

Proposta de metamodelos de geovisualização implementados com recursos adaptáveis

Proposal of geovisualization metamodels implemented with adaptative resources

Propuesta de metamodelos de geovisualización implementados con recursos adaptativos

Recebido: 18/09/2022 | Revisado: 10/10/2022 | Aceitado: 14/10/2022 | Publicado: 19/10/2022

Ítalo Moreira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3216-2173>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: italo.silva@ifgoiano.edu.br

Alexandre Carvalho Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0264-3475>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: alexandre.silva@ifgoiano.edu.br

Luciano Carlos Ribeiro da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8776-3654>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: luciano.carlos@ifgoiano.edu.br

Jesmmer da Silveira Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8242-8208>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: jesmmer.alves@ifgoiano.edu.br

Angel Rodrigues Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2461-2055>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: angel.rodrigues@estudante.ifgoiano.edu.br

Camilo de Lellis Barreto Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7250-605X>
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
E-mail: camilobarreto@ufu.br

Diogo Aparecido Cavalcante de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8956-1768>
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
E-mail: diogoiub@gmail.com

Ligia Christine Oliveira Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3081-860X>
Secretaria Municipal Educação de Itumbiara, Brasil
E-mail: ligiachristine@gmail.com

Resumo

O grande volume de dados governamentais disponibilizados recentemente traz um questionamento sobre a melhor forma de exibir estes dados ao usuário. Existe uma relação direta entre grande parte dos portais governamentais denominados portais da transparência, com uma região geográfica, seja essa região uma cidade estado ou país. As características dos usuários podem influenciar a forma com que ele interage com as aplicações, uma forma de amenizar este problema seria a utilização da contextualização da informação. Ela traz ao usuário informações baseadas em suas preferências, facilitando a interpretação e entendimento dos dados. Para ocorrer a contextualização são necessárias informações prévias que geralmente são colhidas através de questões antes da utilização de fato, para que a aplicação filtre corretamente os resultados. Portanto, esta pesquisa propôs e desenvolveu novos metamodelos de geovisualização e demonstrou sua utilização os implementando com recursos adaptáveis conforme o perfil do usuário. A escolha do modelo indicado a cada perfil levou em conta as informações obtidas do usuário, por meio de coleta de respostas em formato de formulário. Por fim os metamodelos foram escritos no formato de biblioteca e disponibilizados no portal *npm*.

Palavras-chave: Contextualização; Geovisualização; Indicação; Metamodelos.

Abstract

The large volume of government data made available recently raises questions about the best way to display this data to the user. There is a direct relationship between most government portals called transparency portals, with a geographic region, whether this region is a city, state or country. User characteristics can influence the way they interact with applications, a way to soften this problem would be the use of information contextualization. It brings

the user information based on their preferences, facilitating the interpretation and understanding of the data. For contextualization to occur, prior information is needed, which are usually collected through questions before the actual use, so that the application correctly filters the results. Therefore, this research proposed and developed new geovisualization metamodels and demonstrated their use by implementing them with adaptable resources according to the user's profile. The choice of the model indicated for each profile considered the information obtained from the user, through the collection of responses in form format. Finally, the metamodels were written in library format and made available on the *npm* portal.

Keywords: Contextualization; Geovisualization; Metamodels; Recommendation.

Resumen

El gran volumen de datos gubernamentales disponibles recientemente plantea dudas sobre la mejor manera de mostrar estos datos al usuario. Existe una relación directa entre la mayoría de los portales gubernamentales llamados portales de transparencia, con una región geográfica, ya sea esta región una ciudad, estado o país. Las características de los usuarios pueden influir en la forma en que interactúan con las aplicaciones, una forma de paliar este problema sería el uso de la contextualización de la información. Esto aporta al usuario información en función de sus preferencias, facilitando la interpretación y comprensión de los datos. Para que se produzca la contextualización se necesita información previa, que normalmente se recoge a través de preguntas antes del uso real, para que la aplicación filtre correctamente los resultados. Por lo tanto, esta investigación propuso y desarrolló nuevos metamodelos de geovisualización y demostró su utilidad al implementarlos con recursos adaptables según el perfil del usuario. La elección del modelo indicado para cada perfil tuvo en cuenta la información obtenida del usuario, a través de la recogida de respuestas en formato formulario. Finalmente, los metamodelos se escribieron en formato de biblioteca y se pusieron a disposición en el portal *npm*.

Palabras clave: Contextualización; Geovisualización; Metamodelos; Recomendación.

1. Introdução

Com o recente avanço na disponibilização de dados por parte dos órgãos governamentais de acordo com Possamai & de Souza (2020), por meio da Lei de Acesso à Informação, a disponibilidade de dados referentes as unidades pertencentes aos três poderes vêm aumentando consideravelmente. Na esfera do poder executivo onde encontram-se os governos dos estados existe ampla adesão a disponibilidade de dados on-line por meio de sites denominados portais da transparência. Poucos destes portais fornecem técnicas de visualização da informação (VI), e os que possuem se restringem as mais básicas, tornando-se uma problemática efetiva e recorrente neste contexto.

Segundo Fujishiro *et al.* (2000), o grande acúmulo de dados registrados traz à tona o questionamento de como transformar os dados em conhecimento. Há muitas técnicas e esforços dedicados a manipulação desses dados para torná-los informações. A partir do momento em que estas informações estão disponíveis ainda é necessário transformá-las em conhecimento, utilizando técnicas em sua maioria gráficas que demonstram comparações de atributos quantitativos ou tabelas com atributos nominais visando facilitar a compreensão. Ao fim do processo normalmente é gerado um *dashboard* para apresentação dos resultados com alguns metamodelos de VI. A combinação desses elementos traz uma conclusão útil para determinada situação de um problema ou tomada de decisão.

É desejável que um *dashboard* tenha um tamanho consideravelmente pequeno, desta forma é necessário selecionar com cautela o que demonstrar, qual informação transmitir e como transmiti-la. Neste sentido, interfaces visuais efetivas nos permitem interagir com grandes volumes de informações rapidamente. O impacto da utilização dessas técnicas é potencializado pelo amplo volume de dados a que temos acesso atualmente. Um dos problemas principais deste campo de pesquisa, seria descobrir novas metáforas visuais que sejam eficazes na transmissão da informação de um problema específico (Gershon & Eick, 1997).

A utilização de diversas técnicas de design na produção de mapas sem dúvidas tem diversas implicações na capacidade cognitiva do leitor. Edler *et al.* (2020) enfatiza a importância dessas técnicas, como o impacto que o posicionamento de uma legenda gera sobre o tempo de decodificação para o usuário.

Esta pesquisa tem por objetivo geral a proposição de novos metamodelos digitais agregados a recursos adaptáveis de

acordo com preferências de perfis capazes de demonstrar variáveis quantitativas utilizando elementos do próprio mapa como formato de uma região geográfica específica.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são detalhados os principais temas que serão abordados no decorrer desta pesquisa sendo eles, dados geográficos, VI e a importância dos metamodelos implementados com recursos adaptativos para apresentação da informação.

2.1 Dados Geográficos e Representação

Os dados geográficos têm como característica a relação obrigatória com uma região geográfica e por consequência, com a componente espacial. Ela pode ser representada de duas formas, *raster* e vetorial. A representação vetorial leva em consideração a geometria da região geográfica composta por pontos, linhas e polígonos. A representação *raster* é análoga a uma matriz, onde cada célula representa uma posição específica (Chang, 2019).

Howari & Ghrefat (2021) descrevem os elementos gráficos básicos utilizados na construção de um mapa, sendo eles, pontos, linhas e polígonos. As linhas são obtidas utilizando dois pontos e os polígonos utilizados para representação de áreas são obtidos utilizando três ou mais pontos. Pode-se então definir o ponto como sendo o elemento mais básico a ser representado em um mapa. O ponto é tradicionalmente localizado no espaço bidimensional a partir de um par de coordenadas geográficas que contém as componentes latitude e longitude.

Stefanakis (2017) diz que a projeção cartográfica de um mapa é formada a partir de um conjunto de funções que transformam coordenadas geográficas com as componentes latitude e longitude para coordenadas cartesianas com componentes x e y. Kessler *et al.* (2017) complementa essa visão explicando que a projeção é a forma matemática de transformar e mapear as coordenadas bidimensionais da terra curva em uma superfície plana.

2.1.1 Importância dos Dados Geoespaciais em Políticas Públicas

Após a adoção do paradigma *Open Government Data* (iniciativa que promove a transparência por meio da disponibilização de dados do governo ao público), foi iniciado por parte de diversos países ao redor do mundo a publicação de dados de órgãos públicos. O Brasil não foi diferente, tendo o governo atuando neste cenário em conjunto com a academia para modular uma estrutura que permitisse o compartilhamento desses dados com o público, esses esforços vêm sendo apresentados desde 2009 (Breitman *et al.*, 2012).

O portal *Open Data Inception* (Portal que lista portais de dados em nível mundial) já tinha pelo menos 2600 portais de dados abertos listados ao redor do mundo em 2018, na data de publicação desta pesquisa esse número não se alterou, o que indica ausência de atualização de informações de modo que o número real deve ser muito superior. Esses portais contêm dados sobre uma série de elementos, sendo que muitos deles tem uma relação direta com conceitos espaciais, como estados, cidades bairros etc. Com o aumento constante da publicação desses dados na internet a relevância de estratégias visuais que permitem sua análise também cresceu (Degbelo & Kray, 2018).

2.2 Visualização da Informação

É difícil relacionar o termo VI a alguma aplicação à primeira vista, e de fato é um tópico cuja análise pode levar a abstrações, pois grande parte do que é visto especialmente em telas de computadores é puramente VI, mas não se limitando a dispositivos digitais. O fato é que desde o relógio que exibe as horas até um *dashboard* (painel para apresentação de relatórios) complexo a VI está presente de alguma forma no processo de transmissão da informação.

