



Estudo de Usabilidade Aplicado no Geoportal da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) Considerando a Função dos Stakeholder

Usability Study Applied to the National Spatial Data Infrastructure (INDE) Geoportal Considering the Role of Stakeholders

Vinicius Emmel Martins¹, Jaqueline Lima Amorim², Marcio Augusto Reolon Schmidt³ e Silvana Philippi Camboim⁴

1 Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, Brasil.
vinicius.emmel.m.92@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8532-4247>

2 Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Salvador, Brasil. jaqueline.urb15@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2643-6799>

3 Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, Brasil. marcio.schmidt@ufu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2716-2360>

4 Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, Brasil. silvanacamboim@ufpr.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3557-5341>

Recebido: 02.2022 | Aceito: 05.2022

Resumo: A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), foi estabelecida para a coordenação de usuários, produtores e reguladores do uso de geoinformação, denominados partes interessadas ou *stakeholders*. Este trabalho está concentrado na relação entre o desempenho e a carga de trabalho cognitiva com a função que o desempenha na INDE, explorando problemas de usabilidade relacionados com o acesso aos dados e metadados no geoportal. Os *stakeholders* foram caracterizados como usuários de dados (U), usuários e produtores de dados (UP), ou usuários, produtores e provedores de dados (UPP). A metodologia aplicada foi o questionário não moderado, dividido em perguntas do tipo abertas e fechadas que possibilitou a coleta de dados qualitativos e quantitativos. Para avaliação da carga de trabalho foi aplicado o Nasa Task Load Index (NASA-TLX). Foi perceptível que os indivíduos do grupo U apresentaram maior carga de trabalho em relação aos demais *stakeholders*. Este estudo possibilitou inferir que existe relação entre o desempenho nas tarefas que envolveram a utilização dos dados com a carga de trabalho e problemas de usabilidade relacionados ao acesso aos dados. O estudo contribui com evidências advindas de testes de usabilidade com usuários que interagiram com o geoportal da INDE, demonstrando que existe forte relação com a função que o *stakeholder* desempenha na INDE. A usabilidade variou bastante entre os perfis de usuário, sendo um indicativo que a interface do geoportal necessita de aperfeiçoamentos ou interfaces próprias construídas a partir dos conceitos do Design Centrado no Usuário, para melhor atender às necessidades específicas de cada grupo.

Palavras-chave: IDE. Dados. Geoespaciais. Testes. Usuários.

Abstract: The National Spatial Data Infrastructure (NSDI), was established to coordinate users, producers and regulators of geoinformation use, called stakeholders or interested parties. This work is focused on the relationship between performance and cognitive workload with the role that the role plays in the NSDI, exploring usability problems related to access to data and metadata in the geoportal. The stakeholders were characterized as data users (U), data users and producers (UP), or data users, producers and providers (UPP). The methodology applied was the unmoderated questionnaire, divided into open and closed type questions that enabled qualitative and quantitative data collection. The NASA Task Load Index (NASA-TLX) was applied to evaluate the workload. It was noticeable that the individuals in group U presented a higher workload than the other stakeholders. This study made it possible to infer a relationship between performance on tasks involving the use of data with workload and usability problems related to data access. The study contributes with evidence from usability tests with users who interacted with the NSDI geoportal, showing a strong relationship with the stakeholder's role in the NSDI. The usability varied widely among the user profiles, indicating that the geoportal interface needs improvements or own interfaces built from the concepts of user-centred Design, to better meet each group's specific needs.

Keywords: IDE. Data. Geospatial. Tests. Users.

1 INTRODUÇÃO

A denominação atribuída a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) surgiu em 1993, quando o Conselho de Pesquisa Norte Americano (*US National Research Council*) percebeu que havia a necessidade de se ter acesso amplo e padronizado para as informações geográficas (MAGUIRE, 2005; FILHO et al., 2013). A IDE é gerada por meio da coordenação de usuários, produtores e reguladores, com a finalidade de atender as necessidades e facilitar o acesso aos dados e metadados (CAMBOIM; SLUTER, 2013; JESUS et al., 2018; FRONZA; CAMBOIM, 2020). Portanto facilitar o acesso e a interação entre os *stakeholders*, é um aspecto fundamental para o conceito de IDE (RAJABIFARD; WILLIAMSON, 2001).

A evolução das IDEs pode ser classificada em três gerações, a primeira, é um modelo centrado em dados, a segunda geração foi marcada pela mudança de um modelo centrado nos dados para um modelo orientado a processos, a terceira geração possui um modelo centrado nos usuários (BORBA et al., 2015; DEVAUX; BARBOSA, 2020). Portanto se estabelece como uma questão importante na Infraestruturas Nacionais de Dados Espaciais (INDE), um esforço em facilitar o acesso aos dados pelos usuários (CAMBOIM; SLUTER, 2013). Segundo Devaux e Barbosa (2020), o esperado é que uma IDE seja concebida considerando a participação dos usuários garantindo que as iniciativas nacionais estejam em consonância com o estado da arte mundial e com as recentes evoluções tecnológicas.

No Brasil, a INDE foi criada através do Decreto nº 6.666 de novembro de 2008, por meio da CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) que foi a entidade regulamentadora (CAMBOIM; SLUTER, 2013). Os dados publicados no geoportal da INDE visam atender aos requisitos de transparência e acessibilidade para dados abertos governamentais, garantidos pela Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527), publicada em 18 de novembro de 2011. A INDE é definida como “uma rede dinâmica composta por pessoas, dados, políticas, padrões e tecnologias para utilização melhorada de dados e serviços espaciais dentro da jurisdição do país” (GRUS; BREGT; CROMPVOETS, 2006).

Com o propósito de avaliar o acesso aos dados no Visualizador de Dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (VINDE), Araújo, Campos e Costa (2017), constataram problemas na organização e disposição dos elementos de visualização. Foi realizado por Jesus et al. (2018), testes de usabilidade no portal da IDE-Bahia e constatou que inúmeras funcionalidades precisam ser ajustadas, concluindo que a IDE apresenta problemas para disponibilizar aos usuários dados padronizados de modo que satisfaça e atenda às necessidades dos usuários. O design de sistemas interativos centrado no ser humano é uma abordagem que visa tornar os sistemas utilizáveis, concentrando-se nas necessidades dos usuários (ISO 9241-210, 2010).

Avaliações de usabilidade, especialmente em interfaces cartográficas devem considerar o contexto tecnológico utilizando, investigando a eficácia, eficiência e satisfação dos usuários (ROTH et al., 2017). Por exemplo Bartling et al. (2019), combinou uma pesquisa qualitativa por meio de protocolo verbal com rastreamento ocular, em usuários de mapas móveis durante a realização de um conjunto de tarefas. Lima et al., (2021) realizou uma avaliação considerando diferentes plataformas de acesso, aplicando questionário em usuários de um mapa digital. Foram aplicadas por Kuparinen (2016), tarefas de uso em mapas móveis, empregando heurísticas de usabilidade.

No contexto de IDEs, foi realizado por Gkonos, Enescu e Hurni (2019), uma avaliação de usabilidade e da carga de trabalho cognitiva na comparação entre duas versões do geoportal da Suíça, realizando a comparação entre ambas as versões. Segundo Kalantari et al. (2020), existem lacunas no conhecimento quanto ao acesso dos dados e metadados por usuários finais que utilizam geoserviços. No estudo realizado por Calderón, Campoverde e Hoehne (2014), foi avaliado a usabilidade do geoportal utilizado na Espanha, foi concluído que os desenvolvedores estão frequentemente mais preocupados com a funcionalidade e a implantação do sistema, dando ao usuário um papel pouco importante neste processo. Para Roth (2015) o usuário muitas vezes não é atendido nos estudos cartográficos, não representando os usuários em sua totalidade. Nos estudos realizados por Araújo, Campos e Costa (2017), foram abordados aspectos da carga de trabalho e a usabilidade, porém não foram considerados os *stakeholders*, que possuem diferentes papéis em uma IDE.

As pesquisas sobre IDEs ainda contém lacunas significativas, como por exemplo o acesso e utilização

dos metadados, considerando a sua eficiência e eficácia, especialmente quando se trata de usuários finais (MAQUIL et al., 2018). As IDEs tornam-se acessíveis através dos geoportais, no entanto, seu design de interface não costuma atender às necessidades dos diferentes perfis de usuários, o que leva a uma subutilização por parte dos usuários (ESTER; ANGEL; LEON, 2017).

Os geoportais das IDEs devem oferecer aos usuários interfaces robustas e fáceis de serem utilizadas. Segundo Henzen (2018), foram identificados vários problemas de usabilidade em geoportais de diferentes IDEs, os autores salientam a falta de métodos para evidenciar e documentar esses problemas e apresentar soluções efetivas. Em função das IDEs possuem um caráter interdisciplinar, o que influencia o valor derivado de sua utilização por diferentes grupos de pessoas (ZWIROWICZ; MICHALIK, 2016). O tema IDEs necessita ser melhor estudado, considerando os diferentes papéis dos atores envolvidos na utilização, produção e divulgação de dados e metadados espaciais.

