



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DOUGLAS FELIPE CÂNDIDO DOS SANTOS

**A EFICÁCIA DE PAINEL DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS
ACADÊMICOS PARA GESTÃO POR COORDENADORES DE CURSOS
SUPERIORES**

RECIFE

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DOUGLAS FELIPE CÂNDIDO DOS SANTOS

**A EFICÁCIA DE PAINEL DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS
ACADÊMICOS PARA GESTÃO POR COORDENADORES DE CURSOS
SUPERIORES**

Monografia apresentada ao Centro de Informática (CIN) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para conclusão do Curso de Ciência da Computação, orientada pelo professor Alex Sandro Gomes e co orientado pelo professor Thiago de Souza Araújo.

RECIFE

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a colaboração do centro de informática da UFPE pela estrutura e acesso a publicações, ao grupo de pesquisa CCTE, e em especial ao meu orientador Professor Alex Sandro Gomes e ao meu coorientador Professor Thiago de Souza Araújo que me orientaram, encorajaram e deram suporte durante não somente toda pesquisa como também como na minha trajetória acadêmica.

Ao laboratório *V-Lab*, em especial ao doutorando Tiago Jose Dimas Nogueira, pelo suporte e oportunidade de atuar como UX Design na área de painéis de visualização, que fez com que surgisse meu interesse na área e posteriormente seguir com minha pesquisa.

Aos meus pais, Diana Santos e André Silva e minha irmã Maria Julia por todo o incentivo e paciência, contribuindo diretamente para que eu pudesse ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

A todos os coordenadores que participaram da pesquisa, pela colaboração e disposição no processo de obtenção de dados.

Aos meus amigos, André, Antônio, Aurélio, Gabriel, Germano e João que fiz na minha jornada acadêmica, que sempre me deram apoio e estiveram presentes nos momentos mais difíceis e alegres.

“Desistir no meio do caminho é pior do que
nunca ao menos ter tentado.”
Neon Genesis Evangelion

RESUMO

Muitas pesquisas têm se dedicado à construção de painéis de visualização de dados educacionais, mas é importante ressaltar que os processos de *design* desses sistemas tem, em sua maioria, grande foco nos professores e alunos, deixando de lado os usuários ligados a gestão. O objetivo deste estudo é realizar uma pesquisa qualitativa com coordenadores de cursos universitários com processos de design centrado no usuário e utilizando um protótipo de um painel de visualização de dados como artefato. Além da avaliação de usabilidade, se teve também o intuito de revelar possíveis problemas na gestão de cursos que possam ser solucionados com ferramentas de *learning analytics*. Os resultados mostraram que existem uma necessidade de ferramentas de gestão de cursos por coordenadores, principalmente voltadas a área analítica e apontam um painel de visualização como principal ferramenta discutida.

Palavras-chave: Visualização de Dados, Avaliação, Usabilidade, Learning Analytics, Painéis de Visualização

ABSTRACT

Many researches have been dedicated to the construction of educational data visualization dashboards, but it is important to emphasize that the design processes of these systems have, in their majority, a great focus on teachers and students, leaving aside the users related to management. The goal of this study is to conduct qualitative research with university course coordinators with user-centered design processes and using a data visualization dashboard as an artifact. In addition to usability evaluation, it was also understood the problems in course management that can be solved with learning analytics tools. The results showed that there is a need for course management tools by coordinators, mainly focused on the analytical area, and point to a visualization panel as the main tool discussed.

Keywords: Data Visualization, Evaluation, Usability, Learning Analytics, Dashboard

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	8
1.2 OBJETIVOS	10
2. CONCEITOS BÁSICOS	11
2.1. VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	11
2.2. LEARNING ANALYTICS	13
2.3. TESTE DE USABILIDADE	14
3. TRABALHOS RELACIONADOS	17
4 MÉTODO	23
4.1 CONTEXTO	23
4.2 MÉTODOS UTILIZADOS	27
4.3 PROCEDIMENTO	29
4.4 COLETA DE DADOS	30
4.4.1 CÁLCULO DA EFICÁCIA	31
4.4.2 CÁLCULO DA TAXA DE ACERTO	31
4.4.3 CÁLCULO DE EFICIÊNCIA	32
4.4.4 CÁLCULO DA TAXA DE PASSOS PARA REALIZAR A TAREFA	32
4.4.5 ANALISANDO USABILIDADE A PARTIR DO QUESTIONÁRIO SUS	33
5 EXPERIMENTOS E ANÁLISE	35
5.1 ANÁLISE DOS DADOS	35
5.2 PROPOSTAS DE CORREÇÕES	43
6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	50
6.1 CONTRIBUIÇÕES	50
6.2 TRABALHOS FUTUROS	51
7 BIBLIOGRAFIA	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de visualização de dados.	13
Figura 2 - Mapa de Informação do Sistema	25
Figura 3 - Protótipo de Alta Fidelidade	26
Figura 4 - Protótipo de Alta Fidelidade da tela de Instituição de Ensino	26
Figura 5 - Protótipo de Alta Fidelidade da tela de Cursos	27
Figura 6 - Procedimento do teste de usabilidade	30
Figura 7 - NPS, taxa de aceitação, adjetivos e nota associados ao resultado do SUS	35
Figura 8 - Resultado do questionário SUS	38
Figura 9 - Média das perguntas do questionário SUS com erros	38
Figura 10 - Taxa de eficácia por tarefa	39
Figura 11 - Taxa de eficiência por tarefa	40
Figura 12 - Taxa de acerto por tarefa	41
Figura 13 - Taxa de quantidade de passos por tarefa	42
Figura 14 - Nova ordem dos filtros do sistema	46
Figura 15 - Tela de informação sobre atores (Professor, alunos e tutores)	46
Figura 16 - Mini tutorial na tela inicial do sistema	47
Figura 17 - Tela de equivalência de matrizes curriculares	48
Figura 18 - Tela de configurações dos parâmetros do sistema	49
Figura 19 - Tela de notificações do sistema	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das perguntas da entrevista semiestruturada	27
Tabela 2 - Descrição das tarefas	29
Tabela 3 - Relacionamento entre heurísticas de Nielsen e perguntas do questionário SUS	34
Tabela 4 - Dados coletados da realização da Tarefa 1	35
Tabela 5 - Dados coletados da realização da Tarefa 2	36
Tabela 6 - Dados coletados da realização da Tarefa 3	37
Tabela 7 - Dados coletados da realização da Tarefa 5	37
Tabela 8 - Mudança na ordem e título dos gráficos	43

TABELA DE SIGLAS

Sigla	Significado	Página
LA	Learning Analytics	10, 14
SUS	System Usability Scale.	18, 21, 26, 28-30, 33-34, 36-37, 43, 46
UAB	Universidade Aberta do Brasil	24
EaD	Ensino à Distância	9, 43
TURF	Tasks, Users, Representations, and Functions	20
SoLAR	Society for Learning Analytics Research	14

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Desde a concepção da escola como organização, a prática de coordenação se mostra um dos fatores mais importantes, tanto do ponto de vista pedagógico como do organizacional. Nesse contexto podemos definir o coordenador como um agente articulador, formador e transformador das instituições de ensino [35], capaz de contribuir grandemente para o sucesso dessas instituições.

Quando falamos de coordenadores que atuam no ensino superior temos diversos desafios e problemáticas diferentes, a quantidade de cursos ofertados, por exemplo, diante das transformações do campo educacional, o papel dos coordenadores se modifica constantemente, além de que estes profissionais precisam se adaptar às adversidades [47]. Diante dessas adversidades existem diversas ferramentas que podem servir de auxílio para os coordenadores na realização dessas atividades.

Sistemas de informação são comumente utilizados em diversos setores da sociedade, desde indústrias até instituições de ensino, a literatura traz uma extensa lista de sistemas de informação desenvolvidos para auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisão nas organizações [20]. Como é afirmado por [21] esses sistemas podem ser classificados de acordo com interesses, especializações e níveis dentro de uma organização. Dentro dessas especificidades é que se encontram os ambientes *e-learning*s que empregam recursos computacionais e audiovisuais para promover o aprendizado a uma pessoa, um grupo ou uma comunidade. Essa área veio crescendo ao longo dos anos no campo da EAD facilitando a absorção de conhecimentos e ampliando as possibilidades de aprendizado [37].

Outro aspecto importante relacionado a ambientes *e-learning* é a área de *learning analytics* que de acordo com [27] busca coletar, medir, analisar e relatar os dados e seus contextos com objetivo de otimizar o aprendizado e o ambiente em que este ocorre. Neste quesito é que a área que os de visualização de dados podem dar apoio para os coordenadores na realização de suas atividades. Esses painéis podem mostrar diversos indicadores ligados à

aprendizagem e gerenciamento que ajudam e estimulam a tomada de decisão e o trabalho dos coordenadores.

Os indicadores de aprendizagem são indícios do desempenho do estudante em um ambiente virtual de aprendizagem, esses indicadores podem ser representados por gráficos, tabelas, logs de acessos, entre outros. Em AVAs como o *moodle* podemos ter uma vasta quantidade de visualização de indicadores, porém isso causa uma sobrecarga ao professor ou tutor, então a criação e concepção de um indicador tem que ser bem trabalhado para não ser criado visualizações que não supram o objetivo dos usuários. Já em ambientes de ensino presencial temos essas informações sendo coletadas via sistemas de gerência de ensino, onde após cada semestre são analisados os dados. Para conseguir prestar esse suporte aos coordenadores usaremos conceitos de *learning analytics* e visualização de dados para dispormos as informações necessárias de forma que a análise e tomada de decisão dos atores sejam facilitadas, podendo assim prestar assistência a todos os seus estudantes e conseguindo ver os pontos de atenção que são mais críticos em relação à gestão e aprendizagem dos estudantes.

A área de *learning analytics* busca coletar e analisar dados de um ambiente virtual de aprendizado (AVA) favorecendo a tomada de decisão no contexto educacional, fazendo com que índices como rendimento e evasão escolar possam ser identificados e corrigidos. Coletar e analisar dados para tomar decisões faz parte de nossas vidas, antes de qualquer tomada de ação costumamos, mesmo que não com os melhores processos, tomar decisões baseados em nossos dados pessoais, tomando acima a melhor decisão possível. Essa forma de analisar os dados e tomar a melhor decisão possível quando aplicada ao contexto de educação se chama *learning analytics* (LA). Com o crescimento dos estudos sobre LA podemos achar os principais pontos de atenção em relação ao aprendizado dos alunos não só em AVAs, mas também em sistemas de gestão de ensino de cursos presenciais, podendo assim se apropriar dos conceitos dessa área para projetar sistemas de LA.

Como vimos anteriormente, o trabalho de coordenação de cursos, principalmente superiores, envolve vários aspectos de gerenciamento e tomada de decisão, porém percebemos que como mostrado na pesquisa de [43] a grande parte de painéis de visualização de dados acadêmicos é direcionado para estudantes e professores, sendo que só uma pequena porção tem foco em administração. Nesse estudo não focaremos em painéis de visualizações de dados que ajudem o professor no processo de aprendizagem do aluno e sim focar nas

atividades de gestão de coordenadores baseadas nas atividades dos alunos. Para dar esse tipo de apoio aos coordenadores precisamos saber o que e quais informações serão representadas, para isso temos que mapear as informações referentes as atividades desses coordenadores, sendo a partir dessas informações que poderemos propor sistemas que deem um verdadeiro apoio a esses profissionais no exercício de suas atividades.