De acordo com Encarnação (2017) a VI é a utilização de uma representação visual de dados suportada por computadores com

o objetivo de facilitar a cognição. Se tratando de um campo de pesquisa que está se desenvolvendo rapidamente, e que se tornou uma área de pesquisa multidisciplinar, abrangendo vários domínios como a obtenção de informação, interação humano-computador, e bibliotecas digitais. Para Chen (2010), o termo VI se refere a representações de informação gráficas geradas por computadores. De acordo com ele, estão envolvidos aspectos de projeto, desenvolvimento e aplicação de uma representação gráfica gerada por um computador. Portanto, de modo geral, nesses sistemas a VI une os recursos de processamento mais poderosos conhecidos, os computadores modernos e a mente humana (Gershon & Eick, 1997).

Segundo Gershon e Eick (1997), interfaces visuais efetivas nos permitem interagir com grandes volumes de informações rapidamente. O impacto da utilização dessas técnicas é potencializado pelo amplo volume de dados a que temos acesso atualmente (tendo como referência o período de publicação do trabalho – 1997). Um dos problemas-chaves deste campo de pesquisa segundo ele, seria descobrir novas metáforas visuais que sejam eficazes na transmissão da informação de um problema específico. Embora, tem aplicabilidade, logo que a importância da visualização extrapola o campo das pesquisas acadêmicas sendo utilizada em resoluções de problemas reais e amplamente adotada pelo mercado (Gershon & Eick, 1997).

2.3 Metamodelos e Estratégias Adaptativas para Apresentação da Informação

Existem evidências que sugerem que ter uma alta pontuação cognitiva implica relativamente em melhores resultados ao utilizar estratégias de visualização para análise de dados. Os seres humanos são distintos entre si, cada pessoa possui uma determinada capacidade cognitiva. A construção de aplicações específicas para transmissão de informação ao usuário deve levar esse fator em conta, visto que o principal objetivo do usuário ao utilizá-las é compreender as informações lá contidas. Logo, ter essa estratégia planejada para um usuário genérico pode negligenciar usuários específicos cujo perfil pode se distanciar do perfil ideal (Ottley, 2020).

O termo metamodelo é adotado pela comunidade de VI para descrever proposições de estratégias para visualização. Ele deriva da metodologia MDE (*Model Drive Engineering*). Para Mohagheghi e Dehlen (2008), um metamodelo permite a adoção de modelos genéricos e uma linguagem em comum na discussão da qualidade para determinados domínios ou contextos. Ele ainda complementa apresentando um ponto de vista onde um metamodelo pode ser visto de três diferentes perspectivas, a primeira seria como um conjunto de blocos de construção e regras para construção de modelos, a segunda seria como um modelo de um domínio de interesse e a terceira como uma instância de outro modelo. Esta pesquisa encaixa-se na segunda perspectiva apresentada por Mohagheghi e Dehlen (2008), onde o domínio de interesse caracteriza-se por uma estratégia que permita a exibição de dados quantitativos conservando uma relação com uma região geográfica.

Pesquisas recentes demonstram que as diferenças entre os usuários podem influenciar o desempenho e a satisfação dos usuários ao executar uma determinada tarefa, observando para tal uma visualização. O que sugere que uma abordagem adaptativa pode beneficiar significativamente os usuários individuais (Steichen *et al.*, 2013, 2014). Nivala & Sarjakoski (2007) define em sua pesquisa um suporte ao princípio da adaptação da referência visual para diferentes grupos de usuários ao observar que grupos de diferentes idades e nacionalidades identificaram alguns símbolos de forma diferente ao utilizar a aplicação por ele proposta. Dessa forma, as características individuais dos usuários realmente têm impacto na efetividade da visualização. Portanto, devem ser levadas em conta no momento da seleção da visualização a que o usuário será exposto (Toker *et al.*, 2012), potencializando a necessidade de estratégias adaptáveis.

3. Análise da Literatura Correlata

No contexto de VI, as pesquisas mais recorrentes são caracterizadas por uma nova proposta visual, avaliação de uma denominada proposta ou uma comparação entre propostas. Desta forma, pretende-se apresentado uma análise que expõe trabalhos que propõe e desenvolvem uma ferramenta ou modelo de VI combinando estratégias já conhecidas com o objetivo de

melhorar a cognição da informação ou usabilidade do sistema por parte do usuário.

No tocante de trabalhos com foco na exibição de mapas interativos e adaptáveis, vale mencionar o trabalho de Huang (2019), que avalia por meio de questionário on-line o sistema já existente *HealthWebMapper1.0*; posteriormente, desenvolve um novo sistema denominado *HealthWebMapper2.0* levando em conta os resultados obtidos a partir do questionário. Após o desenvolvimento do segundo sistema fora feita uma avaliação desse. Não foram feitas comparações estatísticas entre resultados de relatórios dos dois sistemas por haver possível disparidade de experiência entre os grupos de participantes dos questionários. Por fim, concluindo que diversos fatores poderiam influenciar a incidência de câncer em um grupo de pessoas.

A ferramenta do sistema *HealthWebMapper2.0*, de Huang (2019), traz uma forma de visualizar a correlação de alguns desses fatores combinando a abordagem de geovisualização com gráficos, ambos associados a região de San Diego, podendo assim auxiliar na descoberta de possíveis causas de câncer, expectativa de vida ou tempo de hospitalização de cada paciente levando em conta o contexto dele; e aplica melhorias solicitadas por usuários.

Ainda neste tocante, a pesquisa de Abdelwahed (2021), desenvolve uma aplicação responsiva de geovisualização para a web, utilizando um arquivo “GeoJson” para sobrepor um mapa mundo. Utilizou-se cores distintas para diferenciar as regiões contidas no arquivo “GeoJson” de acordo com sua classificação. Foram documentadas as fases de desenvolvimento e a produção de uma ferramenta de geovisualização utilizando bibliotecas *Open-source*. Criou-se um mapa interativo que permite ao usuário observar as reservas naturais, as sugestões de reservas do Egito e saber mais sobre cada uma delas.

A aplicação desenvolvida (Abdelwahed, 2021) apresenta uma interface responsiva, com opções de filtros, customização da visualização e utiliza elementos básicos para construção de interface. O código é simples e permite que essa solução possa ser utilizada para regiões geográficas diferentes do Egito desde que o arquivo de reservas siga o padrão adotado na pesquisa. Uma possível limitação é que o segundo idioma (inglês) proposto pelo autor não foi completamente implementado na aplicação. No entanto, o trabalho (Abdelwahed, 2021) apresenta uma ferramenta de geovisualização responsiva para a exposição de dados qualitativos, quantitativos e espaciais sobre reservas e sugestões de reservas do Egito. Sua aplicação desenvolvida encontra-se on-line e disponível para acesso.

O trabalho de Hässig (2020) migra a aplicação web *Swiss feed database*, do *framework AngularJS* para seu sucessor, o *Angular*. Para a construção do novo website escolheu-se a plataforma para construção de sites *Angular* especializado na criação de aplicações com o conceito de *single-page-application*. Como linguagem de programação utilizou-se *TypeScript*. O maior ganho de desempenho deu-se na paralelização do carregamento dos elementos em tela sendo eles, mapa, tabela e gráfico.

Considerando trabalhos que focam na recomendação de conteúdo, um trabalho que merece destaque é o de Hussain *et al.* (2018), que apresenta uma aplicação que tem sua interface adaptável ao contexto do usuário de modo que cada usuário pode ter uma interface que se ajuste a ele levando em conta suas características e gostos pessoais. A aplicação utiliza uma abordagem personalizada para criar e atualizar a interface levando em conta o contexto do usuário e pode coletar dados de diferentes fontes.

Ainda neste contexto, vale destacar o trabalho de Kolekar *et al.* (2019), desenvolvendo um sistema web denominado “E-learning”, cuja interface se adapta ao perfil de aprendizagem do usuário por meio de regras genéricas pré-definidas levando em conta o sistema de aprendizado FLSM (*Felder-Silverman Learning Style Model*) que visa auxiliar no ensino de estudantes com diferentes tipos de estilos de aprendizagem, baseando-se na preferência dos estudantes quanto ao formato do material de estudo para categorizá-los em um dos estilos de aprendizagem definido pelo sistema. As regras para gerar componentes de interface são a chave desta abordagem. De modo geral, o trabalho (Kolekar *et al.*, 2019) apresenta um estudo de caso utilizando um único curso, e poucos componentes adaptáveis. Para adicionar outros cursos seria necessário criar mais componentes. Como o sistema só tinha um curso a avaliação se deu levando-o em conta, seria razoável efetuar nova avaliação

para uma quantidade maior de cursos posteriormente afim de comparar os resultados.

3.1 Considerações da Abordagem

Contudo, pode-se considerar que trabalhos com foco na exibição de mapas interativos e adaptáveis distinguem-se tecnicamente na maior parte dos critérios apontados. Huang (2019), utilizou uma linha de desenvolvimento mais generalista centralizando todo o desenvolvimento em torno de uma linguagem focada em análise de dados, isso facilitou o desenvolvimento e integração dos dados analisados com os metamodelos, mas impactou negativamente a performance e qualidade gráfica da interface. Abdelwahed (2021), por sua vez utiliza uma pilha de tecnologias focadas no desenvolvimento *web* para implementação de sua aplicação, e relata que ela pode ser utilizada para outras regiões geográficas desde que o arquivo fonte seja compatível. Hässig (2020) relata que apesar de utilizar tecnologias específicas e atualizadas para o desenvolvimento de sua aplicação ela não atingiu a performance desejada sendo necessária a atualização da estrutura de execução do código de carregamento dos elementos visuais.

É possível identificar que a utilização de tecnologias específicas para o desenvolvimento de interfaces *web* traz mais vantagens se comparadas a tecnologias com foco em análise de dados. Porém mesmo utilizando tecnologias para o desenvolvimento *web* pode haver problemas de performance na implementação de múltiplos elementos visuais baseados em requisições a base de dados.