A motivação para realizar o presente estudo foi devido a relação entre a modificações na usabilidade e no nível de carga de trabalho cognitiva, dos *stakeholders* ao interagirem com os metadados do portal da INDE. Este estudo partiu do pressuposto de que existe relação com problemas de usabilidade, carga de trabalho cognitiva, e demanda temporal, no acesso e interação com o geoportal da INDE, em decorrência da função que o *stakeholder* desempenha na INDE. O objetivo do presente estudo foi realizar uma avaliação de usabilidade do geoportal INDE, investigando o acesso aos dados e metadados, considerando a carga de trabalho cognitiva em relação ao grupo de usuários ao qual o *stakeholder* pertence.

1.1 Revisão de literatura

A *International Cartographic Association* (ICA) propôs e implementou um modelo para descrever IDEs, independente da tecnologia utilizada ou da forma de implementações, empregando o conceito definido como *Reference Model for Open Distributed Processing* (RM-ODP) (HJELMAGER et al., 2008). O RM-ODP propõe a utilização de cinco pontos de vista: Empresa, Informação, Computação, Engenharia e Tecnologia. A utilização de pontos de vista permite que o sistema seja especificado em modelos menores, onde cada ponto de vista responde a questões relevantes para diferentes usuários do sistema (OLIVEIRA et al., 2016; COOPER et al., 2019).

A implementação da INDE no Brasil, foi posto em prática em função do propósito de ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais que possuem as mais diversas origens. Facilitando a disseminação e o acesso a dados e metadados, para diversos *stakeholders* (CAMBOIM; SLUTER, 2013; ARAÚJO; CAMPOS; COSTA, 2017). Tornando possível o acesso e o compartilhamento de forma padronizada dos dados, entre as diferentes partes interessadas (COOPER et al., 2019).

Sob responsabilidade da atualmente extinta CONCAR, a INDE foi estruturada através de um plano de ação, que contou com a participação de diversos atores institucionais, a estruturação da INDE foi calcado em cinco componentes relacionados: dados, pessoas, instituições, tecnologia e por fim as normas e padrões (CONCAR, 2010). As partes interessadas ou *stakeholders*, de forma resumida podem atuar disponibilizando os dados, produzindo os dados ou utilizando os dados. Segundo Cooper et al. (2019), tendências como as mudanças tecnológicas e aplicações ou finalidades diversas, pode provocar modificações no número de *stakeholders* que interagem com as diferentes IDEs.

Os *stakeholders* que atuam em setores públicos, privados, acadêmicos e sociedade em geral, desempenham diversos papéis, especialidades e funções. Segundo Williamson, Rajabifard e Feeney (2003), uma IDE deve ser concebida com o foco principal no componente pessoas, onde os usuários determinam que dados serão requeridos e quais funcionalidades que a IDE deve prover. No Quadro 1 foi apresentado os diferentes papéis dos *stakeholders*, suas funções e uma breve descrição.

Quadro 1 – Diferentes papéis dos *Stakeholders* de uma IDE.

Papel	Função	Descrição
Usuário de dados	Especialistas e usuários comuns.	Usuário que consome os dados e serviços fornecidos pela IDE para diversos fins, podendo explorar as funcionalidades de visualização, manipulação e transformação de dados.
Produtor de dados	Colaborativa, Acadêmico, Profissional e Oficial.	Pode ser atribuído a um indivíduo, grupo ou instituição. Função de adição de novos produtos (dados e serviços). Oficial: Uma organização com orçamento, recursos e atribuição legal para produzir dados topográficos, cadastrais, hidrográficos e etc. Indivíduo ou organização: produz dados e produtos como parte de suas atividades.
Provedor (Dados, Serviços)	Colaborativa, Acadêmico, Profissional e Oficial.	

Fonte: Adaptado de Silva e Camboim (2021).

Questões relacionadas a INDE, como conscientização, capacitação, colaboração, transferência de conhecimento e compartilhamento de dados, têm a ver com fatores políticos e sociais, pois a variedade de atores e a intensidade entre as interações realizadas por eles tornam a IDE um sistema complexo (SILVA; CAMBOIM, 2021). Diferentes *stakeholders* possuem distintos níveis de conhecimento e habilidades, em decorrência da diversidade de agentes e instituições que atuam na INDE. Em um cenário que os produtores podem ser também consumidores ou mesmo provedores dos dados espaciais, são necessários sistemas bem estruturados e que garantam aos seus usuários êxito nos processos que envolvam o acesso e compartilhamento dos dados espaciais. Sendo necessário que a interface do geoportal seja adequada aos diferentes públicos que realizam interações com as suas respectivas funcionalidades.

1.2 Testes de usabilidade

A aplicação prática de avaliações de usabilidade em interfaces pode ser realizada por meio do emprego de diferentes métodos (PUGLIESI et al., 2013). Cada método é utilizado individualmente ou em conjunto de acordo com a abordagem metodológica que se deseja utilizar, bem como quais aspectos serão estudados. Os métodos mais utilizados nas avaliações de usabilidade são as entrevistas, questionários, observação de usuário, *Think aloud* e avaliação heurística. Os testes podem ser moderados, correspondendo ao tipo de teste mais tradicional, ou não moderados. O moderador é o responsável por orientar o usuário através do roteiro de teste.

O termo usabilidade pode ser definido como: "A capacidade do *software* ser compreendido, aprendido, operado e se tornar atraente aos usuários, quando é utilizado em condições específicas" (ISO 9241-11, 2018). Segundo Bevan (1995) a usabilidade confere a facilidade de os usuários aprenderem a utilizar um determinado sistema, com eficiência de uso, em relação ao potencial do sistema oferecer soluções práticas. A norma ISO 9241-11 (2018) estabelece que a usabilidade deve ser mensurada preferencialmente segundo três aspectos distintos e não correlacionados, que são denominadas como eficácia, eficiência e satisfação.

- a) Eficácia: corresponde a acurácia que os usuários atingem ao interagir com o sistema, como por exemplo o nível de acerto em tarefas e desafios;

- b) Eficiência: relaciona recursos despendidos, por meio de indicadores, como por exemplo o tempo ou esforços mentais e físicos;
- c) Satisfação: está associado ao prazer dos usuários em interagir com a interface e suas atitudes positivas relacionadas a utilização do sistema.

A usabilidade é considerada um dos fatores de qualidade mais importantes para novas tecnologias, as técnicas de avaliação de usabilidade podem envolver usuários especialistas, geralmente realizam tarefas mais usuais e importantes que são desempenhadas no sistema, geralmente numerando os problemas e classificando por grau de severidade (KARAMPANA, 2019; KOMARKOVA et al., 2019; HARLEY et al., 2019; BARTLING et al., 2019; SAARE et al., 2020). Outra forma de ser avaliado a usabilidade é envolver os usuários não especialistas, a comparação entre eficiência e a eficácia por meio da aplicação de testes com usuários não especialistas e a avaliação com especialistas, realizada por Tan, Liu e Bishu (2009), demonstrou que ambos os métodos são complementares possibilitando abordar diferentes problemas de usabilidade.

1.3 Métodos empregados na avaliação da usabilidade

Avaliações de usabilidade podem ser realizadas a partir do emprego e da combinação de diferentes métodos, os testes podem ser moderados, correspondendo ao tipo de teste muito tradicional, ou os testes não moderados (PUGLIESI et al., 2013; HERTZUM; BORLUND; KRISTOFFERSEN, 2015). Os testes de usabilidade não-moderados correspondem a testes que podem ser realizados de forma totalmente remota através de ferramentas que auxiliem o usuário a executar as tarefas sem a presença do moderador. O Teste de Usabilidade Remoto Não Moderado (URUT), é uma forma utilizada para superar as desvantagens dos testes de usabilidade moderados, pois a presença física do moderador pode ser considerada intrusiva, e inclusive influenciando nas respostas dos usuários (SCHIRRA; ALLISON, 2018).

Testes de usabilidade com usuários geralmente envolvem tarefas de uso as quais possibilitam ao responsável pelo teste identificar possíveis dificuldades na utilização do produto. A metodologia para avaliação da usabilidade pode ser qualitativa, que envolve a interpretação e observação durante os testes, buscando obter as impressões, sensações, preferências de uso e mudanças sutis de humor dos participantes, durante os diálogos estabelecidos no acompanhamento de uso. Porém para se mensurar a magnitude do problema de usabilidade, é viável empregar métodos que adotam escalas numéricas, sendo classificados como métodos quantitativos.

Na literatura existem diversos métodos utilizados para medir a usabilidade de forma quantitativa, como por exemplo a escala de resposta psicométrica com destaque para a escala de Likert (COOPER; HARPER, 1969; REID; NYGREN, 1988; COLEMAN, 1993; HARPER; NORMAN 1993; NIELSEN, 1993; SAURO; ZAROLIA, 2015). Um exemplo é o método *Nasa Task Load Index* (NASA-TLX) que é uma ferramenta de avaliação multidimensional subjetiva e amplamente utilizada para mensurar a carga de trabalho cognitiva (HART; STAVELAND, 1988). Podendo muitas vezes ser coletado taxas de conclusão de tarefas, tempos de tarefas, “sim ou não”, os dados em sua maioria são numéricos permitindo realização de análises estatísticas.