Já quando tratamos de avaliação, principalmente de um ponto de vista qualitativo, desses painéis de visualização de dados acadêmicos, temos uma situação ainda mais escassa, uma grande quantidade dessas pesquisas estão preocupadas apenas em conceber e não em avaliar. Apesar disso, temos pesquisas recentes que se preocupam em utilizar abordagens qualitativas de outras áreas para avaliar protótipos [1][8] e é nesse aspecto que queremos adentrar e analisar a usabilidade do nosso artefato, como mostrado na pesquisa de [4] onde foi feita uma análise da efetividade de uma avaliação de um protótipo mobile usando abordagem situada.

1.2 OBJETIVOS

O nosso problema de pesquisa está relacionado com as dificuldades de tomada de decisão por parte de coordenadores de cursos de EAD. O objetivo geral de pesquisa é verificar a eficácia de um painel de visualização de dados acadêmicos que de esse apoio utilizando um sistema de informação de visualização (painel de visualização de dados) como artefato para apoiar os coordenadores de cursos superiores nas atividades de gerenciamento dos cursos. Os objetivos específicos da pesquisa são verificar o estado da literatura recente sobre avaliação de painéis de visualização de dados acadêmicos, propor um procedimento de avaliação de usabilidade para esse tipo de sistema e propor soluções que possam resolver os possíveis problemas de usabilidades encontrados durante os experimentos.

2. CONCEITOS BÁSICOS

2.1. VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A visualização da informação tem como fim potencializar a apropriação de informação pelo usuário, por recursos gráficos e de acordo com [17], a visualização de informação é uma área de aplicação de técnicas de computação gráfica interativas, que objetivam auxiliar a análise e a compreensão de um conjunto de dados. Essas representações gráficas podem ser manipuladas para que os dados que estão sendo mostrados se tornem mais específicos para quem está visualizando, fazendo assim que haja um caminho que o usuário percorre durante sua análise de dados. A visualização da informação no contexto educacional, principalmente em ambientes virtuais de aprendizagem, se torna importante devido à abundante quantidade e tipo de dados que podemos extrair de um AVA, como quantidade de acessos, respostas em atividades e respostas corretas ou incorretas em avaliações. Esses dados brutos podem não ajudar algum professor ou coordenador que deseja verificar a regulação da aprendizagem dos seus estudantes, mas combinado a técnicas de visualização da informação podem criar visualizações interativas com o poder de ajudá-los no seu planejamento educacional.

Combinando conceitos de mineração de dados, interação humano-computador e computação gráfica, a visualização de dados possibilita que o usuário interaja com a representação gráfica dos dados de maneira eficiente. A transformação desses dados brutos em visualizações passam por todo um processo para que essa interação seja possível como mostrado na figura 1, esse processo descrito por [10] consiste em 4 etapas cíclicas onde dependendo do que o usuário deseja visualizar a informação passada a etapa seguinte é modificada. Primeiro os dados brutos são transformados em um conjunto de variáveis e armazenados em uma tabela de dados, após isso os dados são mapeados na estrutura visual escolhida para representá-los, essa estrutura é o que é mostrado ao usuário final.

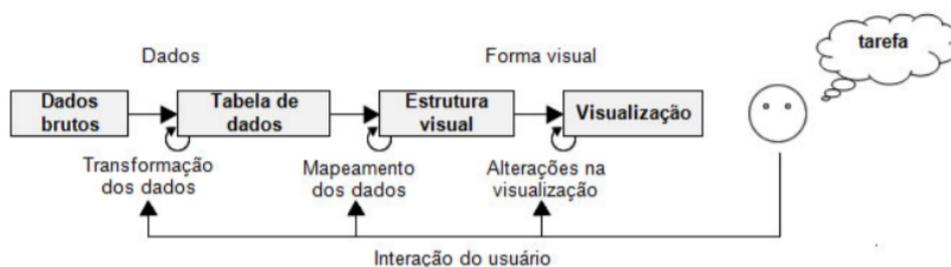


Figura 1: Modelo de visualização de dados. **Fonte:** CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN, 1999

Como os dados serão mostrados para o usuário é de suma importância, e para isso é necessário que a técnica de visualização correta seja empregado para o objetivo final. Essas técnicas de visualização podem ser definidas em 4 categorias de acordo com [10] sendo:

- Ortogonais: técnica usada para representação de dados com poucas variáveis (no máximo 3), como, por exemplo, gráficos de barras e mapas geográficos.
- Multidimensionais: Técnica usada quando é preciso representar mais de 3 variáveis, como, por exemplo, gráficos de coordenadas paralelas
- Redes: Técnica usada para representar relacionamento entre as variáveis, podendo ser representada por um grafo direcionado ou não, como, por exemplo, uma rede de computadores
- Árvores: Técnica usada para representar o relacionamento entre as variáveis que diferente das redes, essa técnica contém hierarquia entre seus elementos.

Apesar de termos diversas técnicas e metodologias que nos forneçam visualizações de dados, a construção de sistemas de visualização podem se tornar bem complexos [16]. Dois fatores que podem causar isso são a necessidade de criar uma metáfora virtual que permita codificar visualmente complexos e volumosos conjuntos de dados e da necessidade de implementação de algoritmos geométricos complexos para representação visual e manipulação dos dados.

Já a visualização de dados no contexto educacional já é usada há muito tempo, um dos exemplos mais conhecidos é a tabela periódica de elementos químicos, nela é disposta a diferentes categorias de dados em uma pequena tabela, usado por diversos estudantes de todo mundo. Porém, nesse projeto não procuramos forma de visualizações de dados que ajudem o professor no processo de aprendizagem do aluno e sim visualizações que o ajude a identificar

os pontos fortes e fracos nesse processo de aprendizagem. Para dar esse tipo de apoio ao professor precisamos saber o que e quais informações serão representadas, para isso dentro do ambiente virtual de aprendizado temos que capturar informações referentes aos indicadores de aprendizagem que queremos evidenciar aos professores.

2.2. LEARNING ANALYTICS

O processo de *learning analytics* (LA) busca coletar, medir, analisar e relatar os dados e seus contextos com objetivo de otimizar o aprendizado e o ambiente em que este ocorre [28]. Uma dos melhores benefícios que a área de LA pode trazer é a personalização da aprendizagem baseado nos dados dos estudantes, auxiliando os usuários na tomada de decisões.

Segundo o SoLAR (*Society for Learning Analytics Research* – Sociedade para Pesquisa de Análise de Aprendizagem) essa seria a definição de LA, “Learning Analytics é a mensuração, coleta, análise e relatórios de dados sobre os aprendizes (*Learners*) e todos seus contextos de aprendizagem, com o propósito de compreender e otimizar o aprendizado e cada aspecto do ambiente em que ele ocorre”. Ou seja, fazer e compreender cada jornada de aprendizado dos alunos de forma individual.

Quando se fala de análise de dados, isso está normalmente associado a três pilares básicos que são governanças de dados, estrutura analítica e ações estratégicas. A governança de dados consiste em saber quais serão os dados necessários para a tomada de decisão, no contexto de LA seriam os dados relacionados aos estudantes e de que forma eles se relacionam no ambiente do AVA. A estrutura analítica diz respeito a como esses dados podem ser representados graficamente contemplando a estrutura visual do sistema, essa parte é de suma importância, visto que influencia e contribui diretamente para a tomada de decisão do usuário. Por último as ações estratégicas são analisadas por meio dos cenários analíticos observados e com isso pode ser proposto novas ações proativas com intuito de sanar futuros problemas sobre os estudantes, como evasão, por exemplo.

Podemos observar que a área de LA traz diversos benefícios tanto para os alunos quanto para professores e coordenadores, entre esses benefícios podemos destacar o aperfeiçoamento do ensino a partir da personalização da aprendizagem que pode fazer com que as instituições possam perceber as necessidades as quais possam atuar. Para isso ser

possível é necessário que se tenha uma boa governança de dados, saber quais dados serão analisados e possam interferir direta ou indiretamente no desempenho do aluno. Outro fator importante a ser destacado é que esses processos são trabalhosos e não devem ficar somente nas mãos dos professores, as instituições devem auxiliar no processo, implantação e desenvolvimento desses recursos para este suporte, bem como na capacitação dos docentes e dos alunos nesses sistemas [12].

2.3. TESTE DE USABILIDADE

A usabilidade é um termo utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus usuários [7], observando o diálogo entre o usuário e a interface, quando aplicado ao contexto de sistemas digitais. Já segundo [31] a usabilidade é o conjunto de propriedades, fácil aprendizado, eficiência, capacidade de memorização, baixo índice de erros, satisfação e prazer ao usar uma interface. Outra definição importante é da norma ISO/IEC 9241-11 (2003) que define usabilidade como a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. Com isso podemos dizer que usabilidade é um termo usado para definir a facilidade com que as pessoas podem utilizar um artefato de modo a realizar uma tarefa.

Os métodos de avaliação de usabilidade são utilizados para avaliar a qualidade das interações entre o usuário e o sistema, e para verificar, inspecionar e diagnosticar os aspectos ergonômicos das interfaces [46], a avaliação de usabilidade pode ser dividido quanto a forma:

- **Objetiva:** São baseadas em técnicas que utilizam medições quantitativas, em vez de opiniões dos usuários ou especialistas.
- **Subjetiva:** São baseadas em opiniões e relatos de usuários e especialistas.

Quanto à categoria de dados, pode ser definida como:

- **Quantitativa:** Envolve medidas que tendem a ser vistas como objetivas e imparciais.
- **Qualitativa:** Envolve descrições, relatos sendo vistas como subjetivas.

Quanto ao local da avaliação:

- **Laboratório:** Ocorre em ambientes controlados.

- **Estudo de Campo ou natural:** Estão situados no contexto real onde o sistema é utilizado.

Os métodos de avaliação podem se complementar conforme os procedimentos e o contexto aplicado, sendo necessário entender as diferentes particularidades dos métodos e suas aplicações para se poder avaliar corretamente uma interface.

Já o teste de usabilidade consiste em um método de avaliação pelo qual os usuários representantes de um produto são solicitados a desempenhar determinadas tarefas em um esforço de medir a facilidade de uso da interface com o usuário, tempo da tarefa e a percepção da experiência do usuário. O teste consiste em avaliar o desempenho dos usuários na execução de tarefas [40], no escopo do sistema. Esse desempenho pode ser avaliado por meio de variáveis, que podem ser número de erros e tempo de execução da tarefa, por exemplo, questionários e entrevistas também podem ser utilizados para complementar a coleta de dados. Existem alguns passos comuns [46] que devem ser seguidos para a execução dos testes de usabilidade:

- **Escolher Abordagem:** As abordagens de pesquisa podem ser de dois tipos não excludentes, quantitativa ou qualitativas, as pesquisas quantitativas são focadas em dados numéricos e resultados repetidos dentro de um grupo de usuários, já o qualitativo é focado na percepção e comportamento do usuário.
- **Planejar a Pesquisa:** Esta etapa envolve definir o artefato que está sendo testado, seus objetivos e o escopo da pesquisa.
- **Usuários:** Nesta etapa é definido os perfis de usuários que participarão da pesquisa, além da quantidade dos mesmos, de acordo com [31] para o teste quantitativo é recomendado em média 20 participantes por rodada, já no qualitativo é um valor menor, entre 5 a 8 participantes.
- **Recrutamento e Logística:** Realizar toda a parte de seleção e recrutamento dos possíveis participantes, com base no escopo definido anteriormente, além da organização dos materiais da pesquisa.
- **Criação de guias de discussão:** Para a execução do teste de usabilidade é preciso que as instruções estejam claras aos participantes, isso inclui alguns materiais como, por exemplo, formulário de consentimento para gravação de vídeo, Guia de discussão para o participante, com tarefas detalhadas e questionários.