Os trabalhos com foco na recomendação de conteúdo diferem em todos os critérios. O tipo do motor de recomendação foi escolhido de acordo com a estrutura de cada aplicação e seu propósito. Um motor de recomendação baseado em modelo funciona melhor com muitos usuários. Hussain *et al.* (2018), explica que gerar a interface de forma automatizada com diferentes tipos de componentes visuais pode trazer problemas que podem quebrar a interface e impedir o uso de algumas funções. No entanto, atualizar a interface de maneira constante pode prejudicar a usabilidade da aplicação, deixando o usuário confuso e frustrado. Enquanto isso, Kolekar *et al.* (2019) implementa um protótipo baseado em regras e salienta que futuramente outros cursos podem ser adicionados bem como novos componentes adaptativos. Ele efetua uma análise sobre as respostas dos questionários respondidos pelos estudantes e salienta que para a adição de novos cursos, componentes visuais e estudantes é recomendável efetuar uma nova avaliação.

4. Metodologia

4.1 Revisão da Literatura

Acerca da fundamentação correlata e estudos de cenário ante aplicação da proposta, os métodos científicos empregados são baseados na abordagem de revisão narrativa (Cordeiro *et al.*, 2007) da literatura. Como fora feito, pequenos resumos descrevem e notam as situações e características interessantes na literatura referente ao assunto abordado neste trabalho.

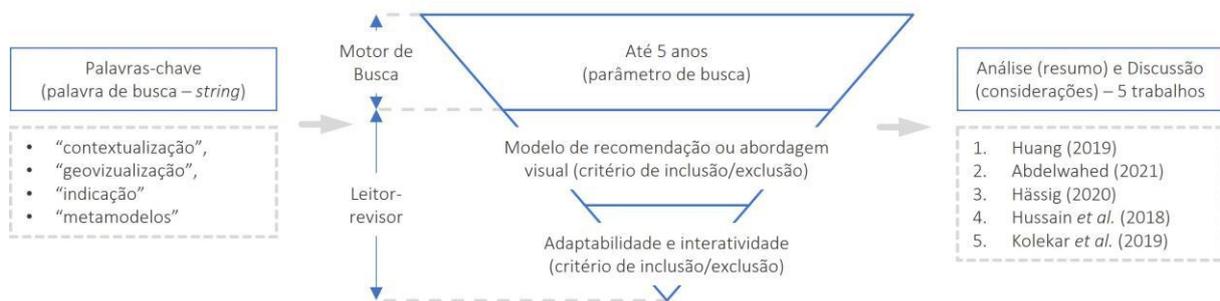
O processo de revisão da literatura emprega métodos de busca e filtro na seleção dos materiais abordados. Dos quais foram definidas as palavras-chave de busca (os termos são combinados numa palavra de busca – *string*): “contextualização”, “geovisualização”, “indicação” e “metamodelos”. As bases de dados / materiais bibliográficos: *Google Scholar*, *IEEE Xplore*, *Scopus* e *ACM Digital Library*. E ainda, os critérios de inclusão e/ou exclusão (aplicados na avaliação circunstancial de interesse sobre o material avaliado): trabalho de no máximo até 5 anos; modelos de recomendação ou estratégia de visualização; e, emprega recursos digitais com interatividade e adaptáveis. Conceitos sobre os métodos e arranjo dos termos foram observados em propostas sistemáticas tais como Ferreira *et al.* (2022), embora aplicados numa abordagem narrativa, mas que foram relevantes.

Aplica-se o processo da revisão a formulação da palavra de busca (baseada nos termos das palavras-chave) e os

critérios de filtro paramétrico do motor avançado de busca (quando adequado) sobre o recurso das principais bases de busca utilizadas. Normalmente os termos de busca são traduzidos para o inglês, a fim de expandir o escopo de busca, considerando que grande parte dos trabalhos indexados nas bases estarão escritos no idioma referido. Logo, os materiais encontrados são avaliados manualmente pelo leitor-revisor. Os critérios de inclusão/exclusão são considerados, filtrando os principais materiais relevantes para o destaque no material deste trabalho. Materiais os quais são resumidos em descrição objetiva no interesse de discussão e evidência da literatura, direcionando a situação do desenvolvimento da proposta neste trabalho.

A Figura 1 ilustra o processo de revisão adotado sobre os conceitos de busca, filtro, análise e discussão realizados.

Figura 1. Processo de revisão (narrativa) da literatura adotado.



Fonte: Autores (2022).

Ademais as considerações feitas em Análise da Literatura Correlata, segue o emprego da pesquisa acerca de sua arquitetura, implementação e funcionamento.

4.2 Arquitetura da proposta

No decorrer desta sessão serão explicadas as interconexões entre os componentes integrantes da arquitetura da solução proposta, detalhes de implementação e funcionamento.

Com a intenção de atingir o objetivo proposto nesta pesquisa, a estratégia metodológica se divide na proposição de metamodelos para exibição de dados quantitativos e construção de dois módulos: a) Módulo de aquisição de valores preferenciais e assertivos dos usuários. b) Módulo de recomendação, que leva em conta aspectos qualitativos e subjetivos observados nas respostas obtidas no módulo de aquisição. A arquitetura proposta converge com duas contribuições deste trabalho, o desenvolvimento dos mapas interativos para exposição de dados quantitativos e a formulação de critérios objetivos de indicação de metamodelos com base na análise das respostas do questionário.

A Figura 2 apresenta um diagrama de blocos representando a arquitetura proposta.

Figura 2. Visão geral da arquitetura.



Fonte: Autores (2022).

No diagrama de blocos, representado na Figura 2 é possível notar uma forma tracejada que contém o fluxo de execução geral, integrando todos os componentes da arquitetura. Abaixo dele estão os itens contidos no componente, eles descrevem os principais aspectos dos componentes aos quais se referem. Acima dele está o resultado esperado após a execução de um ou mais componentes da aplicação.

É possível dividir o fluxo de execução geral em três fluxos menores, a captação de respostas por meio do módulo de aquisição, a análise e construção de critérios de indicação e a indicação dos metamodelos. Os critérios de indicação são empíricos e elaborados com base em uma análise subjetiva aos atributos contidos no módulo de aquisição. Eles servem de ponto de partida para uma evolução do motor de recomendação. A indicação de um metamodelo não é pré-requisito para a sua implementação. As indicações são alternativas destinadas a pessoas que temem escolher uma estratégia visual não adequada ao seu público.

No fluxo de captação de respostas, os usuários que estariam expostos a uma estratégia visual, respondem a três tipos de perguntas: a) contextuais, b) de acurácia e c) subjetivas. Quando todas as perguntas disponíveis são preenchidas o questionário automaticamente as armazena na base de dados.

No fluxo de análise e construção de critérios de indicação, os dados obtidos no questionário passam por uma transformação e análise estatística afim de definir perfis de usuários que contém características que descreverão um grupo de usuários. Após a análise e definição dos perfis os dados são transformados e disponibilizados para indicação.

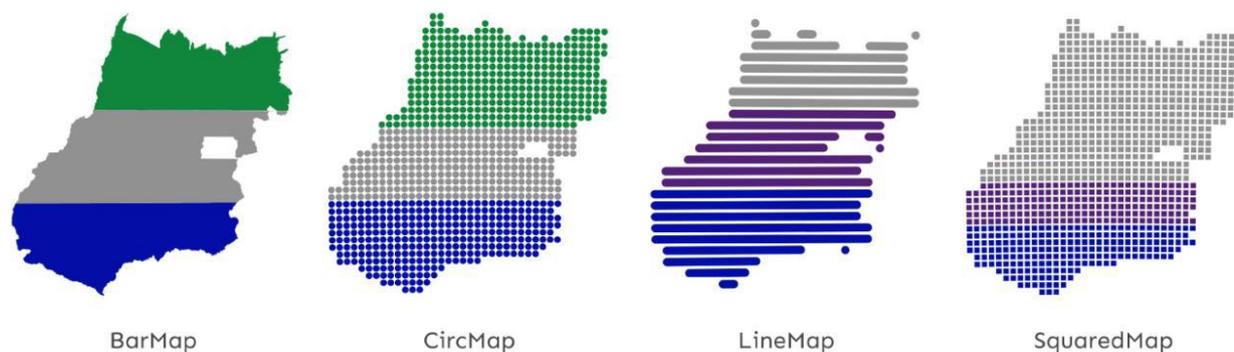
No fluxo de indicação de metamodelos, o usuário acessa a aplicação de indicações, preenche características contextuais e então efetua a busca de um metamodelo desenvolvido nesta pesquisa que seja adequado para o tipo de usuário cujas características foram informadas.

4.3 Construção dos Metamodelos

Na Figura 3 são apresentados quatro metamodelos desenvolvidos, a região geográfica em questão é uma forma simplificada do estado de Goiás. Eles foram projetados utilizando as formas mais simples da geometria plana, como linhas, circunferências e quadrados. Outro aspecto importante, a divisão das seções do mapa, foi abstraído do gráfico de barras

empilhadas. A área para exibição de formas geométricas ou preenchimento em cor destaque deve ser limitada ao formato da área geográfica em questão.

Figura 3. Protótipo dos metamodelos.



Fonte: Autores (2022).

É desejável que os metamodelos devam ser flexíveis, operar com quantidade de seções dinâmicas. Tornar fácil a definição das propriedades principais, como a quantidade de seções, a porcentagem que cada uma representará do mapa e sua respectiva cor. Devem receber configurações extras permitindo a definição de propriedades para o elemento que encapsula o mapa.

Espera-se que estes metamodelos exibam dados quantitativos, mantenham a conexão do usuário ao contexto da área a que os dados se referem. Eles estão disponibilizados em formato de biblioteca pública, tornando simples a implementação, facilitando o processo de integração com uma aplicação nova ou já existente. Bem como alcançar um número maior de potenciais usuários ou contribuidores.