2 METODOLOGIA

As análises relacionadas às alterações da usabilidade e na carga de trabalho dos *stakeholders* ao acessar e interagir com o geoportal da INDE, foi realizada com aplicação do método questionário não moderado, que foi dividido em uma série de perguntas do tipo abertas e fechadas. Para avaliação da carga de trabalho foi aplicado o *Nasa Task Load Index* (NASA-TLX), que é definida como uma ferramenta de avaliação multidimensional subjetiva, amplamente utilizada para classificação da carga de trabalho percebida ao ser realizado uma tarefa prática (HART; STAVELAND, 1988).

Os *stakeholders* foram contatados por redes sociais como destaque para aplicativos de mensagens como *WhatsApp* e correio eletrônico. Inicialmente foi encaminhado um convite contendo um link que possibilita o acesso a um formulário contendo uma lista de tarefas disponibilizadas. O contato com os participantes foi realizado através de buscas na internet por endereços de *E-mail* e em grupos de *WhatsApp*,

visando pessoas que possuíam algum vínculo com a INDE. Exemplo de tais usuários seriam profissionais que trabalham no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pesquisadores de instituições acadêmicas e demais profissionais que atuam no mercado de trabalho, que utilizam e também produzem dados geoespaciais.

Inicialmente foram coletadas informações relacionadas a “Caracterização dos usuários”, questionando os participantes quanto ao interesse ou função em relação a INDE, grau de formação, área de formação, etnia, gênero, idade e dispositivo utilizado para realizar o teste. Os dados contendo características dos *stakeholders*, possibilitaram investigar a existência de associação entre as respectivas características dos diferentes atores envolvidos em uma IDE.

Após a caracterização dos *stakeholders*, os participantes realizaram as tarefas de interação com o geoportal da INDE. Nos intervalos entre as tarefas, os participantes realizaram a avaliação da carga de trabalho subjetiva percebido durante a solução da tarefa, para avaliar a carga de trabalho foi empregado o questionário NASA-TLX. Foram elaboradas 3 tarefas para avaliar a interação dos *stakeholders* com o geoportal da INDE, as tarefas estimularam o acesso ao visualizar e aos dados e a realização de *download* dos dados e metadados presentes no geoportal da INDE. Sendo as tarefas:

- 1) Acessar o “Catálogo de metadados” e pesquisar a “hidrografia no bioma Mata Atlântica”.
- 2) Acessar o “Catálogo de geoserviços” e pesquisar o “CPRM - Serviço Geológico do Brasil”.
- 3) Realizar o *download* do arquivo vetorial em formato *shapefile* correspondente a “Carta geológica do Brasil ao milionésimo”.

Os resultados possíveis atribuídos às tarefas foram limitados a “sim” para sucesso e “não” para insucesso, objetivando a coleta de dados relacionados à eficácia. Após a finalização das tarefas, foram coletadas informações referentes ao tempo de início e fim do teste. Por fim, foi solicitado aos participantes do teste que descrevessem sua opinião de forma discursiva, relatando suas impressões, sensações e preferências ao utilizar o geoportal da INDE, produzindo informações que foram relacionadas à satisfação das partes interessadas, e que vieram a complementar os resultados do questionário fechado. Por envolver pesquisa com seres humanos, o projeto e seus anexos foram registrados no Conselho Nacional de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob número 30755920.0.0000.0102. Conforme resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde o qual indica no seu artigo V que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos de gradação variados, portanto para minimizar esses riscos se faz imprescindível a análise ética.

2.1 Tratamento dos dados

Os dados foram analisados por meio dos usos de *softwares* como o Excel e RStudio, que possuem recursos para realizar a programação e formatação de cálculos estatísticos e representações gráficas. Os dados correspondentes a caracterização dos *stakeholders* foram submetidos à Análise de Correspondência Múltipla (MCA), no *software* RStudio. Segundo Kluger (2018), a MCA pode ser empregada em variáveis categóricas (não métricas), como as variáveis qualitativas, possibilitando investigar se existe associação entre as respectivas variáveis, que são tabeladas formando linhas e colunas que, de modo cruzado pode-se identificar similaridades e diferenças no comportamento das variáveis e as suas categorias, foi utilizado os pacotes “*FactoMineR*”, “*factoextra*” e “*ggrepel*”. A MCA é uma extensão da análise de componentes principais (PCA), porém para dados categóricos (ABDI; WILLIAMS; VALENTIN, 2013)

Os dados relacionados à eficácia associada ao sucesso ou insucesso no cumprimento das tarefas. E eficiência, que foi associada ao tempo de execução das interações, foram representados por gráficos de barras, gerados utilizando o Excel. Os dados obtidos com aplicação do questionário NASA-TLX para avaliação da carga de trabalho foram formatados e analisados no *software* RStudio. O RStudio oferece várias opções de gráficos, para visualização de dados utilizando diversos pacotes. Inclusive, para dados com escala likert, onde foi utilizado os pacotes “likert” e “jbryer” que possibilitaram comparar a carga de trabalho entre os *stakeholders*.

Como parte final do teste de usabilidade, os usuários foram direcionados a responder uma questão aberta e sem limite de palavras. A questão abordou principalmente considerações acerca das tarefas realizadas, indagando a opinião pessoal dos *stakeholders*, após realizarem a interação com o geoportal da INDE. A partir destas respostas foi possível obter resultados que demonstram a satisfação dos usuários, além de complementar a avaliação de usabilidade, com pontos de vista relacionados a problemas que foram identificados e descritos por respostas mais detalhadas, que possibilitasse a utilização de um número maior de palavras o que aumentou a riqueza nos detalhes.

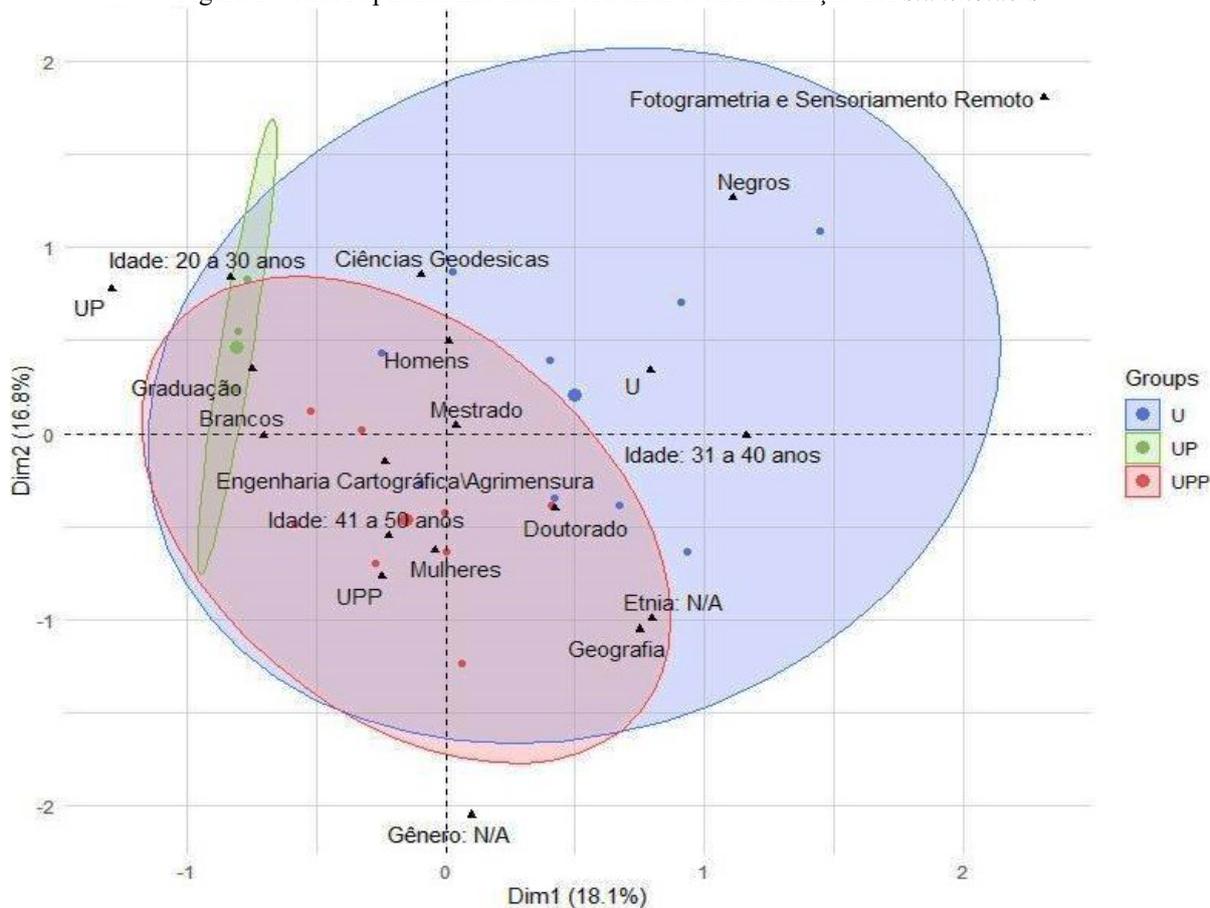
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os *stakeholders* que aderiram ao estudo possuíam mais de um papel ou função em relação a INDE, por este fato, foi aplicado um conjunto de perguntas diferenciado conforme papel do usuário e especificidades em relação a INDE tentando responder às necessidades do grupo e não da natureza específica de cada usuário. Os *stakeholders* foram classificados como Usuário dos dados (U), Usuários e Produtores de dados (UP) e Usuários Produtores e Provedores de dados (UPP).