- **Análise e apresentação dos resultados:** Nesta etapa é organizado todos os dados coletados durante o teste e analisados conforme a pesquisa.

Esses passos são comumente usados como procedimento para um teste de usabilidade, podendo ser adaptado ao seu contexto e particularidades. De acordo com [26] vemos que a técnica de teste de usabilidade é mais frequentemente utilizada indicando um reconhecimento do papel dos utilizadores enquanto fonte de conhecimento para a avaliação de usabilidade. Além disso, a captura de dados, tanto qualitativa como quantitativos, fazem dessa uma técnica poderosa para avaliar a usabilidade, não somente do viés de interface, mas indo até mesmo a uma avaliação sobre o produto.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura recente (2016-2022) se foi aplicado diversas avaliações de usabilidades em painéis de visualização, foram achados vários métodos para se fazer esses testes é durante esse pesquisa observou que a forma mais utilizada são os teste de usabilidade e avaliações heurísticas [6][15][25][32][34][45]. Cada método com suas particularidades e modificações para se encaixar melhor aos seus objetivos. Os testes de usabilidade consistem basicamente em duas fases: observação (coleta) e análise dos dados (estudo), para auxiliar nessa coleta de dados são usadas ferramentas de captura de dados e aplicação de questionários. Já a avaliação heurística consiste em checar se a interface se encaixa em determinadas normas e padrões com a ajuda de um especialista na área.

Entre os questionários mais usados para avaliação de painéis de visualização estão o de coleta demográfica e o questionário voltados à avaliação. O demográfico visa fazer uma análise do perfil do usuário que irá realizar os testes. Já o questionário para a avaliação, que servem como mais um método para averiguar a usabilidade do sistema, entre os questionários de avaliação mais usados se encontram o *Atrack Diff* e o SUS (*System Usability Scale*) usados para avaliação de produtos e interface usando critérios como efetividade, eficiência e satisfação.

Em outros estudos [32] foi discutido outros métodos com um perfil de análise mais qualitativo. Os métodos de avaliação de usabilidade mostrados acima são empregados em interfaces mais genéricas, são baseados em achar erros de usabilidade na experiência do usuário e não se aprofundou em questões mais específicas como, por exemplo, verificar se a análise de dados que um usuário está fazendo está sendo satisfatória. Nesse estudo North mostrou que métodos como o *insight method*, que consiste em observar a análise dos participantes dos dados por visualizações, se mostraram mais eficientes que os métodos de realização de tarefas, visto que estes provêm um cenário onde o usuário irá analisar, comparar e compreender os dados

Em pesquisas como a de [18] é mostrado um método de avaliação baseado em *insights* e as suas qualidades como descrito por [32] sendo a capacidade de sugerir correções, achar fraquezas, imprevisibilidades, profundidade entre outros. Foi feito um experimento com 18 participantes usando e tendo como objeto de estudo uma dashboard para visualização de

dados na área de biomedicina, nesse experimento foram passados tarefas baseados nos *insights* e suas qualidades. Como resultado, vimos que tarefas com teor mais exploratório, os números de *insights* inesperados ou imprevistos tendem a crescer, possibilitando achar erros e problemas de usabilidade em visualizações que não são comumente achados em métodos tradicionais. Além desse resultado no estudo foi mostrado que traços de personalidade diferentes afetam o resultado dos *insights* adquiridos, proposto como oportunidades futuras a análise deste método em outros escopos de painéis de visualização e em visualizações de dados interativas.

Vemos que dentre as formas de avaliar a usabilidade em interfaces digitais o método de testes de usabilidade baseados em tarefas é comumente utilizado [15][34][44]. Porém se quisermos analisar além de simples dashboards, mas sim a visualização de dados que estão sendo mostrados na mesma, temos que buscar métodos mais específicos para alcançar nosso objetivo. No trabalho de [8] é citado que como a área de avaliação de visualização de dados é relativamente nova, pode-se inspirar em métodos de avaliação usados em outros campos. Em um estudo feito por [8] foi citado o uso da taxonomia de *bloom* como ferramenta para avaliar o conhecimento do usuário em relação à visualização de dados, examinando a profundidade da compreensão dos dados em seis níveis diferentes (Conhecimento, aplicação, compreensão, análise, síntese e avaliação). Esses níveis foram adaptados para o contexto de visualização da informação e usados como método de avaliação de visualização de dados.

Já no trabalho de [1] foi usado o método de *close reading* para avaliar visualizações com qualidades mais artísticas e não tão analíticas, onde ela usa esse método para avaliar em que nível de compreensão humana a visualização consegue atingir. Como falado por [8] a área de avaliação de visualização pode se inspirar em métodos de avaliação de outros campos, o método de *close reading* surgiu como método para avaliação de textos literários, mas hoje em dia é usado em diversos artefatos como filmes. Foi pedido aos participantes que seguissem alguns passos que resultam em sua interpretação da visualização e após isso é pedido para que ele explique a sua interpretação da visualização. Os resultados mostram uma experiência mais exploratória e criativa dos usuários.

Apesar das diferentes técnicas de avaliação de usabilidade que mostramos acima, eles têm o mesmo objetivo principal, encontrar possíveis problemas que usuários possam enfrentar em condições de uso reais [44], e na realização dessa avaliação temos como objetivos identificar esses possíveis problemas. De acordo com [23] uma avaliação de usabilidade é

composta basicamente por três etapas principais: encontrar problemas, determinar severidade e propor soluções.

Na pesquisa de [49] é proposto uma nova forma de avaliação de visualização de dados, só que com a particularidade de que esses dados são informações multidimensionais. No seu estudo Valiati propõe o uso de três técnicas conjuntas de avaliação que são avaliação heurística, ensaio de interação e estudos de casos longitudinais. Uma das contribuições dessa pesquisa foi o conceito de taxonomia de tarefas do usuário, para técnicas de visualização de informações multidimensionais, que estabeleceu sete tarefas-chave na utilização de visualização de informações, os quais são identificar, determinar, visualizar, comparar, inferir, configurar e localizar.

Nessa mesma pesquisa [49] realizou um experimento com intuito de avaliar formas de avaliação adaptadas para o contexto de visualizações multidimensionais. Valiati avaliou duas formas de avaliação (Avaliação Heurística e Ensaio de Interação), nesse experimento foi comparada a quantidade de erros de usabilidade achados na aplicação dos métodos de forma tradicionais e a aplicação dos métodos adaptados e expandidos para o contexto da pesquisa. Esse experimento teve como resultado que a quantidade de problemas de usabilidade achados nos métodos de adaptados foram maiores que nos métodos tradicionais e também obtendo resultados mais expressivos quando são guiados por cenários, tarefas e questões mais analíticas.

Já em uma pesquisa feita por [14] mostra outro tipo de painel de visualização, dessa vez voltado para a área de saúde, deixando mais crítico a análise dos dados mostrados nos painéis. Nessa pesquisa foi mostrado todo o conceito de concepção e criação desse painel, mas para esse artigo prendemos somente a parte de avaliação do protótipo final. O painel de visualização é voltado para saúde, mais especificamente para enfermeiras domiciliares analisarem seus pacientes. Como um dos métodos usados para a avaliação foi o TURF (*Tasks, Users, Representations, and Functions*) framework para estruturar a avaliação da usabilidade. Esse método tem como base as tarefas, os usuários (O quão satisfeito ele está), representações e função (quão útil o sistema é?), com isso em mente foi proposto o primeiro conjunto de tarefas para que o usuário possa realizar um teste de usabilidade [30]. O primeiro conjunto de tarefas foi focado na análise de dados do painel, já o segundo teve ênfase em comportamentos e atividades reais que o usuário faria, como, por exemplo, analisar os dados de um paciente e chegar a uma conclusão médica. Para captura de dados foi usado gravação de tela e inputs do

teclado e mouse por meio de software específico. Além disso, foram passados 2 questionários, um deles foi o SUS que já vimos que foi amplamente utilizado em pesquisas anteriores e o outro foi o QUIS (*Questionnaire for User Interaction Satisfaction*) cujo objetivo é medir a satisfação em vários aspectos de um sistema tecnológico.

Dentro de todas as particularidades que um painel de visualização se difere de meramente uma interface gráfica, um dos seus principais elementos se constitui de gráficos que mostram visualmente alguma informação e como já foi mostrado por [10], o processo de visualização da informação é formado por 4 etapas onde o usuário interage e modifica a forma que ele analisa o que é mostrado a ele. Para se poder ter uma avaliação de usabilidade que contemple esses aspectos de visualização da informação necessitamos de métodos mais específicos que avaliem esse elemento da interface que se está analisando.

No estudo de [33] é proposto uma forma mais complexa de obter uma compreensão intuitiva do usuário a partir de um experimento controlado voltado à área de visualização de dados. Neste estudo é discutido sobre como a escolha de tarefas no experimento controlado pode enviesar as respostas e atitudes dos usuários. North propõem que as tarefas têm que ter um aspecto mais geral e complexo que somente achar ou apontar onde está presente determinado dado ou conjunto de dados em um gráfico, mas sim fazer com que o usuário der uma resposta sobre o que ele entende que aquela representação gráfica está passando para ele, capturando assim *insights* mais qualitativos no experimento controlado.

Já para avaliação de painéis de visualização de dados acadêmicos temos um ambiente ainda mais escasso de modelos e métodos específicos para essa área. Como mostrado na pesquisa de [43], onde foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre painéis de visualização de aprendizagem, nesse estudo foi feita uma análise em diversos artigos sobre o tema e em apenas 29 por cento deles foi feita uma análise real sobre a usabilidade dos painéis, sendo que destes 29 por cento, mais da metade se usou métodos de avaliações mistos, usando modelos qualitativos e quantitativos, e entre os métodos mais usados estão aplicação de questionários, análise da interface e entrevistas com o usuário. Já na nossa revisão da literatura os dados obtidos se assemelham aos feitos por Schwendimann, na nossa análise que engloba avaliação de usabilidade de painéis de visualização podemos ver um número expressivo de avaliações mistas. Além disso, o método de teste de usabilidade se destaca como principal modelo empírico e avaliação heurística como principal modelo analítico.

