Graphics</i> (SVG)	23
2.6 Technology Acceptance Model (TAM)	24
<b>Capítulo 3—Visualize Your Region – VYR</b>	27
3.1 Visão Geral	28
3.2 Processo de ETL	31
3.2.1 Formato de Entrada dos Dados	31

3.2.2	Estratégia empregada na carga dos dados . . . . .	32
3.2.3	Carga dos Dados na VYR . . . . .	32
3.3	Visões e Mecanismos de Interação . . . . .	34
3.3.1	Estrutura Geral da VYR . . . . .	34
3.3.2	Visualização Regional . . . . .	36
3.3.2.1	Mecanismos de Filtragem . . . . .	37
3.3.2.2	Resumo dos atributos principais . . . . .	38
3.3.2.3	Mapa de Dados Interativo . . . . .	38
3.3.2.3.1	Estratégias de Coloração . . . . .	39
3.3.2.3.2	Mudança da Região Seleccionada . . . . .	42
3.3.2.4	Gráfico de Evolução dos Atributos . . . . .	43
3.3.3	Detalhes de Região . . . . .	43
3.3.3.1	Nível Municipal . . . . .	44
3.3.3.2	Nível de Microrregião . . . . .	47
3.3.3.3	Nível Mesorregional . . . . .	49
3.3.3.4	Nível Estadual . . . . .	50
3.3.4	Comparação de Regiões . . . . .	52
3.3.5	<i>Ranking</i> . . . . .	53
3.3.6	Detalhes de Região . . . . .	56
3.3.7	Busca Parametrizada . . . . .	56
3.4	Detalhes de Implementação . . . . .	58
3.4.1	Engine API . . . . .	58
3.4.1.1	Arquitetura . . . . .	59
3.4.1.2	Tecnologias Utilizadas . . . . .	62
3.4.2	VYR UI . . . . .	63
3.4.2.1	Arquitetura . . . . .	64
3.4.2.2	Tecnologias Utilizadas . . . . .	69
3.5	VYR x Outras ferramentas de visualização disponíveis no mercado . . . . .	69

## **Capítulo 4—Avaliação Experimental** 73

4.1	Primeiro Estudo . . . . .	74
4.1.1	Processo de Extração dos Dados . . . . .	75
4.1.2	Processo de Carga dos Dados . . . . .	77
4.1.3	Resultados e Discussões . . . . .	77
4.1.4	Análise da Hipótese . . . . .	83
4.2	Segundo Estudo . . . . .	84
4.2.1	Respostas do Formulário . . . . .	85
4.2.2	Análise das Respostas do Formulário . . . . .	92
4.2.3	Análise dos Resultados . . . . .	93
4.3	Terceiro Estudo . . . . .	93
4.3.1	Objetivos do Estudo . . . . .	94
4.3.2	Hipóteses do Estudo . . . . .	94
4.3.3	Análise das Perguntas do Escopo Analítico . . . . .	95

4.3.4	Análise dos <i>feedbacks</i> obtidos . . . . .	97
4.3.5	Análise do Perfil dos Usuários . . . . .	99
4.3.6	Análise do Experimento . . . . .	101
<b>Capítulo 5—Conclusão</b>		<b>103</b>



## LISTA DE FIGURAS

2.1	Representação visual do Processos de Decisão. Fonte: Autor (Adaptado de Enslin <i>et al</i> , 2001).	6
2.2	Representação visual dos Paradigmas de Decisão. Fonte: Autor (Adaptada de Miranda, 2006 e Enslin <i>et al</i> , 2013).	7
2.3	Representação do modelo de referência. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).	8
2.4	Propriedades Gráficas de um Mapeamento Visual. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).	10
2.5	Elementos Gráficos. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).	10
2.6	Exemplo de Visualização 3D. Fonte: DisplayR <sup>1</sup>	13
2.7	Posicionamento de empresas com ferramentas de Visualização de Dados. Fonte: Matos, 2017.	15
2.8	Technology Acceptance Model. Fonte: Autor (Adaptado e Traduzido de Davis, 1989).	25
3.1	Visão geral da VYR. Fonte: Autor.	28
3.2	Tela de Criação de Projetos. Fonte: VYR.	29
3.3	Seletor de Projetos. Fonte: VYR.	30
3.4	Seletor de Projetos com Metadados. Fonte: VYR.	30
3.5	Visão Regionalizada dos Atributos. Fonte: VYR.	31
3.6	Planilha Modelo do Estado da Bahia. Fonte: Microsoft Excel.	32
3.7	Gestão de Projetos. Fonte: VYR.	33
3.8	Tela de Criação de Projetos. Fonte: VYR.	33
3.9	Deleção de Projetos. Fonte: VYR.	34
3.10	Estrutura de páginas da VYR. Fonte: VYR.	34
3.11	Estrutura de páginas da VYR em dispositivos móveis. Fonte: VYR.	35
3.12	Variações do topo da VYR pré e pós seleção de projeto. Fonte: VYR.	36
3.13	Visualização Regional. Fonte: VYR.	37
3.14	Componente de Filtragem da Visualização Regional. Fonte: VYR.	37
3.15	Visualização Regional após filtragem. Fonte: VYR.	38
3.16	Resumo de Atributos. Fonte: VYR.	38
3.17	Mapa de Dados. Fonte: VYR.	39
3.18	Mapa de Dados. Fonte: VYR.	40
3.19	Estratégias de Coloração do Mapa de Dados. Fonte: VYR.	41
3.20	Estratégias de Interação do Mapa de Dados. Fonte: VYR.	42
3.21	Gráfico de Evolução. Fonte: VYR.	43
3.22	Visão Geral do Detalhamento de um município. Fonte: VYR.	44

3.23	Gráfico de Evolução das Incidências dos Atributos. Fonte: VYR. . . . .	45
3.24	Polar Chart dos Atributos. Fonte: VYR. . . . .	45
3.25	Scatterplot Matrix dos Atributos. Fonte: VYR. . . . .	46
3.26	Dados de Incidência em Atributos Específicos. Fonte: VYR. . . . .	46
3.27	Dados de Incidência em Atributos Específicos. Fonte: VYR. . . . .	47
3.28	Dados Gerais da Microrregião. Fonte: VYR. . . . .	47
3.29	Municípios da Microrregião. Fonte: VYR. . . . .	48
3.30	Municípios da Microrregião Preenchidos. Fonte: VYR. . . . .	48
3.31	Dados Gerais da Mesorregião. Fonte: VYR. . . . .	49
3.32	Municípios e Microrregiões da Mesorregião. Fonte: VYR. . . . .	50
3.33	Dados Gerais do Estado. Fonte: VYR. . . . .	50
3.34	Municípios, Microrregiões e Mesorregiões do Estado. Fonte: VYR. . . . .	51
3.35	Comparador de Regiões. Fonte: VYR. . . . .	52
3.36	Comparador de Regiões Carregado. Fonte: VYR. . . . .	52
3.37	Gráfico de Incidência na Comparação de Regiões. Fonte: VYR. . . . .	53
3.38	Gráfico de Performance na Comparação de Regiões. Fonte: VYR. . . . .	53
3.39	Tela de Ranking. Fonte: VYR. . . . .	54
3.40	Tela de <i>Ranking</i> - Subníveis de Mesorregião. Fonte: VYR. . . . .	54
3.41	Tela de <i>Ranking</i> - Subníveis de Microrregião de Mesorregião. Fonte: VYR. . . . .	55
3.42	Tela de <i>Ranking</i> - Subníveis de Microrregião. Fonte: VYR. . . . .	55
3.43	Tela de detalhes de região. Fonte: VYR. . . . .	56
3.44	Seleção de Parâmetros. Fonte: VYR. . . . .	56
3.45	Resultados da Busca Parametrizada. Fonte: VYR. . . . .	57
3.46	Detalhes dos Resultados da Busca Parametrizada. Fonte: VYR. . . . .	58
3.47	Arquitetura geral da VYR API. Fonte: Autor. . . . .	59
3.48	Fluxo de Execução da Criação de Projetos. Fonte: Autor. . . . .	60
3.49	Fluxo de Execução da Listagem de Projetos. Fonte: Autor. . . . .	61
3.50	Fluxo de Execução da Deleção de Projetos. Fonte: Autor. . . . .	62
3.51	Exemplo de dicionário em pt-br. Fonte: Autor. . . . .	65
3.52	Exemplo de dicionário em en-us. Fonte: Autor. . . . .	65
3.53	Estrutura de Configuração da VYR UI. Fonte: Autor. . . . .	65
3.54	Estrutura de Interação do PubSubService. Fonte: Autor. . . . .	66
3.55	Visão Geral da VYR UI. Fonte: Autor. . . . .	68
4.1	Percentual do Desemprego. Fonte: Autor. . . . .	75
4.2	Evolução do Balanço das Empresas não-individuais. Fonte: VYR. . . . .	77
4.3	Evolução das Empresas Fechadas. Fonte: VYR. . . . .	78
4.4	Evolução das Empresas Abertas. Fonte: VYR. . . . .	79
4.5	Evolução categorizada da abertura de novas empresas entre 2013 e 2018. Fonte: VYR. . . . .	80
4.6	Evolução categorizada do fechamento de empresas entre 2013 e 2018. Fonte: VYR. . . . .	81
4.7	Variação de empresas do ramo de Comércio de Veículos Automotores e Motocicletas em 2018. Fonte: VYR. . . . .	82

4.8	Balanco das empresas não-individuais em 2018 separado por portes. Fonte: VYR. . . . .	83
4.9	VYR – Questionário e Feedbacks. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	84
4.10	Respostas para pergunta “Você utilizou a VYR?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	85
4.11	Respostas para pergunta “Como você qualifica a sua experiência com a VYR?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	86
4.12	Respostas para pergunta “Você utilizou alguma outra ferramenta complementar à VYR?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	86
4.13	Respostas para pergunta “Se você tiver utilizado a VYR e precisou de alguma ferramenta complementar, qual foi o software que você utilizou?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	87
4.14	Respostas para pergunta “Qual foi a sua maior dificuldade ao longo da experiência de utilização da VYR?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	88
4.15	Respostas para pergunta “Você chegou a utilizar a VYR no seu dispositivo móvel (celular ou tablet)?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	89
4.16	Respostas para pergunta “Se você chegou a utilizar a VYR em seu dispositivo móvel, como você qualifica a experiência?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	89
4.17	Respostas para pergunta “Você sentiu falta de alguma visualização (gráfico)?”. Fonte: <i>Google Forms</i> . . . . .	90
4.18	Resultados das respostas do terceiro estudo. . . . .	96
4.19	Distribuição dos resultados das respostas do formulário. . . . .	96
4.20	Feedbacks sobre a Utilidade da VYR. . . . .	97
4.21	Feedbacks sobre a Experiência de utilização da VYR. . . . .	98
4.22	Resultados da pergunta que visava compreender se os usuários teriam interesse em utilizar a VYR novamente. . . . .	99
4.23	Faixa etária dos respondentes da 3ª Avaliação Experimental. . . . .	100
4.24	Escolaridade dos respondentes do 3º Estudo. . . . .	100
4.25	Área de atuação dos respondentes da 3ª Avaliação Experimental. . . . .	101



## LISTA DE TABELAS

2.1	Valores de Licenças do Tableau. . . . .	16
2.2	Valores de Licenças do PoweBI. . . . .	17
2.3	Valores de Licenças do Qlik Sense. . . . .	17
2.4	Valores de Licenças do ArcGIS. . . . .	18
2.5	Tabela comparativa entre os softwares de visualização de dados líderes de mercado. . . . .	19
2.6	Valores cobrados para utilização do Google Maps. . . . .	22
3.1	Operações baseadas nos Tipos do Atributo. . . . .	57
3.2	Endpoints da Engine API. . . . .	58
3.3	Tabela comparativa entre a VYR e outros softwares de visualização de dados. . . . .	70
4.1	Categorias de CNAEs. . . . .	76
4.2	Sugestões de Visualizações a serem adicionadas na VYR. . . . .	91
4.3	Sugestões de Funcionalidades a serem adicionadas na VYR. . . . .	92
4.4	Perguntas de Escopo Analítico do Terceiro Estudo. . . . .	95



## LISTA DE SIGLAS

<b>PPGESP</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos . . .	73
<b>IFBA</b>	Instituto Federal da Bahia . . . . .	3
<b>VYR</b>	<i>Visualize Your Region</i> . . . . .	103
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação . . . . .	101
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . . . . .	74
<b>API</b>	<i>Application Programming Interface</i> . . . . .	20
<b>GIS</b>	<i>Geographic Information System</i> . . . . .	18
<b>UI</b>	<i>User Interface</i> . . . . .	58
<b>MVP</b>	<i>Minimum Viable Product</i> . . . . .	29
<b>BI</b>	<i>Business Intelligence</i> . . . . .	14
<b>SDK</b>	<i>Software Development Kit</i> . . . . .	22
<b>SVG</b>	<i>Scalable Vector Graphics</i> . . . . .	23
<b>SPA</b>	<i>Single Page Application</i> . . . . .	69
<b>XML</b>	<i>eXtensible Markup Language</i> . . . . .	23
<b>W3C</b>	<i>World Wide Web Consortium</i> . . . . .	23
<b>ETL</b>	<i>Extract, Transform &amp; Loading</i> . . . . .	103
<b>PWA</b>	<i>Progressive Web App</i> . . . . .	70
<b>JUCEB</b>	Junta Comercial do Estado da Bahia . . . . .	74
<b>SEI-BA</b>	Superintendência de Estudos Econômicos Sociais da Bahia . . . . .	74
<b>CNAE</b>	Classificação Nacional de Atividades Econômicas . . . . .	75
<b>TICs</b>	Tecnologias da Informação e Comunicação . . . . .	1
<b>UX</b>	<i>User Experience</i> . . . . .	94
<b>TAM</b>	<i>Technology Acceptance Model</i> . . . . .	97
<b>PU</b>	<i>Perceived Usefulness</i> . . . . .	97
<b>PEOU</b>	<i>Perceived Ease of Use</i> . . . . .	97



## Capítulo

# 1

## INTRODUÇÃO

Com a consolidação e o crescimento do acesso às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), as pessoas têm trocado cada vez mais informações e em uma velocidade cada vez mais alta (MAZZA, 2009). Apesar de todos os benefícios advindos dessa facilidade na troca de conteúdo, existem, obviamente, pontos negativos e desafios a serem cumpridos ainda. Dentre eles, encontra-se a dificuldade em compreender um grande volume de dados relacionados a um ou mais tópicos diferentes (DAVENPORT; BARTH; BEAN, 2012). Por exemplo, imagine o quão complexo deve ser gerir os recursos disponibilizados para todos municípios de um estado, ou mesmo realizar um controle de produção distribuída, podendo verificar como os materiais produzidos oscilaram ao longo do tempo, e tendo que compreender os períodos em que tiveram mais ou menos produtos disponibilizados no mercado. A visualização destes dados com um suporte georreferenciado pode ser uma grande aliada neste tipo de situação, pois, independente de ser utilizada por um gestor da área pública ou privada, facilita compreender com maior facilidade como os recursos são distribuídos em diversas regiões.

Ao longo do tempo foram criadas diversas alternativas para este tipo de problema, como gráficos, tabelas, planilhas e outras projeções (FRIENDLY; DENIS, 2001). Neste prospecto surge a Análise Visual de Dados. Através dela é possível analisar grandes volumes de dados que podem ser disponibilizados através de várias representações visuais como, por exemplo, gráficos e mapas (GRINSTEIN; WARD, 2002). Estas visualizações podem ser de grande valia, pois além de favorecerem a compreensão de uma realidade expressa nos dados, elas também podem ser utilizadas como um recurso de suporte à tomada de decisão.

Neste sentido, foram criadas diversas ferramentas de visualização de dados tais como Tableau (TABLEAU, 2021), Power BI (MICROSOFT, 2021), Qlik Sense (QLIK, 2021), QGIS (QGIS, 2020) e ArcGIS (ARCGIS, 2020). Algumas delas, são focadas em problemas com um escopo mais específico: QGIS e ArcGIS são ferramentas para *Geographic Information System* (GIS), que são utilizadas para análise de dados geoespaciais (ESRI, 2020b; QGIS, 2020). Entretanto, existem outras ferramentas para análise de *Big Data*

como o Qlik Sense, Tableau e Power BI (SOARES, 2017). Cada uma delas, quando comparadas entre si, tem vantagens e desvantagens que vão desde o custo da ferramenta até questões técnicas como os possíveis mecanismos de interação disponíveis para o usuário (REES; LARAMEE, 2019).

Existem ferramentas de dados focadas em visualizações georreferenciadas, como o ArcGIS e o QGIS, que são ferramentas de GIS. Entretanto, a maioria das demais ferramentas disponíveis no mercado não são dedicadas a visualizações deste tipo. E, mesmo considerando as aplicações GIS, estas ferramentas não oferecem de forma simplificada a utilização de visualizações em diferentes granularidades espaciais<sup>1</sup>. Isso pode se tornar um problema para o usuário, haja vista que além de querer compreender como os dados estão distribuídos em uma macrorregião, ele pode precisar de informações mais detalhadas como distribuição em microrregiões ou municípios, por exemplo.

Neste cenário, este trabalho apresenta a ferramenta *Visualize Your Region* (VYR). A VYR é uma plataforma para visualização de dados sob perspectiva regionalizada que leva em consideração a distribuição e agrupamento de dados sob perspectiva de diferentes granularidades espaciais ao longo do tempo. Isto implica que os usuários podem inserir dados que tenham alguma relação com as regiões de uma determinada localidade e a partir daí ter acesso a diversas visualizações que apresentam a perspectiva evolutiva daquele dado ao longo do tempo bem como viabilizam a comparação daquela região com outras. Convém ressaltar ainda que a VYR é uma plataforma desenvolvida para a Web e por conta disso não demanda instalação na máquina do usuário. Ou seja, assumindo que a infraestrutura do projeto esteja funcional (servidores online e disponíveis, entre outros), um usuário poderá ter acesso as visualizações caso esteja conectado à Internet e navegue até a página da VYR. Além disso, por ser uma ferramenta responsiva, ela e suas visualizações irão se adaptar aos diversos tamanhos de tela existentes, oferecendo diferentes experiências em *tablets*, *smartphones* ou no computador.

Ao compará-la com outras opções como o Tableau, Power BI e Qlik Sense, a VYR apresenta vantagens em termos de primeira utilização, pois, ao carregar o conjunto de dados, o usuário já terá acesso a uma gama de visualizações pré-definidas de forma genérica sem a necessidade de configurações extras. Desta forma, o usuário tem a facilidade de já poder começar a analisar os dados utilizando as visualizações pré-definidas na aplicação assim que realize a carga dos dados. Além disso, quando comparada a *softwares* de GIS, como o ArcGIS e o QGIS, a VYR já possui os mapas pré-definidos e integrados na aplicação, além de já levar em consideração as diferentes granularidades espaciais contidas naquele mapa em questão. Isso permite ao usuário compreender não só como uma determinada localidade está se desenvolvendo em relação a uma característica específica, mas também como aquele local impacta nos diversos níveis de granularidade espacial do qual ele faz parte. Sem contar a possibilidade de observar e analisar a circunvizinhança que possa ou não estar em uma mesma microrregião ou mesorregião.

Diante do supracitado, assume-se que uma das principais diferenças da plataforma VYR está no fato de que as visualizações levam em consideração perspectivas de micro

---

<sup>1</sup>Todas as vezes que o termo “Granularidade Espacial” for utilizado durante este trabalho será relativo às granularidades de município, microrregião e mesorregião.

e macrorregiões, que permitem ao usuário compreender melhor como seus dados estão variando em relação as regiões adjacentes. Além disso, o processo de primeira utilização é simplificado, pois a partir do momento em que os dados são carregados o usuário já tem acesso a diversas visualizações sem a necessidade de configurações extras.

Com o objetivo de validar a ferramenta VYR, foram conduzidas três avaliações experimentais. No primeira, a VYR foi utilizada pelos próprios autores para dar suporte a um estudo no qual foram analisadas as empresas registradas junto à Junta Comercial do Estado da Bahia (JUCEB) e implicou na escrita de um artigo que foi submetido para uma revista científica (SOUZA et al., 2021). Concomitantemente, aconteceu o segundo experimento, no qual os discentes da disciplina Análise Visual de Dados durante Outubro de 2020 e Janeiro de 2021 do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos (PPGESP) do Instituto Federal da Bahia (IFBA) precisaram realizar estudos nos quais fossem aplicadas visualizações de dados. Desta forma, estes estudantes foram apresentados à VYR como uma alternativa para a condução de suas atividades. Ao final deste estudo, foi aplicado um questionário para coletar *feedbacks* desses discentes em relação à experiência de utilização da VYR. Por fim, na terceira avaliação experimental, foi criado um projeto com dados sobre a COVID-19 entre os períodos de março de 2020 a março de 2021 e, através destes dados, foi composto um formulário que foi respondido por 50 participantes que não só adicionaram as respostas para as perguntas realizadas mas também contribuíram com informações relevantes no que tange a facilidade de uso e utilidade da VYR enquanto ferramenta de visualização de dados de acordo com preceitos do *Technology Acceptance Model* (TAM).

De acordo com os estudos conduzidos, a VYR tem se apresentado como uma ferramenta promissora e com um grande potencial de utilização no mercado. Sua principal contribuição está no fato de oferecer visualizações de dados regionalizados com navegação entre diferentes granularidades geospaciais. Apesar dos pontos de melhorias apresentados pelos participantes dos estudos, existe uma perspectiva bastante otimista em relação a utilização da VYR no mercado.

Além desta introdução, o texto desta dissertação está organizado como se segue. No Capítulo 2, a seguir, é apresentada a Revisão Bibliográfica deste trabalho. Neste capítulo, o leitor poderá aprofundar mais os seus conhecimentos sobre a teoria de visualização de dados, bem como ser apresentado a outras ferramentas que existem no mercado e um quadro comparativo entre elas. Ao chegar no Capítulo 3 a VYR é mais detalhado de forma que sua arquitetura e módulos que compõem software são apresentados. No Capítulo 4 são apresentadas as avaliações experimentais utilizadas para realizar análises preliminares da VYR. Por fim, o Capítulo 5, onde são apresentadas as conclusões preliminares deste trabalho.

Os apêndices e outros recursos utilizados ou oriundos deste trabalho estão disponíveis em um repositório exclusivo para compartilhamento no Github<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>Disponível em <https://github.com/visualize-your-region/assets-hugodeiro-masters>.

## 1.1 OBJETIVOS

Para realização deste trabalho foi definido um objetivo geral que norteou todas as ações e decisões tomadas pela equipe da VYR e que foi base para definição de objetivos específicos a serem atingidos.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Disponibilizar uma ferramenta de visualização de dados que possa subsidiar seus usuários no processo de tomada de decisão através de representações visuais que permitam ao decisor compreender como estes dados estão dispostos geograficamente em diferentes granularidades geoespaciais.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são apresentados a seguir:

- Disponibilizar visualizações adequadas para os mais diversos tamanhos de tela (Responsividade);
- Propiciar uma experiência de utilização adequada para o usuário em aspectos de *User Experience* (UX).

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos importantes que sustentam o desenvolvimento deste trabalho, distribuídos em cinco seções. Na primeira delas, são apresentados aspectos teóricos que definem o termo “Visualização de dados”. A seguir, são apresentados os *softwares* de visualização de dados líderes de mercado. Após isso, estes softwares são comparados entre si na terceira seção. Seguidamente, apresentam-se alternativas de bibliotecas que podem ser utilizadas para geração de gráficos. Se seguir, são apresentadas as alternativas de ferramentas para distribuição geoespacial de dados. Por fim, é introduzido o *Technology Acceptance Model* (TAM), que é um modelo utilizado para compreender como os usuários aceitam e usam uma tecnologia.

### 2.1 VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Nesta seção são apresentados os aspectos teóricos que definem o termo “Visualização de Dados”. Esta seção possui duas subseções, sendo elas: a primeira, que discute o que é um processo de tomada de decisão e a importância de acesso a dados para que eles se tornem informação útil. E a segunda subseção, na qual discute-se a criação de representações visuais para os dados a fim de tornar sua compreensão mais simples e acessível para mais pessoas.

#### 2.1.1 Da Tomada de Decisão à Informação e aos Dados

No dia a dia, as pessoas precisam tomar decisões sobre as mais variadas situações. Seja em casa, no trabalho ou estudos, fazer escolhas faz parte do cotidiano. Para que estas decisões sejam tomadas, é necessário que o indivíduo tenha um conjunto de informações útil que o auxilie para que ele possa tomar um caminho assertivo.

Um processo de decisão, enquanto área de estudo, tem quatro etapas (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001), conforme ilustra a Figura 2.1 e descreve-se a seguir:

- **Prospecção:** Análise dos dados relacionados ao problema que requer uma solução;

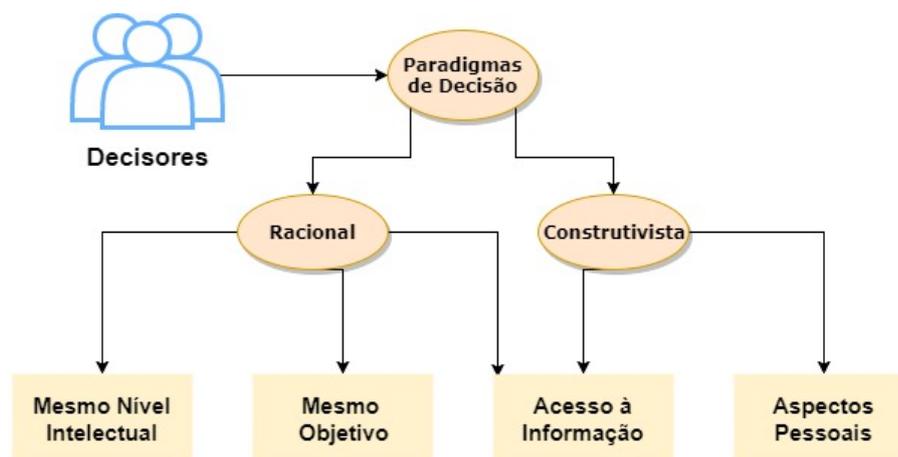
- **Concepção:** Criação de alternativas que solucionem o problema dado;
- **Análise:** Julgamento das soluções propostas, levando em consideração os prós e contras;
- **Decisão:** Escolha por uma das alternativas que possam melhor atender às especificidades daquele problema.



**Figura 2.1** Representação visual do Processos de Decisão. Fonte: Autor (Adaptado de Enslin *et al*, 2001).

Um processo decisor segue dois paradigmas, o racionalista e o construtivista. No primeiro, o racionalista, presume-se que todos os envolvidos possuem o mesmo objetivo, nível de conhecimento e acesso à informação (MIRANDA, 2011). Desta forma, quaisquer desvios podem ser considerados irracionalidades que são capazes de pôr em risco todo procedimento. Entretanto, existem autores que contrapõem este argumento ao justificar que a subjetividade é um fator determinante para que o decisor esteja realmente integrado ao processo de tomada de decisão (ROY; VANDERPOOTEN, 1996). Por conta disso, surge o paradigma construtivista, no qual o acesso à informação e os aspectos subjetivos do decisor, como valores pessoais, objetivos, cultura e intuição são essenciais para a tomada da decisão (MIRANDA, 2011; ENSSLIN *et al.*, 2013).

Tal qual representa a Figura 2.2, é possível constatar que, independente do paradigma de decisão aplicado (Racionalista ou o Construtivista), há uma constante: o acesso à informação (MIRANDA, 2006).



**Figura 2.2** Representação visual dos Paradigmas de Decisão. Fonte: Autor (Adaptada de Miranda, 2006 e Enslin *et al*, 2013).

A informação é uma abstração que não pode ser representada em meios formais. Para transmitir uma informação é necessário reduzi-la a dados. Estes dados, no entanto, ao serem interpretados por um outro indivíduo e ressignificados enquanto informação, podem ter um outro sentido (SETZER, 1999). Isto implica que, na forma com que os dados são retransmitidos deve-se tomar um cuidado extra para minimizar o risco da ambiguidade na interpretação deles enquanto informação (BRASCHER, 2002).

A globalização da economia e da informação vinculadas à rápida evolução das tecnologias (não restrita apenas às áreas de comunicação e a tecnologia da informação) têm implicado em um aumento significativo dos dados nos últimos anos (MAZZA, 2009). Isso acontece com tal intensidade que pode, inclusive, provocar problemas na compreensão dos mesmos, culminando na chamada “Poluição de Dados” (BEN-SHAHAR, 2019).

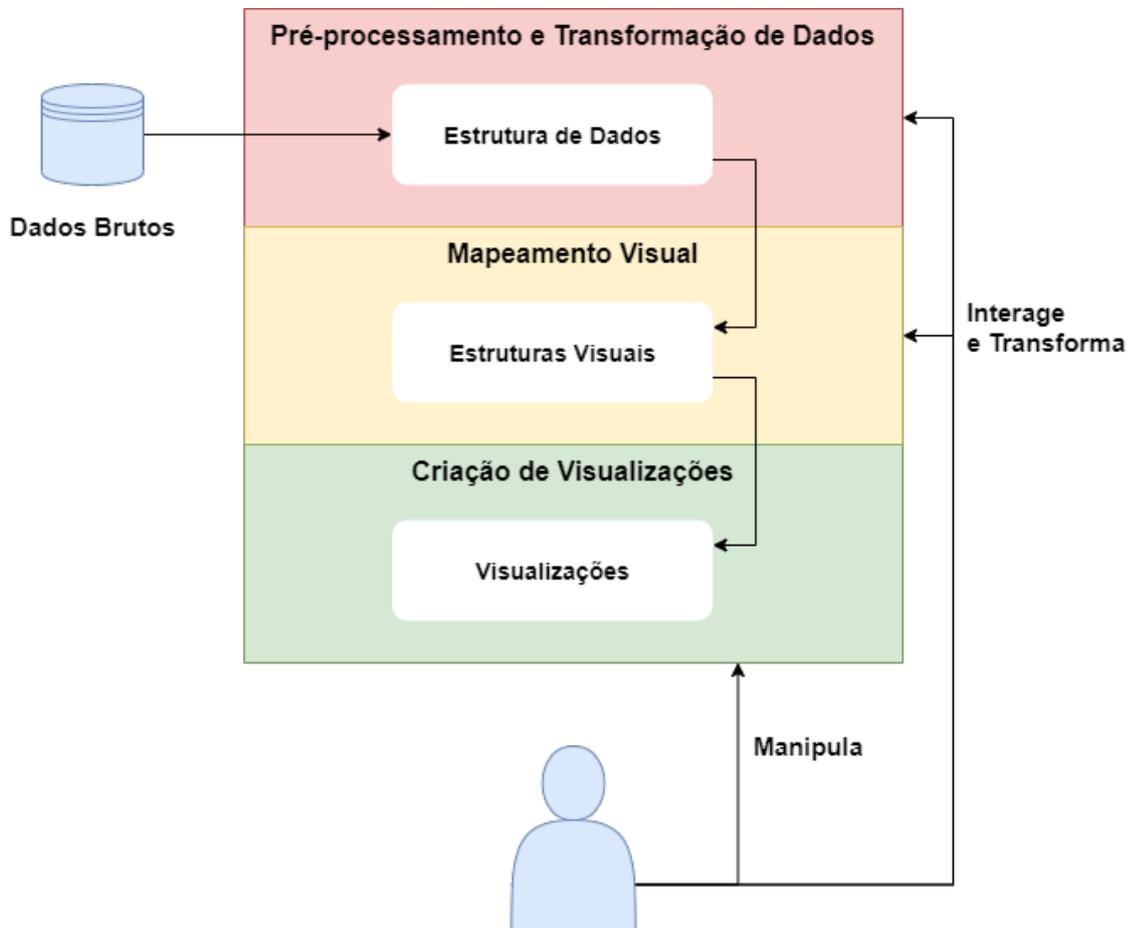
O fluxo de dados descarregado sobre as pessoas é constante e oriundo das mais diversas fontes. Sem o devido tratamento, estes dados podem ser mais prejudiciais do que benéficos para um indivíduo. Neste sentido, faz-se necessário utilizar métodos apropriados para filtrar, otimizar ou condensar estes dados de forma a tornar sua interpretação otimizada por uma pessoa gerando, assim, uma informação valiosa e importante para sua vida (MAZZA, 2009).

### 2.1.2 Criando representações visuais

Uma representação visual consiste da aplicação de técnicas de computação gráfica que viabilizam a criação de um ente virtual que represente um conjunto de dados e que possa, ou não, ser manipulado por um usuário a fim de facilitar a sua compreensão (FREITAS *et al.*, 2001).

Neste sentido, *softwares* de visualização de dados podem ser muito úteis, pois através deles disponibilizar-se-ão representações visuais que podem auxiliar uma pessoa a compreender um determinado conjunto de dados e, a partir daí, tomar ou não uma decisão. Entretanto, para tal, faz-se necessário seguir um modelo de referência de visualização de dados (CARD, 1999), conforme ilustra a Figura 2.3, que será explicada nas subseções a

sucedem.



**Figura 2.3** Representação do modelo de referência. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).

### 2.1.2.1 Dados Brutos, Pré-processamento e Transformação de Dados

O termo “Dados Brutos” é utilizado para representar os dados sem tratamento a serem pré-processados. Esse tipo de dados pode ser exportado, gerado ou calculado por outras ferramentas ou *softwares* especializados. São dados que estão vinculados a eventos mensuráveis. A origem dos dados pode ser de eventos naturais, como dados de clima, por exemplo, ou social (sociocultural, socioeconômica, entre outros), como o número de habitantes em uma região ou renda *per-capita* de uma ou várias localidades (MAZZA, 2009).

Raramente, estas coleções de dados, também chamadas de *datasets*, estão disponibilizadas em uma estrutura adequada para a utilização em um *software*. Muitas vezes é necessário reestruturar estes dados de forma a ter uma organização mais lógica e apropriada para o uso. Comumente, indica-se a utilização de uma estrutura tabular – ou seja, organização dos dados em uma Tabela (MAZZA, 2009).

Para tabular os *datasets* é possível realizar o enriquecimento ou especialização dos dados através da complementação ou processamento preliminar. Em particular, operações de filtragem são úteis para eliminar dados desnecessários e cálculos podem ser realizados para obter novos dados importantes. A partir disso, é possível definir atributos (também chamados de metadados) que são utilizados para o processo de tabulação (MAZZA, 2009).

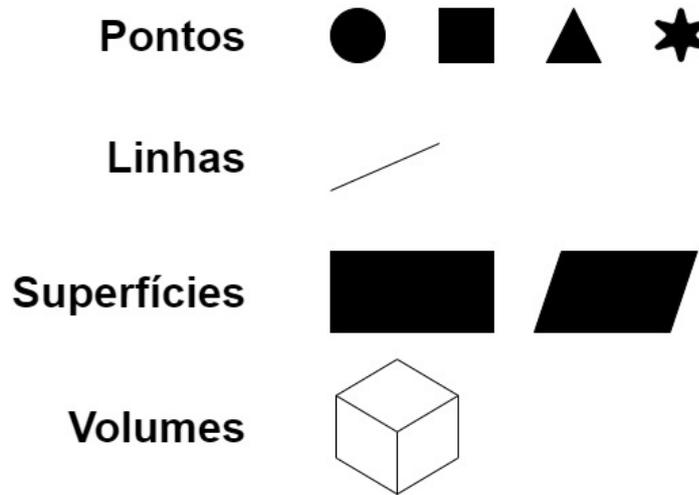
### 2.1.2.2 Mapeamento Visual

Um dado pode ter origem natural ou social. Isso implica que eles podem representar um ente real, como o número de moradores de uma localidade, mas que também podem ilustrar elementos imaginários ou abstratos como o número de *downloads* de um arquivo em uma página na Internet. Algumas representações visuais podem ser mais adequadas para um caso do que para o outro. Da mesma forma que também podem haver visualizações que sejam viáveis para ambos casos (MAZZA, 2009).

Portanto, é necessário definir as estruturas visuais que correspondem aos dados aos quais deseja-se representar visualmente. Este processo é denominado mapeamento visual. Para tal, é necessário definir o substrato espacial e os elementos e propriedades gráficas que serão utilizados (CARD, 1999).

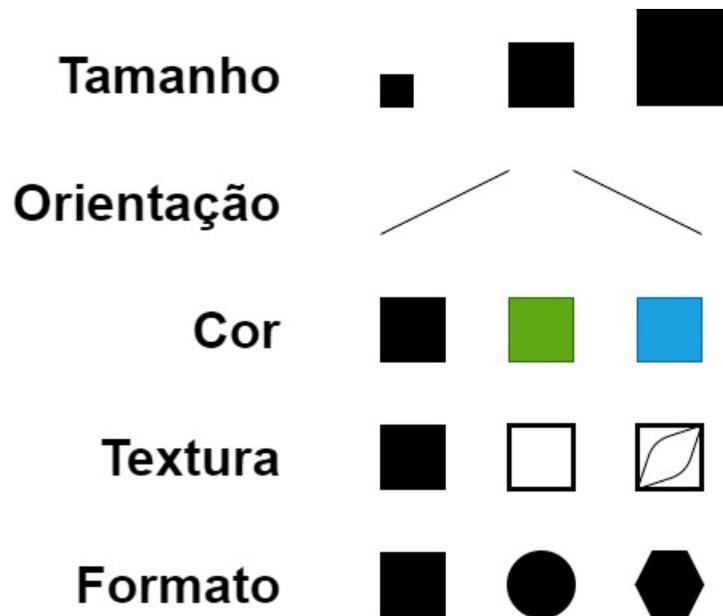
O substrato espacial define os eixos ou dimensões da representação criada. Em uma perspectiva cartesiana, o espaço é definido em dois eixos, X e Y, em que cada um destes pode representar um tipo diferente de dado. Os eixos pode ser: 1) Quantitativos, quando relacionados a valores como total de vendas, ou quantidade de veículos em um determinado local; 2) Ordinais, quando relacionados a dados que implicam em ordem, como anos ou meses; e 3) Categóricos, quando estão segmentados em sub-regiões sem nenhuma ordem intrínseca, como os nomes de cidades (CARD, 1999).

Os elementos gráficos se referem a absolutamente tudo que aparece no espaço visível. Existem quatro opções possíveis de elementos visuais, sendo eles: Pontos, Linhas, Superfícies e Volumes (CARD, 1999; MAZZA, 2009), conforme ilustra a Figura 2.4.



**Figura 2.4** Propriedades Gráficas de um Mapeamento Visual. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).

As propriedades gráficas estão relacionadas a aspectos nos quais o olho humano é muito sensível (por conta disso também são chamadas de “Variáveis de Retina”). Eles são independentes do espaço ou posição ocupada no substrato espacial. Existem várias propriedades, entretanto, as mais comuns são: Tamanho, Orientação, Cor, Textura e Formato (CARD, 1999; MAZZA, 2009), conforme ilustrado na Figura 2.5.