4.4 Módulo para Aquisição de Valores Preferenciais e Assertivos dos Usuários

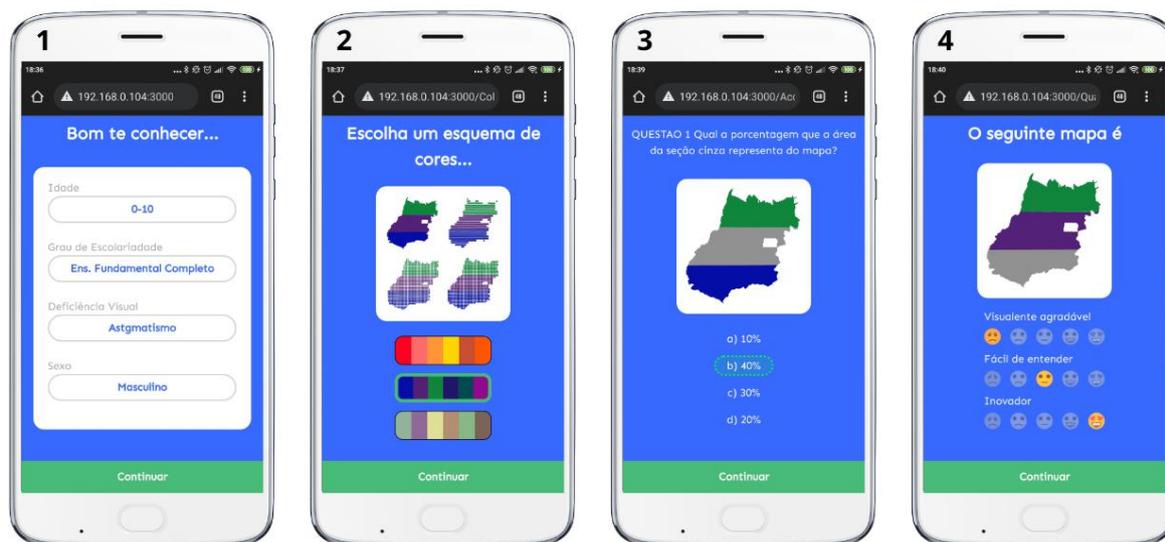
Para validação da eficácia na transmissão de informações, avaliação qualitativa, e construção de perfis de usuário, foi definida a construção de uma aplicação web para a obtenção de dados por parte dos usuários. Esta definição teve como ponto de partida a natureza dos metamodelos propostos e a grande abrangência que aplicações deste tipo podem alcançar, visto que o sistema é executado em um browser e independe de compatibilidade com sistemas operacionais.

A aplicação tem como objetivo principal obter respostas por parte dos usuários e como objetivo secundário demonstrar a implementação e flexibilidade de todos os metamodelos propostos em uma aplicação real. Como uma aplicação web moderna ela deve ser responsiva e se adaptar aos formatos mais comuns de telas.

As questões desenvolvidas contêm narrativas associadas aos metamodelos, questões contextuais referentes as características do usuário, qualitativas, subjetivas, suas preferências visuais e questões de acurácia. Na Figura 4 estão dispostos quatro protótipos de tela no formato de visualização de dispositivos móveis. Eles demonstram o layout das telas de aquisição de valores de contexto do usuário, acurácia e qualitativos.

Na Figura 4.1 e 4.2 estão dispostas as perguntas relacionadas ao contexto do usuário, que constituem de suas características. Na Figura 4.3 estão as perguntas de acurácia, relacionadas a capacidade de percepção de área por parte dos metamodelos. Na Figura 4.4 estão as questões qualitativas, referentes a preferência do usuário.

Figura 4. Protótipo da aplicação de coleta de dados.



Fonte: Autores (2022).

As questões de contexto do usuário levam em conta, o grau de escolaridade, se o usuário possui alguma deficiência visual e qual o tipo, a faixa etária e o sexo. Elas devem ter um formato de seleção, e para as questões com respostas escalares devem ser definidos intervalos de respostas para cada opção.

As questões de acurácia serão divididas de modo que cada abordagem visual tenha quatro questões. Todas as questões de acurácia devem ter como objeto de observação uma área do mapa que deve ter a mesma cor em todas as perguntas visando trazer ao usuário maior foco eliminando objetos de distração que não façam parte do objeto de estudo da questão, a área da seção alvo.

Para cada metamodelo duas questões analisando três seções do mapa, uma questão analisando cinco seções e uma questão analisando sete seções. Cada questão conterá quatro alternativas. Todas as alternativas de cada questão são porcentagens que a seção cinza representaria do todo. Todas as questões terão o mesmo texto, variando apenas as alternativas e a resposta correta.

As questões qualitativas referentes a preferência do usuário abrangem a cor de fundo do container do mapa, o esquema de cores a ser exibido nas seções e o quanto acredita que as formas de visualização são inovadoras, facilmente compreendidas, e agradáveis visualmente. Elas foram elaboradas em formato de nota atribuída a cada afirmação, ao todo são cinco notas, cada nota é representada por um *emoji* cuja correspondência pode ser vista na Figura 4.4.

4.5 Análise de Dados

Para análise dos dados coletados por meio da aplicação web construída o modelo de recomendação proposto nesta pesquisa é uma sugestão que leva em conta a análise estatística dos dados. Ele deve fornecer suporte a fácil atualização, tanto do tratamento de dados quanto para a lógica de agrupamento de perfis e para tal deve ser implementado utilizando uma linguagem de domínio específico para manipulação de dados.

A análise e transformação dos dados obtidos no módulo para aquisição de valores preferenciais e assertivos do usuário deve ser executada a partir da base de dados, transformando-os e os submetendo a base de dados.

Devem ser definidas pontuações de cada metamodelo para cada perfil de usuário. Para construir o ranking dos

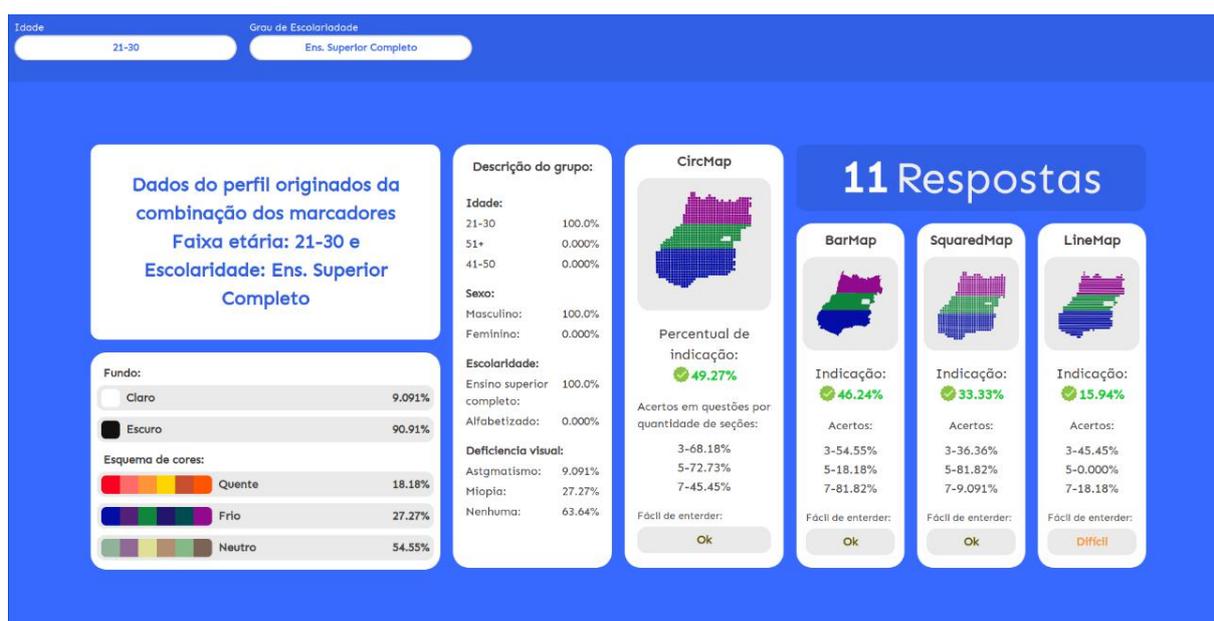
metamodelos o motor de indicações deve observar os aspectos assertivos contidos na acurácia das respostas obtidas no teste de percepção de área e conter os aspectos qualitativos observados nas questões que levam em conta a preferência do usuário e o quanto ele se identifica com cada metamodelo. Esta pesquisa definirá um peso maior a pontuação referente a acurácia, com o dobro do peso dado a pontuação referente aos aspectos qualitativos como facilidade de compreensão.

Os perfis de usuários foram definidos levando em conta aspectos contextuais, sendo eles, os marcadores de grau de escolaridade e de intervalo de idade. Ao todo serão definidos 25 perfis. Cada perfil deve condensar os dados mais recorrentes de cada coluna qualitativa e a soma dos valores das colunas quantitativas representadas pelas pontuações dos metamodelos. O produto dessa operação é: descrição do perfil apontando as propriedades mais recorrentes de cada coluna e a pontuação de cada metamodelo. Desta forma, quanto maior a pontuação mais indicado ao perfil em questão.

4.6 Módulo de Recomendações

Para exibição da indicação dos metamodelos foi desenvolvido um painel conforme a Figura 5. Tendo em vista a diversidade dos dados a serem obtidos, é possível fornecer um relatório robusto, descrevendo não apenas o metamodelo mais apropriado ao perfil pesquisado como quanto cada metamodelo é indicado a aquele determinado perfil. O painel deve ainda fornecer um resumo das outras características deste perfil de acordo com as respostas obtidas.

Figura 5. Protótipo do módulo de recomendações.



Fonte: Autores (2022).

O módulo de recomendações, assim como o módulo de aquisição de valores preferenciais e assertivos do usuário, implementa técnicas de UX, como a seleção dos elementos que convergem para especificação do perfil e a atualização automática do painel após a mudança de um dos fatores selecionados.

O módulo de recomendações recupera da base de dados os perfis e efetua o cálculo de porcentagens. Nele é exposto um resumo das informações mais recorrentes aquele perfil, e uma indicação de metamodelo mais adequado, a indicação é evidenciada pelo destaque de tamanho do componente indicado, logo após são exibidos os demais metamodelos com seu percentual de indicação aquele perfil como é possível notar na Figura 5.

Na Figura 5 há 8 cartões que exibem atributos variados do perfil, sendo eles: 1) um título evidenciando os fatores escolhidos para filtragem, 2) características qualitativas referentes a esquema de cores e fundo do mapa, 3) descrição dos

atributos contextuais, 4) quantidade de respostas utilizadas para formulação do perfil, 5) indicação de um metamodelo para aquele usuário bem como a relação de indicação que os demais possuem para ele. Nesta aplicação as interações de arrastar e zoom foram habilitadas.