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi respondido por 100% dos participantes, que aceitaram participar da pesquisa de forma totalmente voluntária, os dados foram compilados de forma generalizada. Ao todo aderiram ao estudo 26 voluntários. Os 5 primeiros testes foram considerados pilotos, direcionados ao aperfeiçoamento da metodologia, portanto foram descartados, foram consideradas e analisadas as respostas de 21 voluntários. A formação predominante dos voluntários foi na área de Engenharia Cartográfica\Agrimensura, correspondendo a 70% (15 participantes), também participaram profissionais com formação em Ciências Geodésicas 15% (3 participantes), Geografia 10% (2 participantes) e Fotogrametria e Sensoriamento Remoto 10% (1 participantes).

O nível de formação destes profissionais foi correspondente a graduação 14% (3 participantes), mestrado 67% (14 participantes) e doutorado 19% (4 participantes). A identidade de gênero dos voluntários é correspondente a homens 62% (13 participantes), mulheres 33% (7 participantes) e 5% (1 participante) preferiram não se identificar. Em relação a etnia dos voluntários, foi constatado que 57% (12 participantes) dos participantes se autodeclararam brancos, 19% (4 participantes) negros e 24% (5 participantes) preferiram não informar. O dispositivo utilizado para acessar o geoportal da INDE e realizar os testes foi o dispositivo móvel 38% (8 participantes) e desktop 62% (13 participantes). Os *stakeholders* possuíam as funções de U correspondente a 43% (9 participantes), UP equivalente a 19% (4 participantes) e os UPP que corresponderam a 38% (8 participantes). A Figura 1 demonstra os resultados da exploração entre as relações das variáveis categóricas, relacionadas à caracterização dos *stakeholders*.

Figura 1 – MCA aplicada nos dados referentes à caracterização dos *stakeholders*.

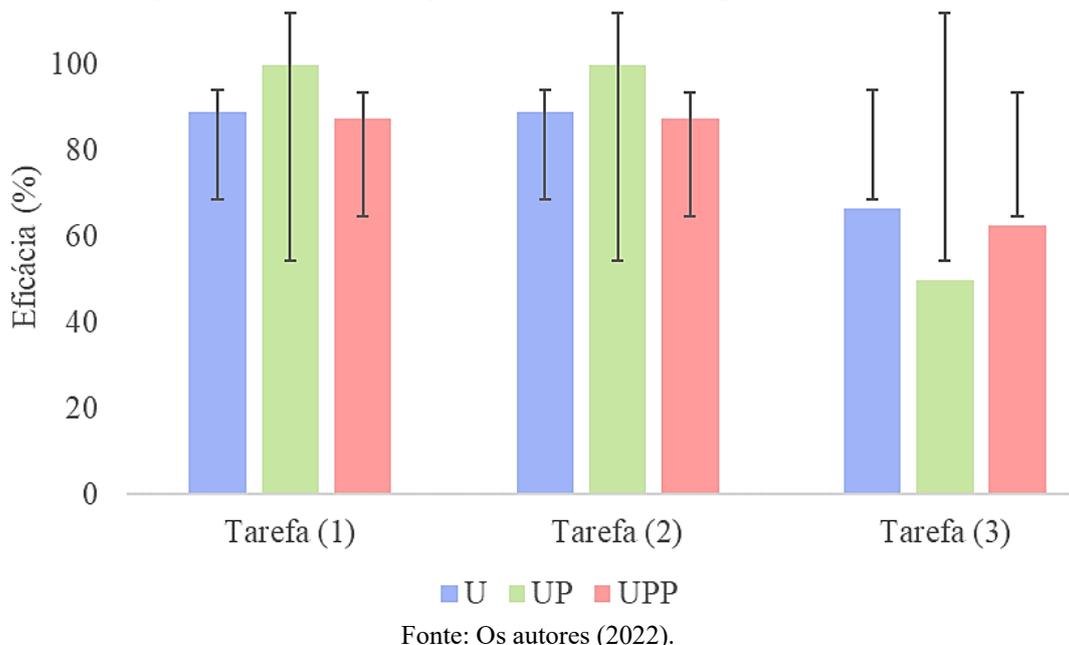


Fonte: Os autores (2022).

A Figura 1 possibilitou identificar os grupos de indivíduos com perfil semelhante em suas respostas, o primeiro eixo (Dim 1) é a dimensão mais relevante, o segundo eixo (Dim 2) é a segunda mais importante, pontos próximos tendem a estabelecer maior correlação. Os pontos próximos da origem do gráfico possuem maior relevância para sua respectiva componente. Pontos que se alinham nos eixos ou próximo aos eixos tendem a ter perfis similares, como por exemplo os participantes que possuíam nível de formação graduação eram pessoas com formação em Engenharia Cartográfica\Agrimensura em sua maioria.

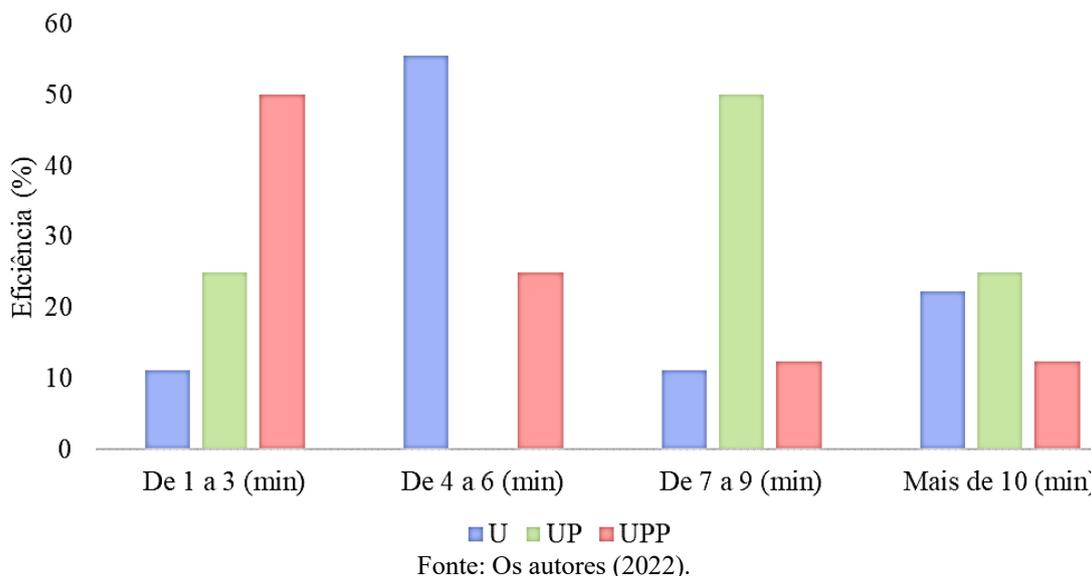
A elipse em azul que corresponde aos U, congrega a maior parte das características do grupo amostral, com forte correlação entre as respostas das partes interessadas, com exceção dos profissionais com doutorado e pessoas com formação em Geografia. A elipse representada na cor verde que corresponde aos UP, possui menor abrangência, as correlações mais fortes foram associadas a pessoas Brancos com graduação, em geral são mulheres com idade entre 20 e 30 anos. As maiores correlações das partes interessadas correspondentes aos U elipse vermelha e UPP elipse azul, são correspondentes a pessoas brancas, com doutorado, mestrado e graduação, em sua maioria são mulheres com formação em Engenharia Cartográfica\Agrimensura e Ciências Geodésicas, com idade entre 31 e 40 anos, como pessoas com 41 e 50 anos. Após a caracterização dos *stakeholders* os participantes foram direcionados a execução de tarefas, com o propósito de ser avaliado o acesso, visualização e *download* de dados no portal da INDE, os resultados das tarefas podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2 – Resultado correspondente a eficácia no cumprimento das tarefas.



Conforme os resultados das tarefas apresentadas na Figura 2, é possível constatar eficácia semelhante nas tarefas 1 e 2, com maior taxa de acerto e maior desvio padrão atribuído aos UP. Em contraponto nas tarefas 1 e 2 os U e os UPP, demonstraram menor eficácia no cumprimento das tarefas em relação aos UP. O desempenho dos participantes na tarefa 3 foi menor em relação às demais tarefas, na tarefa 3 a menor eficácia e maior desvio padrão foi pertencente aos UP. Os U apresentaram maior eficácia e menor desvio padrão em relação às demais partes interessadas que realizaram o teste. A Figura 3 contém resultados referentes à eficiência, que foi relacionada ao tempo contabilizado em minutos atribuído à realização das tarefas.