**Figura 2.5** Elementos Gráficos. Fonte: Autor (Adaptado e traduzido de Mazza, 2009).

É importante levar em consideração que nem todas as propriedades gráficas se com-

portam da mesma maneira. Alguns elementos podem ser mais efetivos e se sobressaírem mais em relação a outros. Por exemplo, em ordem de maior para menor efetividade, estão: Posição, Tamanho, Orientação, Área, Volume e Cores/Texturas (CLEVELAND; MCGILL, 1984). Convém ressaltar que às cores devem ser dada uma atenção em particular, pois elas podem ser percebidas de formas diferentes por fatores culturais, linguísticos e fisiológicos (MAZZA, 2009). É possível que duas pessoas de diferentes países e culturas tenham percepções completamente diferentes em relação a cor vermelha, por exemplo.

Ainda sobre as cores, pode uma alternativa interessante é trabalhar com escalas de cor a depender do tipo de dado, por exemplo de verde até vermelho com variações visíveis de tonalidade. Neste sentido, a escala de cores estaria relacionada a uma ordem dos dados. É necessário também levar em consideração que existe uma parte da população que sofre de daltonismo (MAZZA, 2009).

Uma prática que tem sido vista no desenvolvimento de aplicações, sobretudo para a WEB, é a utilização de cores contrastantes, mensagens de apoio e padrões sobre as cores para minimizar o impacto do daltonismo sobre a usabilidade do software (SANTANA, 2017; GARCIA, 2019).

### 2.1.2.3 Criação de Visualizações

A criação de visualizações é a última etapa do processo de geração de uma representação visual. Esta etapa é resultado do mapeamento das estruturas de dados sendo aplicadas para gerar uma representação visual no espaço físico da tela do computador (MAZZA, 2009).

Para realizar a criação de uma visualização de dados eficaz deve-se levar em consideração alguns aspectos que são muito importantes durante a determinação das características dessa visualização. Estes aspectos podem resumir-se a (MAZZA, 2009):

- **Definição do Problema:** É necessário compreender o problema ao qual deseja-se solucionar de forma a determinar o melhor plano de ação;
- **Examinar a natureza dos dados:** Os dados podem ter diferentes naturezas e, por conta disso, acabam necessitando de diferentes tratativas. Os tipos de dados podem ser: 1) Quantitativos, quando relacionados a valores numéricos; 2) Ordinais, dados não necessariamente numéricos mas que trazem consigo uma necessidade de ordenação, A exemplo dos dias de uma semana ou mês; e 3) Categóricos, quando são dados não-numéricos e que não têm nenhuma ordem intrínseca. Alguns exemplos são nomes de pessoas ou cidades;
- **Verificar o número de dimensões:** O número de dimensões dos dados também pode ser chamado de atributos e são utilizados para qualificar um dado, como o atributo “População”, por exemplo.

Os atributos podem ser Dependentes ou Independentes entre si. Os dependentes são aqueles que podem variar de acordo com a dimensão com a qual ele tem dependência. O número de dimensões que tem dependências pode qualificar a sua

visualização como univariada, bivariada, trivariada ou multivariada quando ela tem, respectivamente, uma, duas, três, quatro ou mais dimensões dependentes.

- **Estruturas de Visualização dos Dados:** Dependendo do tipo de dado a ser utilizado para a visualização pode ser necessário utilizar diferentes estruturas de visualização de dados. Algumas destas estruturas são:
  - **Linear:** Quando os dados seguem uma estrutura de dados lineares como vetores, tabelas, listas, entre outras;
  - **Temporal:** Quando os dados podem variar de acordo com o tempo;
  - **Espacial ou Geográfica:** Quando os dados correspondem a algum lugar físico, como um mapa, por exemplo;
  - **Hierárquica:** Quando são dados relacionados a estruturas organizacionais ou hierárquicas, como árvores genealógicas, *flowcharts*, arquivos em disco rígido, entre outros.
  - **Rede:** Quando são dados que descrevem relacionamentos entre entidades.
- **Tipos de Interação:** Um outro aspecto importante é definir se a visualização terá algum mecanismo de interação ou não. A partir daí, surgem as seguintes categorias de visualização:
  - **Estática:** Quando não há nenhum mecanismo de interação, como uma imagem impressa em papel ou na tela do computador para o usuário;
  - **Manipulável:** Quando a visualização apresenta mecanismos que permitem ao usuário manipular a visualização, como *zoom*, *panning*, rotação, entre outros;
  - **Transformável:** Quando permite ao usuário também manipular a fase de pré-processamento, podendo realizar filtragem, transformação dos dados, entre outros.

Quando se consideram dados lineares é importante ter em mente que o tipo de visualização pode variar de acordo com o número de dimensões. Por exemplo, quando se tem um dado univariado, pode-se utilizar visualizações como tabelas, gráficos de barra ou até mesmo gráficos de dispersão com eixo único. Entretanto, na medida em que se adicionam mais dimensões, torna-se necessário alterar a visualização, como no caso dos dados bivariados, onde se utilizam gráficos de dispersão com dois eixos ou dados tri/multivariados com visualizações 3D (KAIDI, 2000).

Contudo, visualizações de três dimensões trazem consigo problemas de oclusão, ou seja, existe o risco de que alguns elementos fiquem ocultos atrás de outros em uma dimensão mais a frente. Além disso, a identificação dos elementos a respeito de seus eixos (X, Y ou Z, no caso) fica comprometida. Obviamente, através de interações como a rotação é possível ter diferentes pontos de vistas, minimizando o problema da oclusão. Neste sentido, uma solução mais apropriada seria a utilização de um gráfico de dispersão

bidimensional com o mapeamento dos atributos variando em termos de elementos gráficos (MAZZA, 2009), conforme Figura 2.5.

Com isso, é possível dizer que as representações 2D devem ser preferidas em relação às 3D. Não é que as visualizações tridimensionais não devam ser usadas, mas sim que elas devem ser aplicadas em casos específicos. Um exemplo claro para utilizar uma visualização 3D é quando deseja-se representar um objeto em movimento ou quando o dado possui um componente de dimensão espacial tridimensional, como a terra ou uma estrutura de molécula, a exemplo da Figura 2.6.



**Figura 2.6** Exemplo de Visualização 3D. Fonte: DisplayR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Disponível em <https://www.displayr.com/interactive-globe-r>

Além de todas variantes citadas anteriormente, a criação de visualizações tem um problema inerente em relação a quantidade de dados poder demandar mais espaço do que aquele que lhe é designado. Neste sentido, é comum utilizar algumas técnicas de interação e/ou visualização para tornar a experiência do usuário mais otimizada. Algumas destas técnicas são (MAZZA, 2009):

- **Zoom:** Técnica de interação na qual o usuário pode expandir a visualização, dando enfoque maior a uma parte que esteve ofuscada anteriormente;
- **Panning:** Técnica de interação que permite ao usuário ter uma visão panorâmica, movendo a visualização dentro da área visível em tela a fim de revelar partes ofuscadas até então. Essa visão panorâmica consiste da movimentação sobre o eixo da imagem gerada. É muito comum sua utilização após a realização do *zoom*;
- **Scrolling:** Técnica de visualização dos dados comumente utilizada quando se está trabalhando com um computador. O *Scrolling* consiste na visualização de parte do conteúdo dentro da tela a partir da movimentação das “scrollbars” da janela em que a visualização está;
- **Overview e Detalhe:** Esta técnica consiste da apresentação de uma parte detalhada da visualização dos dados em conjunto a uma visão geral do mesmo. Neste

tipo de visualização, o *overview* é utilizado para permitir ao usuário compreender rapidamente como o *dataset* está estruturado enquanto na parte de detalhamento os dados são esmiuçados a uma baixa granularidade para que ele possa entender o impacto daquela parte da visualização sobre o todo;

- **Foco/Contexto:** Esta técnica de visualização de dados consiste em simultaneamente disponibilizar dados detalhados (foco) e o contexto de uma determinada área sem a necessidade de utilizar duas visualizações para tal. O objetivo é utilizar o máximo possível da área disponibilizada em tela para a visualização dos dados detalhados, mas sem perder o seu contexto. Uma forma de facilitar isso é através da distorção da visualização ou eliminação de detalhes em zonas periféricas;
- **Filtragem:** A filtragem dos dados de entrada é uma técnica muito útil para permitir ao usuário que ele remova os dados indesejados da visualização, deixando visíveis somente aqueles que devem efetivamente ser levados em consideração. Esta filtragem pode acontecer em pré-processamento, como se os dados nunca existissem, ou via interação pós-processamento, apenas ocultando os dados não desejados;
- **Reordenação de Dados:** Esta é uma operação que pode ser feita em fase de pré-processamento para definir a ordem em que os atributos devem ser processados e que, por consequência aparecerão na visualização. Além disso, esta técnica também pode ser útil em visualizações tabulares para permitir reordenação com base em atributos específicos como ordem alfabética e maiores ou menores valores, por exemplo;
- **Busca dinâmica:** Uma operação a ser realizada em fase de pré-processamento na qual pode-se definir um subconjunto dos dados que será utilizado para gerar a visualização.

Em 1996, Ben Shneiderman definiu um mantra que se tornou um padrão de boas práticas na área de visualização de dados. O autor dizia que é necessário primeiro apresentar uma visão geral dos dados (*Overview*), dando ao usuário a opção de realizar *zoom* ou filtrar estes dados e, por fim, apresentar maiores detalhes baseados na demanda (SHNEIDERMAN, 1996).

## 2.2 FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Quando se discute sobre ferramentas de *Business Intelligence* (BI) e visualização de dados é inevitável falar sobre duas ferramentas: o Power BI e o Tableau (CHAPMAN, 2018). Estes softwares, que são líderes de mercado, vêm competindo a alguns anos e ganhando cada vez mais adeptos (MATOS, 2017).

Entretanto, conforme ilustra a Figura 2.7, apesar de estarem em uma liderança isolada em relação ao terceiro colocado, o Qlik Sense, existem outras ferramentas em diferentes níveis de maturidade e utilização.



**Figura 2.7** Posicionamento de empresas com ferramentas de Visualização de Dados. Fonte: Matos, 2017.

Nas subseções a seguir são apresentadas algumas das ferramentas de visualização líderes de mercado ou cujas funcionalidades se assemelhem às da plataforma *Visualize Your Region* (VYR).

### 2.2.1 Tableau

Fundada em 2003, a Tableau e seu produto de mesmo nome têm sido o padrão do mercado de visualização de dados por muitos anos. Este software provavelmente apresenta mais funcionalidades que o seu maior concorrente, o Power BI, haja vista a sua liderança de mais de uma década (MATOS, 2017).

O Tableau oferece um conjunto robusto de ferramentas de BI com o objetivo de aumentar o potencial de descoberta e compreensão de dados. Entretanto, seus usuários

relataram uma íngreme curva de aprendizado além da lentidão para tratar conjuntos de dados muito grandes (STAFF, 2020).

Em junho de 2019, a Tableau foi adquirida pela Salesforce, pelo valor de \$15.7 bilhões de dólares. De acordo com Marc Benioff, presidente da Salesforce na época, o Tableau irá ter um impacto muito positivo na estratégia da empresa, pois irá auxiliar na aceleração da inovação e propiciação de auxílio na tomada de decisões mais inteligentes através de cada uma das partes dos negócios de seus clientes (MILLER, 2020).

A Tableau é disponibilizado através de um sistema de licenciamento que permite ao cliente escolher aquele que melhor atenda as necessidades do usuário. Na Tabela 2.1, são apresentados os programas e valores do software no ano de 2020, disponibilizados pelo setor de vendas da Tableau.

Programa de Licenciamento	Valor (em dólares)
Tableau Creator	Não Informado
Tableau for Students	Gratuita para estudantes
Tableau Prep	\$1050,00 (por assinatura, anual)
Tableau Creator	\$525,00 (por usuário/ano em servidor próprio) ou \$625,00 (por usuário/ano online)
Tableau Creator	\$180 (por usuário/ano, em servidor próprio) ou \$225,00 (por usuário/ano, online)

**Tabela 2.1** Valores de Licenças do Tableau.

### 2.2.2 Power BI

O Power BI é uma ferramenta de visualização de dados lançada pela Microsoft no ano de 2013. Esta é uma ferramenta robusta, baseada originalmente no Microsoft Excel, com o objetivo de criar e exibir *dashboards* e relatórios (MATOS, 2017).

De acordo com o Quadrante de Gardner, ilustrado na Figura 2.7, a Microsoft empata com a Tableau enquanto líderes de mercado. Entretanto, ao observar o eixo “visionário”, o Power BI da Microsoft leva vantagem. A maior vantagem do Power BI é que ele está incorporado à *Microsoft Stack*, o que contribui fortemente com a posição da empresa enquanto líder de mercado (MATOS, 2017).

É possível qualificar o Power BI como uma ferramenta baseada em *cloud* que é relativamente simples de usar por conta da sua interface familiar e usabilidade similar a do Microsoft Excel. O Power BI tem o objetivo de correlacionar dados aparentemente díspares e dar uma visão geral sobre a *performance* do negócio. Entretanto, a curva de aprendizado e a interface não são necessariamente amigáveis para os usuários que estão começando a aprender (STAFF, 2020).

De acordo com o site de precificação do Power BI, com os valores praticados em 2020, existem basicamente dois planos. O primeiro deles, é individual. Já o segundo,

pode atender a uma corporação, tendo toda infraestrutura dedicada em servidores da Microsoft, conforme apresentado na Tabela 2.2 (MICROSOFT, 2020a).

<b>Programa de Licenciamento</b>	<b>Valor (em dólares)</b>
Power BI for Students	Gratuito para estudantes
Power BI Pro	\$9.99 (por usuário/mês)
Power BI Pro Premium	\$4,995 (anual)

**Tabela 2.2** Valores de Licenças do PoweBI.

### 2.2.3 Qlik Sense

O Qlik Sense é uma ferramenta para análise de dados lançada pela Qlik no ano de 2014. Ele é um substituto natural para o QlikView (originalmente QuickView), lançado pela mesma empresa, mas que teve o seu primeiro *release* no ano de 1994 (QLIK, 2020a).

Apesar de estar posicionada aquém dos outros líderes de mercado (o Tableau e o Power BI), o Qlik Sense também é um dos líderes de mercado, conforme ilustra a Figura 2.7.

O Qlik Sense preza pela estrutura de visualização e aplicação mais simples e intuitiva para o usuário. A ferramenta facilita a exploração dos dados para que seja possível compreender melhor o que está acontecendo. Utilizando o Qlik Sense é possível que o usuário literalmente faça perguntas e a ferramenta tentará respondê-las baseada no conjunto de dados que possui. Além disso, o usuário também pode criar suas próprias visualizações e compartilhá-las de modo a saber que todas as informações ali são baseadas no conjunto de dados disponibilizado por ele mesmo (NEGÓCIOS, 2020).

O Qlik Sense, assim como seus predecessores, também possui um sistema de licenciamento que pode variar de acordo com as necessidades do usuário, conforme ilustra a Tabela 2.3 com os valores do ano de 2020 (QLIK, 2020b).

<b>Programa de Licenciamento</b>	<b>Valor (em dólares)</b>
Academic Program	Gratuito para estudantes e educadores
Qlik Sense Business	\$30 (por usuário/mês)
Qlik Sense Enterprise SaaS	\$70 (por usuário/mês)
Qlik Sense Enterprise Client-Managed	\$65 (por usuário/mês)

**Tabela 2.3** Valores de Licenças do Qlik Sense.

### 2.2.4 ArcGIS

Dentro do grupo das ferramentas de visualização de dados, existe um subgrupo de ferramentas qualificado como *Geographic Information System* (GIS), que são ferramentas focadas na gestão e visualização de dados geoespaciais (ESRI, 2020b).

O ArcGIS é uma plataforma GIS que permite ao seu usuário criar, gerenciar, compartilhar e analisar dados geoespaciais, criado pela Esri em 1982 com o nome “SIG ARC/INFO” (ARCGIS, 2020).

Através do ArcGIS é possível criar mapas, *dashboards* e diversos outros tipos de visualizações 3D, além de poder compartilhar visualizações com colegas em campo, escritório ou comunidade (ARCGIS, 2020).

Existem duas formas de adquirir licenças do ArcGIS. Para negócios é necessário entrar em contato com o setor de venda deles para que o valor seja dimensionado de acordo com a utilização. Já para os usuários individuais, os valores estão descritos na Tabela 2.4 (ESRI, 2020a).

Programa de Licenciamento	Valor (em dólares)
ArcGIS for Student Use	Gratuito para estudantes
ArcGIS for Personal User	\$100 (por usuário/ano)
ArcGIS for Student User	\$70 (por usuário/ano/)

**Tabela 2.4** Valores de Licenças do ArcGIS.

### 2.2.5 Quantum GIS (QGIS)

O Quantum GIS é uma aplicação profissional de GIS livre e de código aberto, construído a partir de Softwares Livres e Código Aberto de acordo com o *Free and Open Source Software* – FOSS (QGIS, 2020). Ou seja, o QGIS segue as quatro liberdades previstas para o software livre, sendo elas (PRAKASH, 2020):

Criado inicialmente pelo *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) em 2002 (OSGEO, 2020), o QGIS pode ser utilizado em diversas plataformas sem a necessidade de adquirir uma licença, haja vista que é um Software Livre (QGIS, 2020).

## 2.3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Cada um dos softwares de visualização apresentados acima tem pontos positivos e negativos. Na Tabela 2.5 são apresentadas funcionalidades e, em seguida, a confirmação de se cada uma das ferramentas atende a essa funcionalidade (TSENG, 2020).

Funcionalidade	Power BI	Tableau	Qlik Sense	ArcGis	QGIS
Conectividade com diversas fontes	•	•	•	•	•
<i>Dashboards</i> para visualização dos dados	•	•	•	•	o <sup>1</sup>
Geração de relatórios	•	•	•	•	•
Busca filtrada de dados	•	•	•	•	•
Segurança dos dados	•	•	•	•	•
Analítica Aumentada	•	•	•		
Analítica Incorporada	•	•	•		
Processamento de linguagem natural	•	•		• <sup>2</sup>	
Análise Geoespacial	•	•	•	•	•
Portabilidade	•	•	•	•	•
Período de testes	60 dias	14 dias	30 dias	21 dias	S. Livre

<sup>1</sup>Os dashboards estão disponíveis no QGIS via adição de *plugins*.

<sup>2</sup>No escopo do ArcGis este item está disponibilizado através de um *widget* chamado de “*Geographic Language Processing (GLP) Assistant*” (ESRI, 2019).

**Tabela 2.5** Tabela comparativa entre os softwares de visualização de dados líderes de mercado.

De acordo com o que foi apresentado na Tabela 2.5, os três líderes de mercado, Tableau, Power BI e Qlik Sense estão relativamente no mesmo nível, um em relação ao outro, no que condiz à funcionalidades. Entretanto, cada uma destas funcionalidades pode ser atendida de diferentes formas. Descrevendo um pouco melhor estas funcionalidades, tem-se que (TSENG, 2020):

- **Conectividade com diversas fontes:** com o objetivo de viabilizar a presença de dados de todas as fontes possíveis dentro de uma organização, este atributo se refere a conectividade das ferramentas de visualizações com dados oriundos das mais diversas fontes, como Excel, Bancos de Dados, Google Analytics, Facebook, Oracle, Salesforce, entre outros;
- ***Dashboards* para visualização dos dados:** esta funcionalidade se refere a um meio de apresentar informações úteis utilizando os dados obtidos da organização com objetivo de facilitar a compreensão de um determinado resultado ou auxiliar na tomada de decisão;

- **Geração de relatórios:** a geração de relatórios é uma funcionalidade muito importante, pois através deles os dados são organizados de forma a apresentar o que está acontecendo na organização em um momento específico;
- **Busca filtrada de dados:** esta funcionalidade se refere a viabilização da customização da busca por parte do usuário. Desta forma, ele poderá ver os atributos desejados de um determinado aspecto ou elemento da sua empresa;
- **Segurança dos dados:** a segurança dos dados é um aspecto muito importante das ferramentas de BI tendo em vista que os dados visualizados podem ser privados ou restritos. É muito importante que o software esteja utilizando os protocolos e certificações mais atualizados. Além disso, é importante oferecer funcionalidades administrativas a fim de viabilizar controle de acesso, permissões, autenticação, encriptação, entre outros mecanismos de segurança;
- **Analítica Aumentada:** do inglês, *Augmented Analytics*, esta funcionalidade se refere a integração com recursos de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina com o objetivo de tornar os *insights* mais acessíveis para usuários dos mais diversos níveis técnicos, além de otimizar o tempo de utilização e predizer possíveis cenários futuros baseado em estatísticas passadas e tendências;
- **Analítica Incorporada:** do inglês, *Embedded Analytics*, consiste de ter a potencialidade para incorporação em ferramentas externas. Seja através da disponibilização de dados através de uma *Application Programming Interface Application Programming Interface* (API) ou da exportação de recursos como gráficos, relatórios, entre outros;
- **Análise Geoespacial:** a análise geoespacial auxilia na verificação de dados espaciais utilizando majoritariamente mapas para dar um contexto geográfico a visualização, adicionando, assim, outra camada de informação;
- **Processamento de Linguagem Natural:** o Processamento Natural de Linguagem (NPL) e a Geração de Linguagem Natural (NLG) são recursos que auxiliam na geração de relatórios e visualizações mais acessíveis para o usuário. Pois, ao invés de utilizar comandos técnicos, vale-se da linguagem própria do usuário para determinar o que deve ser feito;
- **Portabilidade:** nos dias de hoje a acessibilidade e a conectividade de recursos de tecnologia cresceu exponencialmente em relação ao que já foi outrora. Por conta disso, é necessário que as ferramentas de visualização de dados adiram a portabilidade como uma de suas funcionalidades. Uma das formas disso acontecer é através do desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis e adaptabilidade para diferentes tamanhos de tela. No entanto, esta característica também pode ser alcançada através da responsividade, no caso de sistemas que funcionam na Web;
- **Período de Testes:** tendo em vista o elevado valor das licenças dos produtos de visualização, apresentado nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3, é desejável a disponibilização

de um período de testes para que o usuário possa experienciar as funcionalidades e determinar se ela é, de fato, apropriada para atender as suas necessidades.

## 2.4 BIBLIOTECAS PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS

Para realizar o desenvolvimento de um software que faça utilização de visualizações e gráficos é necessário ou utilizar recursos da própria plataforma de desenvolvimento ou utilizar alguma ferramenta ou *plugin* externo.

Nesta seção, serão abordadas algumas das bibliotecas mais utilizados em softwares para a web que fazem utilização de visualização de dados.

### 2.4.1 D3.js

A D3.js é uma biblioteca *open source* para a linguagem de programação JavaScript, criada no ano de 2011 por Mike Bostock (D3, 2020) e disponibilizada para uso através da licença BSD (INITIATIVE, 2020a). A ideia da D3 é viabilizar ao desenvolvedor ligar um conjunto de dados com o *Document Object Model* (DOM) e, a partir daí, aplicar funções de transformação de dados nos documentos de forma a construir as mais diversas visualizações (D3, 2020).

### 2.4.2 Plotly

O Plotly é uma biblioteca *open source* para visualização de dados disponível para as linguagens de programação Python, R e JavaScript (PLOTLY, 2020), todas estes suportes seguem a licença de distribuição MIT (INITIATIVE, 2020b).

### 2.4.3 Google Charts

O Google Charts é uma biblioteca gratuita disponibilizada sobre a licença Apache 2.0 (APACHE, 2020). Com o intuito de simplificar a utilização de gráficos, a Google criou esta ferramenta e, além de utilizá-la em seus produtos, também liberou-o para a comunidade (GOOGLE, 2020a).

### 2.4.4 ChartJs

O ChartJS é uma biblioteca *open source* disponibilizada sobre a licença MIT (INITIATIVE, 2020b). Esta ferramenta foi criada por desenvolvedores independentes e é mantida pela comunidade que a utiliza (CHARTJS, 2020).

## 2.5 FERRAMENTAS PARA DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL DOS DADOS

Quando uma visualização é georreferenciada é possível utilizar algumas bibliotecas ou *plugins* externos que facilitam o processo de desenvolvimento do *software*.

Nesta seção, serão abordadas algumas das bibliotecas mais utilizadas em softwares para a web que fazem utilização de georreferenciamento.

### 2.5.1 Google Maps

O Google Maps é a plataforma de geolocalização da Google. Criada em 2005, a plataforma oferece suporte a mapas com cobertura de 99% no mundo, rotas atualizadas em tempo real e locais (como lojas, restaurantes entre outros) (GOOGLE, 2020b).

Conforme ilustrado na Tabela 2.6, o Google Maps possui diversas formas de precificações para a utilização dos seus mapas que podem variar de acordo com a utilização no sentido de ser uma biblioteca ou um *Software Development Kit* (SDK). Existem outros valores atribuídos para utilização dos serviços de rotas e localizações (GOOGLE, 2020c).

Programa de Licenciamento	Valor (em dólares)
Static Maps	\$2 (a cada 1000 solicitações)
Static Maps (em SDK do maps para Android)	Gratuito
Dynamic Maps (API Maps Embed)	Gratuito
Dynamic Maps (SDK do Maps para Android)	Gratuito
Dynamic Maps (SDK do Maps para iOS)	Gratuito
Dynamic Maps (API JavaScript)	\$7 (a cada 1000 solicitações)
Local Context Map (Versão BETA)	Gratuito
Street View	\$7 (a cada 1000 solicitações)
Dynamic Street View	\$14 (a cada 1000 solicitações)
Gaming Solution	\$14 (Por 1000 usuários ativos por dia)

**Tabela 2.6** Valores cobrados para utilização do Google Maps.

### 2.5.2 OpenStreetMap

O OpenStreetMap é um projeto da Fundação OpenStreetMap de mapeamento colaborativo que provê dados de mapas para milhares de sites, aplicativos móveis e dispositivos de hardware (OPENSTREETMAP, 2020). O Tableau é um exemplo de ferramenta que utiliza o OpenStreetMap (TABLEAU, 2017).

As informações presentes na plataforma são impulsionadas pela comunidade que, dia após dia auxiliam nesse mapeamento. O projeto é constituído por dados abertos, ou seja, qualquer pessoa tem a liberdade de usar estes dados para qualquer fim desde que credite a autoria do OpenStreetMaps e seus contribuidores (OPENSTREETMAP, 2020).

Por se tratar de um software livre, não há cobrança para utilização do OpenStreetMap.

### 2.5.3 Scalable Vector Graphics (SVG)

O SVG é um tipo de arquivo *open source* relativo a imagens vetorizadas que podem ser utilizadas na web (W3C, 2020). A grande vantagem deste tipo de imagem é que, independente do quão comprimida ou estendida seja a imagem, ela não irá ser deformada (WATT; LILLEY, 2002).

Este tipo de arquivo é recomendado pela *World Wide Web Consortium* (W3C) e possui fácil integração com outros padrões recomendados pela organização como o DOM e o XSL (W3C, 2020). Os arquivos SVG são codificados utilizando os padrões do *eXtensible Markup Language* (XML).

Os arquivos SVG têm alguns benefícios em relação a outros tipos de imagens bitmap, como o PNG e o JPG. Algumas destas vantagens são:

- **Arquivo com menor tamanho:** Por conta da forma com que os requisitos do SVG são elaborados, este formato de arquivo deveria ser uma substituição para outras imagens bitmap. Por conta disso, desde sua origem, uma das aspirações era que este tipo de arquivo fosse menor que os demais (WATT; LILLEY, 2002);
- **Zoom:** Imagens SVG podem ter o *zoom* aumentado sem a necessidade de carregar uma nova imagem e, mais importante, sem perder qualidade (WATT; LILLEY, 2002);
- **Panning:** Quando uma imagem sofre *zoom*, pode acontecer de a imagem não estar disponibilizada em uma área de interesse daquele usuário. Por conta disso, os SVGs suportam a possibilidade de mudanças em seu panorama, permitindo ao usuário verificar diferentes partes de uma imagem que não estejam visíveis naquele determinado momento por conta da imagem estar maior do que o espaço designado a ela (WATT; LILLEY, 2002);
- **Acessível para ferramentas de busca:** O texto presente em imagens SVG são renderizados efetivamente como texto e não como imagem. Isso permite que mecanismos de busca, como o Google, Bing e DuckDuckGo, por exemplo, possam considerar o conteúdo dessas imagens nas suas buscas (WATT; LILLEY, 2002);
- **Customizabilidade:** Um SVG pode ser utilizado como uma imagem estática ou ser alterado/criado dinamicamente (WATT; LILLEY, 2002);

Apesar dos diversos pontos positivos na utilização dos arquivos SVGs é necessário compreender que existem também alguns desafios. Alguns exemplos são:

- **Maior demanda por processamento na renderização:** Por conta da interpretação e renderização do texto que compõe o arquivo SVG, este tipo de imagem acaba demandando um pouco mais de processamento do que uma imagem tradicional para ser renderizado (WATT; LILLEY, 2002);

- **Ferramentas para criação de SVG:** Na época do seu surgimento, o SVG teve alguns problemas devido ao fato de não existir, na época, ferramentas que facilitassem a criação de SVGs (WATT; LILLEY, 2002). Porém, nos últimos anos, têm surgido cada vez mais ferramentas com o propósito de criar vetores, como Inkscape, Sketch, Adobe Illustrator, CorelDRAW e várias outras;
- **Ferramentas para visualização de SVG:** Apesar da facilidade de renderização em browsers, nem todas as ferramentas capazes de abrir imagens bitmaps como o JPG e o PNG suportam, necessariamente, o SVG (WATT; LILLEY, 2002).

O SVG vem sendo bastante utilizado para soluções de geolocalização e mapeamento por conta das suas características. A possibilidade de lidar com transformações, elementos geométricos, interação, composição (cores, bordas e marcadores, por exemplo), e animação tem influenciado bastante nessa adesão (NEUMANN; WINTER, 2001).

Foram encontrados trabalhos referenciando o uso do SVG para realizar mapeamento *indoor* (Ohr; Turau, 2013), também no desenvolvimento de WebGIS (XI; WU, 2008), aplicações para GIS em dispositivos móveis (Wu Binzhao; Xia Bin, 2005) e, inclusive, aplicações governamentais também (BAPTISTA et al., 2004).

## 2.6 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

O desenvolvimento da VYR utiliza como base os preceitos do TAM como uma referência para a construção da terceira avaliação experimental, apresentada no Capítulo 4.

Este modelo é amplamente utilizado no mercado para a análise de viabilidade e validação sistemática tanto na indústria quanto na academia com o intuito de explicar ou prever a aceitação de uma nova tecnologia por parte dos utilizadores da mesma (PARRERA et al., 2018).

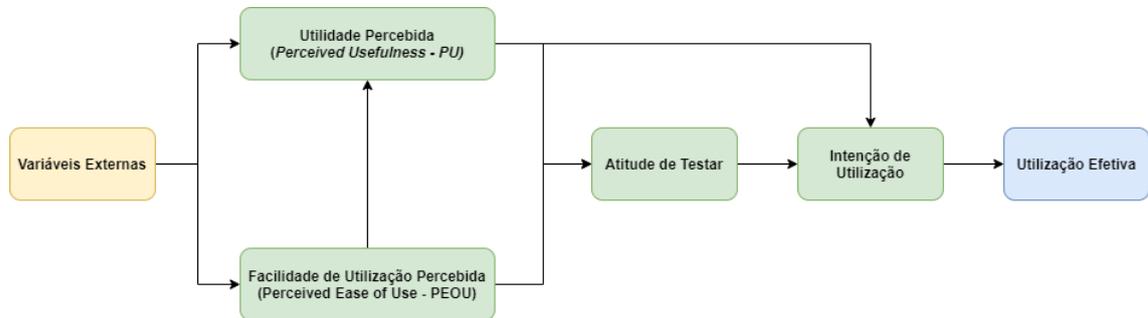
O TAM tem como duas premissas específicas que afetam diretamente o nível de aceitação de um determinado sistema (CRESPO; SÁNCHEZ; BOSQUE, 2013):

- ***Perceived Usefulness (PU)*:** Consiste da utilidade percebida em uma determinada tecnologia, através da qual o usuário pode compreender se ela de fato faz aquilo a que se propõe;
- ***Perceived Ease of Use (PEOU)*:** É definida pela percepção de facilidade de utilização por parte de um usuário sobre como aquela tecnologia funciona.

Conforme ilustra a Figura 2.8, a PU e a PEOU podem sofrer influência de variáveis externas (como conhecimento prévio, experiências com tecnologias similares, entre outros). Além disso, a facilidade de utilização da tecnologia também pode impactar na utilidade percebida da mesma. Afinal, sem uma experiência apropriada de utilização, o usuário possivelmente irá descartar a ideia de utilizar aquele produto (DAVIS, 1989).

Um usuário tende a estar motivado a testar uma determinada tecnologia após perceber a utilidade da mesma e que a sua utilização tende a ser facilitada. Após testar, o usuário poderá ponderar levando em consideração o quão útil ele considerou aquela tecnologia,

podendo ou não adotar um uso efetivo até que aquele produto seja descontinuado ou substituído por outro similar(CRESPO; SÁNCHEZ; BOSQUE, 2013).



**Figura 2.8** Technology Acceptance Model. Fonte: Autor (Adaptado e Traduzido de Davis, 1989).



## VISUALIZE YOUR REGION – VYR

A Visualização de Dados, conforme explicado no capítulo anterior, é uma área da computação cujo intuito é de facilitar a compreensão de grandes volumes de dados, de forma a apoiar investigações e tomadas de decisões por parte de seus usuários.

Um dos grandes desafios desta área está em criar representações visuais que gerem valor significativo para seus usuários. Estas visualizações devem ser acessíveis, adaptáveis e, acima de tudo, fiéis à realidade do usuário. Através destas representações o usuário poderá realizar análises que poderão levar a *insights* que por sua vez, se aplicados, podem ter grande impacto na vida ou negócios da pessoa que está realizando esta análise. Quando se trabalha com dados distribuídos por várias localidades, uma visualização georreferenciada pode fazer toda diferença. Afinal, o usuário poderá ter noção de como um atributo em específico está se desenvolvendo nas mais diversas localidades, tendo mais facilidade em encontrar os locais com maior ou menor efetividade bem como comparar as diferentes regiões.

Neste sentido, foi desenvolvida a *Visualize Your Region* (VYR)<sup>1</sup>, que é um *software* para visualização de dados que leva em consideração a regionalidade de dados não apenas sobre uma perspectiva georreferenciada (aonde estão os dados), mas também abrange diferentes granularidades espaciais (em que nível estão os dados? Podendo ser município, microrregião, macrorregião e estado) relacionados a estes dados. Através da VYR o usuário poderá inserir seu conjunto de dados e ter uma perspectiva regionalizada deles, além de um conjunto de várias outras visualizações com as quais o usuário poderá estar interagindo para compreender melhor a realidade por detrás do seu conjunto de dados.

Neste capítulo, o *software* VYR será apresentado em seis seções. Na primeira delas, será apresentada a visão geral da aplicação, com informações básicas sobre o seu funcionamento. Na segunda seção, o leitor encontrará o detalhamento sobre o modelo para a entrada de dados na VYR. Na terceira seção, serão apresentadas as visões e mecanismos de interação presentes atualmente na VYR. Na quarta seção, são detalhados alguns aspectos de implementação. Por fim, na quinta seção, é feito um comparativo entre a VYR e outras ferramentas de visualização disponíveis no mercado.

---

<sup>1</sup>Disponível em <https://visualize-your-region.github.io>. Acessado em Maio de 2021.

### 3.1 VISÃO GERAL

A VYR tem como objetivo principal prover ao usuário representações visuais adequadas aos mais diversos tipos de dados que possuam algum nível de regionalização. São levados em consideração aspectos como microrregiões e mesorregiões que podem auxiliar o usuário a compreender como os dados estão compostos ou distribuídos a partir daquela localidade.

Devido ao fato da VYR ser uma aplicação baseada na Web, não é necessário que o usuário realize a instalação do *software* em sua máquina. As visualizações estarão sempre acessíveis para o usuários desde que: 1) O usuário tenha acesso à Internet; 2) A Infraestrutura do servidor esteja funcional e disponível; 3) O cliente<sup>2</sup> tenha poder computacional suficiente para executar as ações demandadas pela VYR. Além disso, a aplicação ainda é responsiva, ou seja, se adapta aos diferentes tamanhos de tela de forma a oferecer uma experiência apropriada para diversos dispositivos como computadores, *smartphones* e *tablets*.

A seguir, na Figura 3.1, é apresentada a visão geral do funcionamento da VYR. É um processo baseado em cinco etapas, sendo elas:

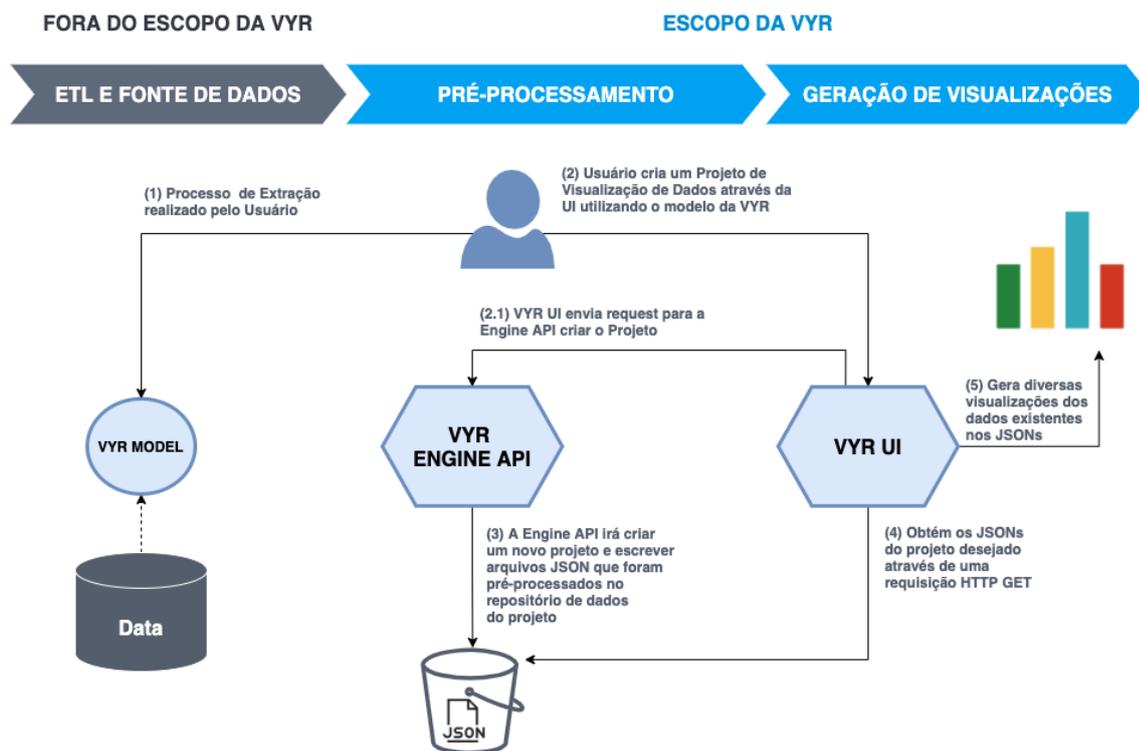


Figura 3.1 Visão geral da VYR. Fonte: Autor.