Para atualização das informações em tela sem o recarregamento da página, após realizar a requisição dos perfis na base de dados a aplicação os armazena em um estado do *React*, a seleção de cada fator é salva em um estado, utilizando o conceito de efeitos colaterais presentes no *Hook UseEffect* do *React*, sempre que um dos fatores muda, é realizada uma filtragem dos perfis e o perfil selecionado é colocado em um estado, os oito cartões que apresentam as informações no painel recebem a partir desse estado as informações que deverão ser apresentadas, e sempre que ele muda, por consequência eles renderizam novamente com as novas informações, sem recarregar a página fornecendo uma experiência de atualização assíncrona.

5. Resultados

Nesta sessão são apresentados os dados obtidos durante a utilização do módulo para aquisição de valores preferenciais e assertivos do usuário, uma análise estatística sobre eles explicando como eles convergem para a construção de uma regra simplificada para obtenção de pontuações atribuídas a cada metamodelo por cada perfil de usuários. Serão descritos os perfis formados através dos dados obtidos e a disponibilização da biblioteca de metamodelos no portal *npm*.

5.1 Cenário de Teste

A coleta dos dados foi realizada por meio do módulo para aquisição de valores preferenciais e assertivos do usuário, esse módulo foi disponibilizado publicamente via internet sob o endereço www.graficonomapa.com.br, ele ficou disponível de 03/07/2021 até 25/12/2021. O público será descrito a partir dos dados contextuais, faixa etária, grau de escolaridade, incidência de distúrbio ou imperfeição visual, e sexo.

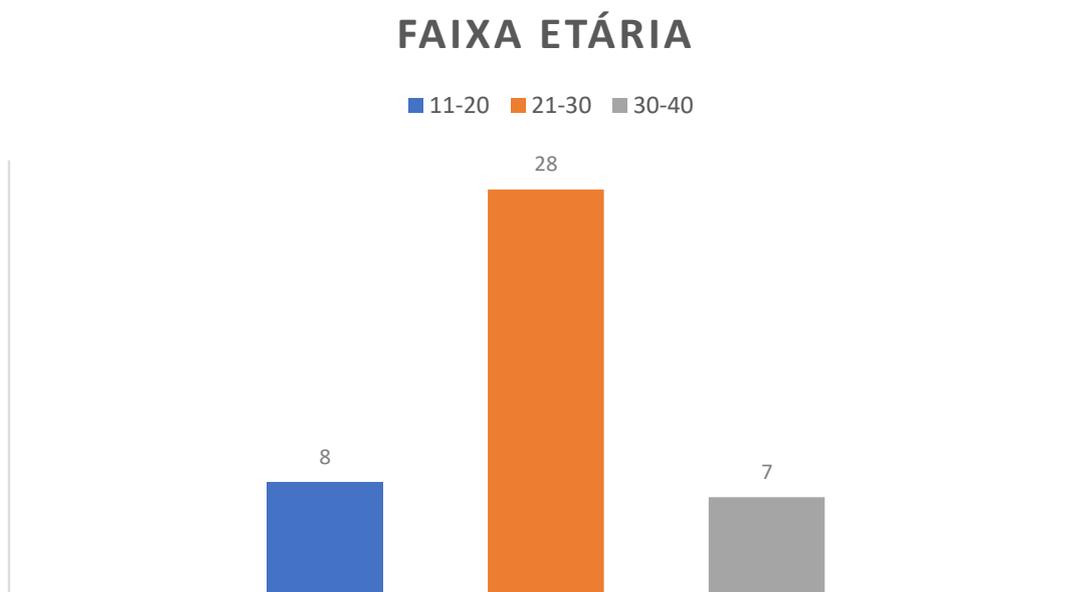
Considere que todas as porcentagens são exatas ou aproximadas com precisão de duas casas decimais. Os resultados apresentados abaixo provêm de 44 registros, dos quais um foi descartado por não condizer com as opções disponíveis para seleção. Portanto foram analisados ao total 43 registros de respostas dos usuários.

5.2 Público

Para dados de entrada relacionados ao contexto do usuário foram obtidos dados referentes a faixa etária em formato de intervalo de idade, grau de escolaridade, incidência de distúrbio ou imperfeição visual e sexo. A seguir, serão apresentados em formato de gráfico dados associados a faixa etária e grau de escolaridade, sendo estes atributos elegidos para análise no momento deste estudo.

No Gráfico 1, cerca de 65.12% dos usuários possuíam entre 21 e 30 anos, enquanto 18.60% possuíam entre 11 e 20 anos e apenas 16,29% possuíam entre 30 e 40 anos.

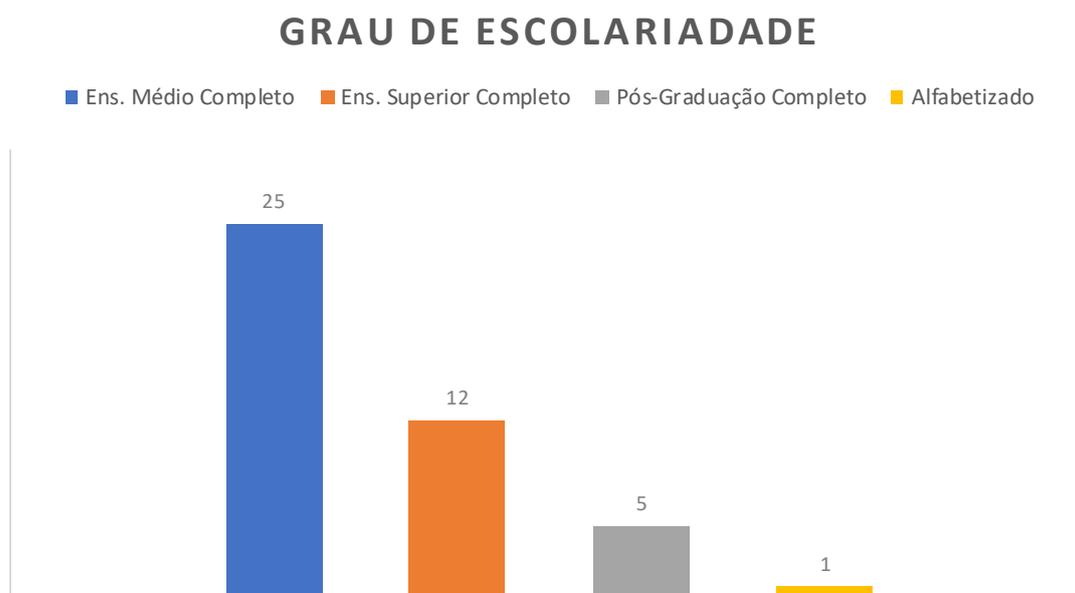
Gráfico 1. Faixa etária.



Fonte: Autores (2022).

No Gráfico 2, a categoria grau de escolaridade teve predominância de usuários com ensino médio completo representando 58.14%, enquanto usuários com ensino superior completo representaram 27.90%, usuários com pós-graduação completa com 11.63% e alfabetizados com apenas um registro representando 2.33%.

Gráfico 2. Grau de escolaridade.



Fonte: Autores (2022).

5.3 Correlação

Para fornecer um modelo de indicação inicial, empírico e simplificado baseado em regras foi definida a correlação de

um número reduzido de categorias, no caso duas sendo elas grau de escolaridade e faixa etária. Essa escolha foi arbitrária e não possuiu um fator qualificador.

Como existem incidência de dados em quatro rótulos da categoria grau de escolaridade e em três rótulos da categoria faixa etária a combinação entre os rótulos deve gerar no máximo 12 perfis. No Quadro 1 são descritos todos os perfis obtidos através da coleta de respostas dos usuários.

Quadro 1. Agrupamento dos fatores grau de escolaridade e faixa etária.

	11-20	21-30	30-40
Alfabetizado	0	0	1
Ensino médio completo	8	15	2
Ensino superior completo	0	11	1
Pós-Graduação completo	0	2	3

Fonte: Autores (2022).

Conforme o Quadro 1, observe que entre os públicos – o público: alfabetizado caracteriza uma faixa etária entre 30 e 40 anos; com ensino médio completo e ensino superior completo tem predominância relativa entre 21 e 30 anos, embora para ensino superior completo se concentre em faixas etárias a partir de 21 anos; e, de pós-graduação está entre os 21 e 40 anos, de maneira não característica.

Como não houve nenhum registro representando quatro das combinações acima o número total de perfis obtidos é oito e eles estão detalhados no Quadro 2. Os perfis foram enumerados para fins explicativos não tendo esse índice qualquer relação com a relevância de cada perfil.

Quadro 2. Percentual de representação de cada perfil.

Perfis	Faixa etária	Grau de escolaridade	Percentual de representação
1	11-20	Ensino médio completo	18,60%
2	21-30	Pós-Graduação completo	4,65%
3	21-30	Ensino superior completo	25,58%
4	21-30	Ensino médio completo	34,88%
5	30-40	Pós-Graduação completo	6,98%
6	30-40	Ensino superior completo	2,32%
7	30-40	Ensino médio completo	4,65%
8	30-40	Alfabetizado	2,32%

Fonte: Autores (2022).

Conforme o Quadro 2, observa-se que de 11 a 20 anos o público de ensino médio teve representação predominante; de 21 a 30 anos, ensinos médio e superior completos compõem grande parte dos dados / da população (compreendendo 60,46%); nas faixas de 30 a 40 anos, teve o maior fator a escolaridade de pós-graduação.

5.4 Análise Quantitativa

As respostas das questões de acurácia possuem um fator quantitativo que nos permite medir o desempenho do usuário durante a análise da área de cada metamodelo proposto. No Quadro 3 é exibida uma tabela que demonstra a pontuação de acerto de cada perfil por metamodelo.

Quadro 3. Pontuação do fator quantitativo de cada metamodelo por perfil.

Perfil	<i>BarMap</i>	<i>LineMap</i>	<i>SquaredMap</i>	<i>CircMap</i>
1	2,13	2,13	1,38	1,88
2	2,5	1,5	2,5	2,5
3	1,9	2,55	0,82	1,82
4	2,2	2	1,53	2,33
5	2,33	1	1	2
6	2	1	1	2
7	2	2	1,5	2,5
8	1	2	0	2

Fonte: Autores (2022).