Entre os métodos mais aplicados na avaliação de usabilidade estão os testes de usabilidade e aplicação de questionários, esses métodos são comumente usados de forma mista para avaliar a usabilidade de um painel de visualização. Além disso, a análise heurística também se encontra muito presente nesses tipos de modelos de avaliação. Já, por outro lado, temos um número médio de estudos que realizaram uma análise de tarefas que buscou se aprofundar em quais aspectos e variáveis se queria analisar. Dentro desses estudos vimos que temos como resultados dados mais qualitativos em relação aos que não utilizam desse método [8][32][14].

Em contrapartida, a esses métodos de avaliação de usabilidade em interface, temos algumas pesquisas que buscaram analisar e propor novos métodos de avaliação nessa área. Essas pesquisas [1][8] têm como base métodos de avaliação de outras áreas como literatura e aprendizagem, onde o pesquisador se apropriou de métodos conhecidos dessa área e os adaptou para o escopo de painel de visualizações e visualizações de dados.

Como resultado do estudo do estado da arte na área de avaliação da usabilidade de painéis de visualização, é mostrado que os métodos clássicos de avaliação de interface, envolvendo análise heurística [29] e testes de usabilidade [30], têm como função achar erros de usabilidade na interface. Porém, esses métodos têm como uma base achar esses erros em interfaces de uma forma mais geral, não tendo como base as particularidades de um painel de visualização e dos conceitos de informação da visualização[10]. Apesar desses métodos clássicos serem comumente usados, recentemente, nas pesquisas, foram propostas adaptações desses métodos para o escopo de painéis de visualização. Como na pesquisa de [49] onde se foi feita uma expansão e adaptação das tarefas usadas no teste de usabilidade para se ter um viés mais analítico das tarefas, onde as mesmas tem o intuito que o usuário analise e descreva sua perspectiva sobre os dados que estão sendo mostrados na dashboard.

Como podemos observar na literatura, uma das principais formas de adaptação destes métodos é na forma de conceber e criar as tarefas usadas no teste de usabilidade. Já que os painéis de visualização tem como funções principais monitorar e analisar dados e processos, essas tarefas têm que estar alinhadas a esses conceitos. Como dito por [1] a área de avaliação de visualização de dados e painéis por ser relativamente nova pode pegar conceitos e métodos de outras áreas e incorporá-los ao seu processo de avaliação.

Vimos que com o passar dos anos os métodos de avaliação de painéis se tornaram mais específicos, se tornou necessário uma adaptação e reformulação dos métodos tradicionais para

o escopo de visualização de dados. Já que quando tratamos de painéis de visualização temos que ter em mente que ele é constituído por duas partes principais, sua interface gráfica e os dados que serão mostrados nela por meio de gráficos ou outros tipos de visualização de dados como uma tabela, por exemplo. Então observamos que testes de usabilidades utilizando tarefas com teor mais analítico é uma adaptação bastante utilizada na área de painéis de visualização de dados. Outro ponto de atenção é a junção de métodos qualitativos e quantitativos, que usados conjuntamente torna se uma ferramenta de avaliação poderosa.

4 MÉTODO

4.1 CONTEXTO

O ensino remoto se tornou parte da realidade brasileira no ano de 2020, devido à pandemia do Covid-19 as instituições de ensino precisaram se adaptar a essa nova realidade e com essa adaptação se fez necessário existir meios de análise e controle da assiduidade do ensino. É nesse contexto que os painéis de dados acadêmicos se encontram, eles auxiliam os usuários (que podem ser desde coordenadores a alunos) na tomada de decisões e análise de dados.

A UAB (Universidade aberta do Brasil) é um programa que oferta cursos a distância (EaD) em instituições públicas de ensino superior. Esses cursos são ofertados em ambientes virtuais de aprendizagem, como o *moodle*, nele o aluno pode realizar atividades, assistir aulas, compartilhar material entre outras atividades. Para cada curso da UAB existe um coordenador responsável pelo andamento do mesmo.

Para auxiliar essas atividades foi feito uma dashboard para que os coordenadores e professores possam analisar o nível de utilização da ferramenta pelos atores. Essa ferramenta tem como principal funcionalidade aferir se as instituições/cursos/atores estão cumprindo seus objetivos e analisar o desempenho dos mesmos. Para a construção do painel foram feitas entrevistas semi-estruturadas com coordenadores de cursos superiores para entender suas dores e desejos, às duas entrevistas demoraram cerca de 30 minutos sendo conduzidas individualmente, uma seguida a outra.

Após as entrevistas foi feita uma análise do áudio da mesma, buscando entender as dores e necessidades desses usuários, após isso foi feito um levantamento de requisitos necessários que o sistema deve possuir (Login, Cadastro, entre outros). Com os requisitos básicos do sistema definidos, a próxima etapa consistiu em saber quais gráficos e quais informações seriam necessários serem mostradas aos usuários. Para isso, primeiramente definimos uma hierarquia de informação já comumente presentes em dashboards, fazendo com que o usuário possa navegar entre cursos, turmas e atores (professores, alunos e tutores) como mostrado na Figura 2. Já para a parte dos gráficos foi criado com base nas necessidades

dos usuários uma lista de indicadores que deveriam ser mostrados no painel, e com essa lista nós procuramos as melhores representações gráficas para eles.

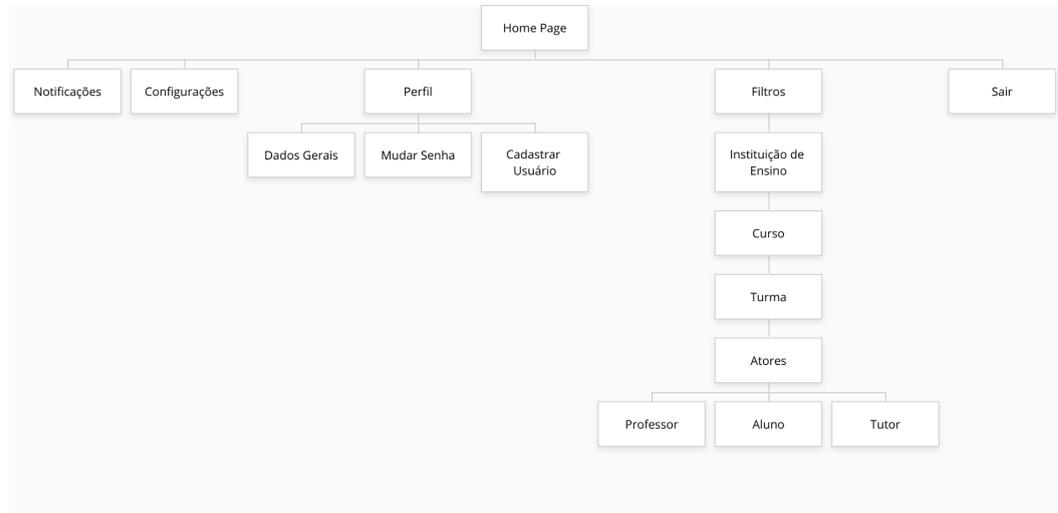


Figura 2: Mapa de Informação do Sistema. **Fonte:** Autoria Própria

Chegando ao design final do protótipo de alta fidelidade como mostrado na Figura 3, o painel de visualização contém (1) um menu lateral com acesso às funcionalidades e configurações do sistema. Logo abaixo (2) abaixo temos o campo de filtros, onde o usuário pode navegar no sistema e escolher os filtros que serão aplicados para corresponder ao que ele deseja ver. Em (3) temos os botões para baixar um relatório PDF das informações mostradas e outro para gerar um CSV com os dados. Já na parte dos gráficos temos (4) *cards* de rápido acesso com as principais informações relacionadas àquele filtro além de um campo de busca caso o usuário deseje procurar um gráfico em específico. Em (5) estão os gráficos principais do filtro selecionado que representam diversos indicadores, nessa seção o usuário pode navegar com scroll para procurar a informação desejada ou ver se tem algo crítico no sistema.

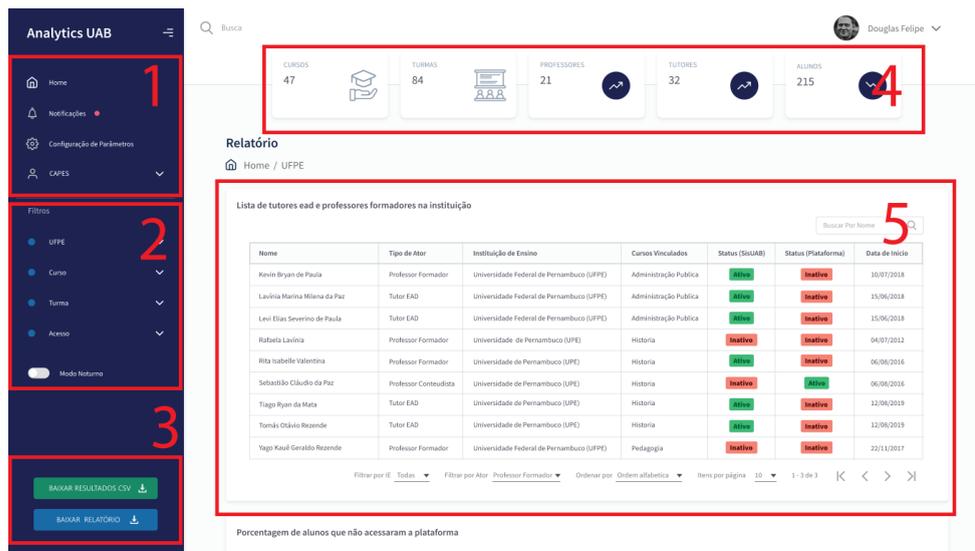


Figura 3: Protótipo de Alta Fidelidade. Fonte: Autoria Própria

A principal função do *dashboard* é mostrar graficamente ao usuário dados relativos ao andamento dos cursos, atividade dos alunos, presença dos professores, realização de atividades, entre outros. Como pode observar na Figura XX, a tela mostra os gráficos que representam a Instituição “UFPE”, nesse contexto podemos observar os dados referentes a essa instituição como, por exemplo, os tipos de recursos mais utilizados pelos estudantes, o tipo de graduação dos alunos matriculados e quantidade de acessos mensais dos alunos, professores e tutores. Com isso o coordenador dessa instituição pode observar esses dados e conseguir tomar ações institucionais para resolver possíveis problemas que possam melhorar o ensino institucional.