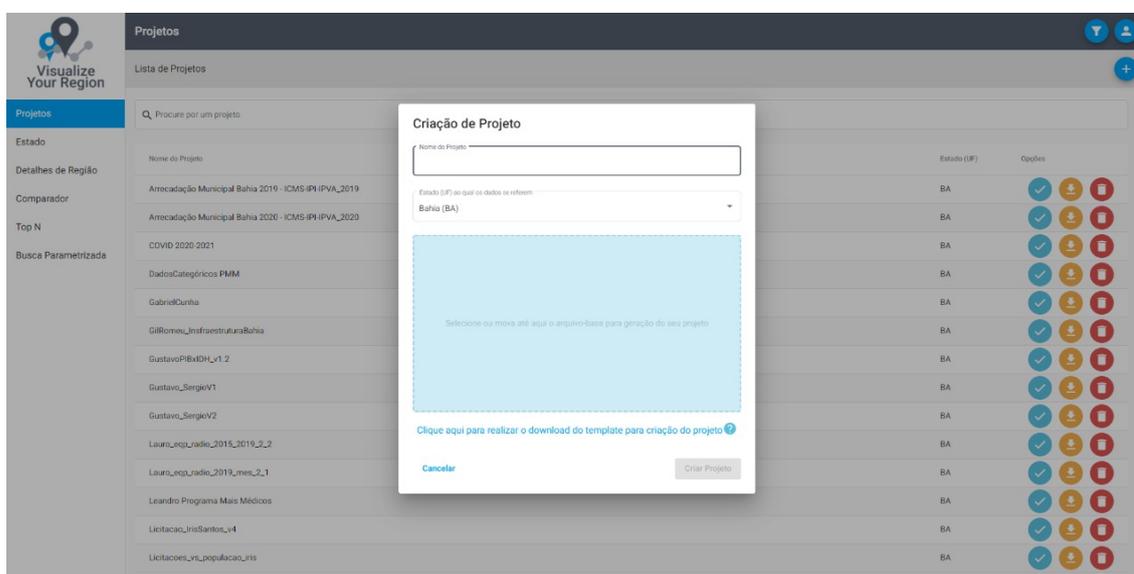
1. **Extração do Dados:** Processo que acontece fora do escopo da VYR no qual o usuário realiza a captura e formalização dos dados que são utilizados em uma

<sup>2</sup>Aplicação que acessa uma determinada funcionalidade de um sistema. Neste escopo, o cliente é o *browser* do usuário.

planilha Excel<sup>3</sup> com um formato pré-definido esperado pela VYR, que será explicado na próxima seção deste capítulo;

2. **Criação de Projeto:** Dentro do Escopo da VYR existe o conceito de “Projeto”, que se refere ao conjunto de dados inseridos na aplicação para visualização. Alguns exemplos de projeto seriam: “Dados de Vendas na Bahia” e/ou “Relação entre o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* e doenças incidentes nos municípios do Estado da Bahia”.

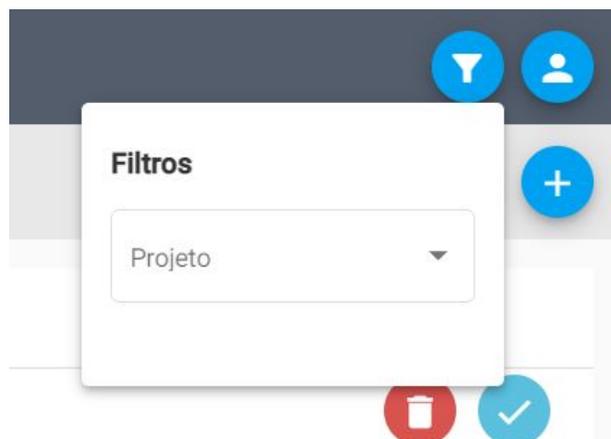
O processo de criação de um novo projeto é simples. Basta que o usuário: 1) Acesse o portal da VYR; 2) Vá até o menu “Projetos”; 3) Clique no botão de adicionar projeto, aquele que tem um símbolo de “+”; e 4) Preencha os dados do projeto e clique em “Criar Projeto”, conforme ilustra a Figura 3.2. Após a criação do projeto, a lista será atualizada de forma a adicionar o projeto recém criado de forma que ele já poderá ser selecionado para visualização;



**Figura 3.2** Tela de Criação de Projetos. Fonte: VYR.

3. **Processamento da Requisição de Criação de Projeto:** Uma vez recebida a requisição de criação de um projeto, os dados são extraídos e utilizados para criar um conjunto de arquivos JSON que serão salvos junto do arquivo Excel enviado na requisição em uma pasta específica relacionada ao projeto e armazenada no servidor de arquivos da VYR;
4. **Leitura de Dados do Projeto:** Para utilizar a VYR UI o usuário deve ou escolher um projeto na tela “Projetos” ou utilizar o seletor no canto superior direito da tela (Figura 3.3).

<sup>3</sup>Durante o escopo de *Minimum Viable Product* (MVP) não foram trabalhados outros formatos de dados para entrada. Entretanto, em um momento mais oportuno, serão adicionados outros formatos que serão suportados pela plataforma.



**Figura 3.3** Seletor de Projetos. Fonte: VYR.

Feito isso, os metadados do projeto (períodos e estados) são carregados. Por padrão, utiliza-se o último estado e período dos dados como referência para os dados que serão vistos em tela, vide a Figura 3.4;



**Figura 3.4** Seletor de Projetos com Metadados. Fonte: VYR.

5. **Visualização dos dados:** Uma vez que o usuário tenha selecionado o projeto e os metadados desejados, ele terá acesso às visualizações disponibilizadas pela VYR, como na Figura 3.5, por exemplo. As visualizações serão melhor detalhadas nas próximas seções deste capítulo.

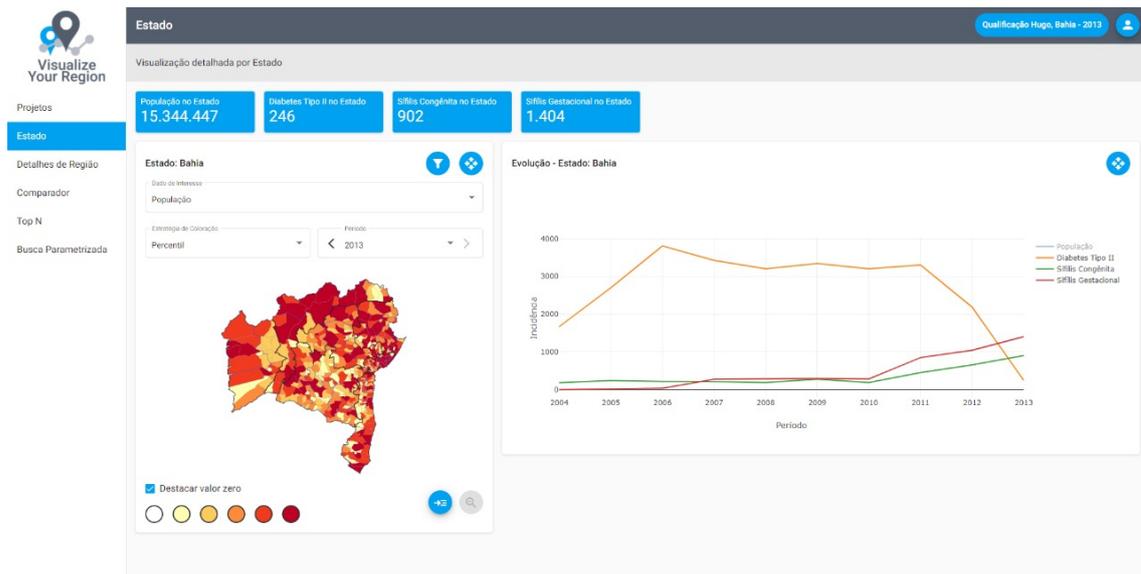


Figura 3.5 Visão Regionalizada dos Atributos. Fonte: VYR.

## 3.2 PROCESSO DE ETL

Nesta seção será descrito o processo de *Extract, Transform & Loading* (ETL) da VYR. Dividido em três subseções, são apresentados o formato de entrada dos dados, a estratégia empregada para a carga desses dados e também a tela de gestão dos projetos de visualização de dados.

### 3.2.1 Formato de Entrada dos Dados

Neste primeiro momento, que é de construção do MVP, foi escolhido o formato XLS ou XLSX, oriundo de planilhas do Microsoft Excel. Esta escolha se deu por conta da amplitude de uso desta ferramenta por diversas pessoas das mais variadas áreas e também pelo formato tabular e compatibilidade com múltiplas abas da mesma.

Através da VYR, durante a criação de um projeto, é disponibilizada aos usuários uma planilha modelo que pode ser utilizada para realizar a carga de dados na VYR, conforme ilustra a Figura 3.6. A planilha tem um modelo simples, com as seguintes restrições:

- As duas primeiras colunas de cada aba da planilha são reservadas e restritas ao nome do município e ao ID do IBGE. Levando em conta que o usuário possivelmente não terá estes dados e também para evitar erros de digitação, na planilha modelo é listado o nome de todos os municípios do estado selecionado e seus respectivos identificadores em ordem alfabética;
- Os períodos são definidos pela nomenclatura de abas. Ou seja, todos os dados dentro de uma aba devem ser relativos a um período. Não há restrição temporal (ano, mês, dia, etc). O usuário pode utilizar o período da forma que lhe for mais conveniente. Entretanto, a ordem dos dados também é definida pela ordem das abas. Ou seja,

a primeira e a última aba da planilha serão também, respectivamente, o primeiro e último períodos considerados;

- As demais colunas, em azul, podem ser utilizadas com quantos atributos o usuário precise. Os valores destas colunas podem ser numéricos ou categóricos (valores de qualificação, como “Bom” ou “Ruim”, por exemplo). Quando houver casos em que um município se encaixe em duas ou mais qualificações de uma tributo categórico, basta inserir na célula correspondente as devidas qualificações separadas por vírgulas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Cidade	ID IBGE					
2	Abaíra	2900108					
3	Abaré	2900207					
4	Acajutiba	2900306					
5	Adustina	2900355					
6	Água Fria	2900405					
7	Aiquara	2900603					
8	Alagoinhas	2900702					

**Figura 3.6** Planilha Modelo do Estado da Bahia. Fonte: Microsoft Excel.

Após a etapa de desenvolvimento do do MVP serão analisadas alternativas que visem expandir as opções de entradas de dados, não sendo mais apenas através de planilhas XLS ou XLSx. Esta alteração tornará a utilização da VYR mais conveniente para o usuário que poderá ter maior facilidade em inserir dados de diversas fontes na VYR.

### 3.2.2 Estratégia empregada na carga dos dados

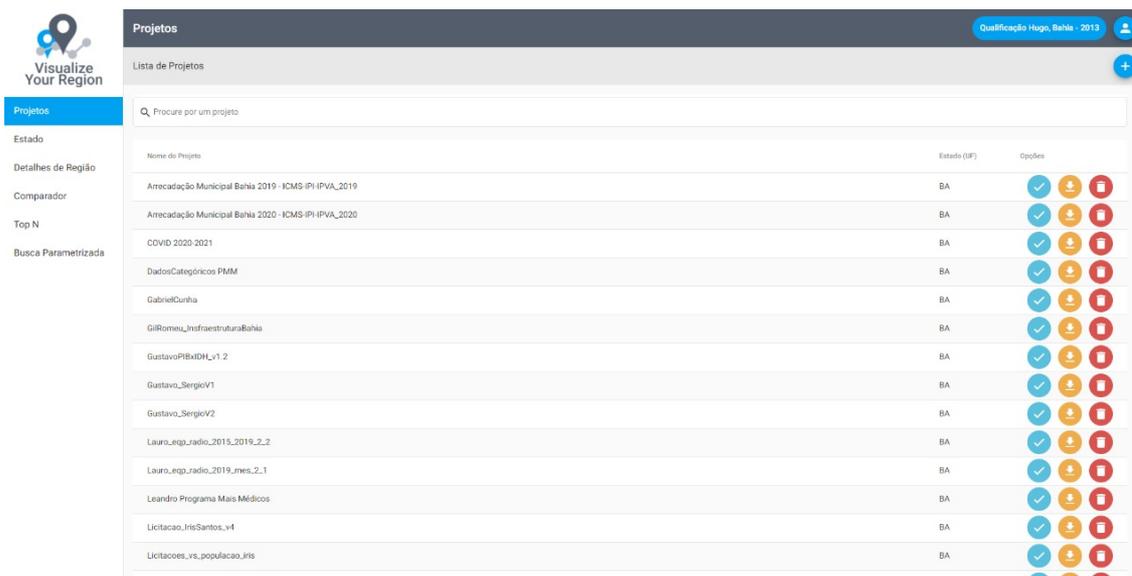
É importante saber que a entrada de dados segue uma estratégia *bottom-up*. Ou seja, através da inserção de dados na menor granularidade possível (municípios, no caso) os dados de outros níveis como microrregião, mesorregião e estado serão construídos de forma presumida através do acúmulo de valores.

Uma atribuição para o futuro está na aplicação de tratativas que viabilizem o melhor tratamento dos dados bem como a entrada em maiores níveis (removendo, assim, a restrição de dados em granularidade de município).

### 3.2.3 Carga dos Dados na VYR

Para realizar a carga dos dados, existe uma tela de Gestão de Projetos. Um Projeto é a entidade que define o conjunto de dados utilizados para a visualização. Representada na Figura 3.7, esta tela permite ao usuário selecionar, criar, deletar ou baixar o arquivo-fonte utilizado durante a criação daquele projeto.

Foi decidido que mecanismos de edição não seriam implementados para evitar o risco de inconsistências nos dados. Portanto, caso um projeto precise ser evoluído, o usuário terá a opção de baixar o arquivo fonte, realizar as alterações desejadas e criar um novo projeto. A escolha de apagar o primeiro deles fica a cargo do usuário.

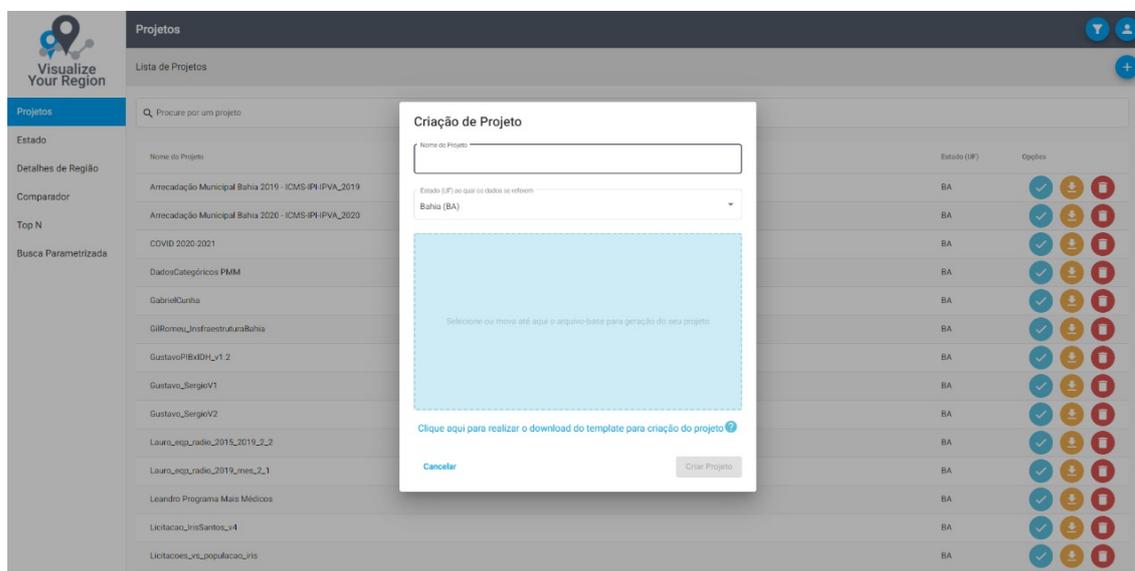


The screenshot shows a web application interface for managing projects. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Projetos' (selected), 'Estado', 'Detalhes de Região', 'Comparador', 'Top N', and 'Busca Parametrizada'. The main area is titled 'Projetos' and contains a search bar with the placeholder 'Procure por um projeto'. Below the search bar is a table with the following columns: 'Nome do Projeto', 'Estado (UF)', and 'Opções'. The table lists various projects, all associated with the state of Bahia (BA). The 'Opções' column contains three icons: a blue checkmark, a yellow plus sign, and a red minus sign.

Nome do Projeto	Estado (UF)	Opções
Arrecadação Municipal Bahia 2019 - ICMS-IPH/IPVA_2019	BA	✓ + -
Arrecadação Municipal Bahia 2020 - ICMS-IPH/IPVA_2020	BA	✓ + -
COVID 2020-2021	BA	✓ + -
DadosCategoricos PMM	BA	✓ + -
GabrielCunha	BA	✓ + -
GilRomeu_InfraestruturaBahia	BA	✓ + -
GustavoRibeiroDH_v1.2	BA	✓ + -
Gustavo_SergioV1	BA	✓ + -
Gustavo_SergioV2	BA	✓ + -
Lauro_eqp_radio_2015_2019_2.2	BA	✓ + -
Lauro_eqp_radio_2019_mes_2.1	BA	✓ + -
Leandro Programa Mais Médicos	BA	✓ + -
Licitacao_IRISantos_v4	BA	✓ + -
Licitacoes_vs_populacao_IRIS	BA	✓ + -

**Figura 3.7** Gestão de Projetos. Fonte: VYR.

A criação de um projeto, representada na Figura 3.8, é um processo bastante simples. Para tal, basta que o usuário faça o *upload* da planilha Excel contendo os dados no formato esperado pela VYR, escolha um nome de projeto e, a partir daí, clique no botão “Criar Projeto”. Uma vez criado, o novo projeto aparecerá na lista da tela e poderá ser selecionado para que o usuário tenha acesso às visualizações.



The screenshot shows the same 'Projetos' management interface as in Figure 3.7, but with a modal form titled 'Criação de Projeto' overlaid. The form contains the following fields and elements:

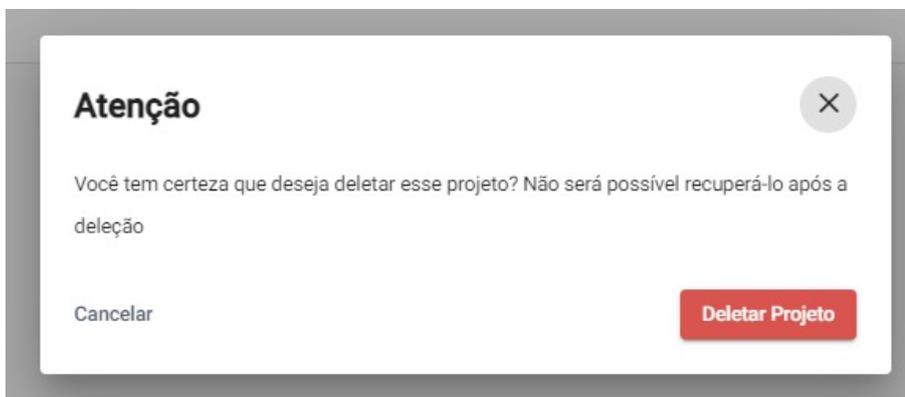
- A text input field for 'Nome do Projeto'.
- A dropdown menu for 'Estado (UF) ao qual os dados se referem' with 'Bahia (BA)' selected.
- A large dashed blue box for file upload with the text: 'Selecione ou arraste até aqui o arquivo-base para geração do seu projeto'.
- A link: 'Clique aqui para realizar o download do template para criação do projeto'.
- Two buttons at the bottom: 'Cancelar' and 'Criar Projeto'.

**Figura 3.8** Tela de Criação de Projetos. Fonte: VYR.

Tendo em vista que a VYR utiliza uma estratégia de *Hard Deletion*<sup>4</sup> e também para evitar cliques acidentais, quando o usuário clica no botão de deletar ele irá ver uma

<sup>4</sup>Estratégia na qual os registros são efetivamente apagados, tanto em arquivos quanto banco de dados.

janela de confirmação informando que, caso ele queira de fato deletar o projeto, todos os registros relacionados àquele projeto serão perdidos.



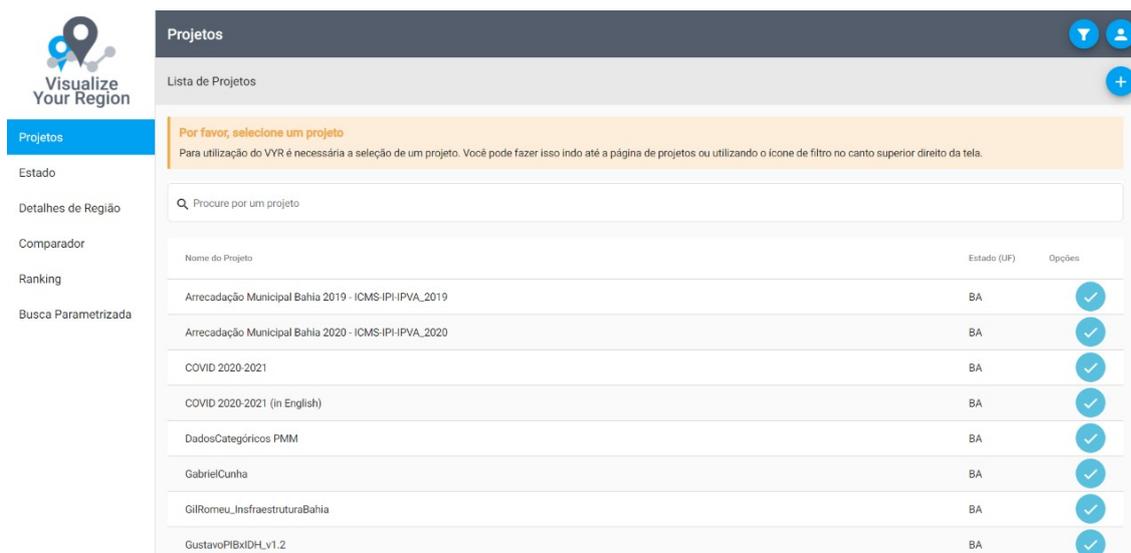
**Figura 3.9** Deleção de Projetos. Fonte: VYR.

### 3.3 VISÕES E MECANISMOS DE INTERAÇÃO

A VYR possui diferentes visões e mecanismos de interação que estão distribuídos entre as diferentes páginas da aplicação, que serão explicadas nas subseções a seguir.

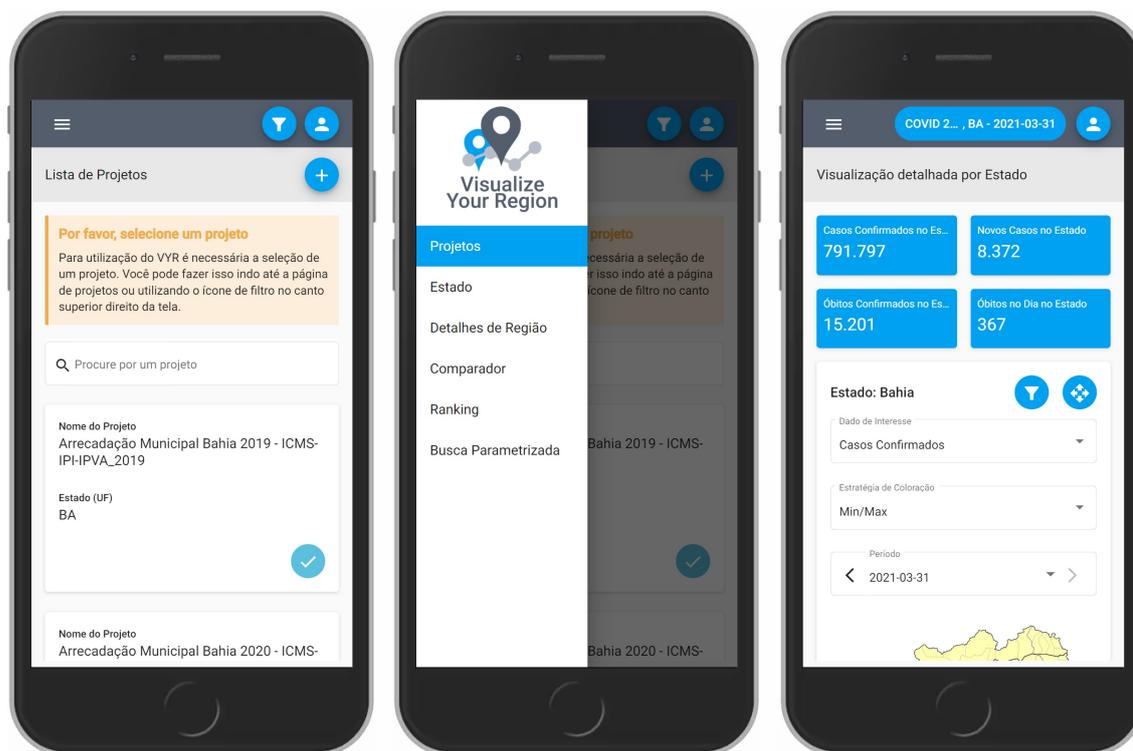
#### 3.3.1 Estrutura Geral da VYR

Na Figura 3.10 é apresentada a estrutura principal da VYR em um computador. O projeto segue o padrão de *dashboard* simples, com um menu lateral para navegação que se torna um *Slide Menu* em versão mobile, acessível através do menu “hambúrguer”, apresentado na Figura 3.11.



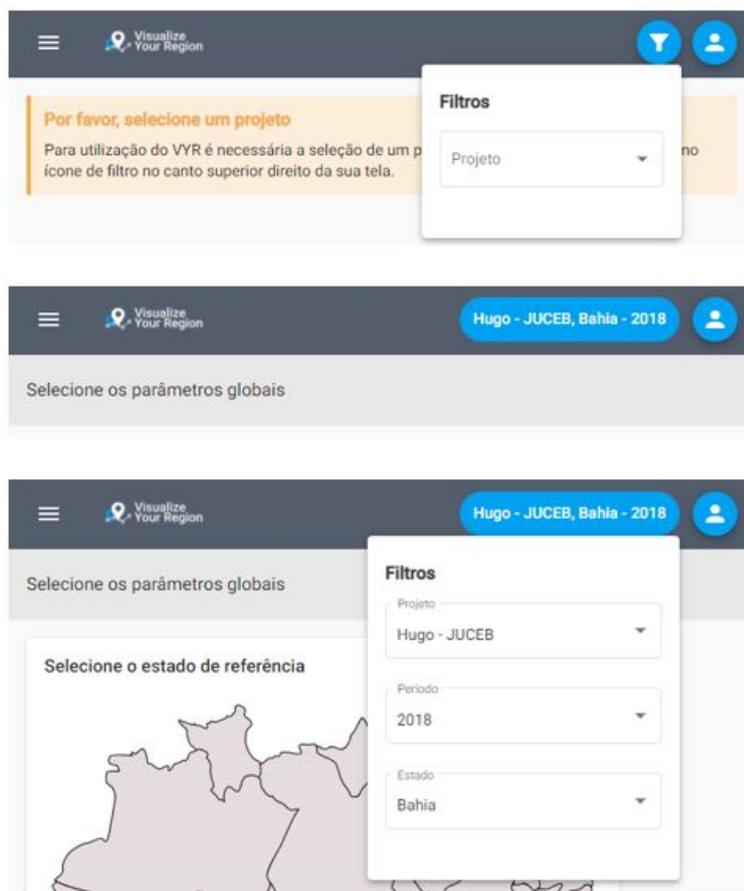
**Figura 3.10** Estrutura de páginas da VYR. Fonte: VYR.

Sobre a versão *mobile*, representada na Figura 3.11, vale observar que entre diferentes dimensões de dispositivos móveis (como *tablets* e *smartphones*) existe uma pequena diferença no *header*. Quando tem-se um *tablet*, ao lado do menu irá aparecer o logotipo do projeto. É possível observar essa diferença na Figura 3.12.



**Figura 3.11** Estrutura de páginas da VYR em dispositivos móveis. Fonte: VYR.

Para que o usuário possa ter acesso às funcionalidades de visualização de dados da VYR, é necessário que seja realizada a seleção de um projeto. Para tal, o usuário pode ou ir na página “Projetos” e realizar a seleção ou utilizar o ícone de filtro presente no canto superior direito. Uma vez que um projeto é selecionado, serão coletados os metadados deste projeto e o último período será selecionado por padrão. A partir daí, o botão de filtro é alterado, passando a exibir um resumo dos filtros escolhidos. Caso queira alterar o projeto, o usuário pode utilizar os mesmos mecanismos novamente. Caso o usuário queira alterar o período ou estado utilizado na visualização, ele pode utilizar o ícone no canto superior direito da tela. É possível observar as variações deste componente de seleção na Figura 3.12.



**Figura 3.12** Variações do topo da VYR pré e pós seleção de projeto. Fonte: VYR.

### 3.3.2 Visualização Regional

A visualização regional está disponível através do item “Estado” no menu de acesso da VYR. Nesta tela tem-se algumas visualizações e mecanismos de interação que podem ser bastante úteis para os usuários. A Figura 3.13 apresenta como a página é apresentada.

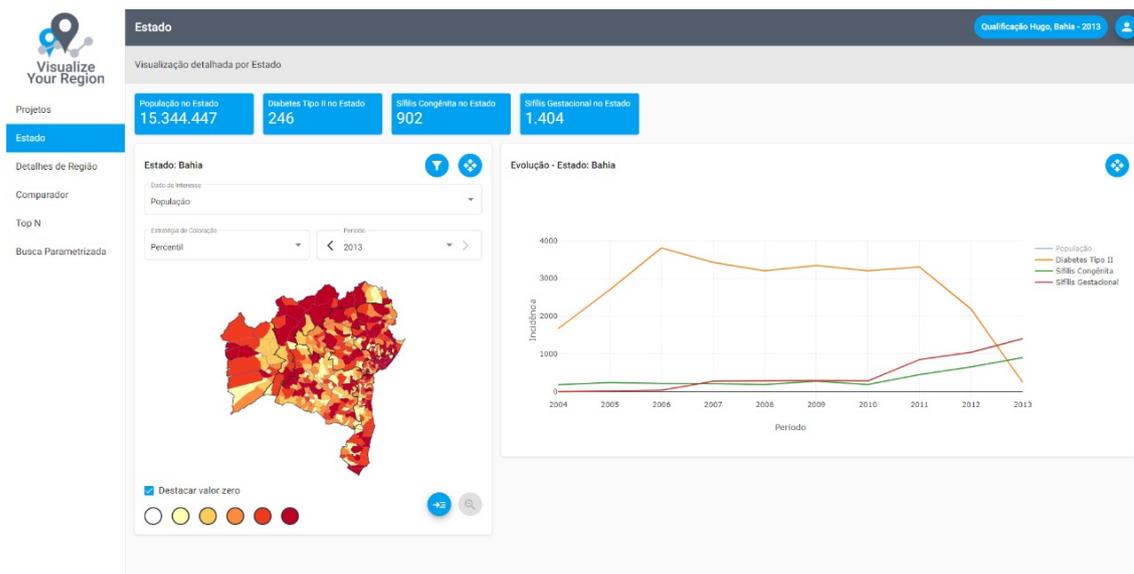


Figura 3.13 Visualização Regional. Fonte: VYR.

### 3.3.2.1 Mecanismos de Filtragem

Na barra de navegação cinza, abaixo a barra principal na qual o usuário pode selecionar os atributos, existe um botão azul com ícone de filtragem que dará acesso ao modal de filtros ilustrado na Figura 3.14. Neste componente é possível selecionar parâmetros de filtragem para aplicar no mapa (que será explicado a seguir).

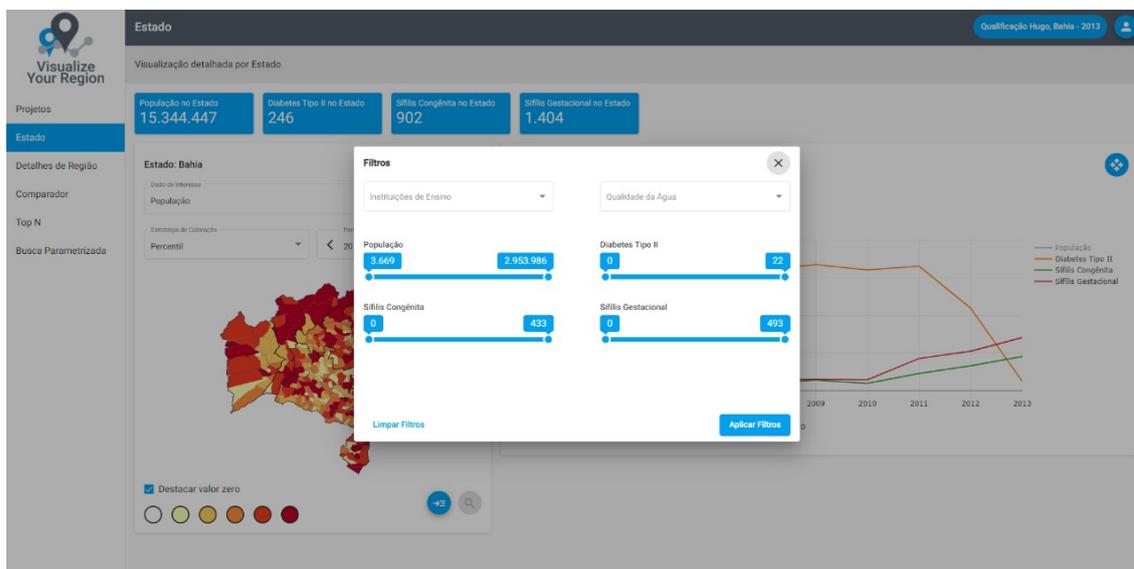
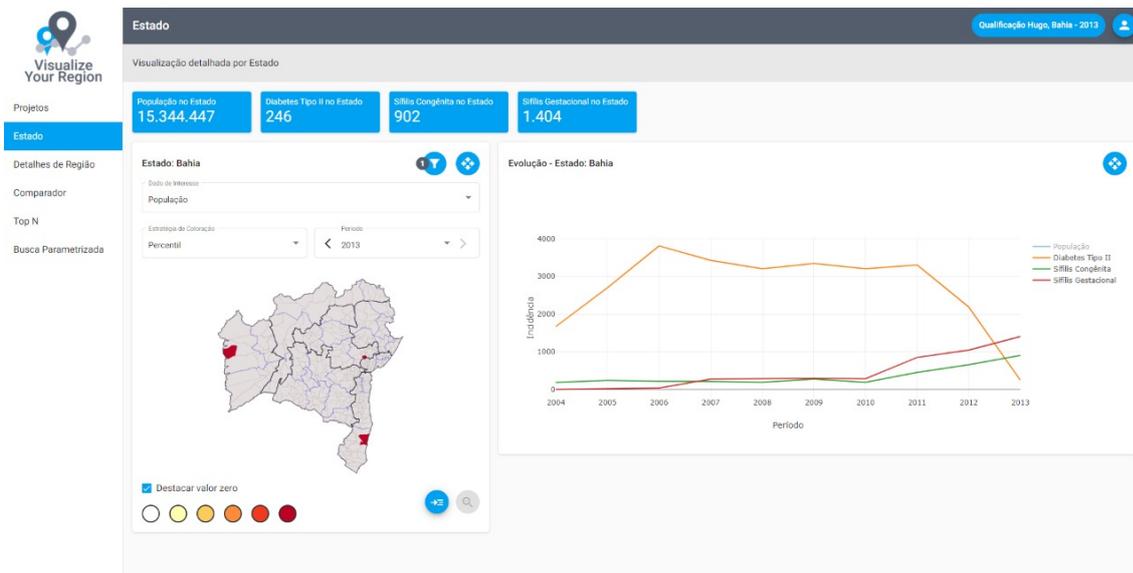


Figura 3.14 Componente de Filtragem da Visualização Regional. Fonte: VYR.

Neste modal, são apresentados seletores de intervalo para atributos numéricos e com-

ponentes de seleção para os atributos categóricos. Convém ressaltar que neste conjunto de dados em específico não houve atributos categóricos e que por consequência eles não apareceram. Apesar disso, ao variar o valor de um dos atributos e aplicar os filtros é possível observar na Figura 3.15 que o mapa mudou um pouco, tendo alguns municípios pintados de cinza. Isto implica que, eles estão fora do intervalo definido nos filtros.



**Figura 3.15** Visualização Regional após filtragem. Fonte: VYR.

### 3.3.2.2 Resumo dos atributos principais

A seguir, na Figura 3.16, é possível observar um sumário dos dados estaduais com os quatro atributos principais do conjunto de dados do projeto de visualização selecionado. Entretanto, convém ressaltar que neste primeiro momento, de MVP, estes são apenas os 4 primeiros elementos dos atributos dispostos.

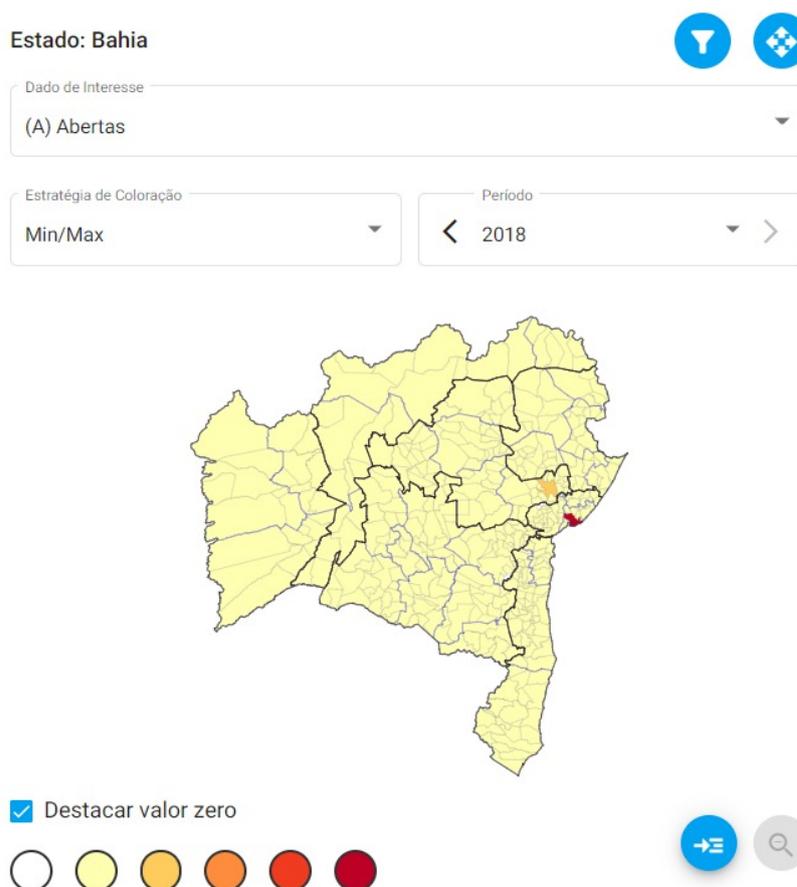


**Figura 3.16** Resumo de Atributos. Fonte: VYR.

### 3.3.2.3 Mapa de Dados Interativo

Após o sumário, existe o Mapa de Dados que apresenta a distribuição de um determinado atributo sobre as regiões de um determinado estado, ilustrado na Figura 3.17.