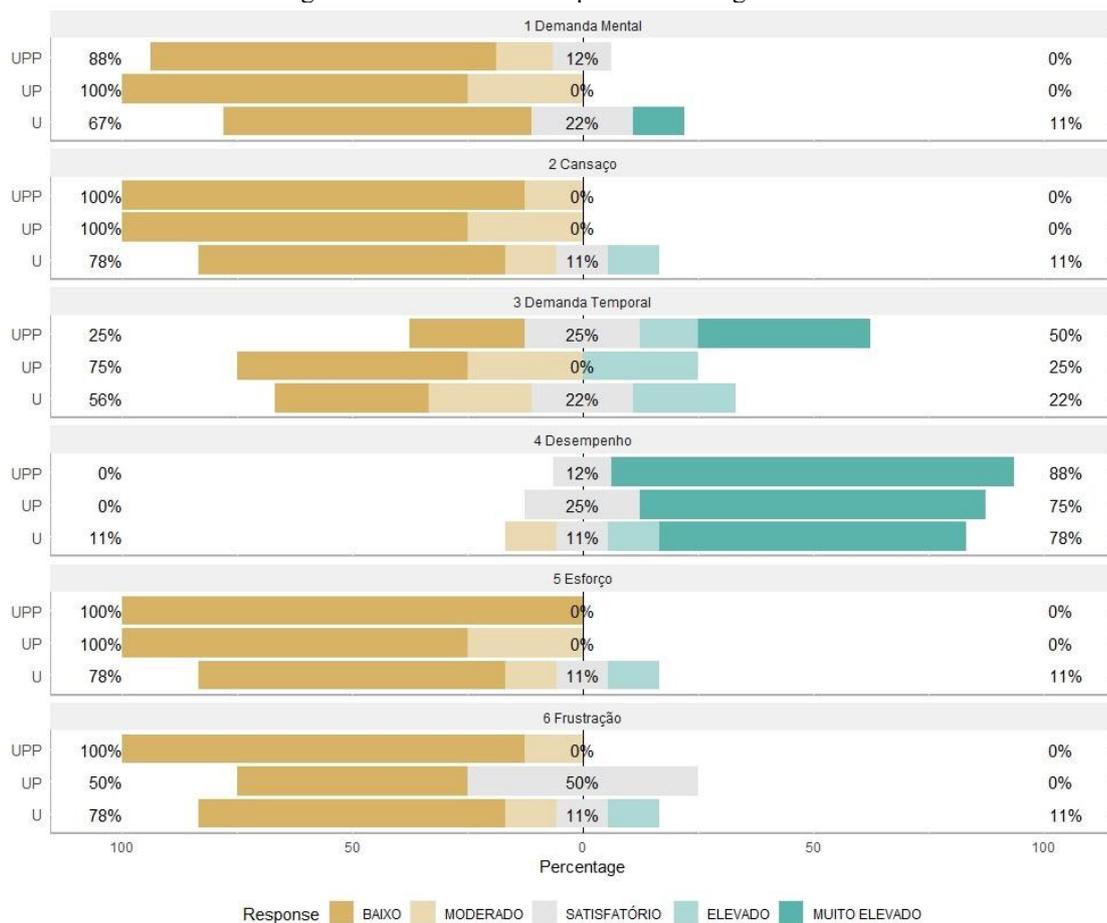
Figura 3 – Resultado correspondente a eficiência no cumprimento das tarefas.



Conforme os resultados que estão apresentados na Figura 3, é possível constatar maior eficiência aos UPP de dados, os quais em sua maioria levaram de 1 a 3 minutos para resolverem as tarefas propostas. Os U em sua grande maioria levaram de 4 a 6 minutos para resolver as tarefas e finalizar o questionário. A menor eficiência foi atribuída ao grupo de UP que em sua maioria levaram de 7 a 9 minutos para solucionar as tarefas. A Figura 4 contém os gráficos com os resultados a partir da aplicação do questionário NASA-TLX, após o

término da tarefa 1.

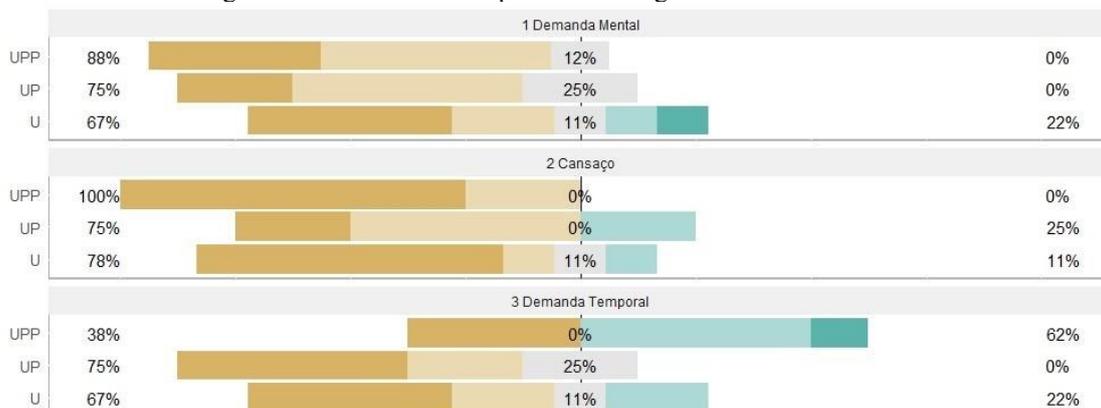
Figura 4 – Resultado correspondente a carga de trabalho tarefa 1.

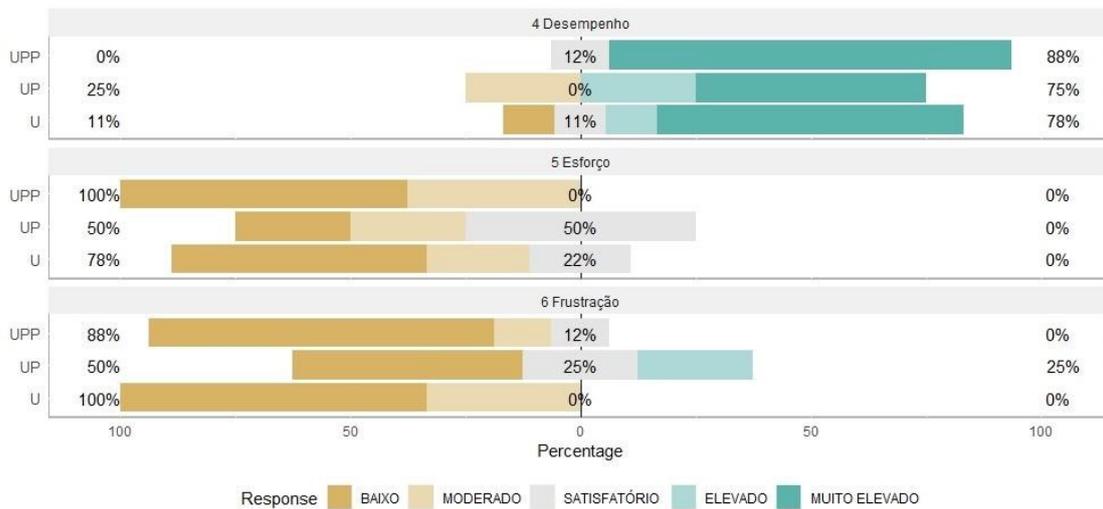


Fonte: Os autores (2022).

A carga de trabalho foi mensurada utilizando o método NASA – TLX, conforme os resultados demonstrados pela Figura 4, atribuídos a realização da tarefa 1 que estimulou os participantes a acessarem o “catálogo de metadados” e pesquisarem “hidrografia no bioma Mata Atlântica”, foi possível obter a percepção individual dos grupos de participantes diante de situações reais utilizando o geoportal da INDE, como a demanda mental e o cansaço mais elevado, atribuída ao grupo caracterizado como U. A percepção de demanda temporal foi mais elevada para o grupo de UPP. O desempenho muito elevado foi atrelado aos UPP seguido dos UP e com menor desempenho do grupo de U. A percepção de maior esforço e frustração foi percebida pelo grupo de U. Os resultados provenientes da avaliação da carga de trabalho percebida pelas partes interessadas após a tarefa 2 está representada na Figura 5.

Figura 5 – Resultado correspondente a carga de trabalho tarefa 2.