A pontuação mínima de acerto para cada metamodelo é 0 enquanto a máxima é 3, quanto maior a pontuação maior o número de questões envolvendo o determinado metamodelo foram respondidas corretamente pelos usuários pertencentes a este perfil. A pontuação foi obtida através da soma dos acertos de todos os usuários de cada perfil, dividida pela quantidade de usuários de cada perfil.

Observações sobre os dados no Quadro 3 poderão ser mais bem relacionadas conforme a seção Comparação Entre os Fatores de Recomendação (Seção 5.6), onde a visualização dos dados faz uma descrição gráfica melhor compreensível.

5.5 Análise Qualitativa

As respostas das questões contextuais possuem um fator qualitativo referente as preferências de cada usuário para cada metamodelo proposto. O Quadro 4 exibe uma pontuação qualitativa de cada perfil para cada metamodelo.

Quadro 4. Pontuação do fator qualitativo de cada metamodelo por perfil.

Perfil	<i>BarMap</i>	<i>LineMap</i>	<i>SquaredMap</i>	<i>CircMap</i>
1	10,94	-3,125	3,125	6,25
2	12,5	0	6,25	6,25
3	17,05	-3,40	9,09	10,23
4	16,67	6,67	9,17	12,5
5	20,83	16,67	20,83	20,83
6	25	-25	-12,5	-25
7	25	18,75	25	25
8	-25	-25	-25	-25

Fonte: Autores (2022).

A pontuação máxima é de 25 e a pontuação mínima é de -25. Quanto maior a pontuação mais aquele perfil a considera de fácil entendimento e quanto menor a pontuação pior é a percepção de cognição dos usuários daquele perfil para aquele metamodelo. A pontuação foi obtida através da soma das pontuações informadas por todos os usuários de cada perfil, dividida pela quantidade de usuários de cada perfil. A pontuação negativa visa penalizar o metamodelo no cálculo da pontuação final utilizada para realizar indicação dos metamodelos.

A relação dos dados no Quadro 4 pode ser bem descrita conforme a seção Comparação Entre os Fatores de Recomendação (Seção 5.6).

5.6 Comparação Entre os Fatores de Recomendação

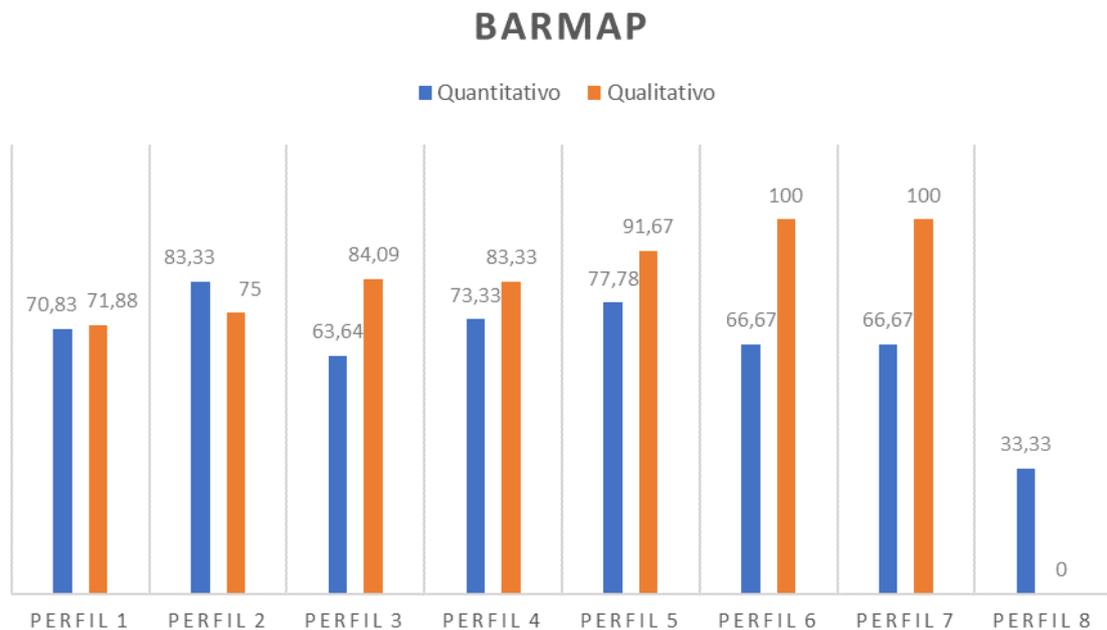
Para verificar a relação entre os fatores qualitativo, que mede a preferência ou nível de satisfação com um determinado metamodelo e quantitativo, que mede acurácia do usuário ao desempenhar tarefas utilizando um determinado metamodelo, será realizada uma comparação entre os dois fatores.

A comparação visa responder duas perguntas: a) O usuário respondeu corretamente muitas perguntas ao analisar um metamodelo que julgou ser de fácil compreensão? b) O usuário respondeu incorretamente muitas perguntas ao analisar metamodelo que julgou ser de difícil compreensão?

Feita a relação dos fatores dos perfis para o metamodelo baseado em *BarMap*, acompanhe no Gráfico 3. Os perfis 1, 2, 4 apresentam grande coerência entre a quantidade de questões acertadas e a percepção de facilidade de cognição do metamodelo. Os perfis 3, 5, 6 e 7 apresentaram uma percepção de facilidade de cognição maior que o resultado obtido na resolução das questões enquanto que o perfil 8 apresentou um resultado contrário tendo acertado maior percentual de questões do que classificou o metamodelo.

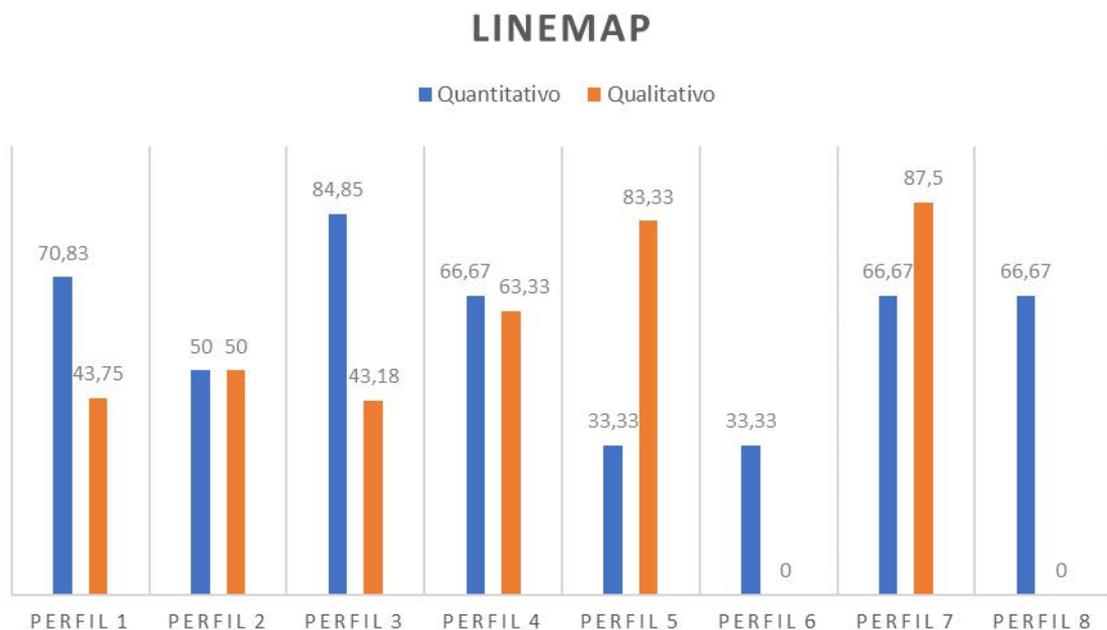
Para o *LineMap* (Gráfico 4) apenas os perfis 2 e 4 apresentaram resultados próximos para os dois fatores. Os perfis 5 e 7 apresentaram alta classificação do metamodelo no quesito facilidade de compreensão em contraste com o baixo desempenho ao realizar tarefas utilizando este metamodelo. A predominância observada nos perfis 1, 3, 6 e 8 foi a maior taxa de acurácia que a classificação dada ao metamodelo no fator qualitativo.

Gráfico 3. Comparação entre fatores para *BarMap*.



Fonte: Autores (2022).

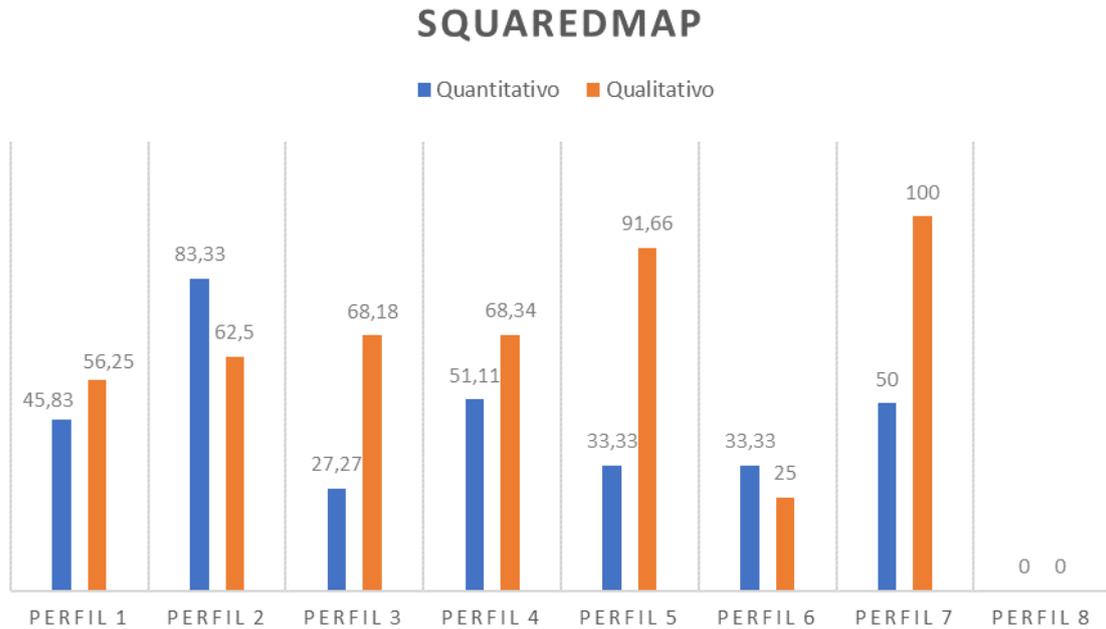
Gráfico 4. Comparação entre fatores para *LineMap*.