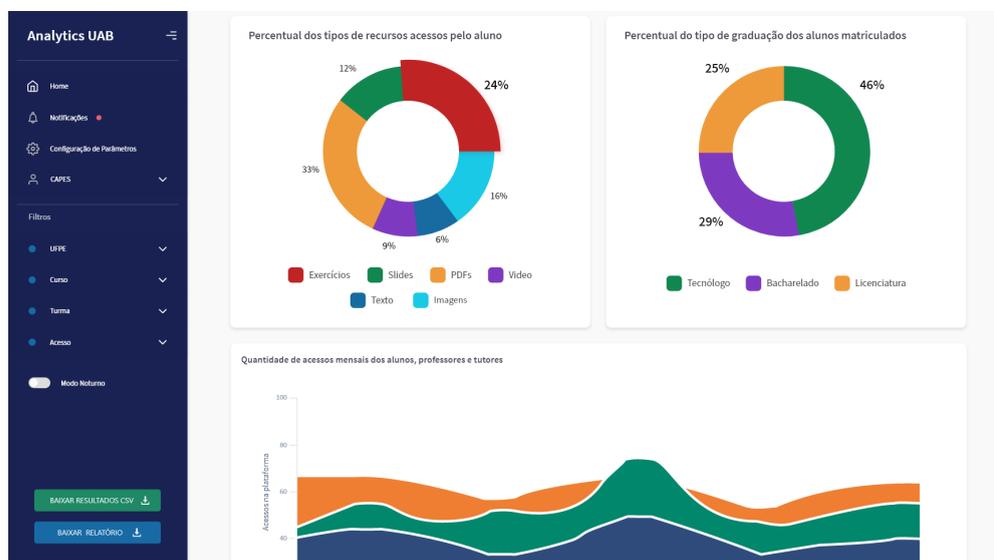


Figura 4: Protótipo de Alta Fidelidade da tela de Instituição de Ensino. **Fonte:** Autoria Própria

Já na Figura XX, podemos observar a aplicação do filtro de curso, e com isso podemos adentrar a página do curso “Administração Pública” da Instituição UFPE. Nesse contexto podemos visualizar os dados correspondentes ao curso selecionado da UFPE, apesar de termos gráficos semelhantes aos de instituições, temos agora novos indicadores que fazem sentido nesse contexto, como, por exemplo, a quantidade de interações entre alunos e professores do curso, desempenho médio dos alunos, quantidade de entregas de atividades pelos alunos, entre outros.

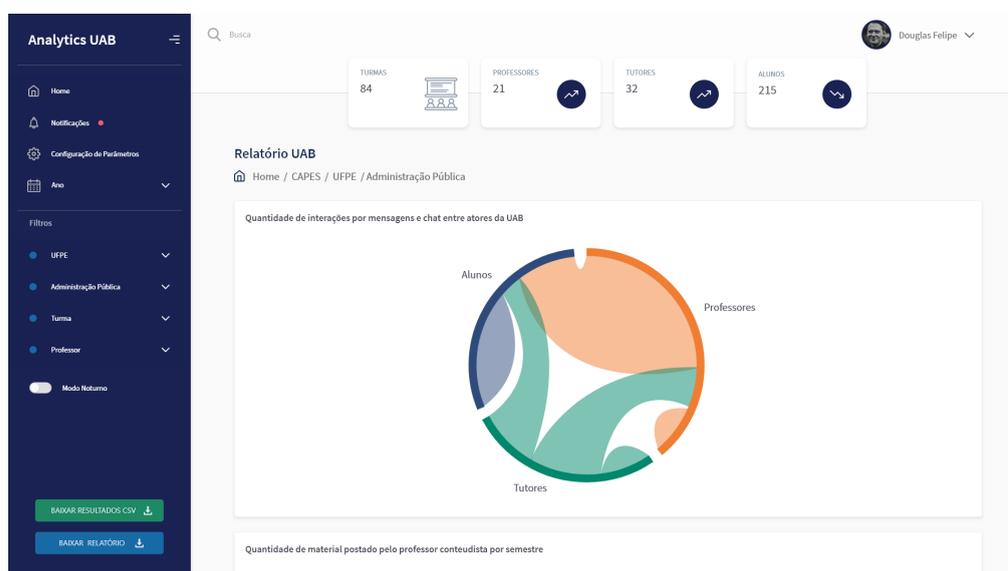


Figura 5: Protótipo de Alta Fidelidade da tela de Cursos. **Fonte:** Autoria Própria

O protótipo foi construído utilizando a ferramenta de design *Adobe XD*, a escolha da ferramenta teve como motivação a possibilidade de criar um site estático com o design do sistema para podermos utilizar como artefato avaliação do mesmo. Com isso em mente passaremos para a avaliação de usabilidade do sistema, onde poderemos verificar sua eficiência e eficácia, além de achar possíveis erros de usabilidade e propor soluções para o sistema proposto.

4.2 MÉTODOS UTILIZADOS

Para podermos analisar a parte qualitativa de um painel de visualização usaremos os métodos de observação participante e teste de usabilidade remoto com um conjunto de 4 tarefas estruturadas, o painel de visualização usado como artefato será um protótipo de alta fidelidade. Na nossa pesquisa utilizaremos tarefas com teor mais prático e analítico, que como vemos em [50] quando são utilizadas em testes de usabilidades tendem a ter melhores resultados. Durante a realização das tarefas também será usado protocolo *think-aloud* [22] que consiste em solicitar a um indivíduo que pense em voz alta enquanto resolve uma tarefa ou problema. Já para analisar a efetividade e eficiência do protótipo do ponto de vista dos usuários da aplicação usaremos o questionário SUS que já mostrou ter bons resultados em diversas pesquisas [43]. A combinação desses diferentes métodos contribuem para resultados com maiores confianças e credibilidade de acordo com [7].

As variáveis que mediremos são eficácia, tempos (em segundos), quantidade de passos utilizados durante a tarefa e a taxa de acertos (usuário chegou a análise correta). As variáveis foram pensadas de acordo com pesquisas recentes voltadas à área de visualização de dados [13]. Com esse resultado em mãos podemos analisar os dados a partir de gráficos para vermos a discrepância é a média dos resultados, a partir daí poderemos achar possíveis problemas de usabilidade e em conjunto com a análise qualitativa achar evidências que apoiem essas hipóteses nos dados coletados.

Após a realização do teste será feita uma entrevista semiestruturada com o participante que terá o intuito de provocá-lo a partir da sua experiência com o painel de visualização apresentada, visando entender sua realidade e suas diversas especificidades, o trazendo ao centro do processo de design. Já que nem sempre os designers conseguem entender a realidade do usuário [2], é interessante fazer com que ele possa apontar pontos positivos e negativos da sua interação, além de buscar e compreender onde a sua atividades de gerenciamento se encaixam nesse aspecto.

A entrevista semiestruturada combina características da entrevista estruturada com a não-estruturada, onde o entrevistador guia-se por um roteiro básico de pergunta e encoraja, por vezes, o entrevistado a falar mais com pequenas perguntas sobre determinado tópico, até que nenhuma informação nova relevante surja. A entrevista seguirá um roteiro com quatro

perguntas descritas abaixo, mas com flexibilidade para que o entrevistador ou o entrevistado mudem o rumo da entrevista.

ID	Perguntas
Q1	Quais são suas obrigações funcionais no processo da gestão de curso e como esse sistema poderá lhe ajudar nessa atividade?
Q2	Como você vê o seu papel de coordenador na sua instituição?
Q3	Quais ferramentas físicas e virtuais você usa para melhorar seu desempenho durante o trabalho?
Q4	O que mais incomoda, causa desconforto, ou dá trabalho no dia a dia do seu trabalho? Você acredita que o sistema lhe ajudará a sanar esses incômodos?

Tabela 1: Descrição das perguntas da entrevista semiestruturada. **Fonte:** Autoria própria

Trazendo essa entrevista semiestruturada após o teste de usabilidade, podemos observar como o usuário se comporta após um estímulo a sua atividade de coordenação. Entrevistas tradicionais são usadas comumente no campo de avaliação de produtos [19], porém tem algumas limitações, não sendo apropriadas ao campo de sensibilidade e experiência humana [38]. E como observamos na literatura, nossa pesquisa se apoia em uma solução pouco utilizada na área de gerenciamento de cursos, por isso essa abordagem se mostra interessante da forma que não devemos somente avaliar a usabilidade do protótipo, mas sim entender a partir das entrevistas as peculiaridades do trabalho do coordenador. Além disso, normalmente quando aplicadas de forma isolada, as técnicas e os métodos tradicionais, como, entrevistas e observações, são limitados, não conseguem capturar os elementos implícitos e invisíveis da experiência [39].

Para a coleta quantitativa dos dados, nós capturamos a tela onde o usuário fará a interação com o protótipo e a gravação de voz (tanto durante o teste de usabilidade quanto na entrevista semiestruturada), como efetuaremos os experimentos remotamente, não haverá gravação de vídeo. Após a coleta as entrevistas serão transcritas e analisadas individualmente o que foi conversado, com as entrevistas transcritas poderemos observar quais foram os aspectos mais relevantes e apontados pelos entrevistados. Além disso, podemos observar na

sua voz suas entonações (frustração, raiva, tristeza, felicidade) e com isso observar com mais atenção esses pontos de dores.

Por fim usaremos duas medidas quantitativas, uma delas sendo em conjunto com o teste de usabilidade, onde coletamos os resultados do questionário SUS traduzido para o português conforme a pesquisa de [5], além disso, serão feitas análises das variáveis mensuráveis, mostrado no capítulo 4.6, a partir dos resultados dos testes de usabilidade. Com esses dados coletados podemos observar a eficiência da combinação de dados qualitativos e quantitativos na avaliação de painéis de visualização de dados acadêmicos.

4.3 PROCEDIMENTO

Como foi mostrado acima, a nossa pesquisa tem um caráter qualitativo e quantitativa que usa como instrumento de coleta os dados dos questionários SUS e demográficos em conjunto com o teste de usabilidade. A realização da pesquisa seguiu essa ordem de etapas [41] mostrada a seguir.

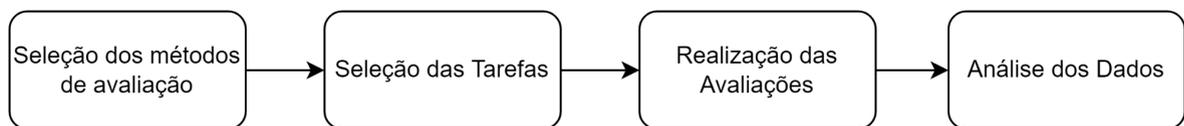


Figura 6: Procedimento do teste de usabilidade. **Fonte:** Autoria própria

Na primeira etapa foram escolhidos os seguintes métodos de avaliação: (i) teste de usabilidade com base em tarefas (ii) aplicação do questionário SUS, cada uma com suas particularidades adaptadas ao contexto da pesquisa como mostrado acima, esses métodos foram escolhidos com base na sua relevância descritas na literatura.

Na segunda etapa foram construídas as tarefas, tendo como base as principais funções que serão avaliadas no artefato, às quatro tarefas finais estão descritas na tabela 2 abaixo.

ID	Tarefa
01	Supondo que você deseja saber quais dois tipos de recursos (materiais pedagógicos) é mais usado pelos alunos da UFPE, qual seria sua resposta?
02	Você deseja saber qual a quantidade de alunos que acessam e não acessam a plataforma nos cursos da UFPE, qual seria sua resposta? Ao seu ver, esse nível de discrepância entre os usuários que acessam e não acessam é preocupante?
03	Supondo que você deseja saber mais sobre o curso de administração pública da UFPE, como estaria o desempenho dos alunos nas atividades avaliativas?
04	Você deseja saber como anda a interação entre alunos e professores no ambiente de aprendizagem deste mesmo curso, qual seria sua resposta?