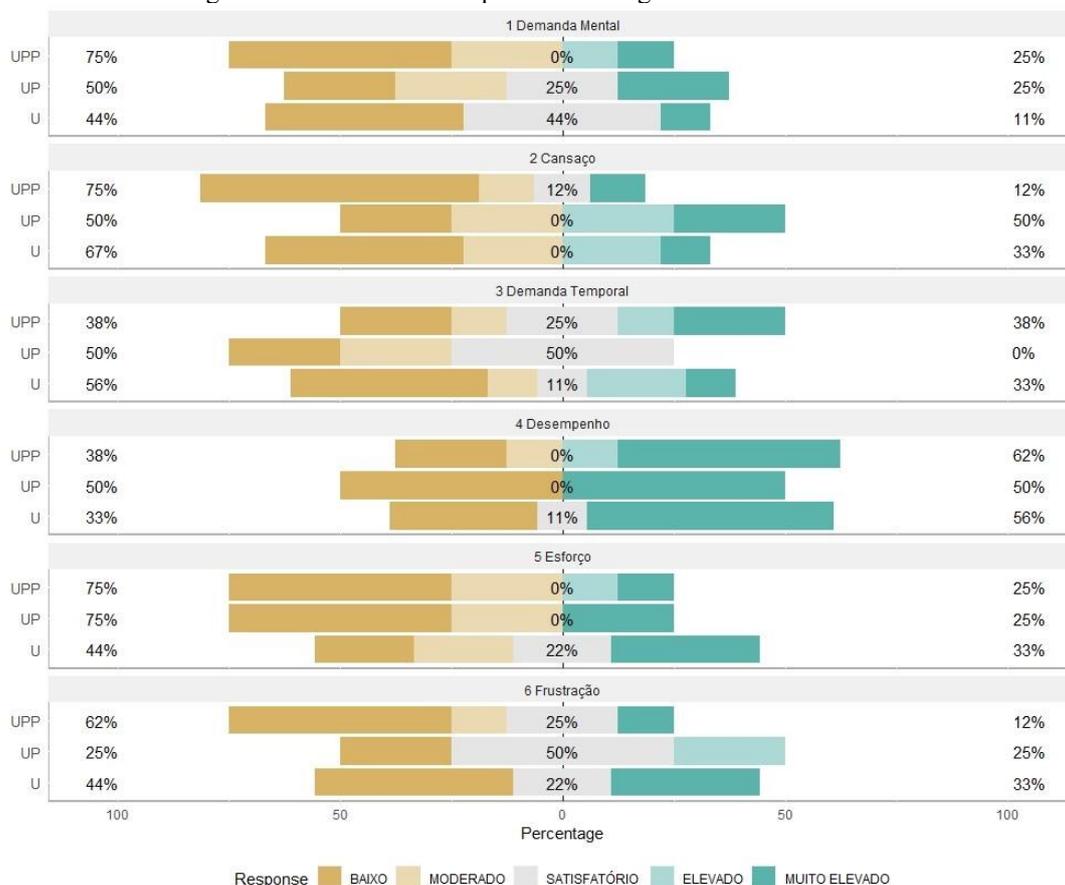




Fonte: Os autores (2022).

Os resultados com a avaliação da carga de trabalho após a realização da tarefa 2 que avaliou o acesso ao “catálogo de geoserviços” e pesquisa “CPRM – Serviço Geológico do Brasil”, os dados referentes a carga de trabalho foram compilados e apresentados na Figura 5, que possibilitou constatar um aumento na demanda mental do grupo caracterizado como U que se submeteram a avaliação de usabilidade em relação às demais partes interessadas. Também foi perceptível o aumento do cansaço dos grupos de UP e U. A percepção de demanda temporal foi maior por parte dos UPP em relação às demais partes interessadas. O critério de desempenho apresentou melhores resultados para o grupo de UPP em relação às demais partes interessadas. A percepção subjetiva de maior esforço e frustração foi atribuída ao grupo de UP em relação aos demais grupos avaliados no presente estudo.

Figura 6 – Resultado correspondente a carga de trabalho tarefa 3.



Fonte: Os autores (2022).

A Figura 6 corresponde aos resultados com a avaliação da carga de trabalho atribuída pelos *stakeholder* após a solução da tarefa 3, envolvendo a realização de *download* do arquivo vetorial em formato *shapefile* correspondente a “Carta geológica do Brasil ao milionésimo”, conforme os resultados apresentados na Figura 2, foi constatado menor eficiência no cumprimento da respectiva tarefa para ambos grupos de usuários que se submeteram a ao teste de usabilidade, contudo os resultados apresentados na Figura 6 corroboram com a baixa eficiência demonstrada pelas partes interessadas, sugerindo significativo aumento na carga de trabalho cognitiva dos *stakeholder*.

Foi constatado aumento na demanda mental e no cansaço do grupo de UP e de U em relação aos UPP. A percepção de demanda temporal elevada foi relatada pelo grupo de UPP e U em relação ao grupo de UP. O desempenho mais elevado foi atribuído ao grupo de UPP em relação aos UP e U que também afirmaram a percepção de desempenho elevado. A percepção subjetiva de esforço e de frustração foi mais elevada para o grupo de U em relação aos demais voluntários. Corroborando com os resultados obtidos com avaliação da carga de trabalho, o tempo que a maioria dos indivíduos do grupo U levaram para resolver as tarefas foi de 4 a 6 minutos seguidos pelos de UP que em sua maioria levaram de 7 a 9 minutos para solucionar as tarefas. Enquanto os UPP de dados, em sua maioria levaram de 1 a 3 minutos para resolverem as tarefas propostas, demonstrando uma eficiência superior aos U e UP.

Resultados semelhantes foram encontrados por Kalantari et al. (2020), que propõe melhorias para interface usuário, por meio de testes de usabilidade nos *stakeholder*. Conforme Zwirowicz e Michalik (2016), os usuários demonstram problemas de usabilidade ao acessarem dados espaciais. Foi sugerido aperfeiçoar a coordenação responsável pelas operações entre os diferentes departamentos responsáveis por proverem os dados e metadados, bem como uma cooperação reforçada entre os diferentes produtores, a fim de facilitar o intercâmbio de informações e melhorar a qualidade dos serviços prestados por (ZWIROWICZ; MICHALIK 2016).

Conforme Ester, Angel e Leon (2017), o design de interface das IDEs normalmente não costuma atender às necessidades dos diferentes perfis de usuários, o que pode levar a um abandono dos geoportais por parte dos usuários. Os resultados de Ester, Angel e Leon (2017), mostram que usuários tiveram dificuldades em acessar tanto as informações fornecidas pelo geoportal quanto interagir com o visualizador de mapas. Conforme Zwirowicz (2016), as IDEs frequentemente possuem um caráter interdisciplinar, o que influencia a sua utilização e assimilação por diferentes grupos de pessoas.

Os resultados relacionados à satisfação dos *stakeholder*, assim como a complementação de informação que os resultados das tarefas e do NASA-TLX não permitiram abordar em sua totalidade, ocasionado por limitações de respostas, como por exemplo os aspectos problemáticos que o grupo de voluntários acredita ser importante aperfeiçoar. Considerando as tarefas que foram realizadas, foi solicitado aos *stakeholder* que descrevessem as suas opiniões de forma discursiva a respeito de suas impressões ao utilizar a INDE. O Quadro 2 destaca os comentários dos *Stakeholders*.

Quadro 2 – Resposta dos *Stakeholder*.

Função	Resposta
U	Erro na primeira tarefa ao acessar o catálogo de metadados, não foi possível acessar via dispositivo móvel.
U	Estou familiarizado com o uso do visualizador e de ferramentas similares. Não sei se teria o mesmo resultado se buscasse dados sem as especificações contidas nas perguntas deste questionário.
U	Menus de acesso e consulta dos mapas poderiam ser mais autoexplicativos.
U	Não foi possível realizar o <i>download</i> , o que gerou uma frustração no processo.
U	Pelo navegador Google Chrome não foi possível realizar o <i>download</i> , foi preciso trocar para o navegador Firefox.
U	Foi difícil fazer <i>download</i> talvez utilizando dispositivo móvel. O mesmo exercício foi diferente usando desktop.

(Continua)

(Conclusão)

Função	Resposta
U	Não foi possível realizar o <i>download</i> , apesar de ter encontrado o ícone, não funcionou. Quando eu imagino uma plataforma de dados espaciais, espero encontrar o ambiente de geovisualização de mapas, ou seja, eu não gostaria de ter que pensar sobre qual tópico acessar: "visualizador de mapas", "catálogo de metadados", "catálogo de geoserviços" e "área de <i>download</i> ", pois consome um tempo desnecessário e estas opções poderiam ser mais integradas e "intuitivas" no próprio geovisualizador. A página inicial da INDE poderia ser o próprio geovisualizador e no layout dele ter a lista das instituições que compartilham os dados. Depois, poderíamos clicar na instituição de interesse e visualizar as camadas que ela disponibiliza. Em cada camada poderíamos realizar o <i>download</i> de interesse. Os usuários geralmente possuem afinidade com <i>softwares</i> de SIG, Google Maps, Google Earth, etc e esperam manusear interfaces semelhantes para conseguir o que precisam. Porém, se institucionalmente é obrigatória a apresentação da INDE antes de qualquer serviço, pelo menos poderia haver um botão bem grande no centro da tela: "ACESSE O GEOVIZUALIZADOR".
U	Não consegui realizar as tarefas.
U	O site demora muito para carregar e isso gera frustração e estresse.
UP	Não houve nenhum problema em acessar a informação solicitada, pois são atividades muito básicas.
UP	Não é um sistema intuitivo para realizar as solicitações de visualização das camadas, depois de ter interagido uma vez as tarefas se tornam mais fáceis.
UP	É muito difícil visualizar e realizar o <i>download</i> de dados específicos. Muitas vezes os dados não são encontrados pelo seu tipo ou função. A desorganização do portal confunde o usuário.
UP	Falta melhorar a assertividade da busca realizando, considerando acentos e demais modificações na ortografia.
UPP	A INDE é bem intuitiva.
UPP	Sou bastante familiarizada com os canais de acesso dos dados disponibilizados na INDE.
UPP	O acesso ao catálogo de metadados não é intuitivo. Ele fica escondido em uma posição do site principal que não é clara quanto ao seu conteúdo. O acesso aos metadados pela guia "Mapas" também é pouco intuitivo. O Visualizador da INDE, poderia separar os serviços por instituições. O processo de <i>download</i> também é pouco eficiente.
UPP	Achei a busca um pouco confusa.
UPP	Dificuldade em encontrar metadados.
UPP	Não houve problemas.
UPP	Travou o carregamento uma vez, após isso foi rápido realizar as tarefas.
UPP	Falta uma área de busca para o site de forma global. Não foi possível concluir a última tarefa com os parâmetros definidos na área de <i>download</i> .