Fonte: Autores (2022).

Para o *SquaredMap* (Gráfico 5) os perfis 6 e 8 apresentaram resultados iguais ou semelhantes para ambos os fatores, enquanto os perfis 1,3,4,5 e 7 apresentaram uma avaliação alta ao metamodelo em comparação com o seu desempenho utilizando-o, por fim o perfil 2 apresentou um resultado contrário tendo uma taxa de acurácia superior a classificação dada ao metamodelo.

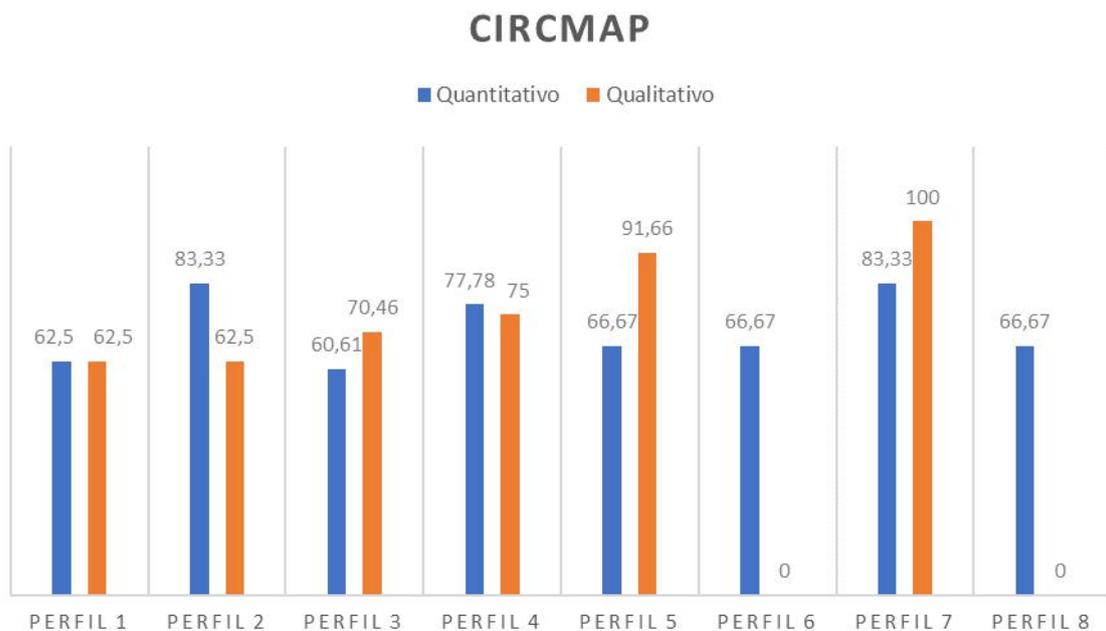
Gráfico 5. Comparação entre fatores para *SquaredMap*.



Fonte: Autores (2022).

Para o *CircMap* (Gráfico 6) os perfis 1, 3 e 4 apresentaram resultados semelhantes ou idênticos para ambos os fatores, enquanto os perfis 5 e 7 apresentaram ligeira diferença classificando o metamodelo como fácil de entender e acertando uma porcentagem menor de questões que a qualificação fornecida, os perfis 2, 6 e 8 apresentaram um resultado contrário obtendo um desempenho muito superior a qualificação fornecida.

Gráfico 6. Comparação entre fatores para *CircMap*.



Fonte: Autores (2022).

5.7 Fórmula de Indicação

Para a indicação dos metamodelos foi construída uma relação em formato de fórmula matemática simplificada que descreve a proporção em que os fatores qualitativo e quantitativo convergiram para a definição da pontuação de cada metamodelo para cada perfil, tal fórmula é exibida a seguir:

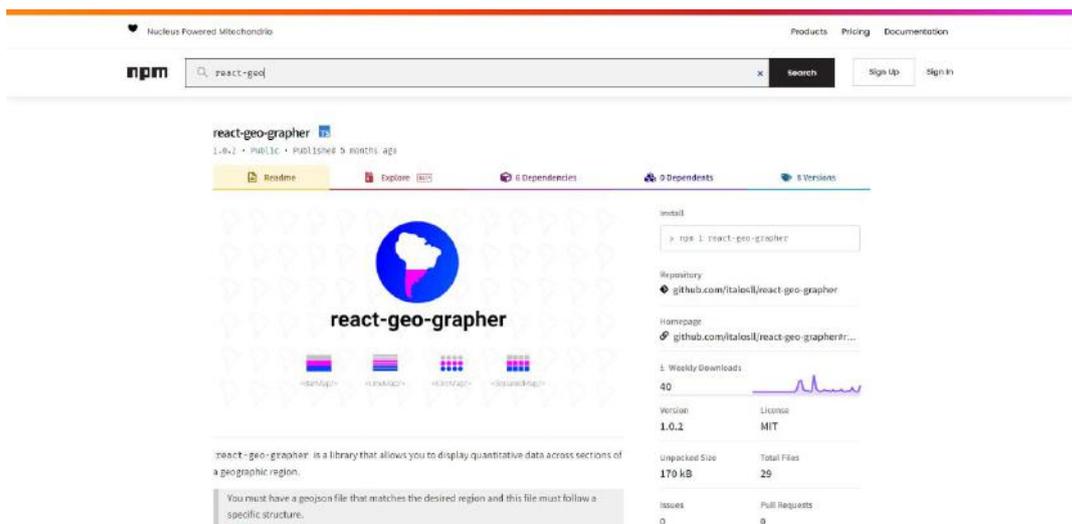
$$\sum_{i=1}^n a + p$$

Onde n é o número de registros obtidos, a é a pontuação de acurácia do perfil, que varia de 0 a 100 e p é a pontuação do fator qualitativo que varia de -25 a 25 pois essa pontuação tem como base uma resposta do usuário que pode variar entre uma experiência negativa, neutra e positiva.

5.8 Disponibilização dos Recursos Desenvolvidos

A biblioteca contendo os quatro metamodelos foi disponibilizada no portal *npm* demonstrado na Figura 6, que é o maior portal de pacotes para *javascript* e *typescript* do mundo, promovendo assim facilidade de acesso. O nome do pacote é denominado *react-geo-grapher* (RGG)¹. Possui código aberto, o que permite contribuições aos metamodelos, publicado também no GitHub².

Figura 6. Página inicial da biblioteca dos metamodelos no portal *npm*.



Fonte: Autores (2022).

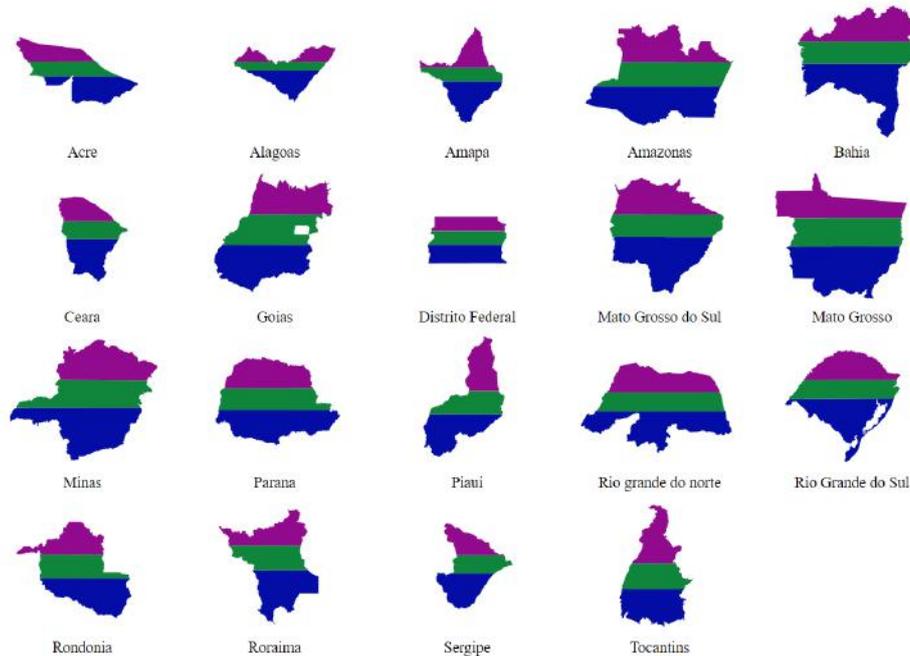
A biblioteca possui uma documentação que explica o modo de uso, contém exemplos em código executável e editável online, bem como as instruções para *download*.

Ela apresenta, na data de publicação desta pesquisa, compatibilidade somente com formatos de arquivos *geojson* cujo vetor de coordenadas possua três dimensões, sendo incompatível com vetores com quatro dimensões. Tomando como exemplo as UF (Unidades federais) estaduais brasileiras, que ao total são 27 incluindo o distrito federal cerca de 8 UF apresentam incompatibilidade com a biblioteca, por terem seus dados gravados em vetores com quatro dimensões. Na Figura 7 são exibidos as UF compatíveis.

¹ <https://www.npmjs.com/package/react-geo-grapher>

² <https://github.com/italosll/react-geo-grapher>

Figura 7. Renderização de UF compatíveis.



Fonte: Autores (2022).

6. Discussões

Os públicos-alvo das aplicações elaboradas neste trabalho são distintos. O público-alvo das aplicações módulo para aquisição de valores preferenciais e assertivos do usuário e do módulo de recomendação é aberto, sem restrições, enquanto a biblioteca que contém os metamodelos é indicada a programadores web, que tenham familiaridade com o desenvolvimento de aplicações *React*.