Tabela 2: Descrição das Tarefas. **Fonte:** Autoria própria

4.4 COLETA DE DADOS

Na terceira e quarta etapa serão feitas a coleta e análise dos dados respectivamente, a coleta dos dados capturados serão feitos individualmente e remota, o que permitirá que a percepção de um participante não influencie em outros, além de que coletando os dados individualmente será possível ter uma visão mais pessoal de cada participante. Após isso será feita uma conversa inicial de apresentação da pesquisa com o participante. Seguido disso será passado o artefato ao usuário com as tarefas, passadas uma de cada vez a medida que o usuário as terminam. Com o fim de todas as tarefas será iniciada a entrevista semiestruturada e uma conversa final para encerrar a entrevista, por fim será passado os questionários demográficos e o SUS.

Nesse estudo, a série numérica foi usada para mensuração dos níveis de usabilidade e constitui-se como medida de:

Eficácia: nível de mensuração, que consiste em nomear, ou seja, criar categorias e contar sua frequência de ocorrência. No estudo de [24], foram usadas as categorias concluídas, não concluídas, acertos e erros.

Eficiência: nível intervalar de mensuração que indica a distância exata entre as categorias. A mensuração intervalar utiliza unidades constantes de mensuração. Nesse estudo, a unidade adotada foi o tempo, expresso em segundos, usado para conclusão da tarefa. O

intervalo das categorias foi determinado pelos tempos iniciais e finais encontrados na realização das tarefas.

4.4.1 CÁLCULO DA EFICÁCIA

Para mensurar se o painel de visualização é eficaz, usou-se como parâmetro a taxa resultante da razão entre o número de usuários que concluíram a tarefa e o número total de usuários participantes do teste.

$$Te = \Sigma TARc / \Sigma TAR$$

Onde, Te é a Taxa de eficácia;

TARc é a quantidade de tarefas que foram concluídas;

TAR é a quantidade de tarefas realizadas no teste

Salienta-se que o valor de Te pode variar entre o intervalo 0 Te 1, e, quanto mais Te aproxima-se de 1, mais eficaz é o painel de visualização, com isso teremos a hipótese de que $Te \geq 0.68$.

4.4.2 CÁLCULO DA TAXA DE ACERTO

Para mensurar se o painel de visualização consegue traduzir informações corretamente ao usuário, usaremos como parâmetro a razão entre o número de perguntas efetuadas e o número total de acerto das perguntas

$$Ta = \Sigma PERc / \Sigma PER$$

Onde, Ta é a Taxa de acerto;

PERc é a quantidade de perguntas corretas respondidas;

PER é a quantidade de perguntas feitas na realização no teste

Salienta-se que o valor de Ta pode variar entre o intervalo 0 Te 1, e, quanto mais Te aproxima-se de 1, mais corretas foram as respostas , com isso teremos a hipótese de que $Te \geq 0.68$.

4.4.3 CÁLCULO DE EFICIÊNCIA

Enquanto a eficácia é obtida a partir da contagem de tarefas concluídas e taxada em relação à quantidade total de tarefas realizadas, a eficiência é obtida em função do tempo médio de execução dessas tarefas, que varia entre os valores do maior e menor tempo, ou seja, $t_{\min} \leq t_{\text{méd}} \leq t_{\max}$.

Considerando essa variação, irá se calcular o tempo médio necessário para realização das atividades propostas no teste, bem como o desvio-padrão desta medida.

$$t_{\text{méd}} = \Sigma t / \text{TAR}$$

Onde,

$t_{\text{méd}}$ é o tempo médio por tarefa realizada;

t refere-se a cada intervalo de tempo usado para execução de uma tarefa;

TAR é o quantitativo de tarefas concluídas no teste.

Compreende-se que a eficiência de um painel de visualização está relacionada à execução de tarefas por seus usuários no menor intervalo de tempo possível, assim, $t_{\text{méd}}$ deve aproximar-se de t_{\min} (menor tempo gasto na realização de tarefas) para indicar um maior nível de eficiência do painel de visualização. É uma relação inversamente proporcional, de modo que a medida pode ser definida da seguinte forma:

$$Te = 1 - t_{\text{méd}} / (t_{\max} - t_{\min})$$

Te Taxa de eficiência;

$t_{\text{méd}}$ tempo médio;

t_{\min} menor tempo usado para realização de uma tarefa;

t_{\max} maior tempo usado para realização de uma tarefa.

4.4.4 CÁLCULO DA TAXA DE PASSOS PARA REALIZAR A TAREFA

Para mensurar se a quantidade de passos para realizar determinada tarefa no painel de visualização é razoável, de forma que a maioria dos usuários mantém uma constância entre a quantidade de passos, usaremos como parâmetro a variância e desvio padrão desses dados.

$$Tp = \Sigma (PASc - PAS)^2 / \Sigma PAS$$

Onde, Tp é a Taxa de passos;

M é a média aritmética da quantidade de passos

$PASc$ é a quantidade de passos do usuário

PAS é a quantidade de usuários

Salienta-se que o valor de T_a corresponde a variância dos dados e para acharmos o desvio padrão deveremos capturar a raiz quadrada positiva da variância.

$$T_{DP} = \sqrt{T_p}$$

Um desvio padrão grande significa que os valores amostrais estão bem distribuídos em torno da média, enquanto um desvio padrão pequeno indica que eles estão condensados próximos da média. Por isso, nesse experimento buscamos um desvio padrão baixo que representa uma baixa dispersão dos dados.

4.4.5 ANALISANDO USABILIDADE A PARTIR DO QUESTIONÁRIO SUS

O questionário SUS se trata de um sistema que até hoje é usado para avaliar a usabilidade de sistemas e produtos. O questionário é composto por 10 perguntas com respostas em escala de 5 pontos que vai de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”. As declarações contidas nos itens do SUS contemplam diversos aspectos da usabilidade do sistema avaliado, como satisfação, facilidade de uso, consistência da interface e confiança do usuário [44].

O SUS produz um resultado representante de uma medida geral da usabilidade do sistema a ser avaliado. Nesse resultado, a contribuição de cada item do questionário está entre 1 e 5. Para os itens ímpares, o valor é calculado subtraindo-se 1 da pontuação atribuída pelo usuário, ao passo que para os itens pares deve-se subtrair 5 a resposta do usuário. Após obter o *score* de cada item, somam-se os *scores* e multiplica-se o resultado por 2,5 [9], desta forma, o resultado obtido será um índice de satisfação do utilizador que varia de 0 a 100.

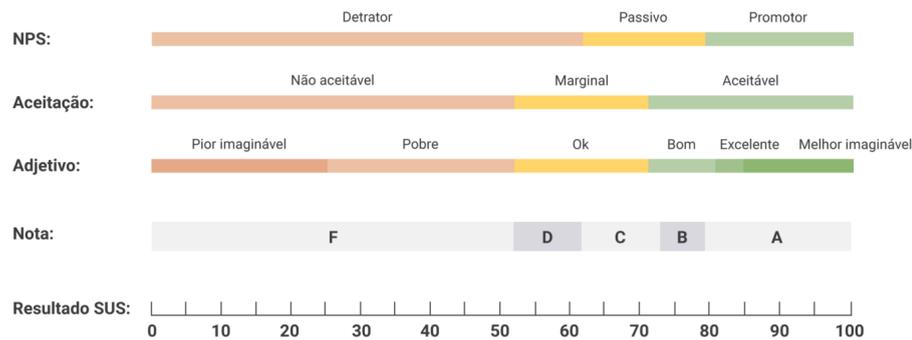


Figura 7: NPS, taxa de aceitação, adjetivos e nota associados ao resultado do SUS. **Fonte:** <https://analyticsweek.com/>

Segundo o SUS, a média geral fica em 68 pontos, isso se deu de uma média de 500 estudos feitos por [42], se sua interface obteve pontuação inferior a essa, significa que seu produto está enfrentando sérios problemas de usabilidade. Além disso, de acordo com [48] é possível ainda efetuar uma avaliação mais concisa, relacionando as perguntas do questionário com as heurísticas de Nielsen como mostrado na tabela 3.

Heurística	Perguntas
Facilidade de aprendizagem	3, 4, 7 e 10
Eficiência	5, 6 e 8
Facilidade de memorização	2
Minimização dos erros	6
Satisfação	1, 4 e 9

Tabela 3: Relacionamento entre heurísticas de Nielsen e perguntas do questionário SUS. **Fonte:** Autoria própria

5 EXPERIMENTOS E ANÁLISE

5.1 ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização do experimento foram feitas coletas de dados com cinco coordenadores de cursos superiores, coletando os dados quantitativos e qualitativos. Foram analisados as variáveis de eficiência, eficácia, taxa de acerto, quantidade de passos e usabilidade do sistema como está sendo mostrado nas tabelas 4,5,6 e 7 abaixo. Já para a parte qualitativa foram efetuadas transcrições e análises das entrevistas semiestruturadas.

	Tempo (s)	Resposta Correta	Tarefa Concluída	Quantidade de Passos
Participante 1	62	Sim	Sim	4
Participante 2	37	Sim	Sim	6
Participante 3	175	Não	Não	12
Participante 4	88	Sim	Sim	10
Participante 5	60	Sim	Sim	5

Tabela 4: Dados coletados da realização da Tarefa 1. **Fonte:** Autoria própria

	Tempo (s)	Resposta Correta	Tarefa Concluída	Quantidade de Passos
Participante 1	86	Não	Sim	7
Participante 2	81	Não	Sim	2
Participante 3	37	Sim	Sim	2
Participante 4	18	Sim	Sim	2
Participante 5	111	Sim	Sim	7

Tabela 5: dados coletados da realização da Tarefa 2. **Fonte:** Autoria própria

	Tempo (s)	Resposta Correta	Tarefa Concluída	Quantidade de Passos
Participante 1	36	Sim	Sim	5
Participante 2	123	Sim	Sim	9
Participante 3	82	Não	Sim	5
Participante 4	58	Sim	Sim	10
Participante 5	146	Não	Sim	7

Tabela 6: dados coletados da realização da Tarefa 3. **Fonte:** Autoria própria

	Tempo (s)	Resposta Correta	Tarefa Concluída	Quantidade de Passos
Participante 1	68	Sim	Sim	2
Participante 2	93	Não	Sim	4
Participante 3	60	Sim	Sim	2
Participante 4	25	Sim	Sim	4
Participante 5	111	Não	Sim	6

Tabela 7: dados coletados da realização da Tarefa 4. **Fonte:** Autoria própria

Como podemos observar na figura 6, o resultado do questionário SUS médio foi de 77 pontos que de acordo com [42] diz que o protótipo não apresenta sérios problemas de usabilidade. Porém, como pode-se observar na figura 6, existe uma variabilidade entre os dados, tendo alguns resultados próximos e até mesmo abaixo do limiar proposto por [42] sendo 68 pontos.