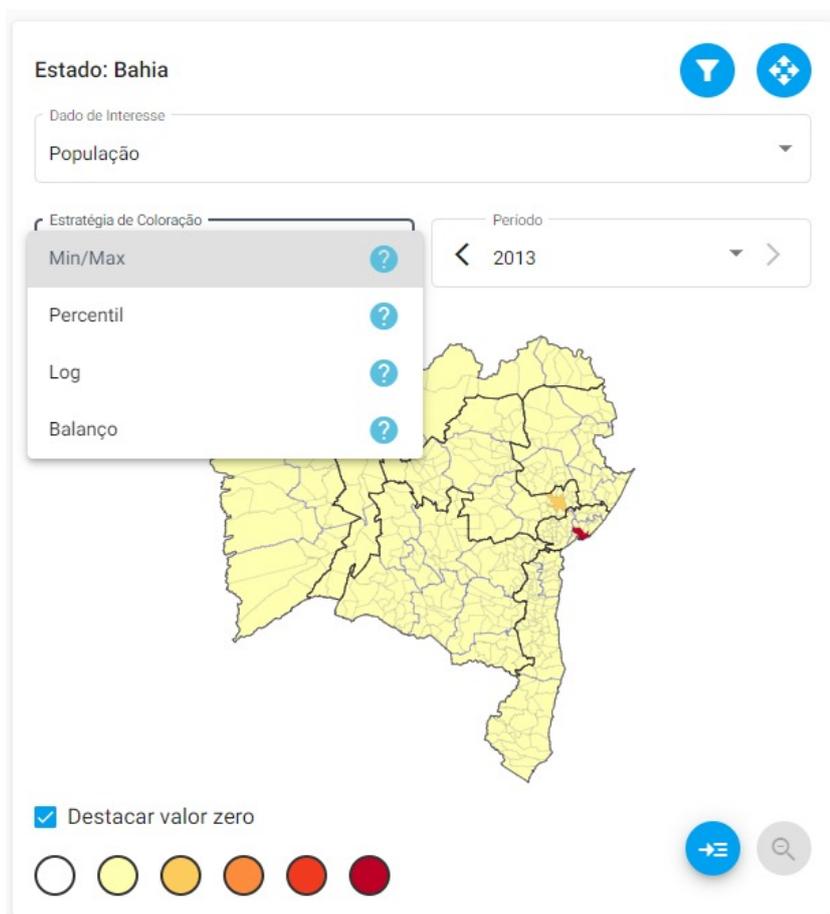
Este mapa é importante pois através dele o usuário pode ter acesso a um retrato de como um determinado atributo está distribuído pela região em um período específico. Neste sentido, são utilizadas estratégias de coloração que permitem destacar estes dados de diferentes formas. O usuário tem a possibilidade de alterar tanto o atributo desejado, quanto o período e a estratégia de coloração.



**Figura 3.17** Mapa de Dados. Fonte: VYR.

#### 3.3.2.3.1 Estratégias de Coloração

Neste componente de mapa existem alguns controles que permitem a alteração de referências como o ano e atributo de interesse. Além disso, conforme apresentado na Figura 3.18, existe também um controle que permite alterar as estratégias de coloração do mapa e um *checkbox* abaixo do mapa que permite dar ou não destaque a localidades com valor zero.



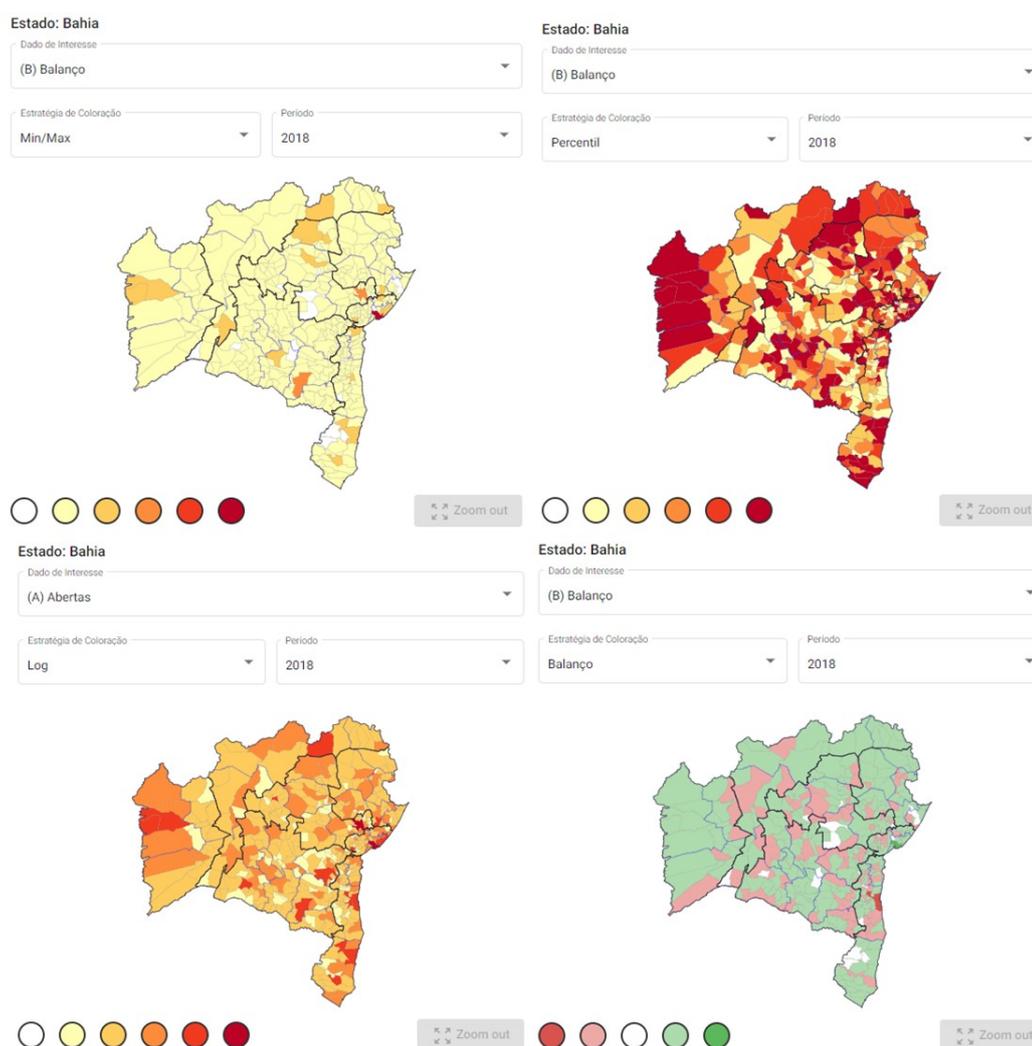
**Figura 3.18** Mapa de Dados. Fonte: VYR.

Cada uma dessas estratégias de coloração permite visualizar de forma rápida como um dado atributo está disponibilizado dentro da região observada sob diferentes pontos de vista, sendo eles:

- **Min/Max:** Apresenta a distribuição dos elementos sobre uma perspectiva de normalização que leva em consideração os valores mínimos e máximos de um determinado atributo. Vale ressaltar que, em casos no qual um elemento tenha um valor demasiadamente superior aos demais, ele poderá influenciar no posicionamento dos demais dentro do conjunto (visto que a diferença entre o valor mínimo e máximo aumenta), conforme ilustra o segundo quadrante da Figura 3.19;
- **Percentil:** Utiliza-se o conceito da Estatística chamado Percentil para determinar em qual quartil aquele conjunto de dados se encontra. Essa visualização facilita a compreensão de posicionamento em relação aos demais elementos (quais elementos estão entre os com maior valor ou menor valor, por exemplo), conforme apresentado no primeiro quadrante da Figura 3.19;
- **Log:** Leva em consideração uma escala logarítmica na qual os dados são expostos a uma operação de Log na base 10 e agrupados de forma similar à estratégia

“Min/Max”, ilustrado no terceiro quadrante da Figura 3.19;

- **Balanco:** Utilizada para visualização de balanço (crescimento ou redução) de um determinado atributo em um município. Nesta estratégia, é encontrado o maior e o menor valor de cada atributo. A partir disso, o desempenho de cada município é mensurada a fim de qualificá-lo no escopo de crescimento (Verde), redução (Verme-lho) ou nulidade (Branco). Dentre os atributos escolhidos para o desenvolvimento deste trabalho, esta visualização pode ajudar bastante na visualização do balanço de empresas abertas ou fechadas em um dado período. Apresentado no quarto quadrante da Figura 3.19<sup>5</sup>.



**Figura 3.19** Estratégias de Coloração do Mapa de Dados. Fonte: VYR.

<sup>5</sup>Note que neste exemplo o “Dado de Interesse” tem o mesmo nome da “Estratégia de Coloração”, que é “Balanço”, mas eles se referem a coisas diferentes

### 3.3.2.3.2 Mudança da Região Seleccionada

Na Figura 3.20 é representado os mecanismos de interação com o usuário. Inicialmente o SVG está com 100% do zoom e o usuário, ao passar o mouse sobre o mapa, poderá notar que a seção muda de cor, isso implica que ele está passando por mesorregiões. Quando o usuário clica em uma mesorregião, como a Metropolitana de Salvador, por exemplo, o mapa irá focar naquela mesorregião. A partir daí, a passagem de mouse começará a pegar trechos menores do mapa, que são as microrregiões. Clicando em uma microrregião como a de Salvador, por exemplo, o mapa mais uma vez será habilitado e o usuário terá acesso a regiões ainda menores, os municípios. Clicando em um município, como Salvador, ele irá ter sua cor alterada para o azul, representado no último quadrante da Figura 3.20. Para reduzir o zoom basta que o usuário clique no botão “Zoom Out”.

É importante ressaltar que a cada vez que o usuário muda o nível de região o gráfico de evolução, que será explicado a seguir, também muda para se referir aquela localidade específica. Além disso, existe também o botão “Mais Detalhes”, que irá redirecionar o usuário para a página de detalhes de região em que ele está focado no momento, que também será explicado um pouco mais para frente.

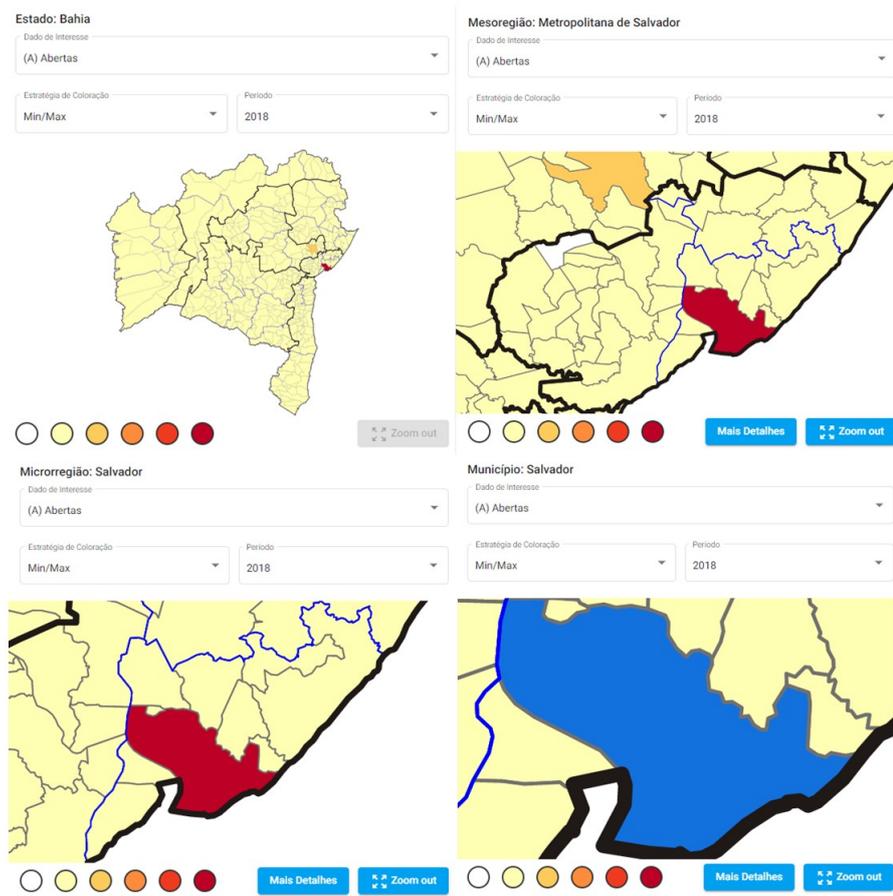


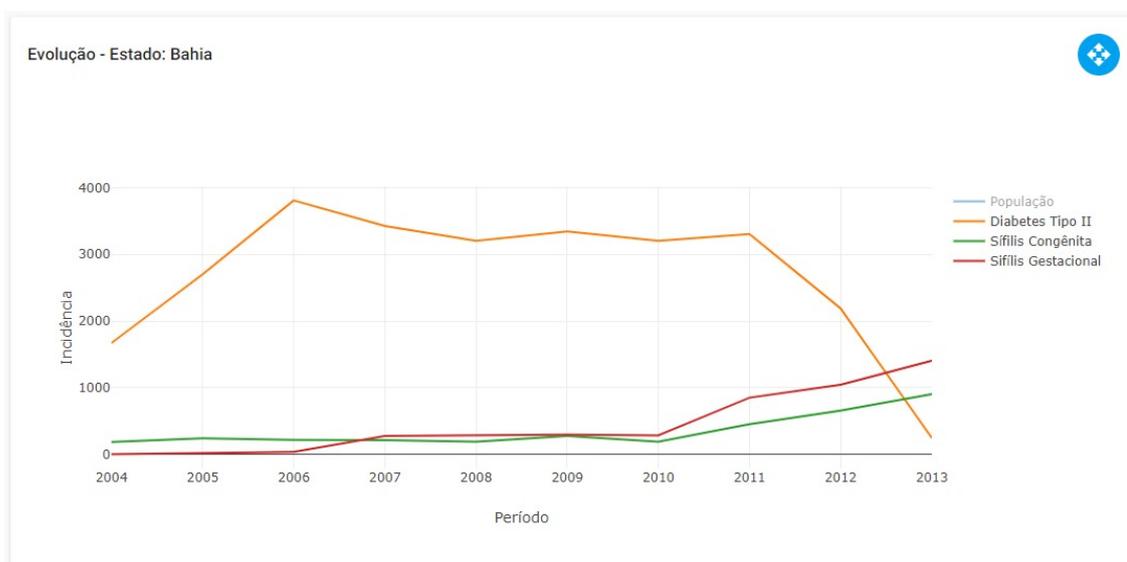
Figura 3.20 Estratégias de Interação do Mapa de Dados. Fonte: VYR.

### 3.3.2.4 Gráfico de Evolução dos Atributos

Além do mecanismo de mapa, logo ao lado existe também um gráfico de evolução, conforme foi apresentado na Figura 3.5. Este gráfico contém os dados de todos os atributos numéricos em todos os períodos disponibilizados. Isso implica que em casos como o da Figura 3.21, que é relativo a um *dataset* com mais de 300 atributos, pode haver barras de rolagem e outros recursos para permitir ao usuário verificar quais são os atributos.

Este gráfico permite ao usuário compreender de forma simples como um ou vários atributos se desenvolveram ao longo dos períodos definidos.

Para facilitar a utilização, são disponibilizados alguns recursos de interação bastante úteis, como a exportação do gráfico como uma imagem, a possibilidade de clicar no item da legenda para fazer com que ele suma ou apareça (caso tenha sido ocultado anteriormente), além do *zoom* e vários outros recursos que aparecem no momento em que o usuário interage com o gráfico.



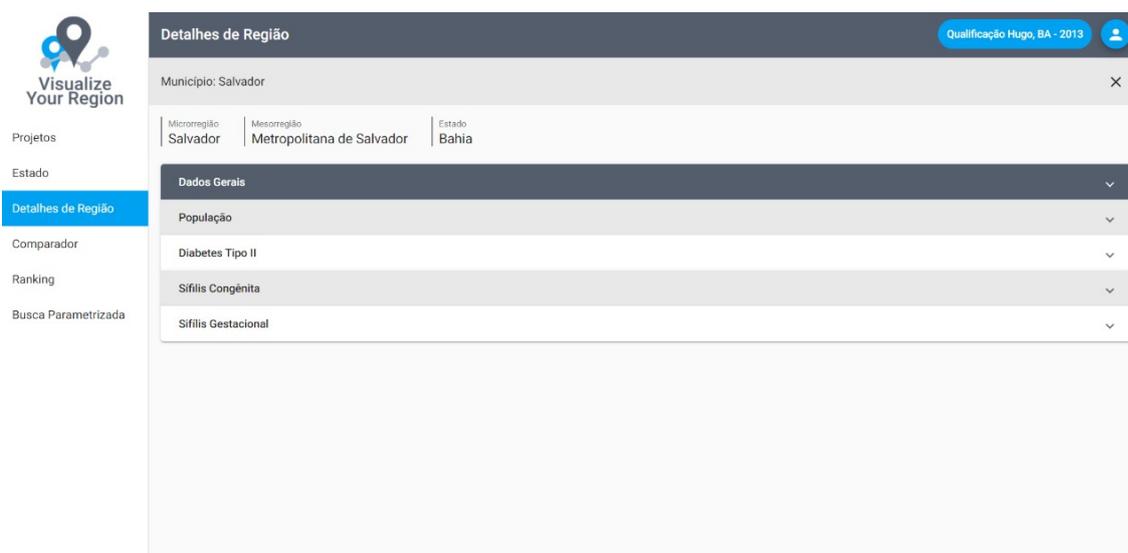
**Figura 3.21** Gráfico de Evolução. Fonte: VYR.

### 3.3.3 Detalhes de Região

Ao clicar no botão “Mais Detalhes” na página de visualização regional o usuário será redirecionado para a página de detalhes da região em que ele está focado. A partir daí, ele poderá se deparar com visualizações para todas as granularidades geoespaciais dispostas pela VYR.

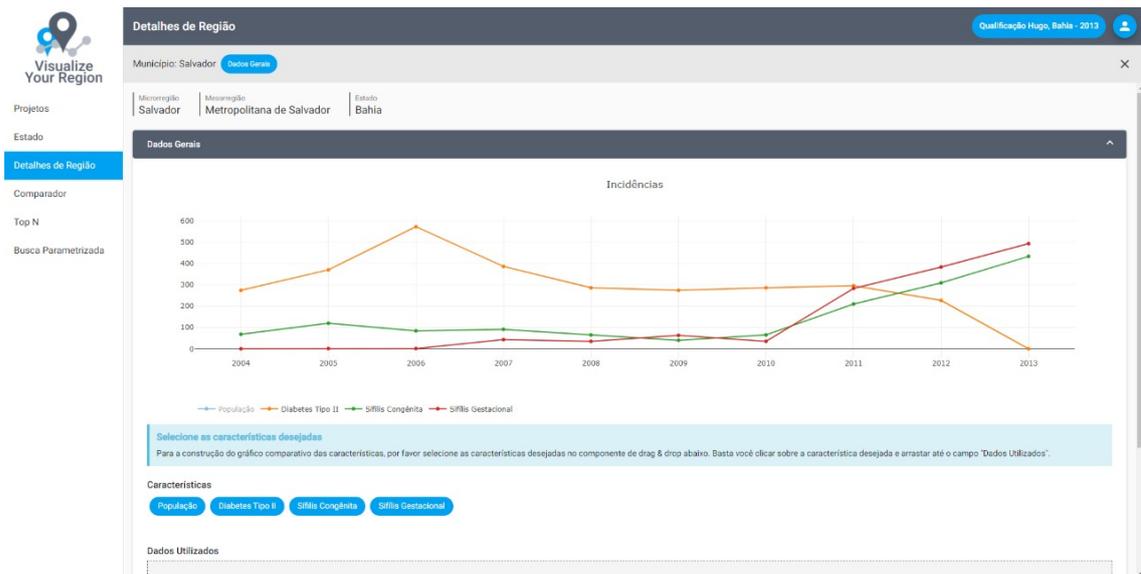
### 3.3.3.1 Nível Municipal

Ao observar a Figura 3.22 é possível verificar que logo no começo é apresentada a cadeia de regiões vinculadas ao município selecionado. Ou seja, destacam-se a microrregião, mesorregião e estado que contém aquele município. Além disso, existe um componente de *accordion* onde a primeira aba, em preto, com nome “Dados Gerais” contém informações sobre todos os atributos ao ser expandida e as demais contém informações específicas a um atributo. As visualizações existentes dentro desses componentes serão explicadas a seguir.



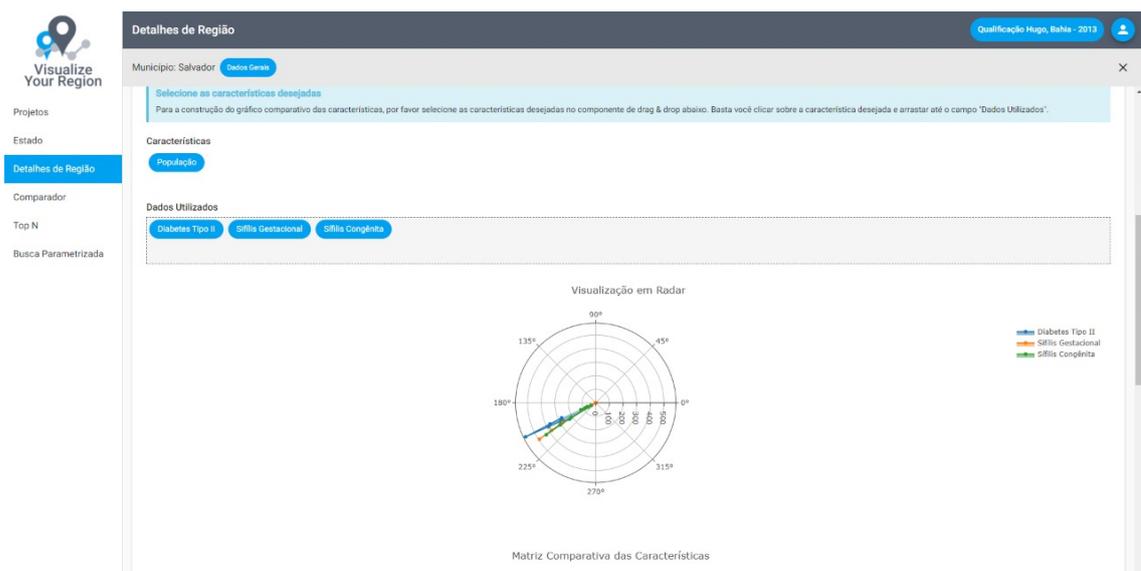
**Figura 3.22** Visão Geral do Detalhamento de um município. Fonte: VYR.

Ao abrir o primeiro elemento, que contém as informações gerais, é possível encontrar o gráfico de evolução da incidência dos atributos. Este gráfico apresenta como um ou mais atributos evoluíram ao longo da janela temporal estabelecida pelos períodos. Esta é exatamente a mesma representação visual existente na funcionalidade de Visualização Regional, apresentada na Figura 3.5. A forma com que esta visualização está disposta pode ser observada na Figura 3.23.



**Figura 3.23** Gráfico de Evolução das Incidências dos Atributos. Fonte: VYR.

Ainda no componente dos dados gerais, é possível observar na Figura 3.25 um componente de *Drag'n Drop* que pode ser utilizado para permitir ao usuário selecionar alguns atributos do conjunto de dados. Ao escolher estes atributos são construídas duas visualizações. A primeira delas é um *Polar Chart*, que pode auxiliar a compreender a distância entre as grandezas de um mesmo atributo ou os demais, conforme ilustra a Figura 3.24. A segunda destas representações visuais é chamada de *Scatterplot Matrix*, que é um tipo de visualização na qual cada atributo é comparado com todos os outros é que torna possível checar como característica se desenvolve em relação a outra, conforme apresenta a Figura 3.25.



**Figura 3.24** Polar Chart dos Atributos. Fonte: VYR.

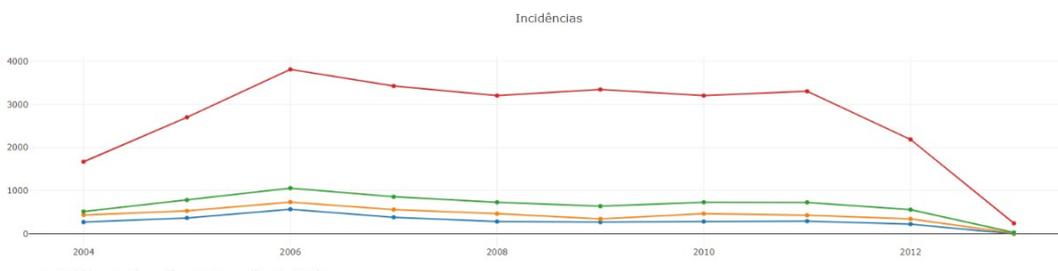


**Figura 3.25** Scatterplot Matrix dos Atributos. Fonte: VYR.

Além dos dados gerais, existem também visualizações relacionadas a dados específicos. É importante salientar que estas visualizações se replicam para cada um dos atributos numéricos do conjunto de dados.

Ao observar a Figura 3.26, é possível encontrar alguns dados numéricos. Estes dados são relacionados a média do atributo em questão em todos os períodos e níveis de região (no caso, o município e suas macrorregiões – microrregião, mesorregião e estado). No caso das macrorregiões, o valor do atributo é acumulado e dividido pelo número de municípios. Esse é um dado importante pois permite compreender se a média do município selecionado é maior do que a média das macrorregiões por municípios.

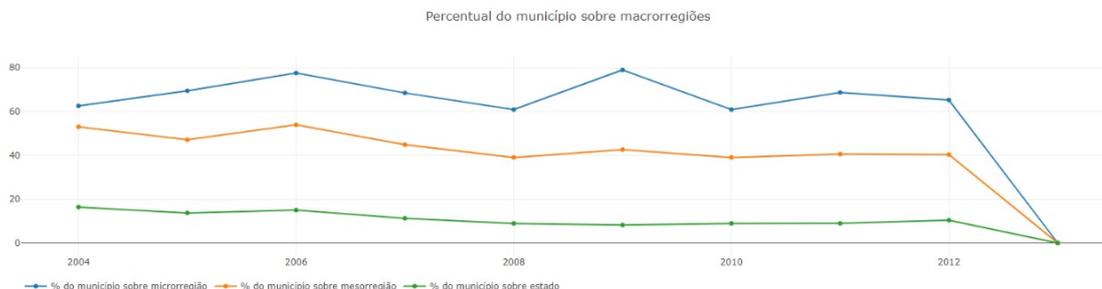
Além disso, ainda na Figura 3.26, existe também o gráfico de barras sobrepostas relacionado a incidência daquele atributo no município e em todas suas macrorregiões. Desta forma, é possível checar rapidamente o impacto daquele município sobre o total de toda sua hierarquia de regiões.



**Figura 3.26** Dados de Incidência em Atributos Específicos. Fonte: VYR.

Além dos dados de incidência, que dão valores absolutos, é possível checar também, conforme ilustrado na Figura 3.27, que existe um gráfico de dispersão simples que apre-

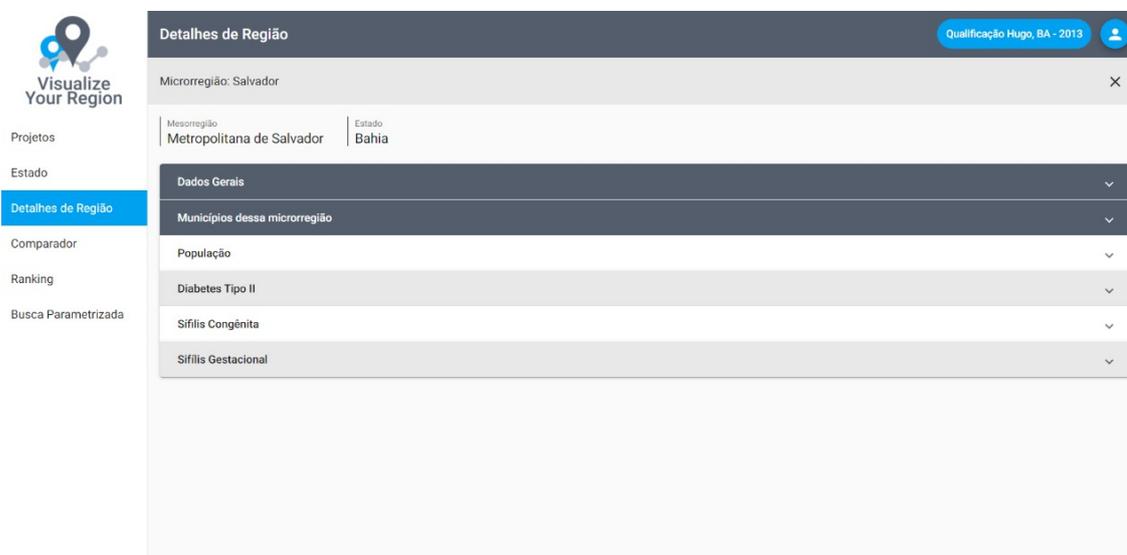
sentando o percentual que o município ocupa das suas macrorregiões ao longo dos períodos do conjunto de dados.



**Figura 3.27** Dados de Incidência em Atributos Específicos. Fonte: VYR.

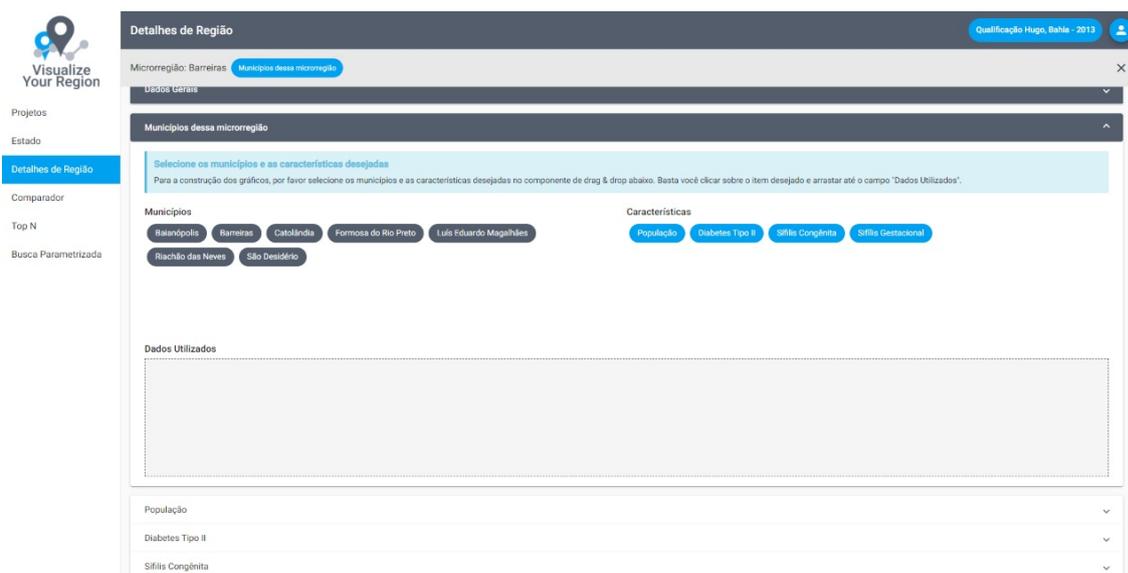
### 3.3.3.2 Nível de Microrregião

Ao acessar os detalhes a nível de microrregião é possível observar uma organização de tela bastante parecida. As funcionalidades dos menus da Dados Gerais e de Atributos continua exatamente a mesma, a nível de microrregião, é claro. Entretanto, é possível observar na Figura 3.28 que existe um novo item preto, chamado “Municípios dessa microrregião”, que será explicado a seguir.



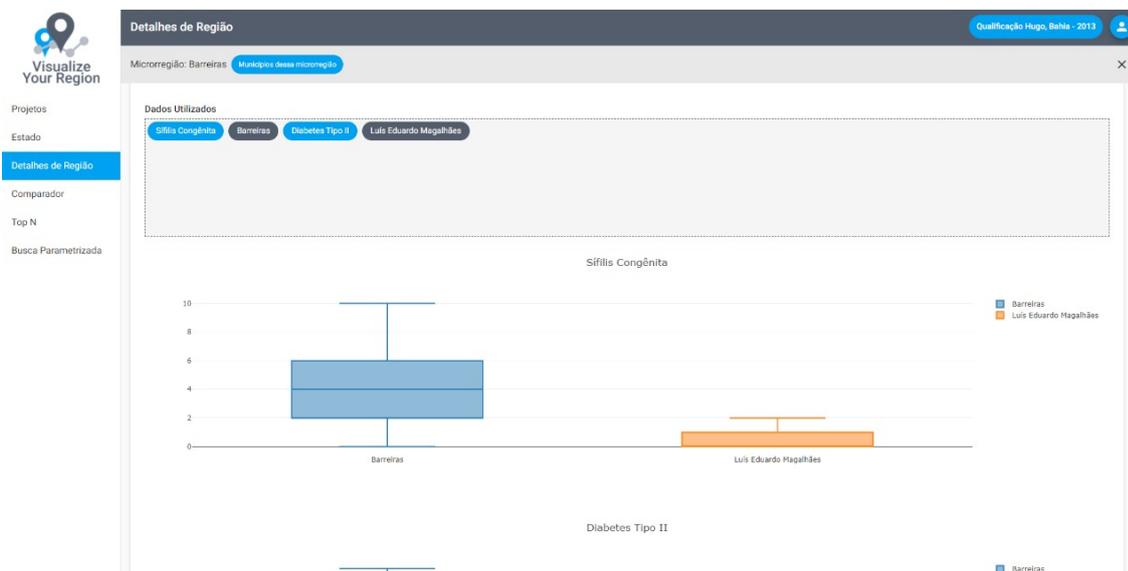
**Figura 3.28** Dados Gerais da Microrregião. Fonte: VYR.

Na Figura 3.29 é possível observar a existência de um componente *Drag'n Drop* composto que permite ao usuário selecionar municípios e características da visualização de dados.



**Figura 3.29** Municípios da Microrregião. Fonte: VYR.

Ao seleccionar alguns municípios e uma característica, conforme ilustra a Figura 3.30, é possível observar que foi gerado um diagrama de caixa (ou *boxplot*) que permite analisar e comparar visualmente os resultados de um determinado município em um período com os demais. Cada uma destas caixas, ao ser focada com o *mouse*, apresenta dados estatísticos como os quartis, mediana, valores mínimos e máximos e, caso haja, *outliers*<sup>6</sup>.

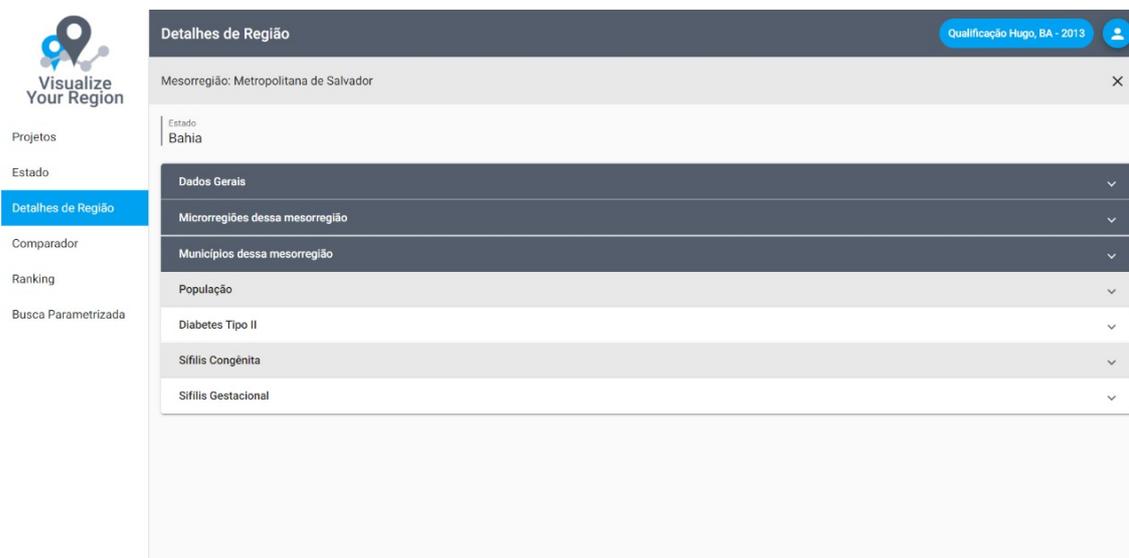


**Figura 3.30** Municípios da Microrregião Preenchidos. Fonte: VYR.

<sup>6</sup>Um *outlier* é um item da visualização de dados que diverge do padrão observado das demais.

### 3.3.3.3 Nível Mesorregional

A funcionalidade de detalhamento mesorregional acumula todas as funcionalidades das de menor nível (microrregião e município), aplicadas, obviamente, ao contexto da mesorregião em questão, conforme ilustra a Figura 3.31.



**Figura 3.31** Dados Gerais da Mesorregião. Fonte: VYR.

Assim como foi feito na funcionalidade de detalhes de microrregiões, representada na Figura 3.29, existem também dois componentes para comparar as microrregiões e municípios existentes dentro da mesorregião selecionada, conforme ilustra a Figura 3.32. Quando o usuário seleciona as características e localidades também são gerados diagramas de caixas, conforme foi mostrado anteriormente na Figura 3.30, sobre a página de microrregiões.

The image shows two screenshots of the VYR interface. The top screenshot is titled 'Municípios dessa mesorregião' and contains a selection area with instructions: 'Selecione os municípios e as características desejadas. Para a construção dos gráficos, por favor selecione os municípios e as características desejadas no componente de drag & drop abaixo. Basta você clicar sobre o item desejado e arrastar até o campo "Dados Utilizados".' Below this, there are two columns of buttons. The 'Municípios' column lists 20 municipalities: Abaré, Barra, Bom Jesus da Lapa, Buritirama, Campo Alegre de Lourdes, Carinhanha, Casa Nova, Chorrochó, Curaçá, Feira da Mata, Glória, Ibotirama, Itaguaçu da Bahia, Juazeiro, Macururé, Morpará, Muquém do São Francisco, Paratinga, Paulo Afonso, Pilão Arcado, Remanso, Rodelas, Serra do Ramalho, Sento Sé, Sítio do Mato, Sobradinho, and Xique-Xique. The 'Características' column lists four characteristics: População, Diabetes Tipo II, Sífilis Congênita, and Sífilis Gestacional. Below the buttons is a 'Dados Utilizados' field. The bottom screenshot is titled 'Microrregiões dessa mesorregião' and follows the same layout. It shows four microrregions: Juazeiro, Paulo Afonso, Barra, and Bom Jesus da Lapa, and the same four characteristics.

**Figura 3.32** Municípios e Microrregiões da Mesorregião. Fonte: VYR.

### 3.3.3.4 Nível Estadual

A funcionalidade de detalhamento estadual acumula todas as funcionalidades das de menor nível (mesorregião, microrregião e município), aplicadas ao contexto do estado em questão, conforme ilustra a Figura 3.33.