Dentre as respostas obtidas pelo módulo para aquisição de valores preferenciais e assertivos dos usuários é possível constatar que os perfis 5 e 7 tendem a fornecer uma avaliação sobre a facilidade de cognição superior ao seu desempenho no quesito acurácia, por este motivo é possível observar que o usuário tem a impressão de que o metamodelo é de fácil compreensão, mas ao utilizá-lo para responder questões que utilizam este metamodelo respondeu a muitas dessas questões de forma incorreta. Os perfis 6 e 8 apresentaram um desempenho superior no fator acurácia em relação a sua percepção de facilidade de cognição, por este motivo é possível observar que o usuário tem a impressão de que o metamodelo é de difícil compreensão, mas ao utilizá-lo para responder questões que utilizam este metamodelo respondeu a muitas dessas questões de forma correta. Por fim o perfil 4 se mostrou o mais coerente de modo geral, por este motivo é possível observar que o usuário consegue mensurar corretamente o quão eficaz aquele metamodelo será a ele. Embora ele consiga identificar corretamente o quão bem os metamodelos serão eficazes, esse fato isolado não é necessariamente positivo, visto que ele pode qualificar um metamodelo como ruim na transmissão de informações, errar muitas perguntas utilizando esse metamodelo e dessa forma ser coerente em um resultado não desejado.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Após a publicação da lei de acesso à informação, os órgãos governamentais foram incentivados a disponibilizarem seus dados publicamente, e consequentemente a quantidade de dados publicados vem aumentando consideravelmente. O acúmulo desses dados traz o questionamento de como transformá-los em conhecimento. Existem esforços empregados para transformar dados em informações tais como a análise estatística, uma vez que eles são transformados em informações é

necessário que o usuário compreenda essas informações e para facilitar esse processo podem ser utilizadas técnicas gráficas.

Se por um lado o acúmulo de dados gera um questionamento sobre a melhor forma de disponibilizá-los ao cidadão, por outro lado, ao definir tal forma, ela é potencializada pelo mesmo acúmulo de dados visto que uma interface visual efetiva pode permitir a interação com esse volume de dados de forma mais ágil. Então um dos problemas relacionados a esta área de pesquisa é propor novas metáforas visuais que sejam eficazes na transmissão de informação de um problema específico.

Contudo, esta pesquisa teve como intenção a proposição e implementação de novos metamodelos digitais e interativos de VI que demonstram variáveis quantitativas utilizando elementos do próprio mapa como o formato de uma região geográfica específica. Desse propósito foram desenvolvidos 4 metamodelos distintos para exibição de dados quantitativos através do formato da área de uma região geográfica. A captação das respostas dos usuários ocorreu de forma on-line em um período de distanciamento social. Os dados obtidos apresentaram uma representação inicial de como o usuário interage com os metamodelos propostos; porém o número de respostas obtidas foi considerado inicial para um modelo de recomendação. Ao notar a quantidade de respostas insuficientes para implementação de um modelo de recomendação robusto como o de filtragem colaborativa optou-se por apresentar uma análise estatística descritiva dos dados e indicar uma forma simplificada de obter um modelo de recomendação observando a acurácia dos usuários e suas preferências. Por fim, os metamodelos desenvolvidos exibem regiões geográficas a partir de arquivos *geojson*, esses arquivos possuem um formato de estrutura baseado em vetores de coordenadas de três dimensões.

Em uma perspectiva para trabalhos futuros, são propostas que visam a complementação deste trabalho:

- Desenvolver novos metamodelos, aumentando assim a variedade de opções disponíveis para implementação nos portais da transparência ou aplicações de domínio geral com aderência;
- Promover ações que maximizam o alcance do módulo de coleta de dados a novos usuários, como por exemplo o compartilhamento em redes sociais ou orientação presencial durante a coleta das respostas;
- Desenvolver um modelo de recomendação relativamente mais robusto;
- Adequar os metamodelos para a exibição de arquivos *geojson* cujas coordenadas estejam no formato de estrutura de vetor com quatro dimensões.

Agradecimentos

Devido são os agradecimentos a instituição (IF Goiano – campus Morrinhos). Também, aos companheiros do grupo de pesquisa NuPPGIN (vinculado ao CNPQ), cujos autores fazem parte e desenvolvem, inclusive, projetos voltados ao tema de interesse deste trabalho.

Referências

- Abdelwahed, A. M. (2021). *Interactive Map of Natural Reserves in Egypt Using Open-Source Web GIS Tools* [Thesis]. Menoufia University.
- Breitman, K., Salas, P., Casanova, M. A., Saraiva, D., Gama, V., Viterbo, J., Magalhaes, R. P., Franzosi, E., & Chaves, M. (2012). Open government data in Brazil. *IEEE Intelligent Systems*, 27(3), 45–49. <https://doi.org/10.1109/MIS.2012.25>
- Chang, K. (2019). Geographic Information System. In *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology* (pp. 1–10). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0152.pub2>
- Chen, C. (2010). Information visualization. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 387–403. <https://doi.org/10.1002/wics.89>
- Cordeiro, A. M., Oliveira, G. M. de, Rentería, J. M., & Guimarães, C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista Do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34(6), 428–431. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>
- Degbelo, A., & Kray, C. (2018). Intelligent geovisualizations for open government data (vision paper). *Proceedings of the 26th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, 77–80. <https://doi.org/10.1145/3274895.3274940>
- Eidler, D., Keil, J., Tuller, M.-C., Bestgen, A.-K., & Dickmann, F. (2020). Searching for the ‘Right’ Legend: The Impact of Legend Position on Legend Decoding in a Cartographic Memory Task. *The Cartographic Journal*, 57(1), 6–17. <https://doi.org/10.1080/00087041.2018.1533293>

- Encarnaç o, L. M. (2017). Information Visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 37(2), 6–7. <https://doi.org/10.1109/MCG.2017.25>
- Ferreira, A. R., Silva, A. C., Barreto Junior, C. de L., Lima, D. A. C. de, & Sousa, L. C. O. (2022). Revisão da literatura: uso do conceito BIM em projetos do setor elétrico nos cenários (Inter)Nacional. *Research, Society and Development*, 11(6), e37211629144. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29144>
- Fujishiro, I., Ichikawa, Y., Furuhashi, R., & Takeshima, Y. (2000). GADGET/IV: a taxonomic approach to semi-automatic design of information visualization applications using modular visualization environment. *IEEE Symposium on Information Visualization 2000. INFOVIS 2000. Proceedings*, 77–83. <https://doi.org/10.1109/INFVIS.2000.885093>
- Gershon, N. D., & Eick, S. G. (1997). Information Visualization Applications in the Real World. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 17(4), 66.
- Hässig, D. C. (2020). *Development of Adaptive Heatmaps for Interactive Feed Explorations* [BA thesis]. University of Zurich.
- Howari, F. M., & Ghrefat, H. (2021). Geographic information system: spatial data structures, models, and case studies. In *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering* (pp. 165–198). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809582-9.00004-9>
- Huang, H. (2019). *Development and Evaluation of HealthWebMapper: A Web-based User-friendly Geovisualization Tool for Cancer Disparities* [Thesis]. San Diego State University.
- Hussain, J., Ul Hassan, A., Muhammad Bilal, H. S., Ali, R., Afzal, M., Hussain, S., Bang, J., Banos, O., & Lee, S. (2018). Model-based adaptive user interface based on context and user experience evaluation. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s12193-018-0258-2>
- Kessler, F. C., Battersby, S. E., Finn, M. P., & Clarke, K. C. (2017). Map Projections and the Internet. In *Choosing a Map Projection. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography* (pp. 117–148). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51835-0_4
- Kolekar, S. v., Pai, R. M., & M. M., M. P. (2019). Rule based adaptive user interface for adaptive E-learning system. *Education and Information Technologies*, 24(1), 613–641. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9788-1>
- Mohagheghi, P., & Dehlen, V. (2008). A Metamodel for Specifying Quality Models in Model-Driven Engineering. *Proceedings of the Nordic Workshop on Model Driven Engineering*.
- Nivala, A.-M., & Sarjakoski, T. L. (2007). User Aspects of Adaptive Visualization for Mobile Maps. *Cartography and Geographic Information Science*, 34(4), 275–284. <https://doi.org/10.1559/152304007782382954>
- Ottley, A. (2020). *Adaptive and Personalized Visualization* (1st ed., Vol. 7). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02607-2>
- Possamai, A. J., & de Souza, V. G. (2020). Transpar ncia e Dados Abertos Governamentais: Possibilidades e Desafios a Partir da Lei De Acesso   Informa o. *Administra o Pública e Gest o Social*. <https://doi.org/10.21118/apgs.v12i2.5872>
- Stefanakis, E. (2017). Web mercator and raster tile maps: two cornerstones of online map service providers. *Geomatica*, 71(2), 100–109. <https://doi.org/10.5623/cig2017-203>
- Steichen, B., Carenini, G., & Conati, C. (2013). User-adaptive information visualization: using eye gaze data to infer visualization tasks and user cognitive abilities. *Proceedings of the 2013 International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI '13*, 317. <https://doi.org/10.1145/2449396.2449439>
- Steichen, B., Wu, M. M. A., Toker, D., Conati, C., & Carenini, G. (2014). Te,Te,Hi,Hi: Eye Gaze Sequence Analysis for Informing User-Adaptive Information Visualizations. In V. Dimitrova, T. Kuflik, D. Chin, F. Ricci, P. Dolog, & GJ. Houben (Eds.), *User Modeling, Adaptation, and Personalization. UMAP 2014. Lecture Notes in Computer Science (LNISA)* (Vol. 8538, pp. 183–194). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08786-3_16
- Toker, D., Conati, C., Carenini, G., & Haraty, M. (2012). Towards Adaptive Information Visualization: On the Influence of User Characteristics. In J. Masthoff, B. Mobasher, M. C. Desmarais, & R. Nkambou (Eds.), *User Modeling, Adaptation, and Personalization. UMAP 2012. Lecture Notes in Computer Science (LNISA)* (Vol. 7379, pp. 274–285). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31454-4_23