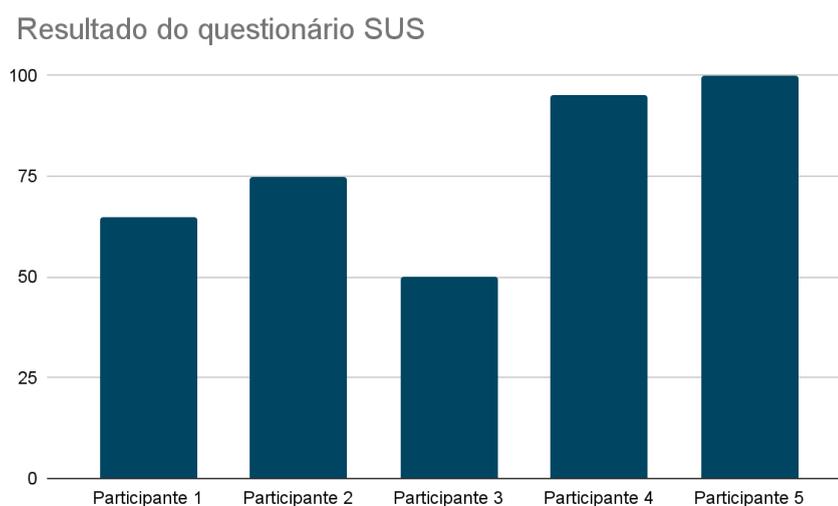


Figura 8: Resultado do questionário SUS. **Fonte:** Autoria Própria.

Já na figura 7 podemos ver a média dos resultados individuais das perguntas do questionário e com isso podemos observar que as perguntas 4 e 7 são as mais críticas do ponto de vista dos usuários, seguidas das perguntas 2, 5, 8 e 10. Com isso em mente podemos observar que conforme a tabela 3 [48] os principais problemas encontrados estão localizados nas heurísticas de facilidade de aprendizagem, eficiência e facilidade de memorização.

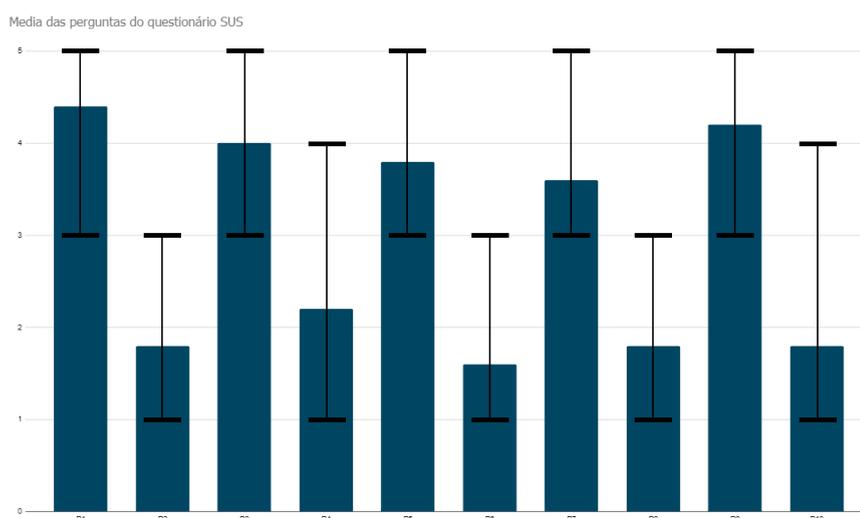


Figura 9: Media das perguntas do questionário SUS com erros. **Fonte:** Autoria Própria.

Para análise da variável de eficácia podemos ver uma distribuição dos dados para cada tarefa, como observamos na figura 8 a taxa de eficácia do protótipo ficou com uma média muito próxima do valor ideal que seria 1, com isso vemos que o produto tem uma boa taxa de eficácia. É importante observar também que na tarefa 1 existe uma discrepância em relação às outras, isso se deve ao fato de que durante o teste um participante não soube muito bem do que se tratava o protótipo, por não ter muita experiência com painéis de visualização de dados. Com isso podemos perceber que uma das possíveis correções necessárias seria deixar mais explícito como dito pelo participante 2.

“Eu senti uma dificuldade na apresentação desta ferramenta, se tivesse uma apresentação geral sobre o que é a ferramenta, como ela se comporta, porque para mim eu caí de paraquedas.”

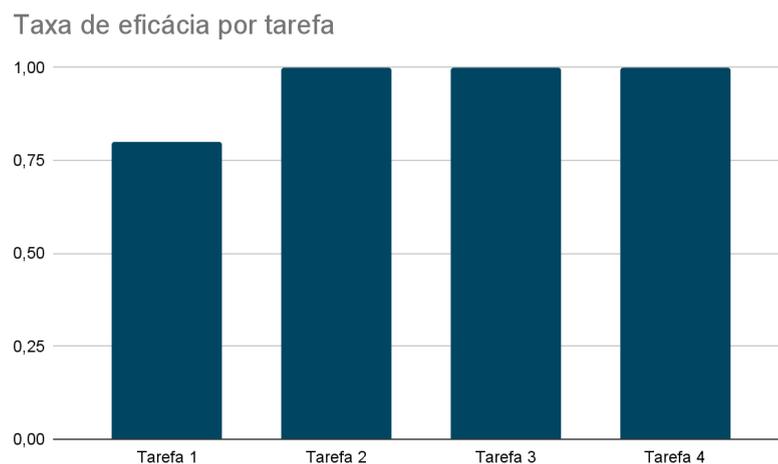


Figura 10: Taxa de eficácia por tarefa. **Fonte:** Autoria Própria.

Já para a taxa de eficiência podemos observar na figura 9 que existe uma variação grande na tarefa 1 em relação às outras. Porém, é importante ressaltar que devido à tarefa 1 ser o primeiro contato feito pelo usuário com o protótipo, existe uma tendência ao tempo ser mais elevado porque ele ainda está se habituando ao sistema. Nas outras três tarefas temos uma pequena variação entre elas, mas todas estão abaixo de 0.4, com isso podemos considerar que mesmo com o resultado alta da tarefa um não temos grandes problemas de eficiência no

sistema, mas sim um possível problema de facilidade de uso, principalmente nos primeiros contatos com os usuários.

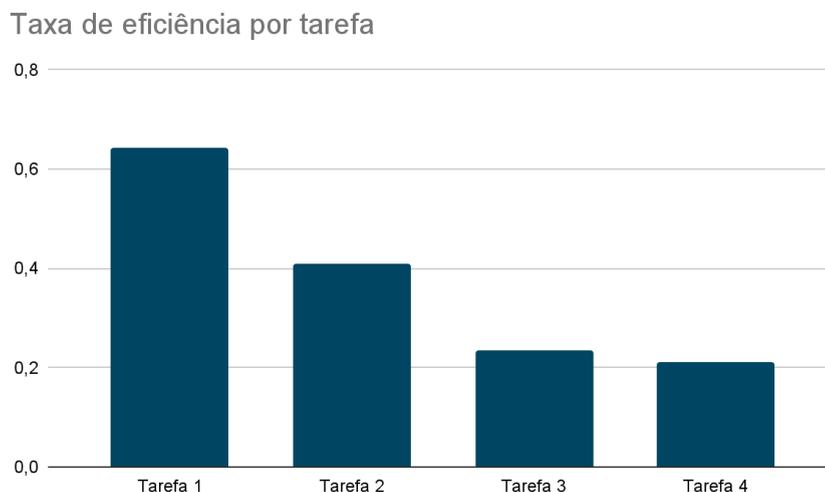


Figura 11: Taxa de eficiência por tarefa. **Fonte:** Autoria Própria.

A taxa de acerto se mostra uma variável importante para observarmos, principalmente pelo fato de estarmos analisando um painel de visualização que influencia diretamente na tomada de decisão. Por esse fato é importante ter em mente a importância de que o usuário chegue a analisar corretamente os dados durante seu dia a dia, como constatamos na figura 10. A tarefa 2 se mostrou como a mais problemática em questão de análise pelo usuário, e em todos os casos de análise incorreta foi visto que o usuário procurou a informação no indicador incorreto, porém semelhante, que fica logo no início da tela. Isso evidenciou ser preciso fazer uma reorganização da disposição dos gráficos para mostrar as informações que os usuários acham mais relevantes e uma revisão dos títulos dos gráficos para deixar os indicadores representados mais explícitos.

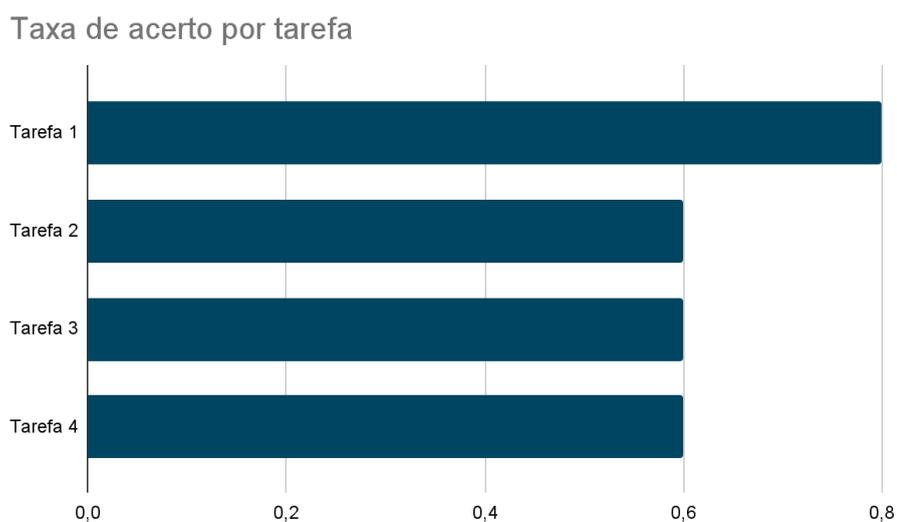


Figura 12: Taxa de acerto por tarefa. **Fonte:** Autoria Própria.

Podemos ver esse mesmo comportamento nas tarefas 3 e 4, onde devido à proximidade dos gráficos o usuário acabou inferindo a resposta incorreta, mostrando que gráficos com informações semelhantes devem ficar próximos para fácil localização do tipo de informação. Por último vimos que na tarefa 1 a taxa de acerto foi comprometida pela não realização da tarefa pelo fato do usuário ter precisado de um tempo para se afeiçoar e entender o protótipo apresentado como discutido anteriormente.

A última variável analisada foi a quantidade de passos durante a realização da tarefa, contado como passos as seguintes interações (scroll da tela, clique do mouse e interação com gráficos utilizando a função *hover*). Para essa variável, estaremos mais interessados em saber se os usuários utilizam quantidade de passos semelhante do que uma quantidade baixa de passos, já que isso não representa necessariamente uma boa eficiência, para isso coletamos o desvio padrão dos passos e quanto menor esse número menos dissipados os dados estão. Como podemos observar na Figura 11 a taxa de passos na tarefa um começa com um valor relativamente alto, porém com as próximas tarefas esse valor vai se aproximando do zero. Isso nos dá a hipótese que o uso do protótipo faz com que o usuário acabe aprendendo sobre ele e utilizado com uma taxa de passos mais concisa.