Fonte: Os autores (2022).

Os resultados com respostas atribuídas a pergunta descritiva, demonstrou que o acesso ao catálogo de metadados e visualizador de mapas, apresentou problemas por ser pouco intuitivo. Após o acesso aos dados foi justificado que o processo de *download* também é pouco eficiente. Alguns *Stakeholders* sugeriram que os menus de acesso e consulta aos dados e metadados deveriam ser mais autoexplicativos e que o acesso deveria ser mais intuitivo. Foi constatado maior dificuldade ao utilizar o geoportal da INDE por parte dos indivíduos do grupo U, conforme comentários no Quadro 2, seguido por UP e UPP.

Foi relatado por alguns *stakeholders* limitações para realizar o *download* dos dados devido a dificuldades em encontrar os dados e botões, também foram apontados problemas associados ao navegador Google Chrome sendo necessário realizar a troca de navegador para o Firefox, para realizar o *download*. A realização de *download* de dados e metadados apresentou maiores problemas de acordo com as métricas utilizadas na avaliação de usabilidade, causado principalmente segundo as próprias palavras dos voluntários "devido a desorganização do geoportal". Outro aspecto foi relacionado a página inicial da INDE, conforme os *stakeholders* deveria ser mais bem projetada, facilitando a interação do usuário com o geoportal, por meio do aperfeiçoamento da localização de botões e menus, outro destaque negativo do geoportal é o excesso de textos e informações visuais nas telas iniciais que sobrecarregam o usuário com excesso de informação.

Outro aspecto relevante foi a afirmação de que o geoportal demorou demasiadamente para carregar o

conteúdo pesquisado, elevando a demanda temporal e por consequência a carga de trabalho dos *stakeholders*, de acordo com Kim, Xiong e Liang (2017), as percepções dos usuários sobre o tempo de espera estão fortemente associadas à satisfação geral dos usuários com o serviço oferecido na web. Segundo Jahromi, Delaney e Hines (2020), os usuários tendem a começar a perder a atenção e o interesse pelo conteúdo do site após dois segundos de tempo de espera sem qualquer progresso aparente.

4 CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo foi possível concluir que existe relação entre o desempenho e a carga de trabalho cognitiva com a função que o *stakeholder* desempenha na INDE. Por meio da constatação de problemas de usabilidade durante o acesso, visualização e *download* dos dados e metadados. Foi perceptível que os UPP em sua maioria levaram menor tempo para solucionar as tarefas em relação aos U e UP, comprovando a hipótese estabelecida, de que existe relação entre o desempenho e a função que o *stakeholders* desempenham na INDE, em decorrência de problemas de usabilidade no geoportal, como dificuldades para acessar dados e metadados além de problemas para interagir com o geovisualizador.

Outro aspecto que o estudo possibilitou constatar a partir da participação do grupo amostral, foi que em geral os indivíduos do grupo U apresentam maior carga de trabalho em relação aos demais *stakeholders*. O presente estudo demonstra evidências por meio de resultados quantitativos, dos processos de interação dos *stakeholders* com o geoportal INDE, através das diferenças entre os processos de acesso e interação com os dados e metadados, juntamente com a carga de trabalho cognitiva e estimação do tempo. E resultados qualitativos por meio do conjunto de observações ao final do teste realizado em forma de comentários. Em relação à função dos *Stakeholders* desempenham na INDE.

A avaliação de usabilidade realizada no geoportal da INDE, investigando o acesso aos metadados e análise da carga de trabalho cognitiva em comparação com a função que o *stakeholder* desempenha na INDE, foi realizada com êxito. Contudo são necessários estudos mais aprofundados relacionados a IDEs de modo geral, envolvendo as partes envolvidas considerando os papéis que eles desempenham. Outro ponto que merece maior atenção em trabalhos futuros é aumentar o número de UP, nos testes. Este estudo apresenta indícios de que existe forte relação entre o desempenho dos *stakeholders* com a sua respectiva função desempenhada, contudo cada indivíduo percebe a realidade a partir de aspectos que possuem importância para si mesmo a partir de conteúdos cognitivos, valores culturais e normas sociais. Portanto um grupo mais heterogêneo de atores possibilita a obtenção de um volume maior de informações relacionadas a utilização das IDEs, o que torna as afirmações mais abrangentes e conclusivas, podendo ser realizado entrevistas associadas a observação dos usuários, em grupos de *stakeholders* ou individualmente.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, aos voluntários que participaram do teste, que possibilitaram a realização deste trabalho. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo a pesquisa e apoio financeiro, processo 88882.382268/2019-01.

Contribuição dos Autores

O autor Vinícius Emmel Martins participou na conceptualização, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia e na redação do artigo. A autora Jaqueline Lima Amorim participou na visualização, redação, investigação, revisão e edição do artigo. Os autores Marcio Augusto Reolon Schmidt e Silvana Philippi Camboim participaram na conceptualização, investigação, metodologia, supervisão, revisão e edição do artigo.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Referências

- ABDI, H.; WILLIAMS, L. J.; VALENTIN, D. Multiple factor analysis: principal component analysis for multitable and multiblock data sets. **Wiley Interdisciplinary reviews: computational statistics**, v. 5, n. 2, p. 149-179, 2013. DOI. 10.1002/wics.1246.
- ARAÚJO, V. O. H.; CAMPOS, M. E. G.; COSTA, R. A. A. Usabilidade: um estudo aplicado ao Visualizador da Infraestrutura de Dados Espaciais do Brasil (VINDE). **Revista Cartográfica**, n.95, p.43-61, 2017. DOI. 10.35424/rcarto.i95.275.
- BARTLING, M.; RESCH, B.; EITZINGER, A.; ZURITA-ARTHOS, L. A Multi National Human Computer Interaction Evaluation of the Public Participatory GIS GeoCitizen. **GI_Forum**, v.7, p.19-39, 2019. DOI. 10.1553/giscience2019_01_s18.
- BEVAN, N. Human Computer Interaction Standards. **Elsevier**. V.20, p.885-890, 1995.
- BORBA, R. L. R.; STRAUCH, J. C. M.; SOUZA, J. M.; COLEMAN, D. J. Uma proposta para a nova geração de infraestrutura de dados espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.67, n.6, 2015.
- CALDERÓN, L. J.; CAMPOVERDE, J. Y.; HOEHNE, A. V. El usuario como factor de éxito en el diseño de un geoportail. *GeoFocus*. **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, v.14, p.181-210, 2014.
- CAMBOIM, S. P.; SLUTER, C. R. Uso de ontologias para busca de dados geoespaciais: uma ferramenta semântica para a infraestrutura nacional de dados espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, p. 1127-1142, 2013.
- COLEMAN, N. SUMI (*Software Usability Measurement Inventory*) as a knowledge elicitation tool for improving usability. **Applied Psychology**, University College Cork, Ireland, 1993.
- CONCAR. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://inde.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2022.
- COOPER, A. K.; COETZEE, S.; RAPANT, P.; IWANIAK, A.; HJELMAGER, J.; MOELLERING, H.; SINVULA, K. Expanding the ICA model of stakeholders in a spatial data infrastructure (SDI). Em 29TH INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE (ICC 2019), Tokyo, Japan, p.15-20, 2019.
- COOPER, G.E., HARPER, R. P. The use of pilot ratings in the evaluation of aircraft handling qualities (NASA Ames Technical Report NASA TN-D-5153). **CA: NASA Ames Research Center**, 1969.
- DEVAUX, M; BARBOSA, I. O usuário como centro das infraestruturas de dados espaciais brasileiras. Em II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS (SBIDE). Rio de Janeiro. 2020.
- ESTER, G. C. M.; ANGEL, B. P., M.; LEON, P. M. F. Methodology to evaluate the usability of the maps viewer of the ecuadorian sdi geoportail. **Geofocus-Revista Internacional de Ciencia y Tecnologia de La Informacion Geografica**, v.19, p.109-127, 2017.
- FILHO, J. L.; DA MATTA V. L. F.; DE SOUZA, W. D.; LAMAS, J. P. C.; DA SILVA COSTA, G. L.; DE OLIVEIRA, W. M.; BAIA, J. W. Uma infraestrutura de dados espaciais para o projeto GeoMINAS com metadados definidos no perfil MGB da INDE. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.65, n.1, 2013.
- FRONZA, G.; CAMBOIM, S. P. Diagnóstico da produção e compartilhamento de dados geoespaciais no ambiente acadêmico, do panorama brasileiro às IDEs acadêmicas. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v.48, p.61-84, 2020. DOI. 10.5380/raega.v48i0.67015.
- GKONOS, C.; ENESCU, I. I.; HURNI, L. Spinning the wheel of design: evaluating geoportail Graphical User Interface adaptations in terms of human-centred design. **International Journal of Cartography**, v.5, n.1, p.23-43, 2019. DOI. 10.1080/23729333.2018.1468726.