The image shows a screenshot of the VYR interface. On the left is a navigation menu with the logo 'Visualize Your Region' and options: Projetos, Estado, Detalhes de Região (highlighted), Comparador, Ranking, and Busca Parametrizada. The main content area is titled 'Detalhes de Região' and shows 'Qualificação Hugo, BA - 2013' and a user icon. Below this, it displays 'Estado: Bahia' with a close button. A list of data categories is shown, each with a dropdown arrow: Dados Gerais, Mesorregiões desse Estado, Microrregiões desse Estado, Municípios desse Estado, População, Diabetes Tipo II, Sífilis Congênita, and Sífilis Gestacional.

**Figura 3.33** Dados Gerais do Estado. Fonte: VYR.

Assim como foi feito nas funcionalidades anteriores, existem três componentes para permitir a comparação entre mesorregiões, microrregiões e municípios existentes dentro

do estado selecionado, conforme ilustra a Figura 3.34. Utiliza-se a mesma estratégia de diagramas de caixas que as demais visualizações para os outros níveis de granularidade espacial.



**Figura 3.34** Municípios, Microrregiões e Mesorregiões do Estado. Fonte: VYR.

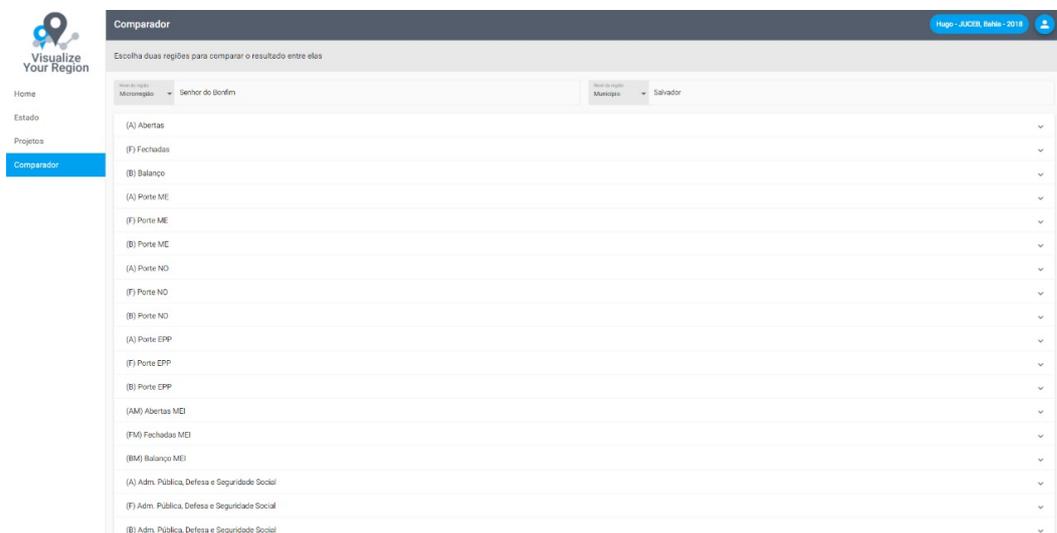
### 3.3.4 Comparação de Regiões

Outra funcionalidade bastante interessante da VYR é a de comparação de regiões, ilustrada na Figura 3.35. Nesta tela é possível comparar uma região de qualquer nível (município, microrregião, mesorregião) com outra também de qualquer nível. A partir dessa funcionalidade é possível analisar como os atributos estão relacionados em diferentes locais.



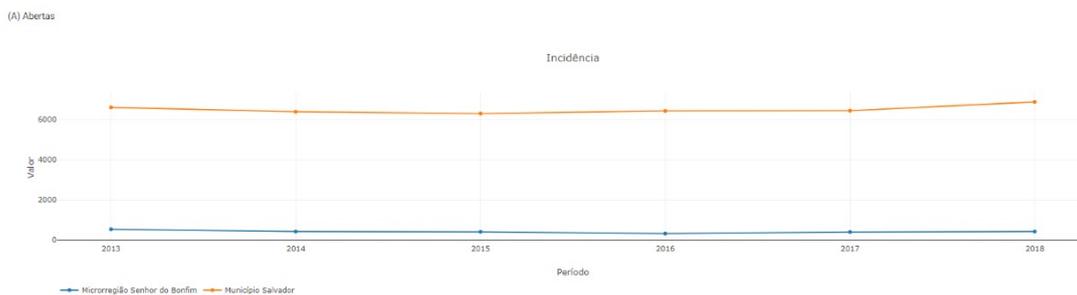
**Figura 3.35** Comparador de Regiões. Fonte: VYR.

Para fazer esta seleção, o usuário deve escolher o nível de região e, seguidamente, utilizar o componente para escrever o nome do município desejado. Na medida em que ele for preenchendo, será apresentado o nome do município. Após clicar para selecionar, será carregado o *accordion* com os dados de cada atributo conforme ilustra a Figura 3.36.



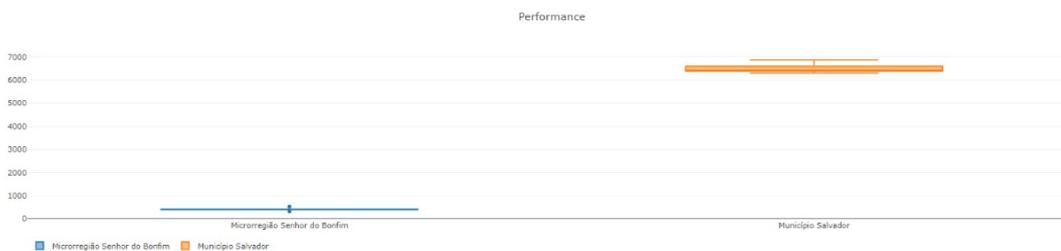
**Figura 3.36** Comparador de Regiões Carregado. Fonte: VYR.

Ao abrir os itens de cada atributo, o usuário poderá observar dois gráficos. O primeiro deles, ilustrado na Figura 3.37, apresenta os valores obtidos por cada região selecionada para aquela característica específica ao longo de todos os períodos. Assim, o usuário pode observar se houve variação ao longo do tempo e como ela se comportou.



**Figura 3.37** Gráfico de Incidência na Comparação de Regiões. Fonte: VYR.

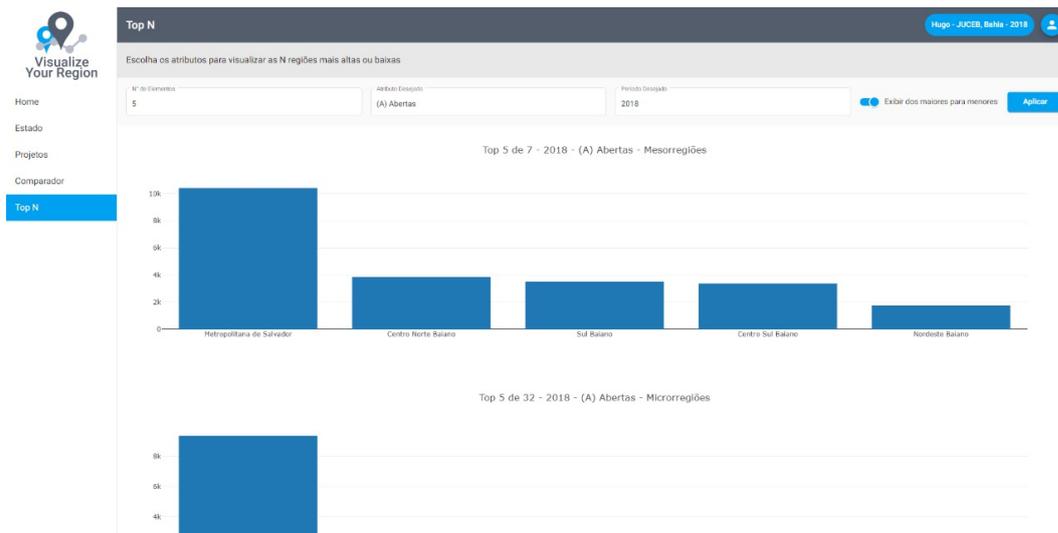
Já a segunda visualização, apresentada na Figura 3.38, contém dados do desenvolvimento das regiões selecionadas em relação a todo período utilizando um diagrama de caixas. Portanto, assim como foi visto nas páginas de detalhamento regional, o usuário tem acesso aos quartis, mediana, valores mínimos e máximos bem como de possíveis *outliers* também. Convém ressaltar que quando a amplitude entre os valores é muito grande o gráfico pode ficar ligeiramente achatado, no caso deste diagrama.



**Figura 3.38** Gráfico de Performance na Comparação de Regiões. Fonte: VYR.

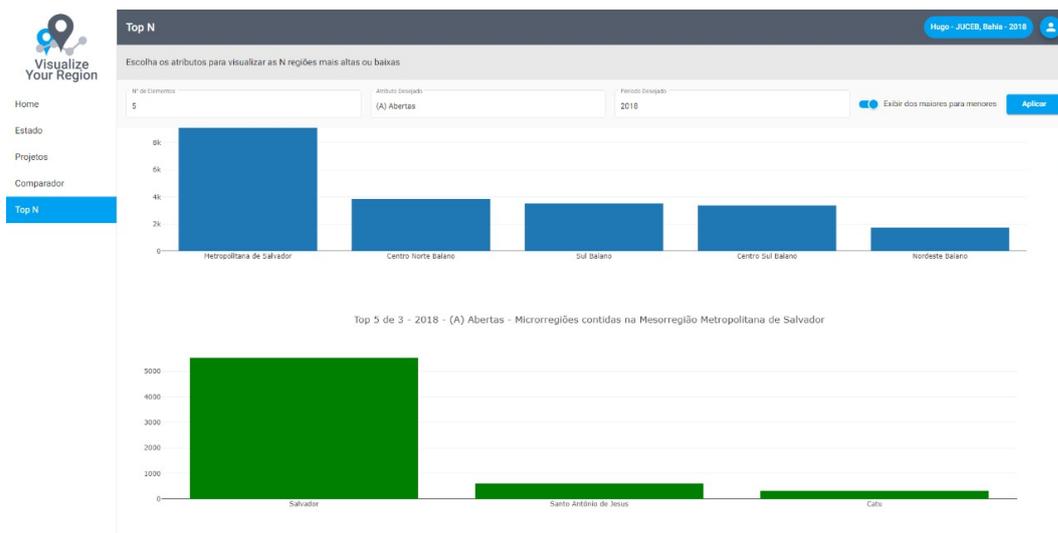
### 3.3.5 Ranking

Nesta funcionalidade o usuário pode visualizar as Top N regiões em relação a um determinado atributo. Para tal, ele poderá determinar a quantidade (5 por padrão), o atributo desejado, o período e a ordem (crescente, por padrão, ou decrescente), conforme ilustra a Figura 3.39.



**Figura 3.39** Tela de Ranking. Fonte: VYR.

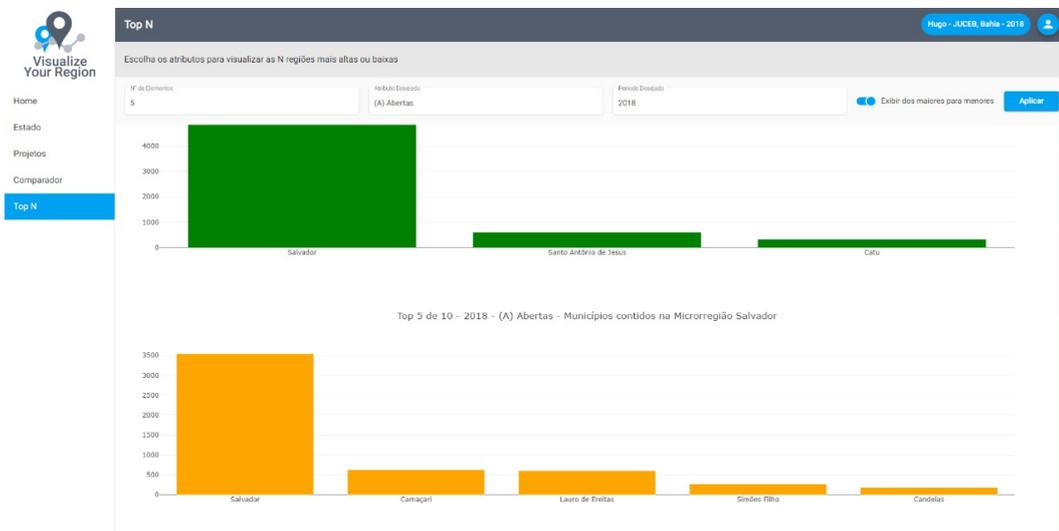
Ao clicar em uma região, como a mesorregião de Salvador, por exemplo, as demais visualizações gerais serão ocultadas. A partir daí, é apresentado logo abaixo uma visualização com o *ranking* de microrregiões dentro da mesorregião clicada. Vale ressaltar que caso a quantidade de elementos seja maior do que a de regiões disponíveis, todas regiões serão apresentadas e ordenadas de acordo com o campo que define a ordem (crescente ou decrescente). Caso o usuário queira voltar a visualização anterior, existe um botão “Voltar” logo acima do gráfico principal, que, ao ser clicado, fará com que a tela volte a apresentar apenas *rankings* gerais, sem levar em consideração uma macrorregião específica.



**Figura 3.40** Tela de *Ranking* - Subníveis de Mesorregião. Fonte: VYR.

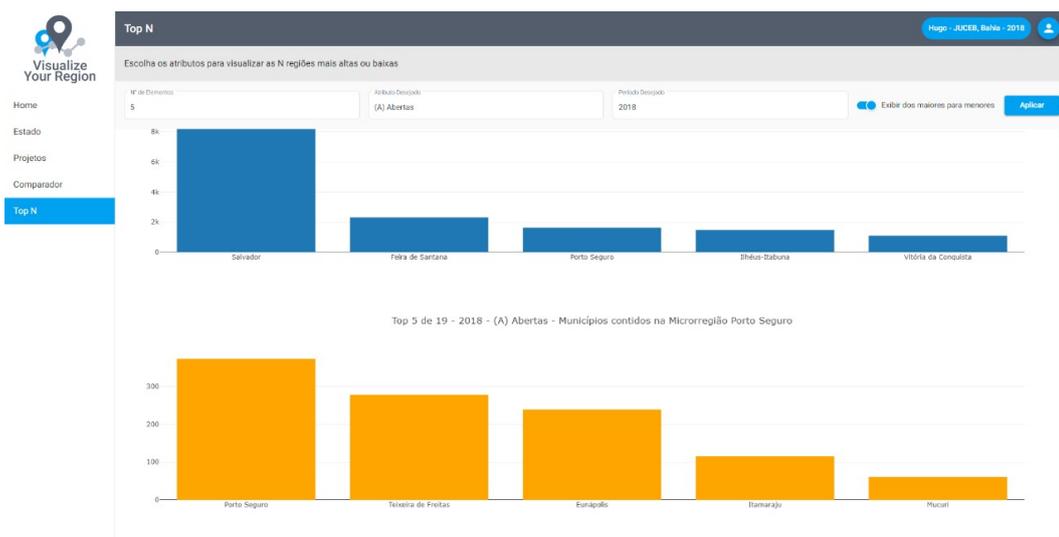
Da mesma forma que o usuário pode clicar em uma mesorregião para visualizar o

*ranking* microrregiões contidas naquela mesorregião selecionada, o mesmo também acontece com o gráfico de microrregiões. Ou seja, caso uma microrregião seja selecionada, o *ranking* de municípios será apresentado abaixo.



**Figura 3.41** Tela de *Ranking* - Subníveis de Microrregião de Mesorregião. Fonte: VYR.

Assim como existe essa interação para a visualização com nível de mesorregião geral, este tipo de comportamento também é encontrado para a visualização com nível geral de Microrregião. Ou seja, ao selecionar uma microrregião é apresentado o *ranking* de municípios contidos naquela macrorregião, conforme ilustra a Figura 3.42. Assim como na outra, existe um botão “Voltar” que irá rerepresentar os *rankings* gerais de mesorregiões, microrregiões e municípios dentro de toda amostragem levando em consideração o atributo e período selecionados.



**Figura 3.42** Tela de *Ranking* - Subníveis de Microrregião. Fonte: VYR.

### 3.3.6 Detalhes de Região

Na página de detalhamento de regiões é possível que o usuário selecione uma granularidade espacial e logo em seguida uma região, conforme ilustra a Figura 3.43. A partir daí, o usuário poderá ver mais detalhes daquela região da mesma forma que ele vê quando vem a partir da funcionalidade de visualização regional.

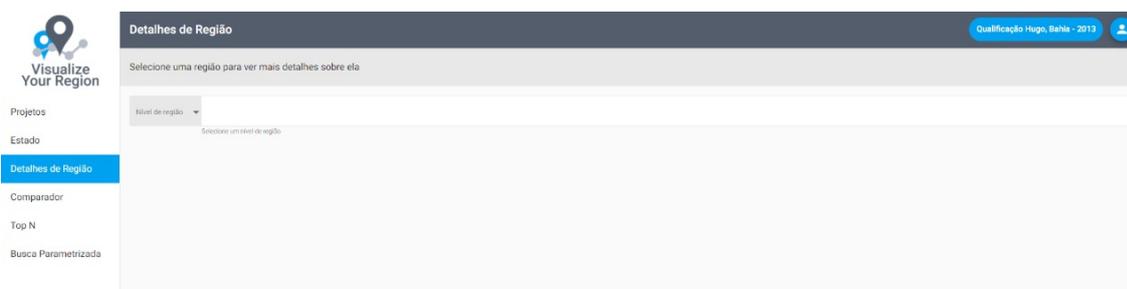


Figura 3.43 Tela de detalhes de região. Fonte: VYR.

### 3.3.7 Busca Parametrizada

A página de Busca Parametrizada permite ao usuário definir diversos filtros e, a partir daí, visualizar todas as regiões que se encaixam em todos os parâmetros definidos, independente de granularidade espacial.

O modal de seleção de parâmetros, ilustrado na Figura 3.44, permite ao usuário selecionar um dos atributos do conjunto de dados, uma operação, um valor de referência e os períodos que devem ser verificados.

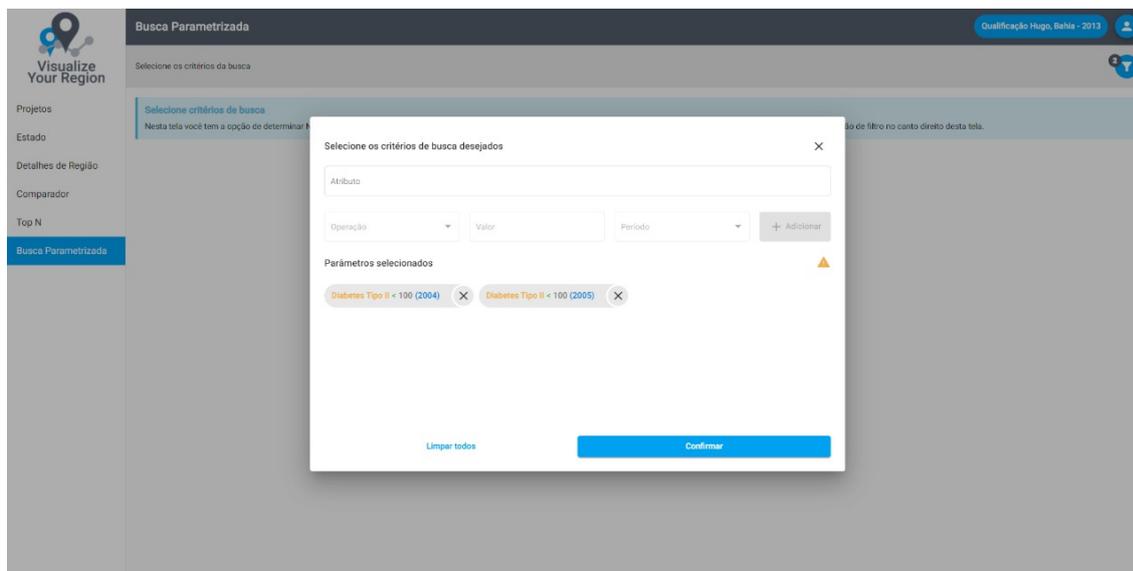


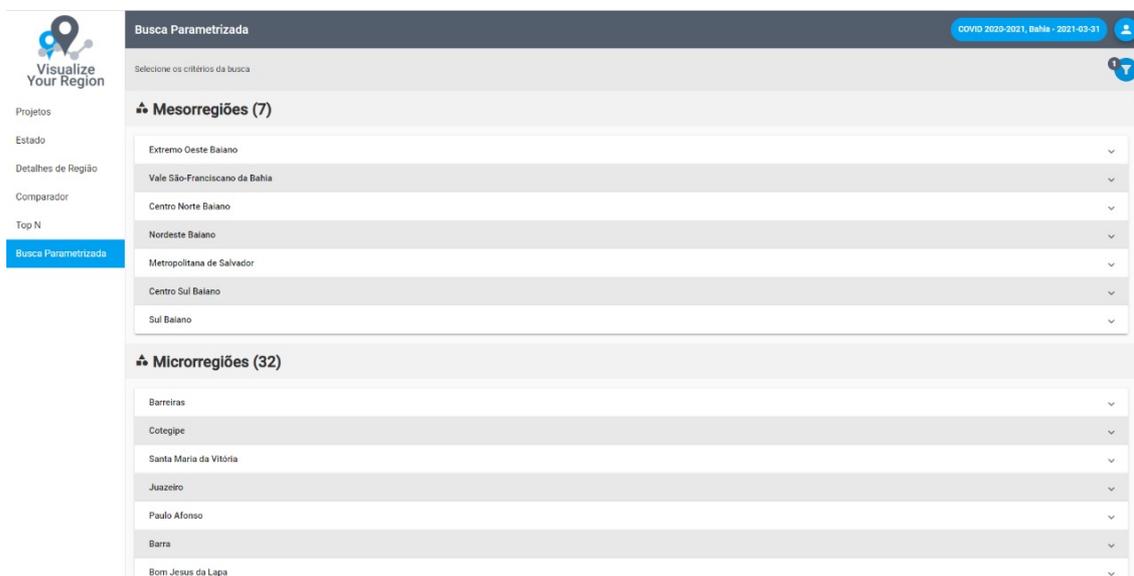
Figura 3.44 Seleção de Parâmetros. Fonte: VYR.

Os valores de operação podem variar a depender do atributo ser numérico ou categórico, conforme apresenta a Tabela 3.1

Numérico	Categórico
Igual	Igual
Diferente	Diferente
Menor que	Contém
Menor ou igual a	Não Contém
Maior que	
Maior ou igual a	

**Tabela 3.1** Operações baseadas nos Tipos do Atributo.

Após aplicar estes filtros (que podem ser editados, se necessário) o usuário verá em tela apenas os elementos que combinem com todos os parâmetros definidos, conforme ilustra a Figura 3.45.



**Figura 3.45** Resultados da Busca Parametrizada. Fonte: VYR.

O resultado da busca parametrizada pode ser expandido para mais detalhes. Nestes detalhes o usuário poderá visualizar os atributos em abas para cada um dos períodos (selecionados no parâmetro ou não), de forma que ele possa fazer uma comparação entre estes períodos, conforme apresenta a Figura 3.46.



**Figura 3.46** Detalhes dos Resultados da Busca Parametrizada. Fonte: VYR.

### 3.4 DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO

Atualmente, a VYR possui dois módulos: a *Engine API* e a *User Interface* (UI). Ambos módulos são semi-desacoplados, haja vista que existe apenas uma dependência forte entre ambos, que é a criação de novos conjuntos de visualizações de dados. Fora isso, os dois são completamente independentes. Entretanto, por conta dessa facilitação disponibilizadas pela *Engine API*, sugere-se utilizar ambos módulos em conjunto caso não tenha sido desenvolvida uma outra alternativa.

#### 3.4.1 Engine API

A *Engine API* é uma parte importante da VYR pois, através dela, a criação e gestão de projetos é realizada. Essas funcionalidades estão disponibilizadas através de uma API *RESTful* cujos *endpoints* são apresentados na Tabela 3.2.

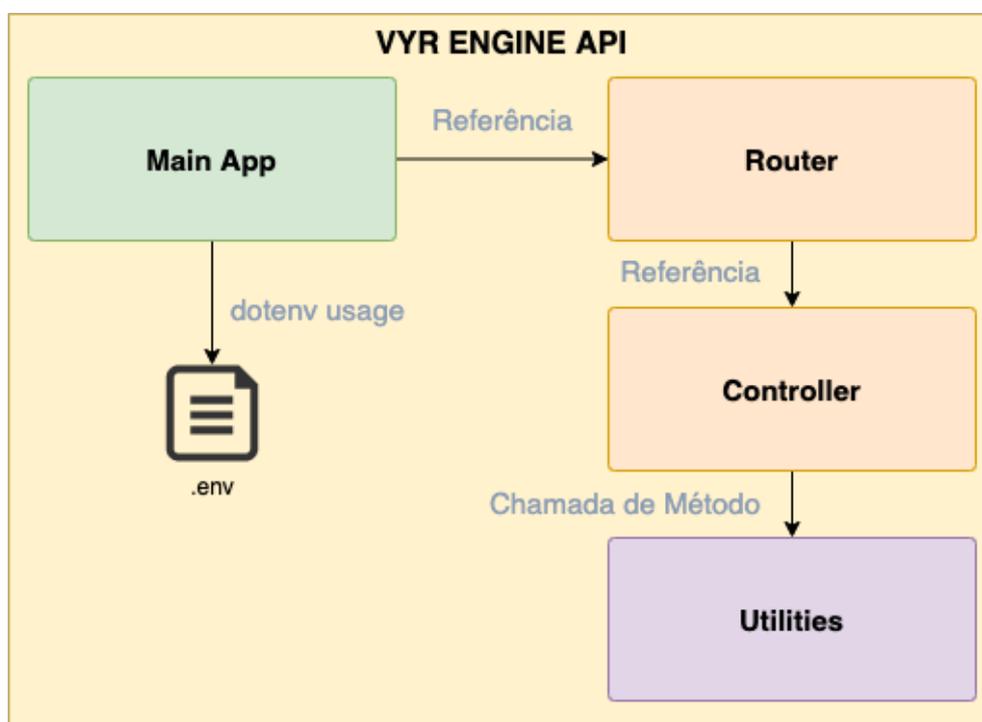
<b>Endpoint</b>	<b>Verbo HTTP</b>	<b>Função</b>
/engine	POST	Cria um novo Projeto
/engine/projects	GET	Obtém a lista de Projetos
/engine/projects/:slug	DELETE	Deleta um Projeto baseado em seu slug

**Tabela 3.2** Endpoints da Engine API.

### 3.4.1.1 Arquitetura

Para o desenvolvimento da *Engine API* foi utilizado um *boilerplate*<sup>7</sup> de projeto que já contém diversas funcionalidades importantes para gestão de APIs, configuração desacoplada entre outros. O projeto no qual a *Engine API* é baseado está disponível no Github sob o nome “basic-node-api” (DEIRÓ, 2020b).

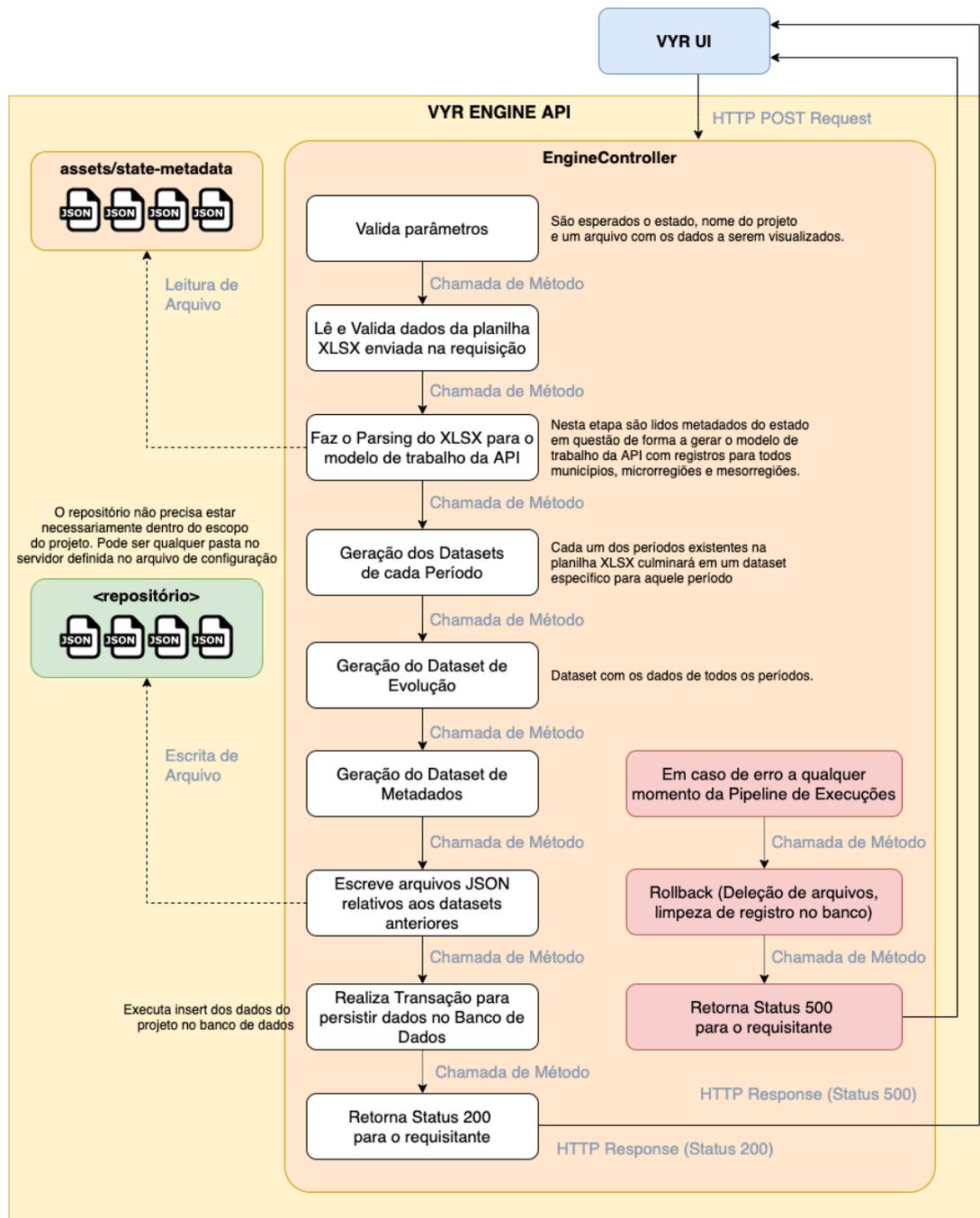
Tendo em vista que o *boilerplate* já disponibiliza uma estrutura padrão para a API, não foi necessário realizar mudanças. Ou seja, foi necessário apenas criar os *endpoints* apresentados na Tabela 3.2 e alguns utilitários que auxiliavam na execução de tarefas dentro dos *controllers* destes *endpoints*.



**Figura 3.47** Arquitetura geral da VYR API. Fonte: Autor.

Conforme ilustra a Figura 3.47, a estrutura básica da API consiste de um módulo principal que realiza a leitura das variáveis de ambiente existentes no arquivo “.env”. A partir disso, são inicializados os *routers* que, ao serem invocados, irão executar um método referenciado nos *controllers*. Na VYR Engine API existem três *endpoints* que serão explicados a seguir.

<sup>7</sup>Código reutilizável que pode ser aplicado em diferentes projetos com poucas alterações.

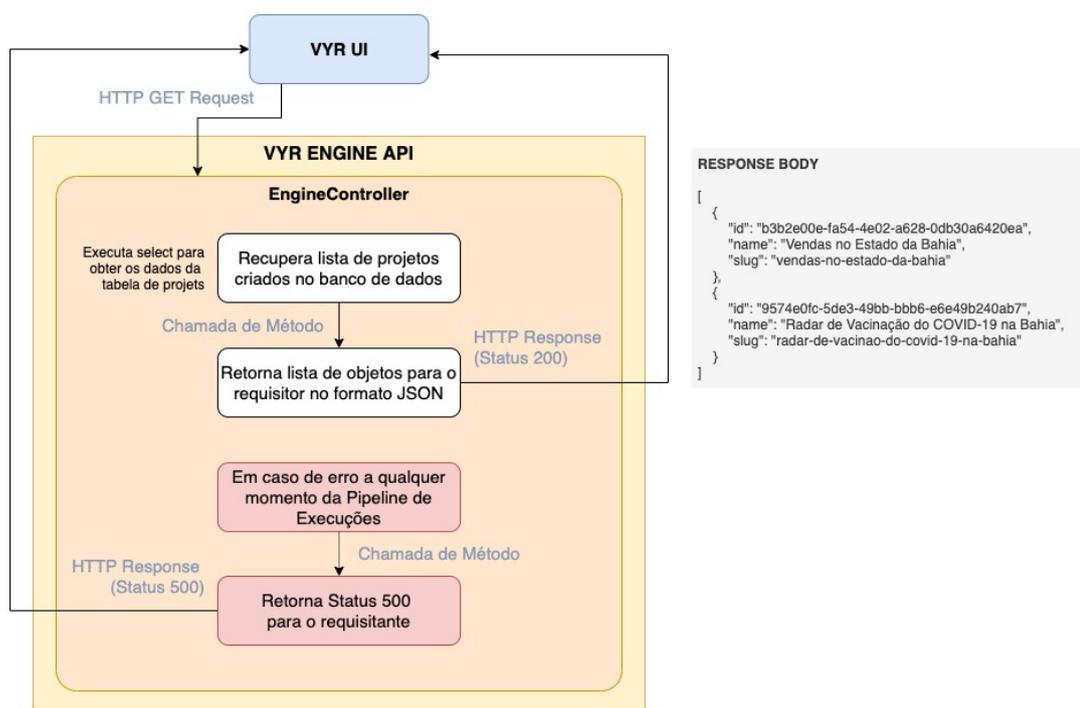


**Figura 3.48** Fluxo de Execução da Criação de Projetos. Fonte: Autor.

Na Figura 3.48 é apresentado o Fluxo de Execução para criação de projetos na VYR. Este processo se inicia com uma requisição HTTP do tipo POST que deve conter como parâmetros: o nome do projeto, a sigla do estado ao qual os dados se referem (por exemplo, “BA” para o Estado da Bahia) e a planilha XLSX com os dados preenchidos pelo usuário seguindo o modelo definido pela ferramenta.

Uma vez que a requisição é recebida no *EngineController*, será executada uma *pipeline* de atividades necessárias para a criação do projeto. Na primeira etapa de execução, é realizada a validação dos parâmetros. Uma vez que sejam válidos, os dados da planilha são lidos para que possam, a seguir, serem redefinidos para o modelo de trabalho da API. Durante esse processo alguns metadados relacionados ao estado em questão são utilizados.

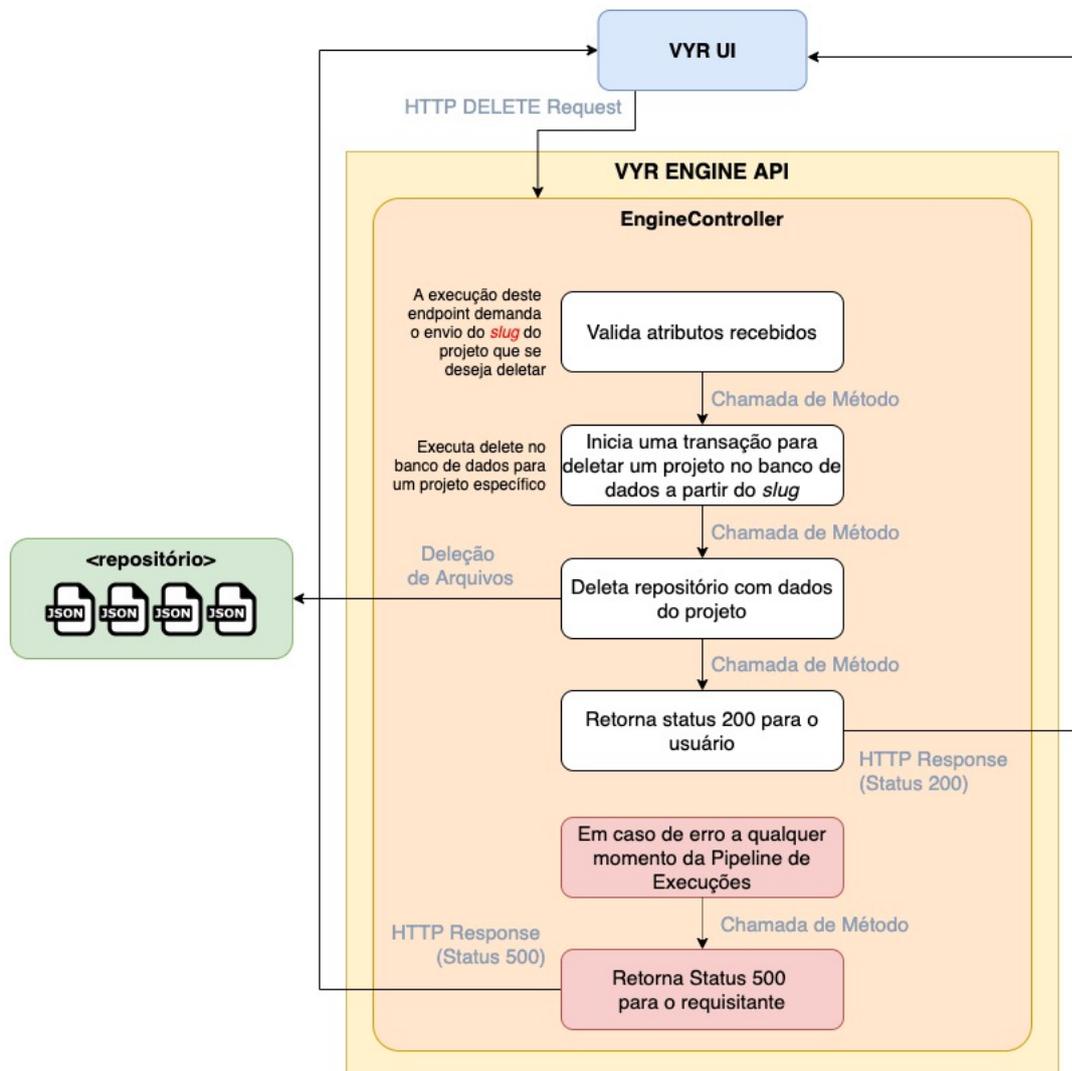
Na primeira etapa de execução é realizada a validação dos parâmetros. Uma vez que sejam válidos, os dados da planilha são lidos e convertidos para o modelo de trabalho da API. São utilizados metadados estaduais para trazer dados do estado (como as mesorregiões, microrregiões e municípios). De posse deste modelo de trabalho, são gerados os *datasets* para cada período, evolutivos (de todos períodos) e também o de metadados. Uma vez que esses *datasets* são gerados, serão escritos arquivos JSON no repositório relacionado aquele projeto. Por fim, é realizada uma transação para persistir os dados do projeto (nome e slug, sendo esse último gerado a partir do nome do projeto). Em caso de sucesso, é retornada uma *HTTP Response* com status 200 para o requisitor. Caso haja algum erro em qualquer momento dessa *pipeline* todo processo realizado até então é desfeito e será retornada uma *HTTP Response* com status 500 para o usuário, que indica que houve um erro durante a criação do projeto.



**Figura 3.49** Fluxo de Execução da Listagem de Projetos. Fonte: Autor.

Na Figura 3.49, é apresentado o processo de listagem de projetos. Para tal, é realizada uma requisição HTTP do tipo GET direcionada para a *EngineController*, de forma que a API irá acessar o banco de dados, obter a lista de projetos e retornar para o requisitor

no formato JSON. Em caso de erro, será retornada uma resposta com o status 500, referenciando um erro.



**Figura 3.50** Fluxo de Execução da Deleção de Projetos. Fonte: Autor.

A Figura 3.9 ilustra o processo de deleção de um projeto. Para tal, a API deverá receber uma requisição HTTP do tipo Delete contendo em sua URL de requisição o *slug* de um projeto. A partir daí, é executado a deleção no banco de dados e, logo em seguida, o repositório relacionado aquele projeto. Em caso de erro, retorna uma mensagem de erro para o usuário com o status 500.

### 3.4.1.2 Tecnologias Utilizadas

Dentre o conjunto de tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da API, considerando, inclusive, o projeto *boilerplate*, encontram-se as seguintes bibliotecas e *frameworks*:

- **Node.js**: Também chamado de Node, este *software open-source* utiliza o motor de interpretação de JavaScript V8 para viabilizar a execução de JavaScript em ambiente de servidor, podendo, inclusive, viabilizar a utilização do node para desenvolver aplicações de *back-end*;
- **Express**: Framework *open-source* utilizado para facilitar o desenvolvimento de APIs utilizando o ambiente Node (EXPRESS, 2020c);
- **TypeScript**: *Superset* da linguagem JavaScript que contém uma série de recursos que ainda não estão nativamente implementados como definição de tipos, por exemplo. Todo código Typescript é transpilado para o JavaScript, que poderá, neste caso, ser interpretado no ambiente do Node. O Typescript foi criado originalmente pela Microsoft e hoje é mantido pela comunidade de *Software Livre* (MICROSOFT, 2020b);
- **Log4js**: Biblioteca de escrita e gestão de *logging* (LOG4JS, 2020);
- **dotenv**: Biblioteca que permite o carregamento de configurações desacoplado através de variáveis de ambiente criadas no momento de carregamento do projeto Node (MOTTE, 2020);
- **CORS**: Biblioteca utilizada para facilitar o tratamento de problemas de *Cross-Origin Resource Sharing* (CORS) com os *endpoints* do projeto (EXPRESS, 2020b);
- **Helmet**: Biblioteca utilizada para facilitar a inclusão e gestão de recursos de segurança (HELMET.JS, 2020);
- **bodyParser**: Biblioteca utilizada para facilitar a obtenção de dados oriundos de requisições (EXPRESS, 2020a);
- **Jest**: Biblioteca de testes unitários criada inicialmente pelo Facebook e mantida como software livre (FACEBOOK, 2020).

### 3.4.2 VYR UI

O projeto VYR UI contém todos os mecanismos de interação com o usuário e é através dele que as visualizações de dados são geradas. O projeto foi desenvolvido utilizando a versão mais recente do *framework* para desenvolvimento web Angular que, em julho de 2021, está na versão 12. Além disso, também foi utilizado o Material Angular como biblioteca de componentes baseados no Material Design da Google.

Assim como foi realizado no caso da *Engine API*, o projeto VYR UI também foi desenvolvido baseado em um *boilerplate* de projeto que já traz consigo diversas funcionalidades importantes para aplicações desenvolvidas na Web. Este projeto *boilerplate* está disponível no Github sob o nome “angular-base” (DEIRÓ, 2020a).

### 3.4.2.1 Arquitetura

O funcionamento da VYR UI é baseado em arquivos de configuração<sup>8</sup> e referência que definem o comportamento da aplicação bem como definem algumas de suas funcionalidades. Ao observar a Figura 3.53 é possível observar a estrutura de organização dos arquivos que serão descritos a seguir:

- **settings.json**: Arquivo de configuração que define em tempo de inicialização da aplicação quais são os atributos de customização, comportamento e funcionalidade da aplicação. Através deste arquivo é possível definir desde aspectos de tema – como cores principais da aplicação e de algumas visualizações – até configurações de linguagem, estados suportados, entre outros;
- **payloads/{mesoregions, microregions & municipalities}-of-<state>.json**: Estes são arquivos de referência baseados nos resultados da API de localidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é disponível para uso público (IBGE, 2020). Apesar do nome auto-explicativo, estes arquivos definem atributos essenciais para o mapeamento da VYR no que tange a mesorregiões, microrregiões e municípios de um determinado estado.

A marcação “<state>” é substituída pela sigla do estado em questão. Ou sejam o nome efetivo dos arquivos varia de acordo com o estado, podendo ser algo como “mesoregions-of-ba.json” ou “municipalities-of-se.json”, para mesorregiões e municípios dos Estados da Bahia e Sergipe, respectivamente.

A existência destes arquivos é definida por três razões principais, sendo elas: 1) Ter um modelo JSON otimizado para a VYR; 2) Evitar quaisquer instabilidades que possam existir na API do IBGE, removendo assim essa dependência; 3) Não são dados que mudam com frequência, ou seja, quando houver alguma redefinição na estrutura de municípios basta atualizar estes arquivos;

- **img/svg/states/br-<state>.svg**: Arquivo de configuração que representa o mapa de um Estado. Cada um destes mapas contém os diferentes níveis de região (mesorregião, microrregião e municípios) sobrepostos, conforme foi mostrado anteriormente na Figura 3.5 para o estado da Bahia. Este mapa possui mecanismos de interação que foram explicados anteriormente na subseção em que as páginas da VYR são apresentadas.
- **i18n/{pt-br.json, en-us.json}**: Arquivos de referência que definem um dicionário de strings que é utilizado para realizar a troca de linguagem na aplicação em tempo de execução. Estes arquivos são definidos como estruturas JSON nas quais os valores das chaves (com exceção daquelas que definem subestruturas) são traduzidos, conforme representado nas Figuras 3.51 e 3.52.

---

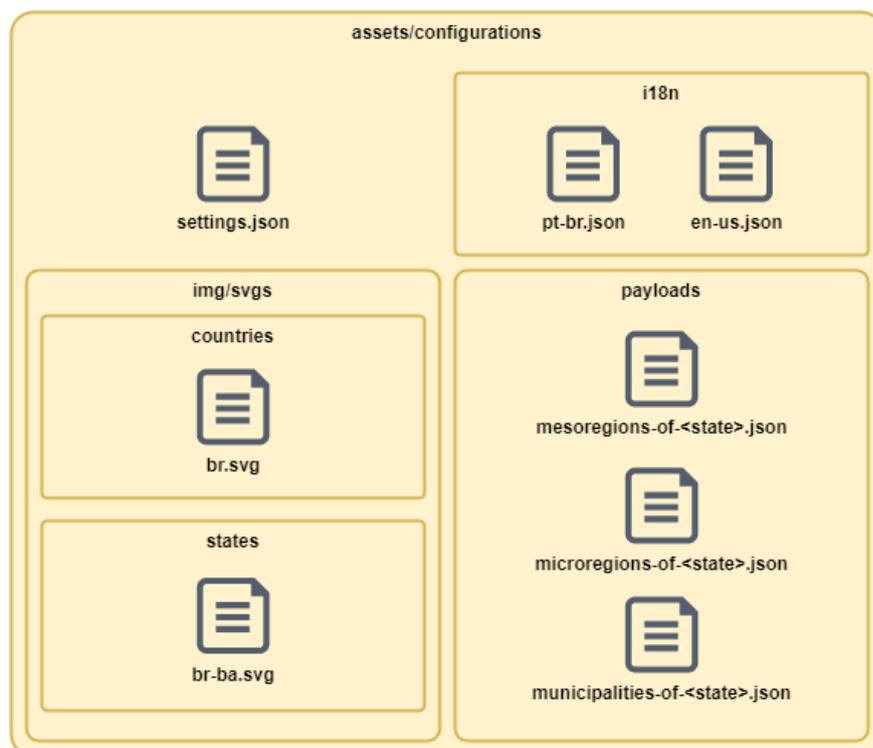
<sup>8</sup>Estes arquivos de configuração são parte da VYR UI. Ou seja, estão disponíveis para leitura no mesmo servidor web que o restante da VYR UI.

```
1 {  
2   "header": "Exemplo"  
3   "user" : {  
4     "name": "Nome",  
5     "age": "Idade"  
6   }  
7 }
```

**Figura 3.51** Exemplo de dicionário em pt-br. Fonte: Autor.

```
1 {  
2   "header": "Example"  
3   "user" : {  
4     "name": "Name",  
5     "age": "Age"  
6   }  
7 }
```

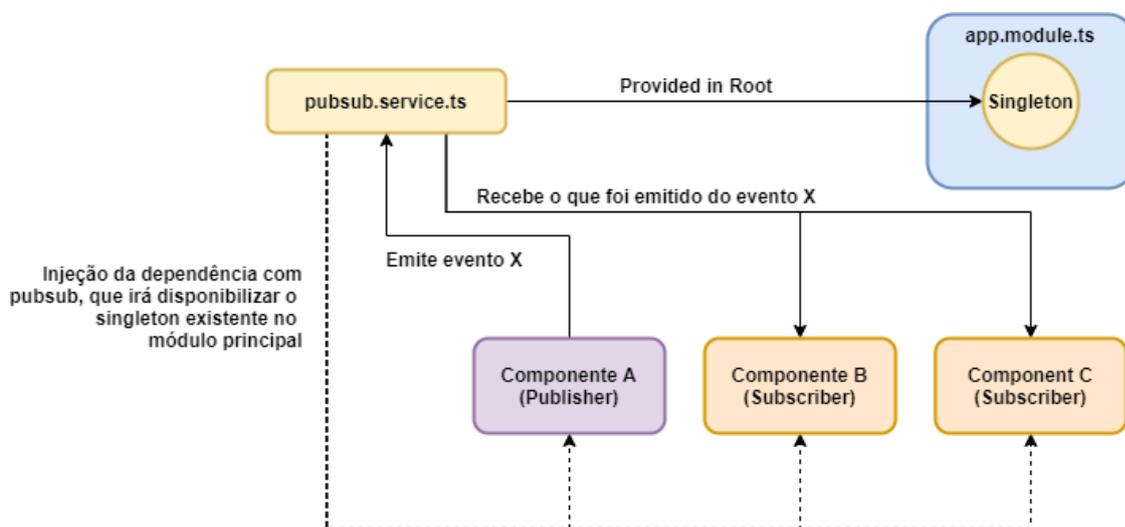
**Figura 3.52** Exemplo de dicionário em en-us. Fonte: Autor.



**Figura 3.53** Estrutura de Configuração da VYR UI. Fonte: Autor.

Um outro aspecto importante das funcionalidades da VYR UI é a forma com que os componentes se comunicam. Além das diretivas de *Input* e *Output*, tradicionais do Angular para realizar a comunicação entre diretivas ou componentes pais ou filhos (ANGULAR, 2020b), também foram utilizados alguns recursos da linguagem e da biblioteca rxjs (embutida no Angular) para criar um mecanismo de comunicação baseado em eventos, que facilita a comunicação entre componentes de quaisquer níveis.

Este mecanismo consiste de um serviço chamado “PubSubService” que é disponibilizado no módulo principal da aplicação como um *Singleton*<sup>9</sup> (ANGULAR, 2020c) que pode ser injetado em outros componentes através do construtor. Este serviço utiliza o padrão de projeto *Publish/Subscribe*<sup>10</sup> para facilitar a comunicação entre eles, conforme ilustra a Figura 3.54.



**Figura 3.54** Estrutura de Interação do PubSubService. Fonte: Autor.

A Figura 3.55 representa a arquitetura geral da VYR UI. O fluxo de execução se inicia no bloco inicial *Main*, que irá obter o arquivo de configurações básicas da aplicação. A partir daí, o *bootstrapper* da aplicação Angular é executado de forma a iniciar o funcionamento do o módulo principal (*AppModule*). Através deste módulo são carregadas outras dependências como as rotas da aplicação (*AppRouter*) e o dicionário de strings que define a linguagem que será apresentada para o usuário.

No *AppRouter* as rotas dos componentes de página são carregadas utilizando uma estratégia de *lazy-load*<sup>11</sup> por questões de desempenho. Estes módulos, quando são carregados, expõem os componentes que representam as páginas existentes atualmente na

<sup>9</sup>Padrão de projeto que garante a existência de uma única instância de uma classe dentro de um *software*.

<sup>10</sup>Padrão de projeto que permite determinar um conjunto de ouvintes (*subscribers*) que ficarão aguardando um estímulo (evento) enviado por um emissor (*publisher*). A partir daí, cada um destes ouvintes poderá executar diferentes atividades com o que tiver recebido pelo *publisher*.

<sup>11</sup>Carregamento por demanda.

VYR e suas dependências. Cada uma destas páginas, por sua vez, importam o *EngineService* que pode ser utilizado para realizar o processo de comunicação com a VYR Engine API ou obter os dados de um projeto selecionado pelo usuário.

Parte da comunicação entre componentes do projeto acontece orientada a eventos. Para tal, utiliza-se o *PubSubService*. Este serviço pode ser usado para publicar ou consumir eventos das mais diversas finalidades. Um exemplo de evento submetido/subscrito é quando há uma mudança no projeto, período ou estado (UF) global da aplicação. Nestes casos, é emitido um evento através de um *BehaviorSubject*, do *rxjs*, que irá atualizar todas entidades subscritas ao evento em questão e manter o estado salvo. Também pode ser utilizado um *Subject*, que tem o mesmo efeito, porém *stateless*<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup>Não mantém estado dos eventos emitidos.

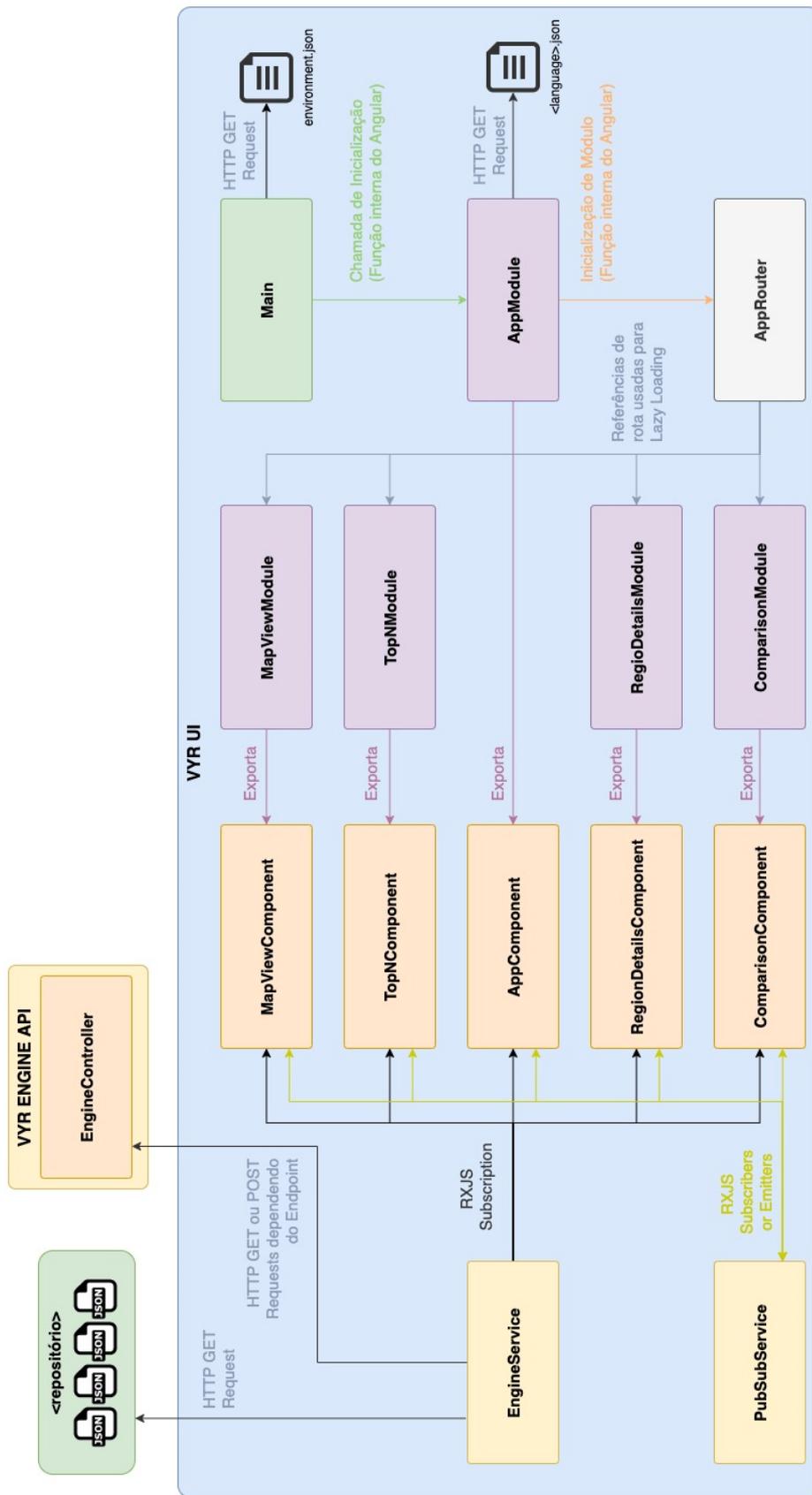


Figura 3.55 Visão Geral da VYR UI. Fonte: Autor.

Ademais, são seguidos os padrões e recomendações presentes na documentação do Angular e sugeridos pela comunidade de desenvolvedores. Em termos arquiteturais, a VYR UI não diverge muito de outras aplicações Angular, tendo os mecanismos básicos como rotas, *lazy-loading* de componentes, entre outros utilitários padrão.

### 3.4.2.2 Tecnologias Utilizadas

Dentre o conjunto de tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da API, considerando, inclusive, o projeto *boilerplate*, encontram-se as seguintes bibliotecas e *frameworks*:

- **Angular:** Criado originalmente pela Google e atualmente mantido pela comunidade de software livre, o Angular é um *framework open-source* para desenvolvimento de aplicações baseadas em componentes para Web. Esta tecnologia utiliza a estratégia de *Single Page Application* (SPA), o que implica na existência efetiva de uma única página cujo conteúdo é roteado para dentro dela em diferentes momentos, passando a sensação de uma navegação tradicional, porém trazendo vantagens em termos de renderização e performance (ANGULAR, 2020a);

O Angular foi escolhido por se tratar de um *framework* robusto, com diversas funcionalidades e que já é, também, uma ferramenta bastante conhecida pelo autor deste trabalho;

- **TypeScript:** Já apresentado na subseção de tecnologias utilizadas da *Engine API*, o Typescript é a linguagem padrão utilizada no desenvolvimento com o *framework* Angular. Ou seja, é um pré-requisito;
- **Node.js:** Também já apresentado na subseção de tecnologias utilizadas da *Engine API*, o Node é utilizado para execução de tarefas e download de dependências pelo Angular. Ou seja, é um pré-requisito;
- **SnapSVG e SnapSVG Toolkit:** Biblioteca e extensão que auxiliam na interação com imagens SVG (SNAPSVG, 2020);
- **Plotly:** Biblioteca *open-source* que otimiza a criação de gráficos interativos (PLOTLY, 2020). Apesar de existirem diversas outras opções, conforme apresentado na revisão bibliográfica, o Plotly foi selecionado por conta da sua grande flexibilidade, quantidade de visualizações, facilidade de uso, documentação e mecanismos de interação com o usuário.

## 3.5 VYR X OUTRAS FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO

Conforme apresentado anteriormente no capítulo de Revisão Bibliográfica, existem diversas ferramentas de visualização de dados, cada uma tendo vantagens e desvantagens entre si. Neste sentido, esta mesma comparação é estendida à VYR, representada na Tabela 3.3.

Funcionalidade	Power BI	Tableau	Qlik Sense	ArcGis	QGIS	VYR
Conectividade com diversas fontes	●	●	●	●	●	! <sup>1</sup>
<i>Dashboards</i> para visualização dos dados	●	●	●	●	○ <sup>2</sup>	●
Geração de relatórios	●	●	●	●	●	○ <sup>3</sup>
Busca filtrada de dados	●	●	●	●	●	●
Segurança dos dados	●	●	●	●	●	! <sup>4</sup>
Analítica Aumentada	●	●	●			
Analítica Incorporada	●	●	●			
Processamento de linguagem natural	●	●		○ <sup>5</sup>		
Análise Geoespacial	●	●	●	●	●	●
Navegação entre diferentes granularidades espaciais durante a utilização		○				● <sup>6</sup>
Período de testes	60 dias	14 dias	30 dias	21 dias	Software Livre	! <sup>7</sup>

<sup>1</sup>Será implementado no futuro. Atualmente suporta apenas Excel.

<sup>2</sup>Os dashboards estão disponíveis no QGIS via adição de *plugins*.

<sup>3</sup>Até o momento a VYR permite a exportação dos gráficos que produz.

<sup>4</sup>Conforme mencionado anteriormente na seção da VYR, para este primeiro momento de MVP não foram definidas políticas de segurança no sentido de autenticação, permissão de acesso e outras. Entretanto, antes de uma possível entrada em produção isso será implementado.

<sup>5</sup>No escopo do ArcGis este item está disponibilizado através de um *widget* chamado de “*Geographic Language Processing (GLP) Assistant*” (ESRI, 2019).

<sup>6</sup>Não é utilizado um aplicativo móvel nativo. Entretanto, a VYR utiliza mecanismos de *Progressive Web App* (PWA) para tornar possível a instalação do projeto como se fosse um aplicativo móvel (RICHARD; LEPAGE, 2020). Devido o seu baixo custo e desenvolvimento simplificado as PWAs têm se tornado tendências de mercado e sido reforçadas por gigantes da tecnologia como Microsoft e Google que têm trabalhado para trazer cada vez mais PWAs para a Google Play Store (FINGAS, 2020)

<sup>7</sup>Por não possuir um plano de negócios definido no momento não é possível aferir informações sobre taxa de utilização (se houver) e/ou período de testes no momento.

**Tabela 3.3** Tabela comparativa entre a VYR e outros softwares de visualização de dados.

Através desta análise é possível verificar que a VYR está de fato atrás de suas grandes concorrentes (citadas na comparação).

Entretanto, levando em consideração que visualização de dados com navegação entre diferentes granularidades geospaciais é algo que as outras ferramentas ou não oferecem ou não o fazem de forma simples/otimizada parte-se da premissa de que a VYR já apresenta características suficientemente boas para levar a crer que com a inserção de novas funcionalidades e melhorias (sobretudo no processo de ETL) ela poderá ser um *player* competitivo no mercado de ferramentas de visualização de dados.



## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

Com o objetivo de validar a *Visualize Your Region* (VYR), foram conduzidos três estudos experimentais. O primeiro deles consistiu da avaliação quali-quantitativa da abertura e fechamento de empresas em relação à taxa de desemprego no Estado da Bahia. Este primeiro estudo foi desenvolvido pelos próprios pesquisadores da VYR utilizando a ferramenta. A hipótese deste primeiro estudo foi de que a VYR já possuía funcionalidades o suficiente para ser utilizada como ferramenta de análise de dados. O objetivo deste primeiro trabalho consistiu em validar a hipótese e coletar pontos de melhoria e/ou correção na ferramenta.

No segundo estudo, a VYR foi utilizada durante a disciplina de Análise Visual de Dados do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos (PPGESP). O professor da disciplina definiu uma atividade na qual os estudantes precisariam realizar um trabalho de pesquisa e levantamento de dados utilizando assuntos apresentados ao longo da disciplina. Neste sentido, foi sugerido aos estudantes que utilizassem a VYR como ferramenta de análise visual de dados, ainda que fosse possível utilizar outras ferramentas. Este estudo considerou, também de forma quali-quantitativa, desta vez por parte dos outros usuários. Diversos trabalhos foram conduzidos utilizando a VYR, com diferente dados. No final da disciplina, foi realizado um questionário para obter *feedbacks* sobre a experiência de utilização por parte destes estudantes. A hipótese deste trabalho consiste em identificar se a VYR já possui uma experiência de utilização suficientemente boa para ser utilizado como um *software* de visualização de dados. Entretanto, diferente da primeira avaliação experimental, neste segunda estudo, esta análise foi realizada de forma mais abrangente pois considera o ponto de vistas de terceiros.

Para a realização do terceiro estudo foi construído um projeto de visualização de dados utilizando os dados da COVID-19 no Estado da Bahia entre o período de Março de 2020 a Março de 2021. A partir daí, foi construído um formulário composto por perguntas de escopo analítico (sobre o conjunto de dados) e de experiência de utilização da VYR. Com as respostas deste formulário é possível contrapor ou reforçar a os dois estudos anteriores, podendo compreender melhor aspectos relacionados a utilidade e facilidade de utilização da plataforma.

A seguir, serão apresentados com maiores detalhes como decorreram os estudos.

## 4.1 PRIMEIRO ESTUDO

O primeiro estudo foi realizado com o objetivo de validar a hipótese de que a VYR já possuía funcionalidades o suficiente para ser utilizada como um software de visualização de dados. Além de validar a hipótese proposta, este estudo também teve como objetivo viabilizar a coleta de pontos de melhoria e correção necessários na aplicação. Este estudo foi conduzido pelos pesquisadores da VYR.

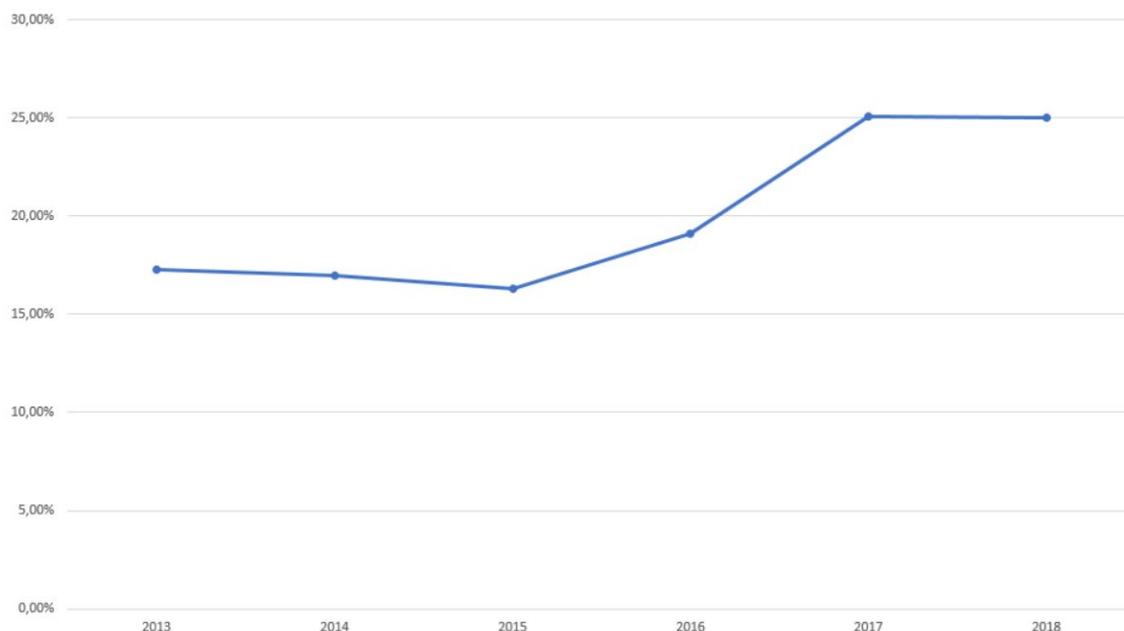
Para desenvolver este estudo, foi realizada uma análise comparativa entre a taxa de desemprego e a variação na quantidade de empresas abertas e fechadas no Estado da Bahia durante o período de 2013 a 2018. Este estudo resultou na escrita de um artigo que foi submetido à Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional(SOUZA et al., 2021).

Para desenvolver este trabalho, foi consultada uma base de dados MySQL da Junta Comercial do Estado da Bahia (JUCEB) com aproximadamente 4.5 GB. Além disso, foram utilizados também dados de uma planilha da Superintendência de Estudos Econômicos Sociais da Bahia (SEI-BA) na qual é apresentado o percentual de desocupação e também referências de localização do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) recorrendo o período entre 2013 e 2018.

Ao longo desta seção será possível verificar como se deu o processo de extração de dados. Logo depois é apresentada a forma com que aconteceu o processo de carga de dados. Logo após, são ilustrados os resultados do trabalho bem como uma discussão sobre os dados obtidos através das visualizações. Por fim, uma verificação sobre como a hipótese deste trabalho foi avaliada.

### 4.1.1 Processo de Extração dos Dados

Durante a obtenção dos dados constatou-se que a base de dados da SEI-BA não continha a granularidade de municípios. Por conta disso, foi decidido utilizar uma ferramenta de suporte externa (Excel, no caso) para gerar uma visualização dos dados de desocupação entre os anos de 2013 e 2018, conforme ilustra a Figura 4.1.



**Figura 4.1** Percentual do Desemprego. Fonte: Autor.

Durante o processo de extração de dados da JUCEB houve a definição de categorias de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) que permitiram trazer uma segmentação por atividades econômicas para o trabalho (CONCLA, 2021). Estes categorias podem ser visualizadas na Tabela 4.1 Nesta perspectiva, foram obtidos dados de empresas abertas, fechadas e o balanço entre elas, segmentado por atividade socioeconômica e também apresentando uma visão geral tanto para empresas individuais quanto não individuais bem como os portes de empresa também.

Ao total, foram 317 atributos para 417 municípios do Estado da Bahia, totalizando 132.506 células por aba (período) e 795.036 registros no total durante o período de 2013 a 2018.

<b>Categoria</b>	<b>Divisão dos CNAES incluídos</b>
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	01, 02, 03
Indústrias Extrativas	05, 06, 07, 08, 09
Indústrias de Transformação	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
Eletricidade e Gás	35
Água, Esgoto, Atividades de Gestão de Resíduos e Descontaminação	36 37, 38, 39
Construção	41, 42, 43
Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas	45, 46, 47
Transporte, Armazenagem e Correio	49, 50, 51, 52, 53
Alojamento e Alimentação	55, 56
Informação e Comunicação	58, 59, 60, 61, 62, 63
Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados	64, 65, 66
Atividades Imobiliárias	68
Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75
Atividades Administrativas e Serviços Complementares	77, 78, 79, 80, 81, 82
Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	84
Educação	85
Saúde Humana e Serviços Sociais	86, 87, 88
Artes, Cultura, Esporte e Recreação	90, 91, 92, 93
Outras Atividades de Serviços	94, 95, 96
Serviços Domésticos	97
Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais	99

**Tabela 4.1** Categorias de CNAEs.

### 4.1.2 Processo de Carga dos Dados

O processo de carga dos dados foi bastante simples e não divergiu em nada do que foi apresentado no capítulo sobre a VYR. Ou seja, foi necessário apenas selecionar a planilha com os dados e escolher um nome para o projeto, conforme foi ilustrado na Figura 3.2.

### 4.1.3 Resultados e Discussões

Tendo em vista a quantidade de atributos e as suas possíveis combinações foi necessário realizar recortes de atributos para poder analisar melhor os dados. Neste sentido, ao analisar a Figura 4.2, é possível observar que o balanço das empresas não individuais foi se tornando cada vez mais negativo ao longo dos anos, tendo se intensificado a partir do ano de 2016.



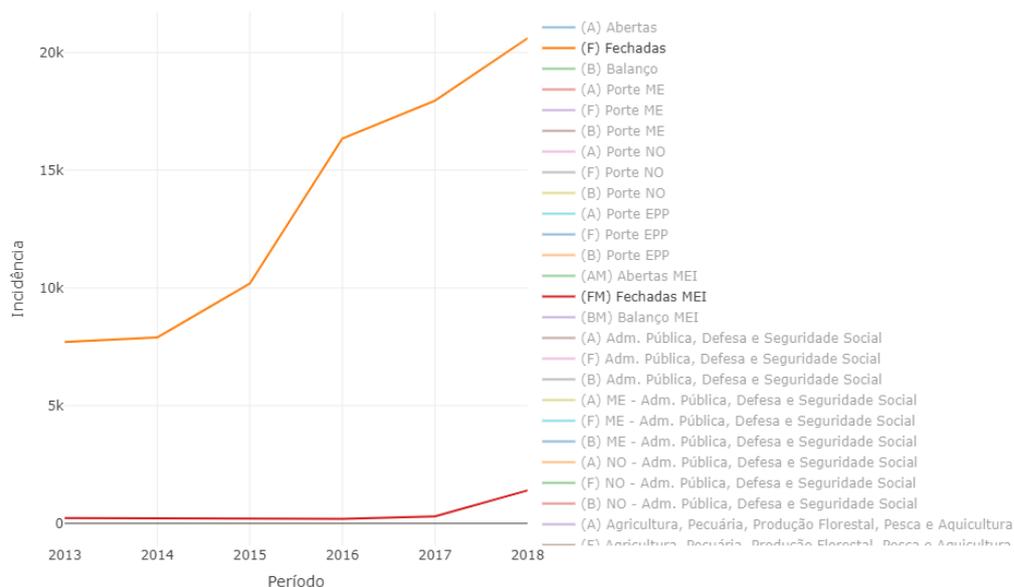
**Figura 4.2** Evolução do Balanço das Empresas não-individuais. Fonte: VYR.

Na tela de Visualização Regional, apresentada anteriormente na Figura 3.5<sup>1</sup>, é possível verificar todos os atributos utilizados no projeto de visualização. Após selecionar apenas os atributos “(F) Fechadas” e “(FM) Fechadas” foram apresentadas as empresas fechadas não individuais e individuais, respectivamente.

Ao analisar a evolução do número de fechamentos de empresas, representada na Figura 4.3, nota-se que as MEIs (linha vermelha) mantiveram um número constante de fecha-

<sup>1</sup>Uma informação importante, que pode auxiliar na compreensão da legenda dos gráficos apresentados, é que “A” significa aberta, “F” equivale a fechada e “B” corresponde a balanço. Quando quaisquer dessas letras forem sufixadas por “M” elas mantêm o mesmo significado, porém aplicado a MEIs. Quando não, são relativas às empresas não-individuais, independente do seu porte.

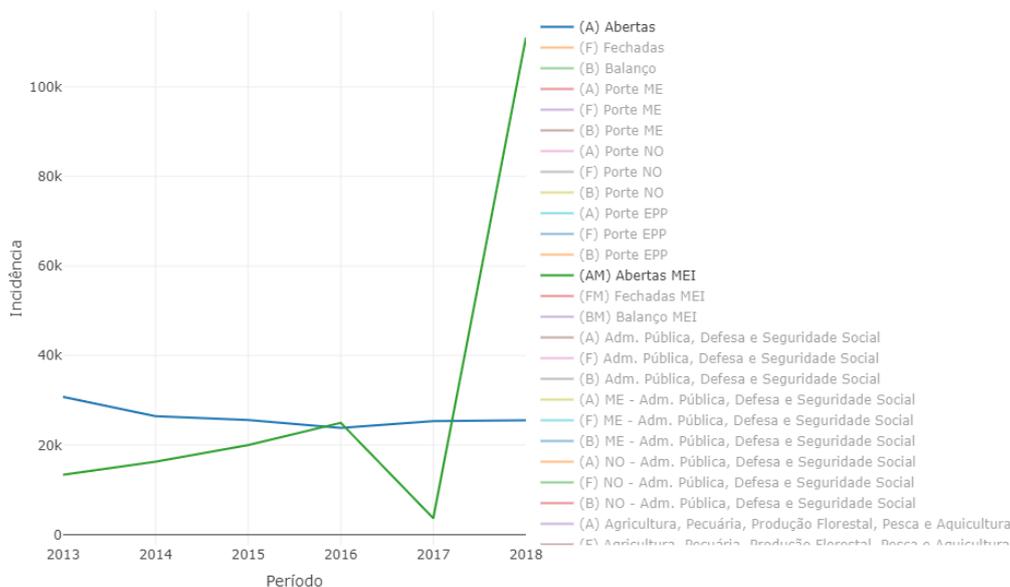
mentos até 2017, quando tiveram um grande aumento em relação aos demais períodos. Já as empresas não-individuais (linha laranja) tiveram um crescimento muito grande durante todos os anos. Este aumento no encerramento de empresas corrobora com o que foi observado na Figura 4.2.



**Figura 4.3** Evolução das Empresas Fechadas. Fonte: VYR.

Ao analisar o número de empresas abertas, apresentado na Figura 4.4, pode-se verificar que apesar dos fechamentos apresentados na Figura 4.3, o número de empresas não individuais seguiu relativamente controlado, tendo uma queda até o ano de 2016, quando começou a crescer de forma discreta. Já na perspectiva das MEIs, a abertura de novos CNPJs era constante até o ano de 2016, seguida de uma queda no ano de 2017. Entre os anos de 2017 e 2018, o número de empresas individuais cresceu exponencialmente.

Quando estes valores são comparados com os percentuais de desemprego, ilustrados na Figura 4.1, é possível considerar que este resultado aparentemente está relacionado ao aumento da taxa de desemprego. Com exceção do período de 2016 a 2017, quando houve uma queda na abertura de novas MEIs. Crê-se que as mudanças nas regras do Simples Nacional, que entraram em vigor no dia 1º de janeiro de 2018 e aumentaram o limite de faturamento do microempreendedor individual (NEGÓCIOS, 2017), e também a flexibilização das Leis trabalhistas (SENADO, 2017) possam ter influenciado neste crescimento abrupto durante o ano de 2017.