- GRUS, L., BREGT, A.; CROMPVOETS, J. Defining National Spatial Data Infrastructures as Complex Adaptive Systems. **Proceedings GSDI-9 Conference**, Santiago, Chile, 2006. DOI. 10.1080/13658810802687319.
- HARLEY, J. M.; LIU, Y.; AHN, T. B.; LAJOIE, S. P.; GRACE, A. P.; HALDANE, C.; MCLAUGHLIN, B. I've got this: Fostering topic and technology-related emotional engagement and queer history knowledge with a mobile app. **Contemporary Educational Psychology**, v.59, 2019. DOI. 10.1016/j.cedpsych.2019.101790.
- HARPER, B. D., NORMAN, K. L. Improving user satisfaction: The questionnaire for user interaction satisfaction version 5.5. Em **PROCEEDINGS OF THE 1ST ANNUAL MID-ATLANTIC HUMAN FACTORS CONFERENCE**. p.224-228, 1993.
- HART, S. G., STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In P. **Advances in Psychology**, v.52, p.139-183, 1988. DOI. 10.1016/S0166-4115(08)62386-9.
- HENZEN, C. Building a framework of usability patterns for web applications in spatial data infrastructures. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 11, p. 446, 2018. DOI. 10.3390/ijgi7110446.
- HERTZUM, M., BORLUND, P., KRISTOFFERSEN, K. B. What do thinking-aloud participants say? A comparison of moderated and unmoderated usability sessions. **International journal of human-computer interaction**, v.31, p.557-570, 2015. DOI. 10.1080/10447318.2015.1065691.
- HJELMAGER, J.; MOELLERING, H.; COOPER, A. K. An Initial Formal model for Spatial Data Infrastructure, **International Journal of Geographic Information Science**, v.22, n.11, p.1295-1309, 2008. DOI. 10.1080/13658810801909623.
- ISO 9241-11. Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Usability: Definitions and concepts. **Standard. International Organization for Standardization, Brussels**. 2018.
- ISO 9241-210. Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. **Standard. International Organization for Standardization, Brussels**. 2010.
- JAHROMI, H. Z.; DELANEY, D. T.; HINES, A. Quão crocante é o vinco? Um estudo subjetivo sobre a percepção da navegação na Web do acima da dobra. Em 6ª CONFERÊNCIA IEEE SOBRE *SOFTWARE DE REDE (NETSOFT)*. IEEE, p.43-50, 2020.
- JESUS, E. G. V; BRITO, P. L.; OLIVEIRA V. F. V. Avaliação da usabilidade do geoportal da infraestrutura de dados espaciais da Bahia (IDE-BA). **Revista Brasileira de Cartografia**, v.70, p.1734-1757, 2018.
- KALANTARI, M.; SYAHRUDIN, S.; RAJABIFARD, A.; SUBAGYO, H.; HUBBARD, H. Spatial Metadata Usability Evaluation. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 7, p. 463, 2020. DOI. 10.3390/ijgi9070463.
- KARAMPANAH, S. **A survey of usability issues in mobile map-based systems**. Master of Science in Geospatial Technologies Institute for Geoinformatics (ifgi) University of Münster. 2019.
- KIM, W.; XIONG, S.; LIANG, Z. Efeito do símbolo de carregamento de vídeo online na percepção do tempo de espera. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 33, n.12, p.1001-1009, 2017. DOI. 10.1080/10447318.2017.1305051.
- KLUGER, E. Análise de correspondências múltiplas: fundamentos, elaboração e interpretação. **BIB -Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, n. 86, p. 68-97, 2018. DOI.10.17666/bib8604/2018.
- KOMARKOVA, J.; SEDLAK, P.; STRUSKA, S.; DYMAKOVA, A. Usability Evaluation the Prague Geoportal: Comparison of Methods. Em **INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND DIGITAL TECHNOLOGIES (IDT)**, p.223-228, 2019.
- KUPARINEN, L. Validation and Extension of the Usability Heuristics for Mobile Map Applications. Em **ICC & GIS 2016: PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CARTOGRAPHY & GIS SOFIA: BULGARIAN CARTOGRAPHIC ASSOCIATION**, V.1, p.414- 423, 2016.
- LIMA, M. C.; DELAZARI, L. S.; ERCOLIN FILHO, L.; ANTUNES, A. P. Development of a webgis for university campus using an approach based on user-centred design techniques. **Boletim de Ciências**

- Geodésicas**, v. 27, p. 1-14, 2021. DOI. 10.1590/s1982-21702021000100002.
- MAGUIRE, D.J.; LONGLEY, P.A. The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. **Computers, Environment and Urban Systems**, n. 29, p. 3-14, 2005. DOI. 10.1016/j.compenvurbsys.2004.05.012.
- MAQUIL, V.; LEOPOLD, U.; DE SOUSA, L. M.; SCHWARTZ, L.; TOBIAS, E. Towards a framework for geospatial tangible user interfaces in collaborative urban planning. **Journal of Geographical Systems**, v.20, n.2, 185-206, 2018. DOI. 10.1007/s10109-018-0265-6.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. 1993.
- OLIVEIRA, I. L.; LISBOA-FILHO, J.; MOURA, C. A.; SILVA, A. G. D. Specifying the Computation viewpoints for a corporate Spatial Data Infrastructure using ICA's formal model. Em INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND ITS APPLICATIONS, p.275-289, 2016.
- PUGLIESI, E. A., DECANINI, M. M. S., RAMOS, A. P. M., TSUCHIYA, Í. Métodos para Avaliação da Usabilidade de Sistemas de Navegação e Guia de Rota. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.65, 2013.
- RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. P. Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. **Proceedings of Geomatics**, 80, 2001.
- REID, G.B., NYGREN, T.E. The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload. In P.A. Hancock & N. Meshkati. **Elsevier**, p.185-218, 1988. DOI. 10.1016/S0166-4115(08)62387-0.
- ROTH, R. E. Interactivity and cartography: A contemporary perspective on user interface and user experience design from geospatial professionals. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, v.50, n.2, p.94-115, 2015. DOI. 10.3138/cart.50.2.2427.
- ROTH, R. E., ÇÖLTEKIN, A., DELAZARI, L., FILHO, H. F., GRIFFIN, A., HALL, A., VAN ELZAKKER, C. P.. User studies in cartography: opportunities for empirical research on interactive maps and visualizations. **International Journal of Cartography**, v.3, p.61-89, 2017. DOI. 10.1080/23729333.2017.1288534.
- SAARE, M. A.; HUSSAIN, A. B.; JASIM, O. M.; MAHDI, A. A. Usability evaluation of mobile tracking applications: A systematic review. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)**, v. 14, n. 05, p. 119-128, 2020.
- SAURO, J., ZAROLIA, P. SUPR-Q: A comprehensive measure of the quality of the website user experience. **Journal of Usability Studies**, v.10, p.68-86, 2015.
- SCHIRRA, S., ALLISON, C. I know what the companies are wanting more of: Professional Participants in Online Usability Studies. Em EXTENDED ABSTRACTS OF THE 2018 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS. Montreal, Canada. 2018.
- SILVA, E. S.; CAMBOIM, S. P. Um índice multicritério para avaliar a preparação de municípios para a criação de IDEs. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.73, n.1, 2021. DOI. 10.14393/rbcv73n1-55102.
- TAN, W.; LIU, D.; BISHU, R. Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.39, p.621-627, 2009. DOI. 10.1016/j.ergon.2008.02.012.
- WILLIAMSON, I. P.; RAJABIFARD, A.; FEENEY, M. E. F. Developing spatial data infrastructures: from concept to reality. **CRC Press**, 2003.
- ZWIROWICZ, R. A. Evaluating spatial data infrastructure as a data source for land surveying. **Journal of Surveying Engineering**, v.142, n.4, 2016. DOI. 10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000185.
- ZWIROWICZ, R. A.; MICHALIK, A. The use of spatial data infrastructure in environmental management: an example from the spatial planning practice in Poland. **Environmental management**, v58, n.4, p.619-635, 2016. DOI. 10.1007/s00267-016-0732-0.

Biografia do autor principal



Vinicius Emmel Martins, nascido em Venâncio Aires – RS. Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor formado pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Mestre em Ciências Geodésicas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (PPGCG/UFPR)



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.