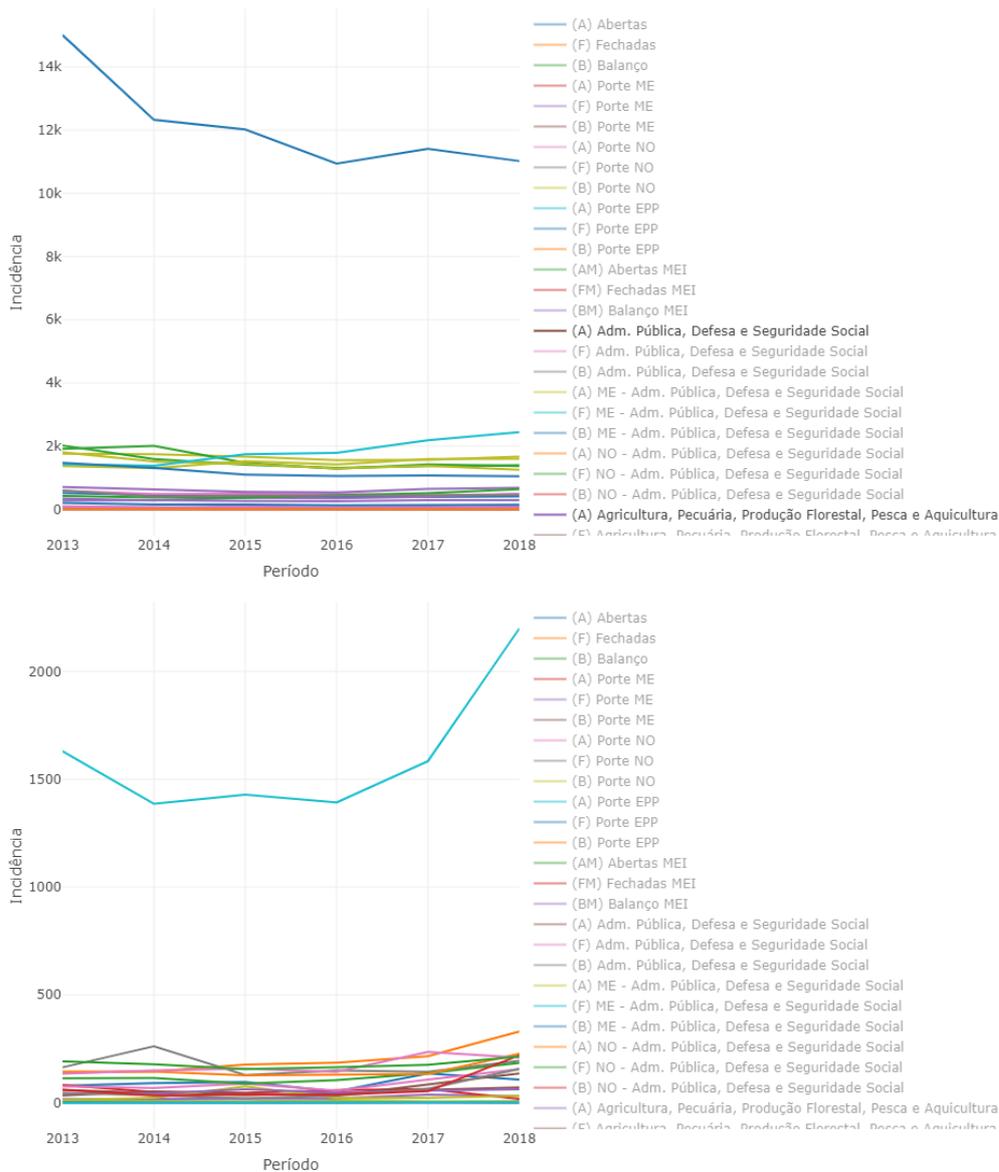
**Figura 4.4** Evolução das Empresas Abertas. Fonte: VYR.

A Figura 4.5<sup>2</sup> representa os gráficos de abertura de empresas. No gráfico superior estão representadas as categorias vinculadas a empresas não individuais. Já no gráfico inferior, o gráfico foi filtrado para mostrar apenas os elementos categorizados ligados às MEIs.

Em ambos os gráficos, as linhas azul, ainda que em diferentes tonalidades, representam os números de empresas abertas na categoria “Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas” ao longo dos períodos de 2013 a 2018. A divergência no tom se deu apenas pelo fato de que elas representam grupos diferentes, no caso, empresas individuais e não individuais.

O fato destas linhas estarem tão destacadas denotam que a categoria em questão foi a que mais teve abertura de novas empresas, tanto MEI quanto não individual.

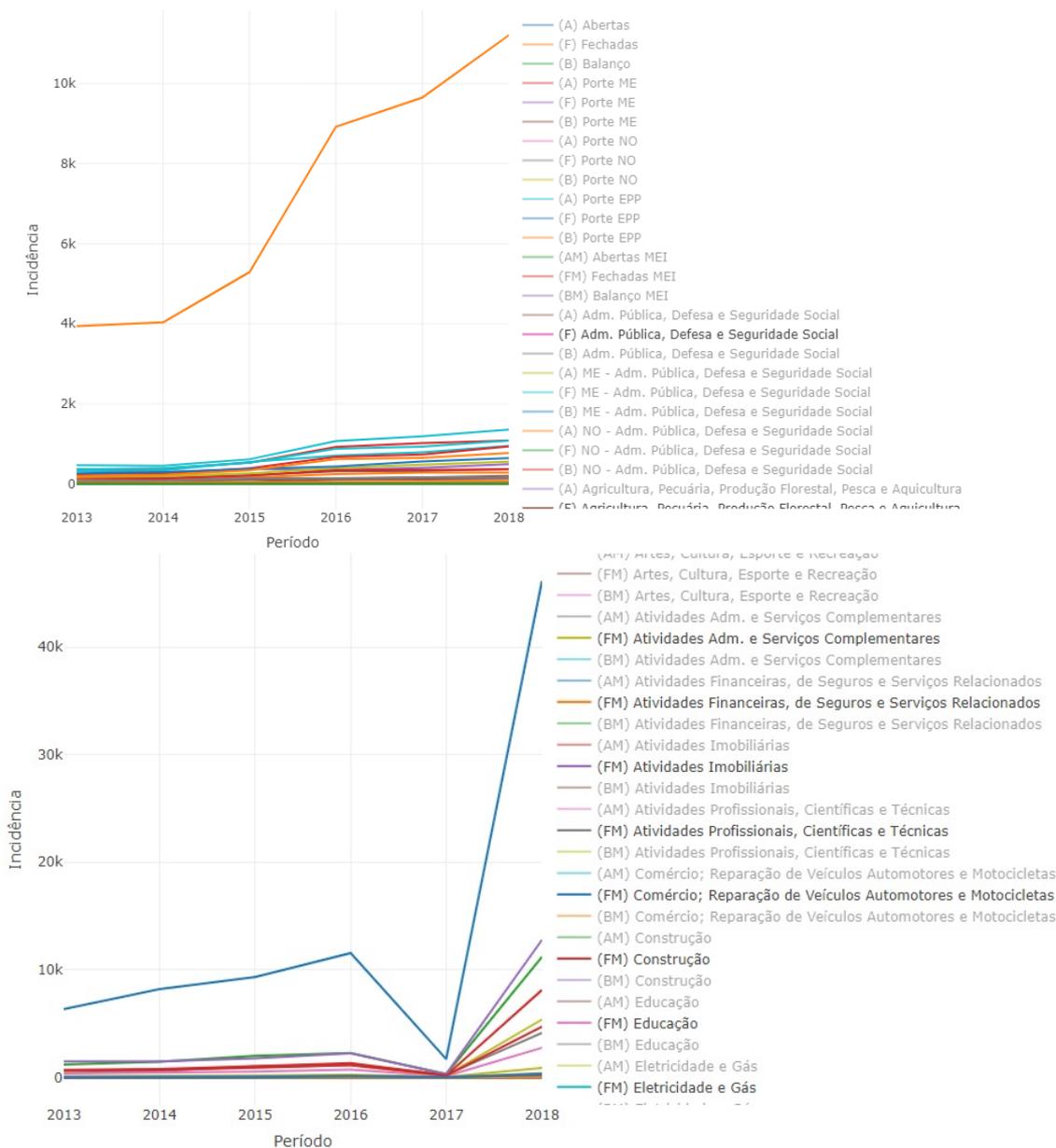
<sup>2</sup>Devido ao fato de ser o mesmo gráfico e serem utilizados muitos atributos a legenda acaba tendo uma barra de rolagem que acaba, invariavelmente, ocultando algumas destas legendas.



**Figura 4.5** Evolução categorizada da abertura de novas empresas entre 2013 e 2018. Fonte: VYR.

Ao analisar a Figura 4.6 é possível verificar o gráfico de empresas fechadas. No gráfico superior encontra-se os dados de empresas não individuais fechadas, filtradas de acordo com as categorias especificadas na Tabela 4.1. No gráfico inferior estão os dados de empresas individuais que também estão agrupadas de acordo com a atividade socioeconômica desempenhada. Estas visualizações também têm a limitação da apresentação de elementos da legenda com uma barra de rolagem por conta da quantidade de elementos.

Curiosamente, assim como aconteceu com as empresas abertas, na Figura 4.6 é possível ver que tanto para empresas não individuais (linha laranja) quanto as MEIs (linha azul) a categoria “Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas” foi aquela com maior incidência.

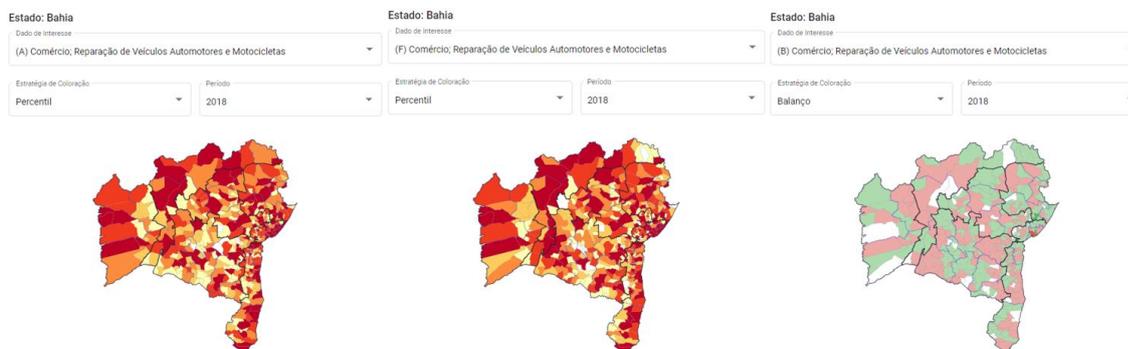


**Figura 4.6** Evolução categorizada do fechamento de empresas entre 2013 e 2018. Fonte: VYR.

Apesar da contraposição apresentada nas Figuras 4.5 e 4.6 – em que a categoria de CNAEs “Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas” aparece com maior incidência tanto nas novas empresas quanto nas antigas –, ela pode ser explicada através da dispersão destes dados.

Por exemplo, ao utilizar a estratégia de coloração “Percentil” o mapa de dados para checar as empresas individuais conforme ilustra a Figura 4.7, é possível verificar que as aberturas e fechamentos de empresas tiveram diferentes intensidades nos municípios da Bahia. Ou seja, alguns municípios tiveram muitas aberturas, outros nem tanto. O mesmo se aplica ao fechamento.

Ainda na Figura 4.7, quando o mapa teve a estratégia de coloração alterada para “Balanço” e observou-se o atributo de balanço entre as empresas abertas e fechadas, pôde-se verificar quais foram os municípios que tiveram mais aberturas e mais fechamentos de empresas na categoria em questão.



**Figura 4.7** Variação de empresas do ramo de Comércio de Veículos Automotores e Motocicletas em 2018. Fonte: VYR.

Ainda no âmbito das empresas não-individuais, pode-se verificar que no ano de 2018, existem CNPJs classificados nos seguintes portes: Micro Empresa (ME); Empresa de Pequeno Porte (EPP); e Porte Não Observado (NO)<sup>3</sup>. Ao avaliar o balanço da abertura e fechamento das empresas com estes portes, representado na Figura 4.8, nota-se que:

- Para o primeiro mapa, representando as empresas de porte “ME”, houve fechamento de várias empresas. Porém, na perspectiva do estado, o saldo geral ainda é positivo. Esta afirmação se dá por conta de que os demais municípios da Bahia resultaram num balanço positivo, que denota a abertura de novas empresas;
- No segundo mapa está representado o balanço de empresas com porte não observado (NO). O resultado deste balanço é preocupante, haja vista que o número de empresas fechadas é muito maior quando comparado com os demais portes observados, no caso “ME” e “EPP”;
- No caso das empresas de porte “EPP”, representadas no terceiro mapa da imagem, é possível notar que o saldo foi majoritariamente positivo. Entretanto, o número de municípios com a coloração branca também é bastante grande, de forma que ou estes municípios não abriram nem fecharam nenhuma empresa ou o número de CNPJs criados e encerrados foi o mesmo.

<sup>3</sup>É importante ressaltar que as empresas com “Porte Não Observado (NO)” representam todos CNPJs que não tinham uma classificação na base de dados da JUCEB. É uma categoria de exclusão nomeada arbitrariamente pela equipe para que estes dados pudessem ser considerados.



**Figura 4.8** Balanço das empresas não-individuais em 2018 separado por portes. Fonte: VYR.

A partir da observação das visualizações apresentadas neste artigo foi possível sugerir que há uma possível relação entre o desemprego e a abertura ou fechamento de empresas. É possível conceber que o crescente fechamento das empresas pode ter implicado no aumento dos percentuais de desemprego por conta do desligamento dos colaboradores. Desta forma, infere-se que o aumento na abertura de novas empresas, sobretudo individuais, possa ter sido parcialmente integrado por pessoas, que podem ou não ter sido desligadas de outras empresas, buscando uma alternativa para manutenção de suas vidas através do empreendedorismo formal, criando, assim, suas MEIs.

#### 4.1.4 Análise da Hipótese

Este primeiro estudo levantou a hipótese de que a VYR já possuía funcionalidades o suficiente para ser utilizada como um *Software* de Visualização de Dados eficaz e eficiente no que se propõe.

Ao longo do estudo foram encontradas pontos de melhorias e ajustes necessários nas visualizações e interações com a ferramenta. Tendo em vista que o estudo foi conduzido pelos pesquisadores que estão desenvolvendo esta ferramenta, todas as pendências técnicas encontradas durante este período foram sanadas. Entretanto, convém ressaltar que estas melhorias foram realizadas com base no ponto de vista da equipe, apenas. Entretanto, nos demais estudos houve sugestões de melhorias a serem aplicadas a VYR também, porém, estas sugestões serão melhores discutidas mais a frente.

Neste sentido, os pesquisadores consideraram que a VYR já possui funcionalidades o suficiente para ser utilizada como uma ferramenta de análise visual de dados. Existem diversas visualizações de dados, sobre a forma de gráficos ou não, que permitem ao usuário ter diferentes pontos de vista sobre o conjunto de dados que estiver sendo analisado. Um exemplo claro disso está na subseção de Resultados e Discussões quando a categoria de CNAEs “Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas” está presente como aquela que mais teve aberturas e fechamentos de empresas durante o período de utilização. Ao verificar a distribuição destas aberturas e fechamentos, bem como o balanço, foi possível constatar que houve uma distribuição geográfica destes dados pelo Estado, conforme ilustrou a Figura 4.7.

Entretanto, apesar dos resultados satisfatórios, os pesquisadores concordam que ainda

é necessário realizar a construção de mais visualizações e mecanismos de interação para propiciar uma experiência de utilização ainda mais rica para o usuário bem como tornar a ferramenta ainda mais eficiente.

## 4.2 SEGUNDO ESTUDO

O segundo estudo de utilização da VYR foi conduzido entre outubro de 2020 e janeiro de 2021 durante o curso da disciplina ESPA04-6 – Análise Visual de Dados. Foi solicitado que os estudantes, referidos daqui por diante como participantes, procurassem bases de dados e realizassem análises baseadas em visualização de dados.

Durante o decorrer do curso, o professor da disciplina indicou que os alunos utilizassem preferencialmente a VYR. Apesar de ser um *software* que ainda estava em desenvolvimento, ele já possuía na época funcionalidades o suficiente para que pudesse ser utilizado. Esta utilização seria importante pois permitiria aos participantes explorarem a ferramenta a fim de que fornecessem *feedbacks* que pudessem ser analisados e passíveis de implementação ao fim de tornar a VYR uma ferramenta ainda mais completa.

Neste sentido, conforme ilustra a Figura 4.9, foi criado um formulário utilizando a ferramenta *Google Forms* para distribuir uma série de perguntas para os 15 participantes com o objetivo de compreender como foi a experiência de utilização deles e também quais são os pontos de melhoria que eles acreditavam que deveriam ser aplicados à VYR.

Foram realizados vários trabalhos de Análise Visual de Dados com os mais diversos temas. Alguns destes foram: 1) Arrecadação Municipal na Bahia, considerando impostos como ICMS, IPI e IPVA; 2) Análise comparativa do PIB x IDH; 3) Programa Mais Médicos; 4) Análise sobre Acidentes de Trabalho; 5) Procedimentos e Equipamentos de Saúde da Bahia; 6) Prouni; entre outros.

Este estudo tem como objetivo compreender como foi a experiência de utilização da VYR pelos participantes e obter *feedbacks* sobre possíveis melhorias e problemas que pudessem existir. Naquela época, acreditou-se que a VYR já possuía uma experiência de utilização suficientemente boa para ser utilizada como uma ferramenta de análise visual de dados.

Visualize Your Region - Formulário

Perguntas Respostas

Visualize Your Region Questionário & Feedbacks

Seção 1 de 2

Visualize Your Region - Questões

O Visualize Your Region (VYR) é um software para visualização regional de dados genéricos. Tal qual outras ferramentas como Tableau, Qlik Sense e outras, a ideia do VYR é que o usuário insira o conjunto de dados no formato solicitado e tenha acesso a um conjunto de visualizações que possam auxiliar o usuário na tomada de decisão.

Por decisão do Prof. Dr. Renato Novais, durante a disciplina ESPA04-06 do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Processos, o produto mínimo viável (MVP) do VYR foi utilizado como ferramenta principal de visualização de dados durante a disciplina no semestre 2019.2.

Nesta seção você será questionado sobre a sua experiência com o projeto VYR.

Como você qualifica a sua experiência com o VYR?

1 2 3 4 5

Péssima      Ótima

Figura 4.9 VYR – Questionário e Feedbacks. Fonte: *Google Forms*.

### 4.2.1 Respostas do Formulário

O formulário foi composto por duas seções. A primeira, chamada “Questionário” buscava entender como se deu a experiência dos usuários na utilização da VYR e foi composto por 11 perguntas, sendo oito questões objetivas e três outras complementares à anterior, buscando mais detalhes sobre uma determinada resposta. A segunda seção de perguntas, chamada de “*Feedbacks*”, consistiu em obter sugestões sobre diversas funcionalidades da aplicação através de quatro perguntas subjetivas.

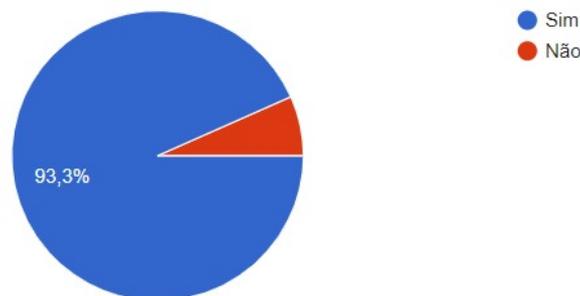
A seguir são apresentadas as perguntas e as respostas dos participantes.

- **Você utilizou a VYR?:** A primeira pergunta do formulário buscava compreender dentre a amostragem quantos dos respondentes utilizaram ou não a aplicação. Dentre os 15 participantes, 14 deles utilizaram a VYR, conforme ilustra a Figura 4.10.

Esta pergunta foi importante para auxiliar na compreensão de quantos participantes utilizaram ou não a ferramenta. A partir daí, sabe-se que mais de 93,3% dos participantes utilizaram efetivamente a aplicação.

Você utilizou o VYR?

15 respostas



**Figura 4.10** Respostas para pergunta “Você utilizou a VYR?”. Fonte: *Google Forms*.

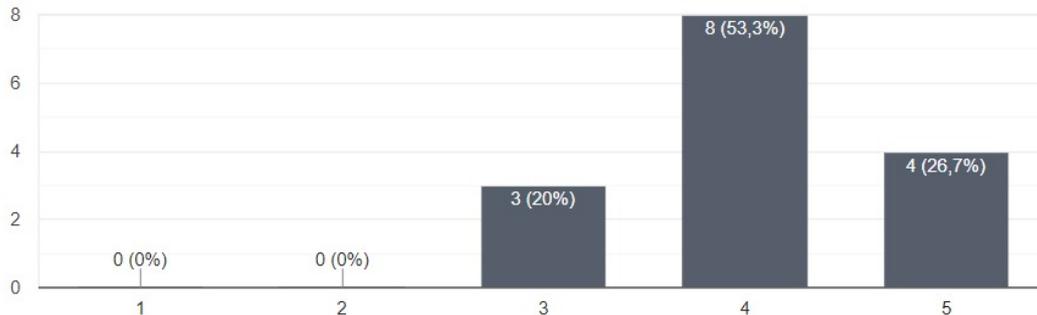
- **Como você qualifica a sua experiência com a VYR?:** Nesta questão buscou-se compreender como se deu a experiência geral dos usuários com a VYR. A questão foi composta por uma Escala Likert de 5 pontos, que vai de Péssimo a Ótimo<sup>4</sup>. Esta questão obteve resultados de 3 respostas para Regular (3), 8 para bom 4 para Ótimo (5), conforme ilustra a Figura 4.11.

Ao calcular uma média simples, o resultado médio das respostas é de 4,07. Esta é uma resposta bastante positiva sobre a experiência de utilização da ferramenta pois demonstra que ela já possui recursos suficientes para uma boa experiência de utilização.

<sup>4</sup>Devido ao fato do *Google Forms* definir esta escala Likert de 1 a 5, consideram-se como categorias: Péssimo (1), Ruim (2), Regular (3), Bom (4) e Ótimo (5).

Como você qualifica a sua experiência com o VYR?

15 respostas



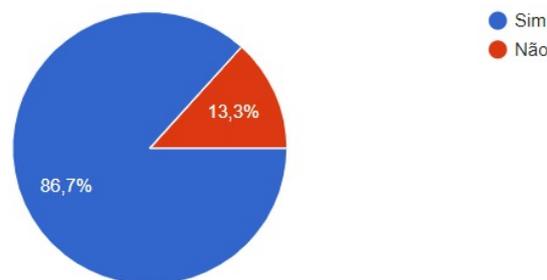
**Figura 4.11** Respostas para pergunta “Como você qualifica a sua experiência com a VYR?”.  
Fonte: *Google Forms*.

- **Você utilizou alguma outra ferramenta complementar à VYR?:** nesta questão busca-se compreender de forma objetiva quem utilizou alguma ferramenta além da VYR, obtendo 13 respostas como “Sim” e 2 como “Não”, conforme ilustra a Figura 4.12.

Apesar da questão anterior indicar que a VYR apresentava uma experiência de utilização boa, muitos participantes utilizaram pelo menos uma ferramenta adicional além da VYR. Isso demonstra que a aplicação apesar de apresentar resultados satisfatórios ainda precisou de algum suporte externo para a construção dos trabalhos dos participantes.

Se você tiver utilizado o VYR, você utilizou alguma outra ferramenta complementar?

15 respostas



**Figura 4.12** Respostas para pergunta “Você utilizou alguma outra ferramenta complementar à VYR?”. Fonte: *Google Forms*.

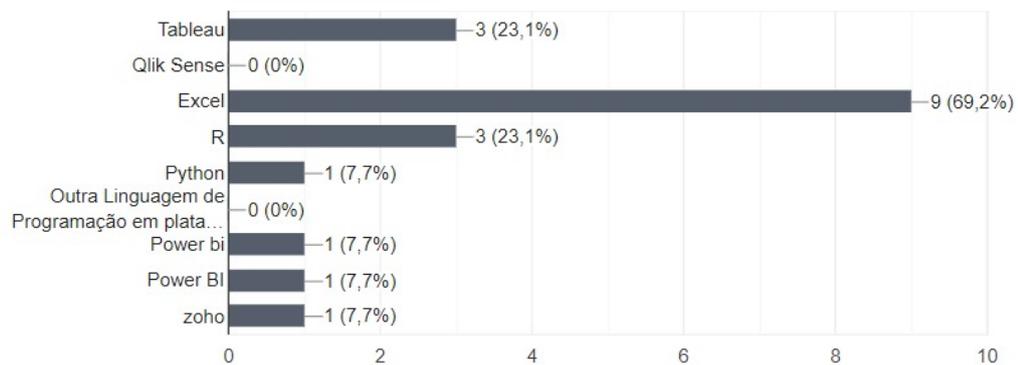
- **Se você tiver utilizado a VYR e precisou de alguma ferramenta complementar, qual foi o software que você utilizou?:** Esta questão foi complementar à anterior, de forma a determinar quais foram as ferramentas complementares mais

utilizadas além da VYR. Baseado nisso, obteve-se que o Excel foi a ferramenta complementar mais utilizada pelos participantes, contando com 9 respostas. Empatados em segundo e terceiro lugar estiveram o Tableau e a Linguagem de Programação R com 3 respostas cada. Convém ressaltar que nesta pergunta os usuários tiveram a opção de selecionar mais de uma ferramenta extra (como Excel e Tableau, por exemplo).

Entretanto, convém ressaltar que as 9 (69,2%) respostas para Excel podem ter sido confundidas com o processo de *Extract, Transform & Loading* (ETL), que é a entrada dos dados na VYR através de um modelo que é uma planilha com formato XLSX/XLS, comumente utilizada no Excel.

Se você tiver utilizado o VYR e precisou de alguma ferramenta complementar, qual foi o software que você utilizou?

13 respostas



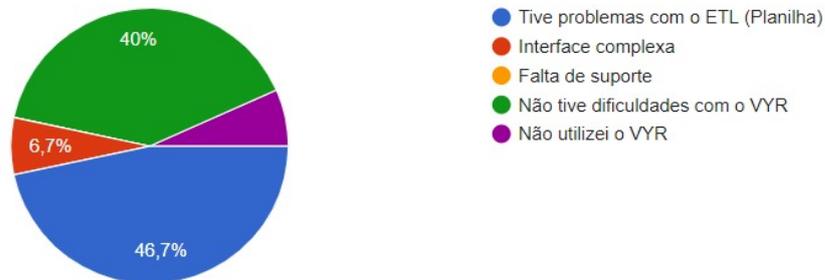
**Figura 4.13** Respostas para pergunta “Se você tiver utilizado a VYR e precisou de alguma ferramenta complementar, qual foi o software que você utilizou?”. Fonte: *Google Forms*.

Além desta pergunta, a seguir foi questionado o porquê da utilização da ferramenta complementar com o objetivo de entender melhor as razões de cada respondente. Em geral, os participantes responderam que isso aconteceu por conta da falta de algumas visualizações e mecanismos de interação que eles encontraram em outras ferramentas. Além disso, houve de fato uma confusão entre a entrada de dados e a utilização de outras ferramentas como suporte, isso foi explicitado por alguns dos participantes nas respostas desta pergunta complementar.

- **Qual foi a sua maior dificuldade ao longo da experiência de utilização da VYR?:** Esta pergunta tinha como objetivo entender em qual parte da VYR os participantes tiveram maior dificuldade. Os resultados são apresentados na Figura 4.14.

Qual foi a sua maior dificuldade ao longo da experiência de utilização do VYR?

15 respostas



**Figura 4.14** Respostas para pergunta “Qual foi a sua maior dificuldade ao longo da experiência de utilização da VYR?”. Fonte: *Google Forms*.

De fato, em um primeiro momento, muitos dos participantes tiveram problemas com a definição do modelo de entrada de dados e precisaram de suporte por parte dos pesquisadores. Por ainda estar em desenvolvimento, a VYR conta com um modelo restritivo de entrada de dados, conforme foi apresentado anteriormente no capítulo da VYR, na subseção de entrada de dados. Excetuando-se as ocorrências relacionadas ao modelo de entrada de dados, nota-se que foram relatadas alguns problemas com a interface e que 40% dos participantes não tiveram problemas com a VYR.

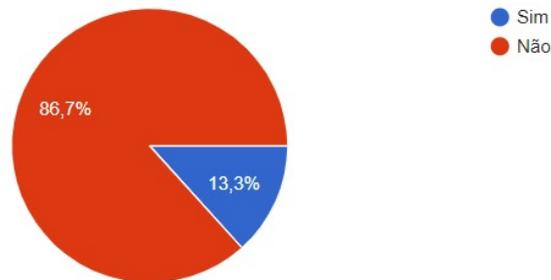
Logo após esta questão, houve uma pergunta na qual era solicitado que os participantes falassem sobre estes problemas, a fim de possibilitar melhor entendimento sobre os pontos que mais lhes causavam problemas. Em geral, a maioria dos respondentes falaram sobre problemas com o processo de carregamento da planilha modelo. Apesar de haver uma planilha modelo, parte dos respondentes tiveram alguns problemas em compreender como o modelo deveria ser utilizado. Outros participantes questionaram também sobre intuitividade, indicando que alguns pontos do projeto poderiam ter algumas frases e guias para facilitar na compreensão. Além disso, foi relatado também a falta de algumas visualizações e problemas com cache, sendo que este último acontece também pelo fato de que a VYR estava em desenvolvimento.

- **Você chegou a utilizar a VYR no seu dispositivo móvel (celular ou tablet)?**: Esta pergunta tinha como objetivo mapear quantos dos respondentes utilizaram a ferramenta em um dispositivo móvel.

Conforme ilustra a Figura 4.15, 86,7% dos usuários não testaram a VYR em seus celulares ou tablets.

Você chegou a utilizar o VYR no seu dispositivo móvel (celular ou tablet)?

15 respostas



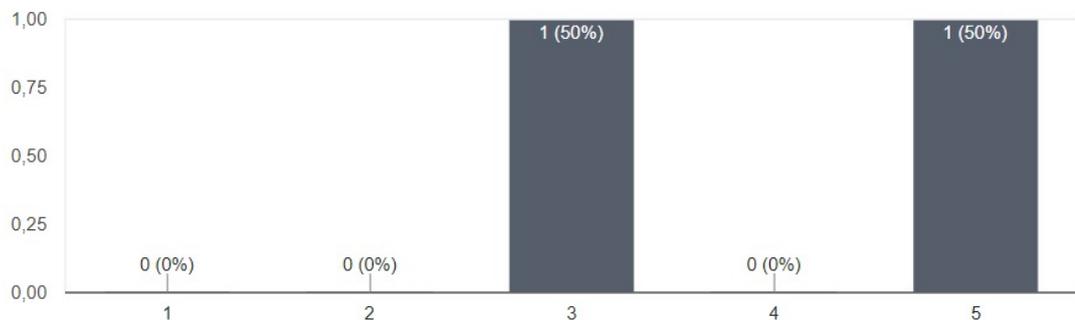
**Figura 4.15** Respostas para pergunta “Você chegou a utilizar a VYR no seu dispositivo móvel (celular ou tablet)?”. Fonte: *Google Forms*.

- **Se você chegou a utilizar a VYR em seu dispositivo móvel, como você qualifica a experiência?:** Esta pergunta buscava identificar a amostragem dos participantes que responderam “Sim” para a alternativa anterior e entender como foi a experiência deles ao utilizar a VYR em um dispositivo móvel. Para tal, foi utilizada uma Escala Likert de 5 pontos, que vai de Péssimo (1) a Ótima (5). Nos resultados, houve uma resposta para Regular (3) e uma para Ótima (5), conforme ilustra a Figura 4.16.

Levando em consideração a quantidade de respondentes que utilizou o VYR em um dispositivo móvel, ilustrado na Figura 4.15, não é viável ter muitas conclusões sobre a experiência de utilização, haja vista que houve somente dois participantes que utilizaram a aplicação em seu *smartphone* ou *tablet*.

Se você chegou a utilizar o VYR em seu dispositivo móvel, como você qualifica a experiência?

2 respostas

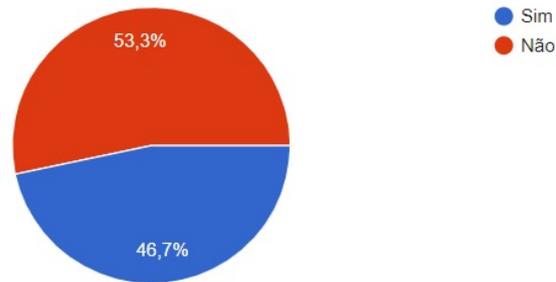


**Figura 4.16** Respostas para pergunta “Se você chegou a utilizar a VYR em seu dispositivo móvel, como você qualifica a experiência?”. Fonte: *Google Forms*.

- **Você sentiu falta de alguma visualização (gráfico)?**: Esta pergunta tinha como objetivo compreender se os usuários sentiram falta de alguma visualização. Dentre os respondentes, 46,7% disseram que sim, conforme ilustra a Figura 4.17.

Você sentiu falta de alguma visualização (gráfico)?

15 respostas



**Figura 4.17** Respostas para pergunta “Você sentiu falta de alguma visualização (gráfico)?”.  
Fonte: *Google Forms*.

Além desta pergunta, foi realizado também um questionamento complementar para saber quais seriam as visualizações que os respondentes desejariam ver na VYR. Dentre as sugestões, foram propostos gráficos de regressão, média móvel, visualizações de detalhe a nível estadual, gráfico de setores, matriz de covariância entre outros.

Neste sentido, percebe-se que há a necessidade de adicionar mais visualizações e mecanismos de interação na VYR.

O segundo grupo foi composto de perguntas abertas a fim de compreender quais são os *feedbacks* e sugestões de melhorias que os participantes propõem para a VYR. Neste sentido, as perguntas feitas foram:

- **Quais são os pontos de melhoria em relação ao ETL?**: Nesta pergunta, que tinha como objetivo compreender como a ferramenta poderia melhorar no que tange ao processo de ETL, houve nove respostas. Dentre as respostas foi sugerido ter um modelo mais claro e/ou simples para importação dos dados; ter suporte a municípios de outros estados; e viabilizar que apenas os municípios que tiverem algum valor dentre os preenchidos fossem colocados na planilha, entre outros;
- **Quais pontos de melhoria você tem em relação a utilização?**: Esta pergunta busca compreender como a ferramenta pode melhorar no que tange a sua utilização. Houve 13 respostas. Dentre elas foi colocado que: poderia haver uma página de download da planilha modelo, bem como instruções gerais; Possibilitar a combinação entre dados; Melhorias na legenda (apresentar cores); Ter opções para

correlacionar atributos, adicionando opções para eixos primários e secundários; Estender a capacidade de carga para outros estados do Brasil; facilitar a realização de comparativos entre atributos de diferentes regiões; Adicionar acesso restrito;

- **Quais são as suas sugestões sobre visualizações a serem adicionadas?:** Esta pergunta teve como objetivo obter respostas sobre quais visualizações poderiam ser adicionadas ao software. Contando com 9 respostas, foram obtidas as respostas descritas na Tabela 4.2.

<b>Funcionalidade</b>	<b>Qtd. de Solicitantes</b>
Adicionar gráfico de setores/pizza	1
Melhorar Escala de Cores	1
Adicionar Gráfico Matriz de Correlação	1
Melhorar o tratamento de dados para permitir valores não absolutos (como percentuais, por exemplo)	1
Adicionar Detalhamento a Nível Estadual	1
Verificar Possibilidade de Visualização com Google Maps com clusters de dados	1
Gráfico de Dispersão e Média Móvel	1

**Tabela 4.2** Sugestões de Visualizações a serem adicionadas na VYR.

- **Quais são as suas sugestões sobre novas funcionalidades?:** Esta pergunta foi criada com a intenção de coletar sugestões de novas funcionalidades. Contando com 10 respostas, obteve-se *feedbacks* conforme descrito na Tabela 4.3.

Funcionalidade	Qtd. de Solicitantes
Criar um campo para destacar uma cidade desejada no mapa	1
Análise de Correlação de Variáveis	1
Adição do Coeficiente de Pearson	1
Possibilitar Parametrização dos Dados que formam os gráficos	1
Comparativo nos mais variados níveis de região (estado, mesorregião, microrregião e município)	1
Tela de resumo com dados de todos os níveis	1
Parametrização dos dados que formam um gráfico	1
Customização de cores dos gráficos	1
Utilizar colunas auto-calculáveis na planilha modelo	1
Edição de <i>dataset</i> anterior	1
Criação de perfis separados para restrição de projetos	2
Visualização em <i>grid</i> para comparar dados de uma tributo em diferentes períodos, tendo diferentes gráficos mostrando o período lado a lado	1
Permitir conexões com outras fontes de dados, incluindo <i>real time</i>	1
Exportação via PDF das visualizações	1

**Tabela 4.3** Sugestões de Funcionalidades a serem adicionadas na VYR.

#### 4.2.2 Análise das Respostas do Formulário

Ao longo do questionário deste segundo estudo notou-se que ainda existem diversos pontos de possíveis melhorias propostos pelos respondentes. Neste sentido, os pesquisadores da VYR ainda estão analisando as respostas e adicionando itens ao *backlog*<sup>5</sup> do projeto. Convém ressaltar que parte destas sugestões já foram ou estão sendo incorporadas à VYR.

Convém ressaltar que durante o período de outubro de 2020 e janeiro de 2021 a VYR seguiu sendo evoluído. Isto implica que algumas melhorias foram implementadas e implantadas durante o período de uso dos participantes. Neste sentido, algumas funciona-

<sup>5</sup>Lista de atividades a serem realizadas

lidades, como a comparação de regiões, já foram aplicadas. Porém, pode ter acontecido de que algumas destas evoluções apenas foram aplicadas após algumas pessoas terem terminado seus respectivos trabalhos.

Além disso, outras solicitações como a criação de perfis privados, por exemplo, já se encontram no *backlog* de atividades para a VYR. Entretanto, neste primeiro momento, a equipe focou apenas no desenvolvimento das atividades principais da aplicação.

### 4.2.3 Análise dos Resultados

Este estudo partiu da premissa de que a VYR já possuía uma experiência de utilização suficientemente boa para ser utilizada como um *Software* de Visualização de Dados eficaz naquilo que se propõe.

Baseado nas respostas do formulário utilizado deste segundo estudo, os pesquisadores da VYR percebem que ainda existem pontos de melhoria a serem aplicados. Entretanto, ao analisar a experiência geral da aplicação, ilustrada na Figura 4.11, nota-se que o projeto propicia uma boa experiência de utilização, visto que a média total das respostas aproxima-se do Ótimo na escala adotada.

Um fato relevante a mencionar é que antes da execução da terceira avaliação experimental (que será apresentada na próxima seção) boa parte das recomendações obtidas durante este segundo estudo já foram incorporadas à VYR.

## 4.3 TERCEIRO ESTUDO

Este terceiro estudo do *software* VYR buscou obter dados que permitissem compreender aspectos relevantes no que tange a efetividade e potencial de absorção de conteúdo por seus potenciais usuários.

Para tal, foi criado um projeto de visualização de dados na VYR relacionado aos dados da COVID-19 no período entre março de 2020 e março de 2021 no Estado da Bahia (BRASIL.IO, 2021). A partir deste projeto, foi criado um questionário utilizando a plataforma *Google Forms*. Este questionário foi dividido em três grupos de perguntas, sendo estes:

- **Escopo Analítico:** Oito perguntas relacionadas aos dados da COVID-19 no Estado da Bahia que deveriam ser respondidas utilizando a VYR como ferramenta de suporte;
- **Feedbacks:** Perguntas que buscam obter *feedbacks* dos respondentes com o objetivo de compreender: 1) a utilidade percebida pelos usuários acerca da VYR; 2) Quão simples é o processo de utilização da VYR por pessoas que nunca tiveram experiência com o *software* antes; 3) sugestões de melhorias;
- **Caracterização:** Perguntas que buscavam obter dados que viabilizassem a caracterização dos participantes do estudo. Alguns exemplos são: área de atuação, faixa etária, entre outros.

Este experimento contou com a participação de 50 pessoas. Entretanto, 5 destas não compreenderam que as oito perguntas específicas sobre o conjunto de dados deveriam ser respondidas com suporte da VYR e acabaram utilizando ferramentas para pesquisa (como Google, Bing e outras) para realizar buscas por conta própria. Neste sentido, estes respondentes acabaram chegando a dados incorretos em relação às perguntas dispostas, muitas vezes apresentando dados do Brasil inteiro ao invés do Estado da Bahia, que era o escopo das perguntas do experimento. Devido a isso, as respostas destas pessoas não são contabilizadas na análise do formulário haja vista que não utilizaram a VYR. Ou seja, daqui por diante, o termo respondentes será utilizado para se referir aos 45 participantes que utilizaram a VYR para responder às perguntas de escopo analítico.

### 4.3.1 Objetivos do Estudo

Este estudo teve dois objetivos relacionados à efetividade da VYR.

- Verificar a efetividade da plataforma VYR para a análise visual de dados regionais em um domínio específico. Para tal, foi verificado se os participantes do experimento conseguiriam atingir uma média individual e geral igual ou maior que 7 pontos<sup>6</sup>;
- Analisar se pessoas com diferentes perfis (área de atuação, escolaridade, experiência prévia, entre outros) conseguem chegar às mesmas respostas dentro de um cenário em que são apresentadas a uma nova tecnologia.

### 4.3.2 Hipóteses do Estudo

Considerando os objetivos propostos e a forma com que o estudo foi modelado teve-se como hipóteses que:

- **A VYR é uma ferramenta eficaz:** Esta hipótese consiste da análise da VYR enquanto uma ferramenta que de fato pode ser utilizada como uma alternativa para softwares de visualização de dados regionais.
- **A VYR é uma ferramenta de fácil utilização:** Partindo da premissa de que a VYR é uma ferramenta de fácil utilização, presume-se que os participantes (que desconhecem completamente a plataforma) conseguirão responder as perguntas sem maiores dificuldades no que se refere a *User Experience* (UX).
- **Não é necessário treinamento para utilização da plataforma:** Foi disponibilizado um manual de utilização da VYR<sup>7</sup>, explicando as funcionalidades básicas do *software*. Espera-se que este manual possa auxiliar os usuários caso eles não compreendam a interface por alguma razão.

---

<sup>6</sup>Valor definido pela equipe que preparou o estudo.

<sup>7</sup>Uma cópia deste manual está disponível em <https://github.com/visualize-your-region/assets-hugodeiro-masters>.

### 4.3.3 Análise das Perguntas do Escopo Analítico

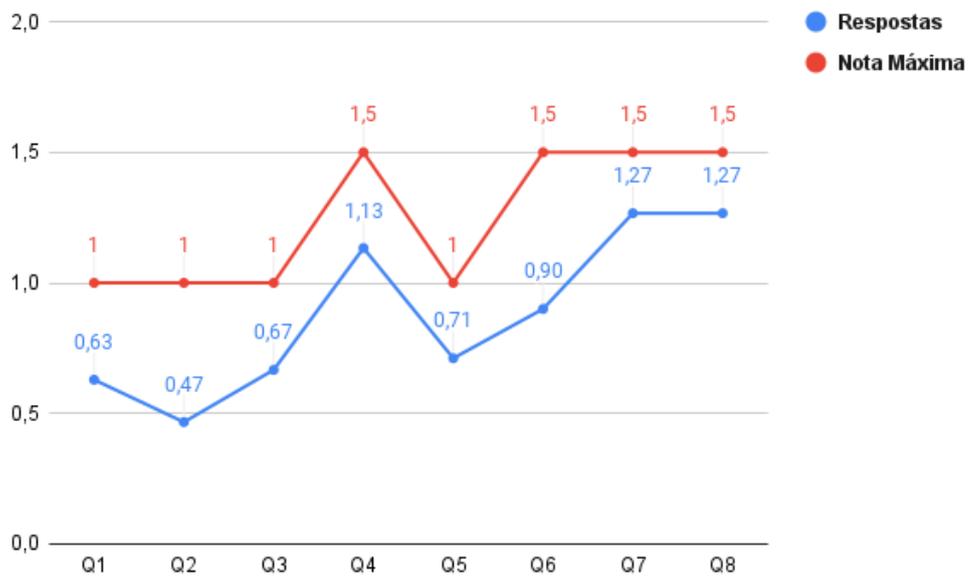
Conforme explicado anteriormente, o formulário foi composto por 8 perguntas que deveriam ser respondidas utilizando a VYR. Cada uma destas perguntas teve uma pontuação atribuída que, somadas, totalizam o valor de 10 pontos. Convém ressaltar que atribuição destes pontos para cada pergunta foi definida pela equipe desenvolvedora da VYR levando em consideração a complexidade creditada por estes a cada questão. As perguntas e suas respectivas pontuações podem ser encontradas na Tabela 4.4.

Pergunta	Pontuação Máxima
Quais são os três municípios com maior número de casos confirmados em 31 de Março de 2021?	1
Quais foram os três municípios com menor número de óbitos confirmados sem levar em consideração aqueles que tiveram 0 óbitos?	1
Quais foram os períodos em que o município de Salvador teve mais casos confirmados que a Mesorregião Centro Norte Baiano?	1
Quantas foram as mesorregiões, microrregiões e mesorregiões em que houve mais de 1000 óbitos confirmados em 31 de Março de 2021?	1,5
Em Março de 2021, qual é a microrregião com o menor número de mortes confirmadas?	1
A partir de qual período o município de Salvador deixou de ser responsável por mais de 50% das mortes no Estado da Bahia?	1,5
Quantas e quais são as mesorregiões com mais de 100.000 (cem mil) casos confirmados em Março de 2021?	1,5
Quantas e quais foram as microrregiões cujo número de mortes confirmadas foi menor ou igual a 100 durante todos os períodos da pandemia?	1,5

**Tabela 4.4** Perguntas de Escopo Analítico do Terceiro Estudo.

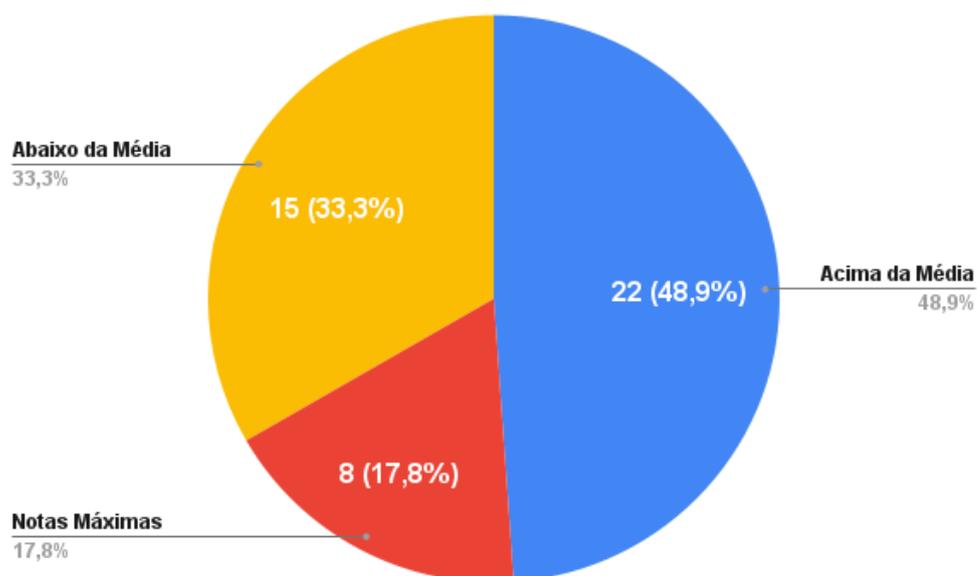
Levando em consideração apenas as respostas dos participantes que utilizaram a VYR e analisando a Figura 4.18, verifica-se que a média geral para a maioria das perguntas sempre foi maior ou igual a 50% da pontuação atribuída aquela questão.

Ao somar todas estas médias obtém-se o valor aproximado de 7,05 pontos. Convém ressaltar que esta média geral já influencia no primeiro objetivo deste estudo, que consistia em analisar se todos os participantes desta avaliação experimental conseguiriam uma média individual ou geral maior ou igual a 7 pontos.



**Figura 4.18** Resultados das respostas do terceiro estudo.

Levando em consideração os respondentes válidos, obtém-se que 8 (17,8%) destes acertaram todas as questões, enquanto 22 (48,9%) ficaram acima da média (cujo valor é 7), porém não tiveram aproveitamento máximo (10 pontos). Por fim, 15 (33,3%) destes usuários ficaram abaixo da média. Estes resultados podem ser visualizados através da Figura 4.19.



**Figura 4.19** Distribuição dos resultados das respostas do formulário.

#### 4.3.4 Análise dos feedbacks obtidos

Com o objetivo de avaliar a VYR de forma mais sistemática optou-se por utilizar o *Technology Acceptance Model* (TAM). Neste modelo é possível analisar os *feedbacks* dos usuários em relação da plataforma em um contexto de *Perceived Usefulness* (PU) e *Perceived Ease of Use* (PEOU), que analisam a utilidade percebida pelos usuários bem como a facilidade de utilização da VYR, respectivamente.

A primeira pergunta da seção de obtenção de *feedbacks* buscou verificar o quão útil o usuário considerou o VYR. Para tal, foi utilizada uma escala Likert que ia de “Inútil” (1) a “Extremamente Útil” (5)<sup>8</sup>. Ao calcular a média dos resultados obteve-se o valor 4,4, que indica uma tendência ao valor máximo neste quesito. Isso é reforçado através da Figura 4.20, que apresenta os valores de cada um dos usuários e tem uma linha de tendência ao valor máximo. Este resultado corrobora com a hipótese de que a VYR é uma ferramenta eficaz, haja vista que os respondentes consideraram o *software* útil.



**Figura 4.20** Feedbacks sobre a Utilidade da VYR.

A seguir, foi utilizada uma outra pergunta que se valia da Escala Likert para saber sobre a experiência do usuário, com uma escala que varia de “Péssima” (1) a “Excelente” (5)<sup>9</sup>. Ao calcular uma média de todas respostas obteve-se o valor de 3,9, que estaria entre “Regular” (3) e “Boa” (4) na escala aplicada. Na última pergunta desta seção de *feedbacks* boa parte dos usuários fizeram recomendações de melhorias, sobretudo em relação a documentação na aplicação. Mesmo assim, ao aplicar estes resultados em um gráfico e

<sup>8</sup>Neste contexto de Utilidade, lê-se a Escala Likert como: “Inútil” (1); “Pouco Útil” (2); “Regular” (3); “Útil” (4); e “Extremamente Útil” (5).

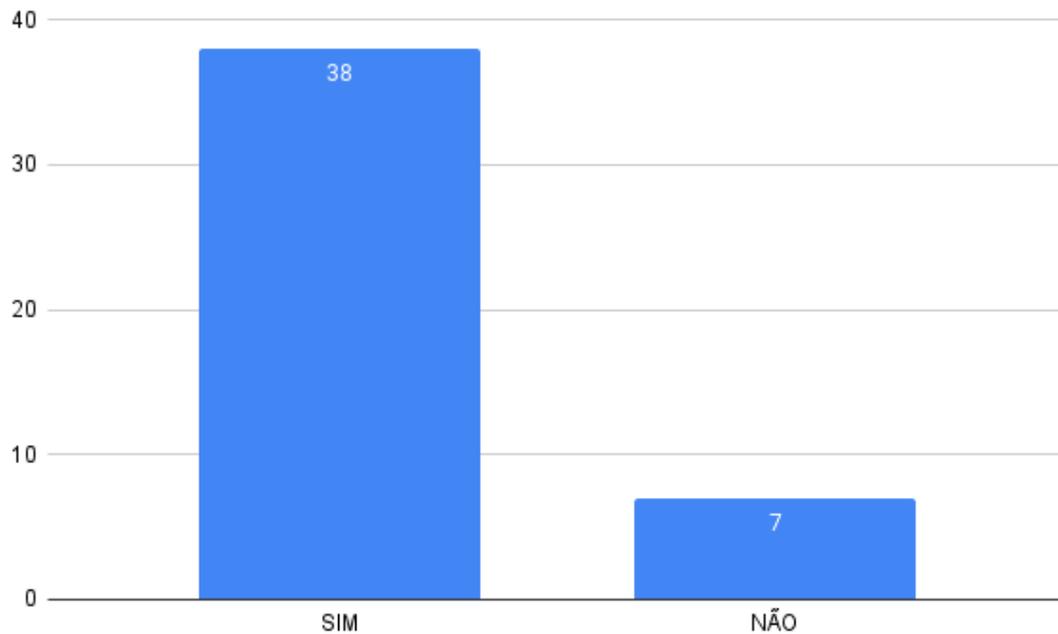
<sup>9</sup>Neste contexto de Facilidade de Uso, lê-se a Escala Likert como: “Péssima” (1); “Ruim” (2); “Regular” (3); “Boa” (4); e “Excelente” (5).

verificar a linha de tendência percebe-se que a impressão geral está entre “Regular” e “Excelente”, conforme ilustra a Figura 4.21. Apesar da tendência positiva, este resultado traz certa contraposição à segunda e terceira hipóteses deste estudo, que considerava a VYR como uma ferramenta de fácil utilização e também que não é necessário treinamento para a utilização ótima da VYR, respectivamente. Percebe-se, então, a necessidade de aplicar melhorias para tornar o *software* mais intuitivo.



**Figura 4.21** Feedbacks sobre a Experiência de utilização da VYR.

Ao observar a Figura 4.22, estão expostos os resultados da pergunta que visava compreender se os usuários teriam interesse em utilizar a VYR novamente em outros momentos. Dentre os 45 respondentes, 38 (84,4%) disseram que sim. Já 7 (15,6%) dos respondentes disseram não ter a intenção de utilizar a VYR novamente.



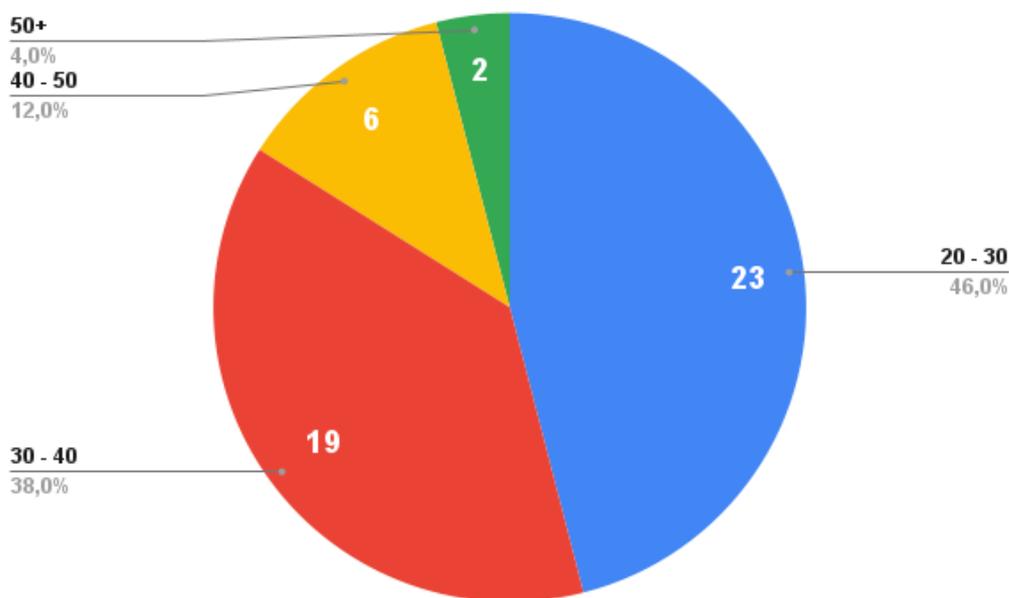
**Figura 4.22** Resultados da pergunta que visava compreender se os usuários teriam interesse em utilizar a VYR novamente.

Os *feedbacks* obtidos até então indicam que a VYR provavelmente é uma ferramenta de fato eficaz. Entretanto, são necessárias melhorias para tornar o *software* mais intuitivo e fácil de utilizar.

#### 4.3.5 Análise do Perfil dos Usuários

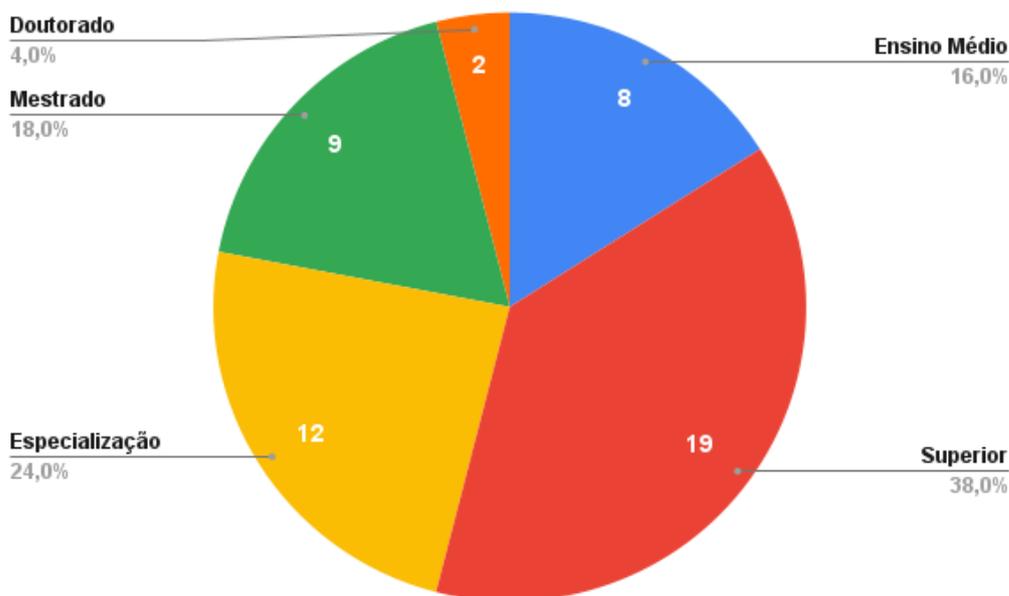
Dentre todos os participantes do experimento, incluindo aqueles que não utilizaram a VYR para responder às perguntas do questionário, havia pessoas de diferentes faixas etárias, escolaridades e áreas de atuação.

Na Figura 4.23, é apresentada a faixa etária dos respondentes, tendo que quase metade (46%) destes respondentes tinham entre 20 e 30 anos de idade.



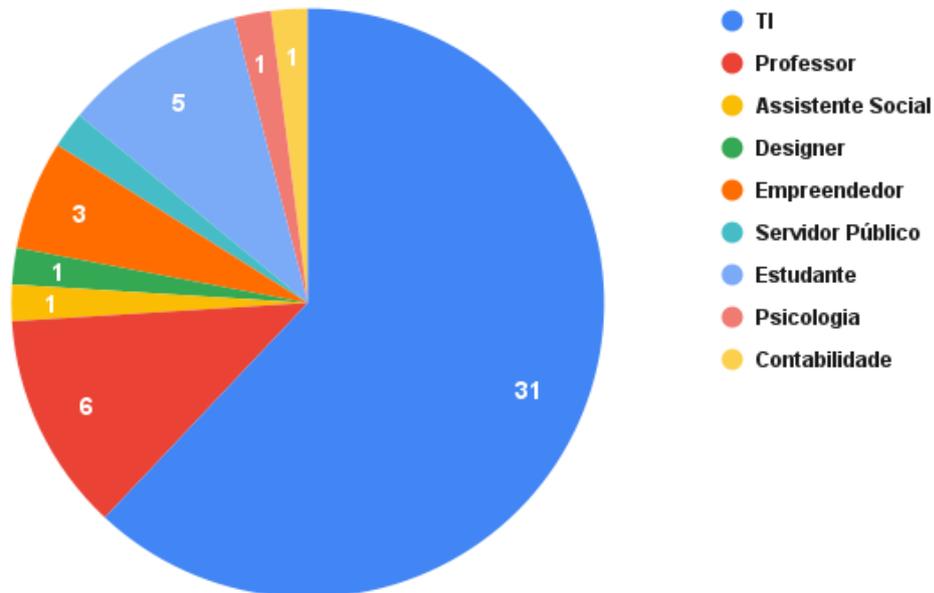
**Figura 4.23** Faixa etária dos respondentes da 3ª Avaliação Experimental.

Conforme ilustra a Figura 4.24, é apresentada a escolaridade destes respondentes, onde a grande maioria destes tinham como titulação máxima o Ensino Superior (38%), seguidos por Especialização (24%), Mestrado (18%), Ensino Médio (16%) e Doutorado (4%).



**Figura 4.24** Escolaridade dos respondentes do 3º Estudo.

Tal qual ilustra a Figura 4.25, os participantes deste estudo experimental são das mais diversas áreas. Entretanto, a maioria destes é da área de Tecnologia da Informação (TI), que engloba desenvolvedores, analistas de qualidade de *software*, líderes técnicos, entre outros.



**Figura 4.25** Área de atuação dos respondentes da 3ª Avaliação Experimental.

#### 4.3.6 Análise do Experimento

Durante a execução deste experimento pôde-se constatar que o primeiro objetivo foi atendido plenamente. Ou seja, a média geral dos respondentes foi maior do que o limiar de 7 pontos definido. Além disso, no que tange às médias individuais, a grande maioria dos participantes também sobrepôs este limiar, havendo, inclusive, casos em que os participantes acertavam todas as perguntas do formulário.

Em relação ao segundo objetivo, que consistia em verificar se pessoas com diferentes experiências, escolaridades e áreas de atuação poderiam chegar ao mesmo resultado, indica-se sucesso haja vista o número de resultados positivos. Entretanto, convém ressaltar certa tendência quando se leva em consideração que dos 45 respondentes, 31 eram da área de TI (ainda que de diferentes subáreas).

Levando em consideração que a maioria dos usuários foi capaz de responder ao questionário, indica-se um reforço à primeira hipótese, de que a VYR tem se mostrado uma ferramenta eficaz até então. Além disso, verificou-se que a grande maioria dos usuários reclamou sobre a documentação da ferramenta. Isso indica uma contraposição direta a segunda e terceira hipóteses, que indicam que a VYR tem uma fácil usabilidade e de que não é necessário treinamento para utilização da plataforma, respectivamente. Entretanto, conforme explicitado na Figura 4.21, os usuários tiveram uma experiência entre “Regular” e “Boa” na escala Likert utilizada para esta questão.

Neste sentido, o estudo apresentou evidências de que a VYR pode ser um bom *software* de Visualização de Dados, mas que ainda precisa de refinamentos e ajustes para atingir este objetivo.

## CONCLUSÃO

A tarefa de compreender grandes volumes de dados não é trivial. Para amenizar este problema foram desenvolvidos os *softwares* de visualização de dados. Entretanto, quando surgiu a necessidade de desenvolver visualizações com dados georreferenciados este problema se agravou. Com tempo, foram criadas diversas alternativas para atender a esta nova demanda. Considerando a necessidade de visualizar a hierarquia regional destes dados em diferentes granularidades geoespaciais, notou-se uma lacuna que ainda não foi atendida de forma simples e dedicada nas soluções existentes.

Com o objetivo de apresentar uma solução para este problema, foi desenvolvida a *Visualize Your Region* (VYR), que é um *software* de visualização de dados sob perspectiva regionalizada que permite a visualização de dados georreferenciados e a navegação entre diferentes granularidades geoespaciais. Atualmente é possível visualizar dados em quatro diferentes níveis, sendo eles: Municipal, Microrregional, Mesorregional e Estadual.

A principal contribuição da VYR está no fato de ser uma aplicação dedicada a visualização de dados hierárquicos-regionais e permitirem ao usuário entender melhor como os dados estão compostos dentro de sua região. Ademais, encontram-se aspectos de flexibilidade por se tratar de uma aplicação para a Web, o que faz com que o usuário não precise instalar a VYR em sua máquina e também que possa acessar a aplicação através do *browser* de diversos dispositivos que estejam conectados à Internet.

Para analisar a VYR, foram realizadas três avaliações experimentais em ambiente controlado. A conclusão preliminar destes estudos foi de que a VYR é de fato uma ferramenta de visualização de dados eficaz e que propicia uma experiência de utilização boa para seus usuários. Entretanto, ao longo de cada um destes estudos, foram sendo continuamente propostas melhorias para as funcionalidades existentes, bem como a criação de novos mecanismos de interação e visualização de dados. Convém ressaltar que grande parte destas recomendações já foram avaliadas e aplicadas durante o curso deste trabalho.

Apesar de oferecer resultados satisfatórios, a VYR ainda possui aspectos importantes a serem analisados e melhorados. Alguns exemplos são, melhorias na forma com que o *Extract, Transform & Loading* (ETL) é realizado; Melhorias arquiteturais para melhorar

aspectos de performance e escalabilidade; Analisar a criação de um ambiente de *Data Lake* e também a implementação de *Machine Learning* para disponibilizar algumas análises prévias que possam auxiliar o usuário durante a análise e tomada de decisão.

Não obstante dos aspectos de melhoria, para este projeto alcançar o seu estado atual, foi demandado um árduo trabalho de pesquisa e implementação técnica. Isso permitiu não apenas a criação da própria VYR e desta dissertação, mas também a evolução contínua deste trabalho ao longo do percurso deste mestrado, sempre obtendo *feedbacks*, analisando, triando, aprimorando e incorporando as recomendações como melhorias ou novas funcionalidades da VYR. Grande parte destas sugestões foram obtidas através das avaliações experimentais e também de observações internas da equipe desenvolvedora da VYR. Houve diversos frutos com a execução deste trabalho, destacando-se:

- O desenvolvimento do *software* VYR;
- Processo de registro de software da VYR (em andamento);
- A submissão de um artigo científico (em análise).

A VYR tem um grande potencial de mercado, podendo se tornar uma ferramenta de visualização de dados amplamente utilizada por gestores tanto na administração pública quanto na iniciativa privada. Além disso, conta também com a grande possibilidade de se tornar a origem de outras pesquisas, tanto internas quanto externas. Da perspectiva interna, a VYR pode se tornar um projeto guarda-chuva que irá gerar diversos outros trabalhos que lapidem suas funcionalidades e a sua aplicação, tornando-a, assim, uma plataforma de visualização de dados cada vez mais completa. Além disso, existe a possibilidade da VYR ser utilizada como um recurso para outras pesquisas que irão utilizar as funcionalidades da aplicação para obter visualizações que serão utilizadas nestes outros trabalhos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULAR. *The Angular Framework*. 2020. Disponível em: [⟨https://angular.io⟩](https://angular.io).
- ANGULAR. *Sharing data between child and parent directives and components*. 2020. Disponível em: [⟨https://angular.io/guide/inputs-outputs⟩](https://angular.io/guide/inputs-outputs).
- ANGULAR. *Singleton Services*. 2020. Disponível em: [⟨https://angular.io/guide/singleton-services/#using-provided-in⟩](https://angular.io/guide/singleton-services/#using-provided-in).
- APACHE. *Apache License, Version 2.0*. 2020. Disponível em: [⟨https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0⟩](https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0).
- ARCGIS. *What is ArcGIS?* 2020. Disponível em: [⟨https://developers.arcgis.com/labs/what-is-arcgis/⟩](https://developers.arcgis.com/labs/what-is-arcgis/).
- BAPTISTA, C. de S. et al. Using open source gis in e-government applications. In: SPRINGER. *International Conference on Electronic Government*. [S.l.], 2004. p. 418–421.
- BEN-SHAHAR, O. Data pollution. *Journal of Legal Analysis*, Narnia, v. 11, p. 104–159, 2019.
- BRASCHER, M. A ambigüidade na recuperação da informação. IASI, 2002.
- BRASIL.IO. *Dados da COVID-19 na Bahia*. 2021. Disponível em: [⟨https://brasil.io/dataset/covid19/caso/⟩](https://brasil.io/dataset/covid19/caso/).
- CARD, M. *Readings in information visualization: using vision to think*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1999.
- CHAPMAN, C. *A Complete Overview of the Best Data Visualization Tools*. 2018. Disponível em: [⟨https://www.toptal.com/designers/data-visualization/data-visualization-tools⟩](https://www.toptal.com/designers/data-visualization/data-visualization-tools).
- CHARTJS. *Chart.js*. 2020. Disponível em: [⟨https://www.chartjs.org/⟩](https://www.chartjs.org/).
- CLEVELAND, W. S.; MCGILL, R. Graphical perception: Theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American statistical association*, Taylor & Francis Group, v. 79, n. 387, p. 531–554, 1984.
- CONCLA, C. N. de C. *Subclasses da CNAE 2.1*. 2021. Disponível em: [⟨https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/subclasses-da-cnae-2-1⟩](https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/subclasses-da-cnae-2-1).

CRESPO, Á. H.; SÁNCHEZ, M. M. G. de los S.; BOSQUE, I. R. del. Influence of users' perceived compatibility and their prior experience on b2c e-commerce acceptance. In: \_\_\_\_\_. *Electronic Business and Marketing: New Trends on its Process and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 103–123. ISBN 978-3-642-37932-1. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37932-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37932-1_8).

D3. *D3.js - Data-Driven Documents*. 2020. Disponível em: <https://d3js.org/>.

DAVENPORT, T. H.; BARTH, P.; BEAN, R. *How 'big data' is different*. [S.l.]: MIT Sloan Management Review, 2012.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Q.*, Society for Information Management and The Management Information Systems Research Center, USA, v. 13, n. 3, p. 319–340, set. 1989. ISSN 0276-7783. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/249008>.

DEIRÓ, H. *Angular Base Project Boilerplate*. 2020. Disponível em: <https://github.com/HDeiro/angular-base>.

DEIRÓ, H. *Basic Node API Boilerplate*. 2020. Disponível em: <https://github.com/HDeiro/basic-node-api>.

ENSSLIN, L. et al. Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores. *Production*, SciELO Brasil, v. 23, n. 2, p. 402–421, 2013.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S. *Apoio a Decisão, Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. [S.l.]: Ed. Insular, 2001. ISBN 85-7474-093-4.

ESRI. *Geographic Language Processing (GLP) Assistant*. 2019. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis-marketplace/listing/products/c5bd722c8b3e4f47842991bda992cd2c>.

ESRI. *ArcGIS Pro Pricing*. 2020. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/buy>.

ESRI. *What is GIS?* 2020. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.

EXPRESS. *bodyParser*. 2020. Disponível em: <https://github.com/expressjs/body-parser>.

EXPRESS. *CORS*. 2020. Disponível em: <https://github.com/expressjs/cors>.

EXPRESS. *Express.js*. 2020. Disponível em: <https://expressjs.com/pt-br/>.

FACEBOOK. *JEST*. 2020. Disponível em: <https://jestjs.io/>.

FINGAS, J. *Microsoft and Google team up to bring more web apps to the Play Store*. 2020. Disponível em: <https://www.engadget.com/microsoft-google-web-apps-in-play-store-215334589.html>.

FREITAS, C. M. D. S. et al. Introdução à visualização de informações. *Revista de informática teórica e aplicada. Porto Alegre. Vol. 8, n. 2 (out. 2001), p. 143-158*, 2001.

FRIENDLY, M.; DENIS, D. J. Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization. *URL http://www.datavis.ca/milestones*, v. 32, p. 13, 2001.

GARCIA, M. *UX na perspectiva daltônica*. 2019. Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/melhorando-a-experiencia-do-usuario-daltônico-3097291d0492>.

GOOGLE. *Google Charts Support*. 2020. Disponível em: <https://developers.google.com/chart/interactive/support>.

GOOGLE. *Google Maps*. 2020. Disponível em: <https://cloud.google.com/maps-platform>.

GOOGLE. *Google Maps - Preços*. 2020. Disponível em: <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing>.

GRINSTEIN, G. G.; WARD, M. O. Introduction to data visualization. *Information visualization in data mining and knowledge discovery*, Morgan Kaufmann Publishers Los Altos, CA, USA, v. 1, p. 21–45, 2002.

HELMET.JS. *Helmet*. 2020. Disponível em: <https://helmetjs.github.io/>.

IBGE. *API de Localidades*. 2020. Disponível em: <https://servicodados.ibge.gov.br/api/docs/localidades>.

INITIATIVE, O. S. *The 3-Clause BSD License*. 2020. Disponível em: <https://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause>.

INITIATIVE, O. S. *The MIT License*. 2020. Disponível em: <https://opensource.org/licenses/MIT>.

KAIDI, Z. Data visualization. *Retrieved*, v. 8, n. 22, p. 2010, 2000.

LOG4JS. *Log4Js*. 2020. Disponível em: <https://log4js-node.github.io/log4js-node/>.

MATOS, D. *Power BI ou Tableau?* 2017. Disponível em: <http://www.cienciaedados.com/power-bi-ou-tableau/>.

MAZZA, R. *Introduction to information visualization*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2009.

MICROSOFT. *Preços do Power BI*. 2020. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/pricing/>.

MICROSOFT. *TypeScript*. 2020. Disponível em: <https://www.typescriptlang.org/>.

MICROSOFT. *Encontre clareza quando mais precisar*. 2021. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>.

MILLER, R. *Salesforce closes \$15.7B Tableau Deal*. 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2019/08/01/salesforce-closes-15-7b-tableau-deal/>.

MIRANDA, V. U. P. D. C. Construtivismo e racionalismo como paradigmas para modelos de tomada de decisão estratégica. *REA-Revista Eletrônica de Administração*, v. 5, n. 2, 2011.

MIRANDA, V. U. P. da C. Construtivismo e racionalismo como paradigmas para modelos de tomada de decisão estratégica. *Revista Eletrônica de Administração*, v. 5, n. 2, 2006.

MOTTE, S. *DotEnv*. 2020. Disponível em: <https://github.com/motdotla/dotenv>.

NEGÓCIOS, I. de. *Qlik Sense*. 2020. Disponível em: <https://www.in1.com.br/solucoes/qlik-sense>.

NEGÓCIOS, P. P. E. G. *MEI terá novas regras de enquadramento em 2018*. 2017. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/MEI/noticia/2017/12/mei-tera-novas-regras-de-enquadramento-em-2018-conheca.html>.

NEUMANN, A.; WINTER, A. M. Time for svg — towards high quality interactive web-maps. In: *Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Beijing, China*. [S.l.: s.n.], 2001. p. 2349–62.

Ohrt, J.; Turau, V. Simple indoor routing on svg maps. In: *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–6.

OPENSTREETMAP. *Sobre o OpenStreetMap*. 2020. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/about>.

OSGEO. *QGIS*. 2020. Disponível em: <https://www.osgeo.org/projects/qgis/>.

PARREIRA, P. et al. Technology assessment model (tam): Modelos percursores e modelos evolutivos. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2018. p. 143–163. ISBN 978-972-8681-74-6.

PLOTLY. *Plotly Open Source Graphing Libraries*. 2020. Disponível em: <https://plotly.com/graphing-libraries/>.

PRAKASH, A. *What is FOSS?* 2020. Disponível em: <https://itsfoss.com/what-is-foss/>.

QGIS. *QGIS A liderança do SIG de código aberto*. 2020. Disponível em: [https://qgis.org/pt\\_BR/site/about/index.html](https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html).

- QLIK. *Movendo do QlikView para o Qlik Sense*. 2020. Disponível em: [https://help.qlik.com/pt-BR/sense/November2020/Subsystems/Hub/Content/Sense\\\_Hub/Migration/qlikview-qliksense-overview.htm](https://help.qlik.com/pt-BR/sense/November2020/Subsystems/Hub/Content/Sense\_Hub/Migration/qlikview-qliksense-overview.htm).
- QLIK. *Qlik Pricing*. 2020. Disponível em: <https://www.qlik.com/us/pricing/qlik-sense-client-managed>.
- QLIK. *Qlik Sense*. 2021. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br/lp/ppc/qlik-sense-business/brand>.
- REES, D.; LARAMEE, R. S. A survey of information visualization books. In: WILEY ONLINE LIBRARY. *Computer Graphics Forum*. [S.l.], 2019. v. 38, n. 1, p. 610–646.
- RICHARD, S.; LEPAGE, P. *What are Progressive Web Apps?* 2020. Disponível em: <https://web.dev/what-are-pwas/>.
- ROY, B.; VANDERPOOTEN, D. The european school of mcda: Emergence, basic features and current works. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, Ltd., v. 5, n. 1, p. 22–38, 1996. ISSN 1099-1360. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1360\(199603\)5:1<22::AID-MCDA93>3.0.CO;2-F](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-1360(199603)5:1<22::AID-MCDA93>3.0.CO;2-F).
- SANTANA, F. *Daltonismo e UX: a experiência para todos*. 2017. Disponível em: <https://coletivoux.com/dalt\\%C3\\%B4nicos-tamb\\%C3\\%A9m-s\\%C3\\%A3o-usu\\%C3\\%A1rios-4f03ca40c30d>.
- SENADO, A. *Aprovada em 2017, reforma trabalhista alterou regras para flexibilizar o mercado de trabalho*. 2017. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/05/02/aprovada-em-2017-reforma-trabalhista-alterou-regras-para-flexibilizar-o-mercado-de-trabalho>.
- SETZER, V. W. Dado, informação, conhecimento e competência. *DataGramZero Revista de Ciência da Informação*, n. 0, v. 28, 1999.
- SHNEIDERMAN, B. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In: IEEE. *Proceedings 1996 IEEE symposium on visual languages*. [S.l.], 1996. p. 336–343.
- SNAPSVG. *The JavaScript SVG library for the modern web*. 2020. Disponível em: <http://snapsvg.io/>.
- SOARES, A. C. F. *Análise de ferramentas de business intelligence com destaque dos serviços de bi na cloud computing*. 2017.
- SOUZA, H. L. D. de et al. *(Submetido) Uma Análise Visual de Abertura e Fechamento de Empresas no Estado da Bahia em Relação à Crescente Taxa de Desemprego entre 2013 e 2018*. 2021. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/>.
- STAFF, B. B. *Tableau VS Power BI*. 2020. Disponível em: <https://www.betterbuys.com/bi/tableau-vs-power-bi/>.

TABLEAU. *Sobre os mapas do Tableau*. 2017. Disponível em: [⟨https://www.tableau.com/pt-br/mapdata/#vendors⟩](https://www.tableau.com/pt-br/mapdata/#vendors).

TABLEAU. *Tableau helps people see and understand data*. 2021. Disponível em: [⟨https://www.tableau.com/trial/tableau-software⟩](https://www.tableau.com/trial/tableau-software).

TSENG, H. *Power BI vs Tableau vs QlikView: Which BI Tool is the Winner?* 2020. Disponível em: [⟨https://www.selecthub.com/business-intelligence/tableau-vs-qlikview-vs-microsoft-power-bi/⟩](https://www.selecthub.com/business-intelligence/tableau-vs-qlikview-vs-microsoft-power-bi/).

W3C. *SVG Tutorial*. 2020. Disponível em: [⟨https://www.w3schools.com/graphics/svg\\_intro.asp⟩](https://www.w3schools.com/graphics/svg_intro.asp).

WATT, A.; LILLEY, C. *SVG unleashed*. [S.l.]: Sams Publishing, 2002.

Wu Binzhuo; Xia Bin. Mobile phone gis based on mobile svg. In: *Proceedings. 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS '05*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 2, p. 4 pp.–.

XI, Y. tao; WU, J. guo. Application of gml and svg in the development of webgis. *Journal of China University of Mining and Technology*, v. 18, n. 1, p. 140 – 143, 2008. ISSN 1006-1266. Disponível em: [⟨http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1006126608600309⟩](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1006126608600309).