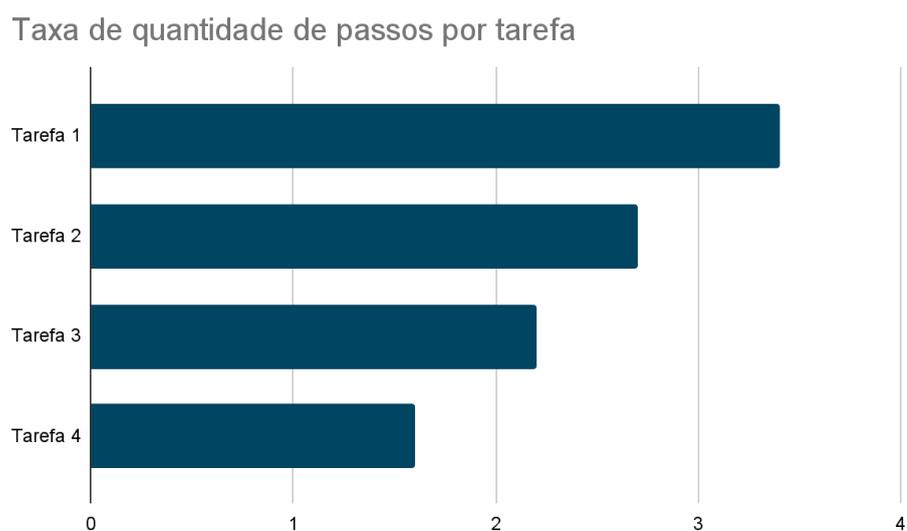


Figura 13: Taxa de quantidade de passos por tarefa. **Fonte:** Autoria Própria.

Quando partimos para a análise qualitativa, percebemos alguns pontos em comuns entre as entrevistas feita com os coordenadores. A coordenação, por se tratar de um dos cargos mais estratégicos de gestão de ensino, tem diversas responsabilidades, tendo como principal garantir que o curso tenha um bom desempenho e desenvolvimento para todos os atores (alunos, professores, pesquisadores). Nossa entrevista focou nessa atividade de gerenciamento, suas principais características, dores e como o protótipo apresentado se relaciona com suas atividades.

Um dos principais pontos observados nas entrevistas foi o fato de não existir uma ferramenta específica para os coordenadores, observamos respostas no formulário demográfico que os softwares mais utilizados durante suas atividades são ferramentas internas gerais da faculdade, planilhas criadas e gerenciadas pelos mesmos, e-mails e *WhatsApp*. Como afirma o Participante 3 existe uma falta dessa ferramenta mais específica para os coordenadores.

“Eu percebi que o sistema é um sistema administrativo, ele pode ajudar bastante o coordenador, assim geralmente, a gente tem esse tipo de sistema para a faculdade como um todo, a gente não tem um sistema para o coordenador, então isso é interessante”

Outro relato bastante observado foi a resolução de problemas inconvenientes durante o dia a dia, os coordenadores relataram que diversas vezes se tem que atender alunos e professores para resolver seus problemas e particularidades, ligados ao andamento de disciplinas dos cursos e a problemas administrativos. Na parte dos problemas ligados ao andamento dos cursos, os coordenadores falaram que existem frequentes relatos de alunos reclamando sobre professores, alunos sobre suas faltas, professores sobrecarregados com diversas atividades, é o próprio só toma consciência desse problema quando a situação já está grave como dito pelo participante 5.

“Ficamos a mercê das limitações do sistema quando algum professor, por exemplo, traz alguma reclamação, mas o prejuízo às vezes acaba sendo muito tardio para lo contorna”

Já nos problemas ligados ao administrativo tivemos diversos relatos, um dos problemas principais citados pelos coordenadores é a criação, gerenciamento e disponibilização de disciplinas no início do semestre. É nessa atividade que se concentra uma grande carga de trabalho, envolvendo desde selecionar as disciplinas do semestre e sua quantidade de vagas necessárias até a alocação de salas e horário para os professores. Outra atividade relatada por três coordenadores que são frequentemente requisitados é a dispensa de disciplinas solicitadas pelos estudantes vindos de outras instituições ou cursos. De acordo com eles essa é uma atividade manual que acaba consumindo um tempo de suas atividades diárias, por ser totalmente manual os próprios tem que visualizar a equivalência de disciplinas e aprovar a dispensa de disciplinas.

Por fim foram feitas considerações sobre o protótipo apresentado, entre as principais falas estão a vontade de observar a evolução para um sistema implementado para os mesmos interagirem, mas todos se mostraram bem abertos à ideia do sistema. O participante 2 ressaltou um ponto importante de acessibilidade do sistema, devido ao entrevistado ser daltônico ele teve um pouco de dificuldade de analisar os gráficos, apontando para uma possível revisão de acessibilidade do sistema. Por fim, todos externalizam que o protótipo pode ajudá-los nas suas atividades e sanar alguma de suas dores, porém com um pouco mais de refinamento e com alguns ajustes.

5.2 PROPOSTAS DE CORREÇÕES

Nesta seção reunimos os principais pontos observados na análise de dados feita acima, com esses dados observamos os pontos fortes e fracos do sistema, buscando assim propor melhorias que buscam melhorar a usabilidade e aceitabilidade do sistema. Um dos principais tópicos de mudanças observado foi a da ordem dos gráficos e revisão dos nomes dos indicadores, este tópico pode ser observado em todos os experimentos, onde houve uma certa confusão ao achar a informação desejada. Além disso, essa hipótese é apoiada pelo questionário SUS, onde podemos observar que o tópico “facilidade de memorização” precisa ser melhorado.

Quando falamos em facilidade de memorização, de acordo com [30] isso diz respeito, a ser preferível dar ao usuário formas de reconhecer padrões do que ter que obrigá-lo a memorizar várias informações na medida que ele navega pela aplicação. Como reconhecer padrões fornece muito mais dicas do que tentar acessar memórias, criar um agrupamento de gráficos com relação de dados entre si, faz com que o usuário procure por informações semelhantes de forma mais rápida, fácil e concisa. Com isso, a nova ordem dos gráficos já com os nomes dos indicadores revisados está descrita na tabela 8.

Antes		Depois	
Ordem	Título	Ordem	Título
1	Lista de tutores EaD e professores na instituição	6	Lista de atores (tutores EaD e professores) na instituição
2	Porcentagem de alunos que não acessaram a plataforma	1	Porcentagem e quantidade de alunos que não acessam a plataforma
3	Quantidade de bolsistas cadastrados no sistema X Quantidade de bolsistas cadastros nas plataformas de ensino	7	Quantidade de bolsistas cadastrados no sistema X Quantidade de bolsistas cadastros nas plataformas de ensino
4	Percentual dos tipos de recursos acessado pelo aluno	4	Percentual dos tipos de recursos (materiais pedagógicos) acessados pelos alunos
5	Percentual do tipo de graduação dos alunos matriculados	5	Percentual do tipo de graduação (bacharelado, licenciatura ou tecnólogo) feita pelos alunos matriculados

6	Quantidade de acessos mensais dos alunos, professores e tutores	2	Quantidade de acessos mensais dos atores (alunos, professores e tutores)
7	Quantidade de acessos mensais dos alunos a plataforma	3	Quantidade de acessos mensais a plataforma de ensino por ator (alunos, professores e tutores)

Tabela 8: Mudança na ordem e título dos gráficos. **Fonte:** Autoria Própria.

Outro ponto importante destacado na análise de dados foi a necessidade de um relatório sobre algum determinado ator de ensino (professores, alunos e tutores). Foi relatado que uma das atividades mais frequentes desses coordenadores está relacionada a atender o interesse desse público e com a capacidade de gerar um relatório sobre os mesmos ajudaria na tomada de decisão para ajudá-lo a resolver esses dilemas. Para isso foi feita uma mudança na arquitetura de informação dos filtros, adicionado um filtro a mais para a indicação de qual ator deseja gerar o relatório (alunos, professores e tutores) e após isso a seleção do usuário desejado como podemos observar na figura 12. Com isso o coordenador poderá observar gráficos relacionados ao ator selecionado e também gerar um relatório PDF com as informações mostradas nos gráficos, como mostrado na figura 13.



Figura 14: Nova ordem dos filtros do sistema. **Fonte:** Autoria Própria.

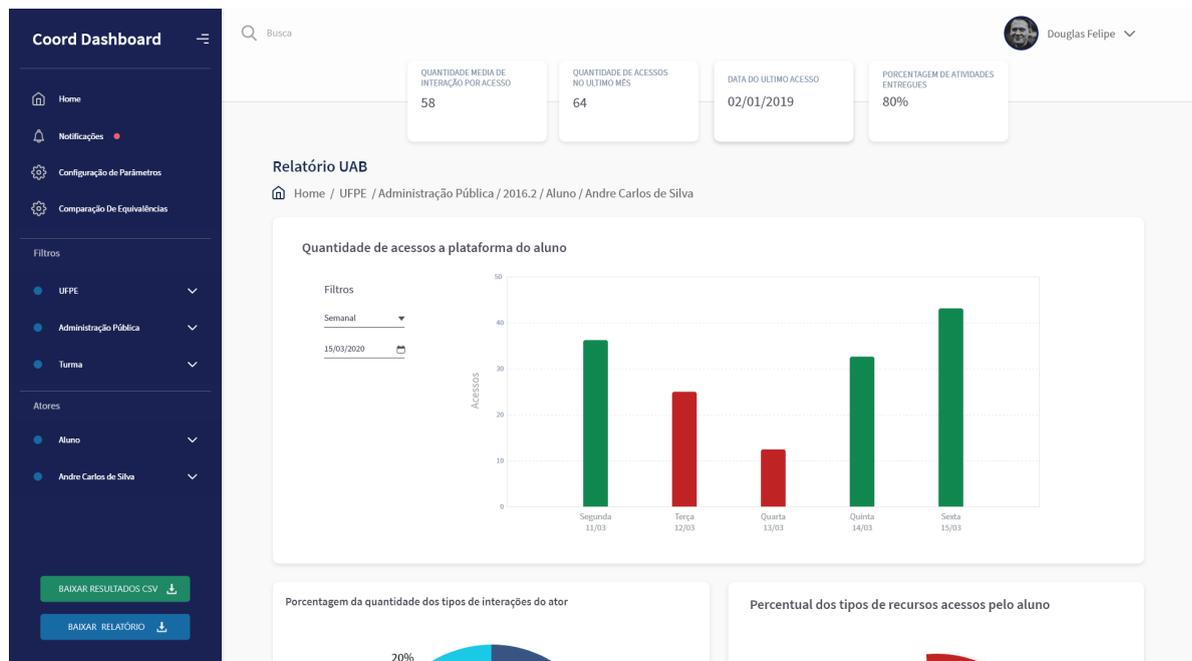


Figura 15: Tela de informação sobre atores (Professor, alunos e tutores). **Fonte:** Autoria Própria.

Também foi observado no resultado do questionário SUS que o tópico facilidade de aprendizagem também necessita da nossa atenção para melhorarmos a usabilidade do sistema. Como dito por [25] essa heurística diz respeito à consistência e padronização do sistema, fazendo com que a experiência de uso se torne muito mais interessante, pois não existirá aquela sensação de estar perdido. Como dito pelo participante 2, existe uma certa dificuldade em entender o que é a ferramenta para quem não tem tanta experiência na área de análise de dados.

Para tentar mitigar essa dor propomos um mini tutorial pela primeira vez que o usuário acessa o sistema, com o intuito de mostrar ao usuário os principais componentes interativos do sistema e o introduzir de uma forma rápida a ferramenta. Como mostrado na figura 14, o tutorial aponta as principais partes do protótipo e dando também a opção ao usuário de pular essa parte caso desejado pelo mesmo.

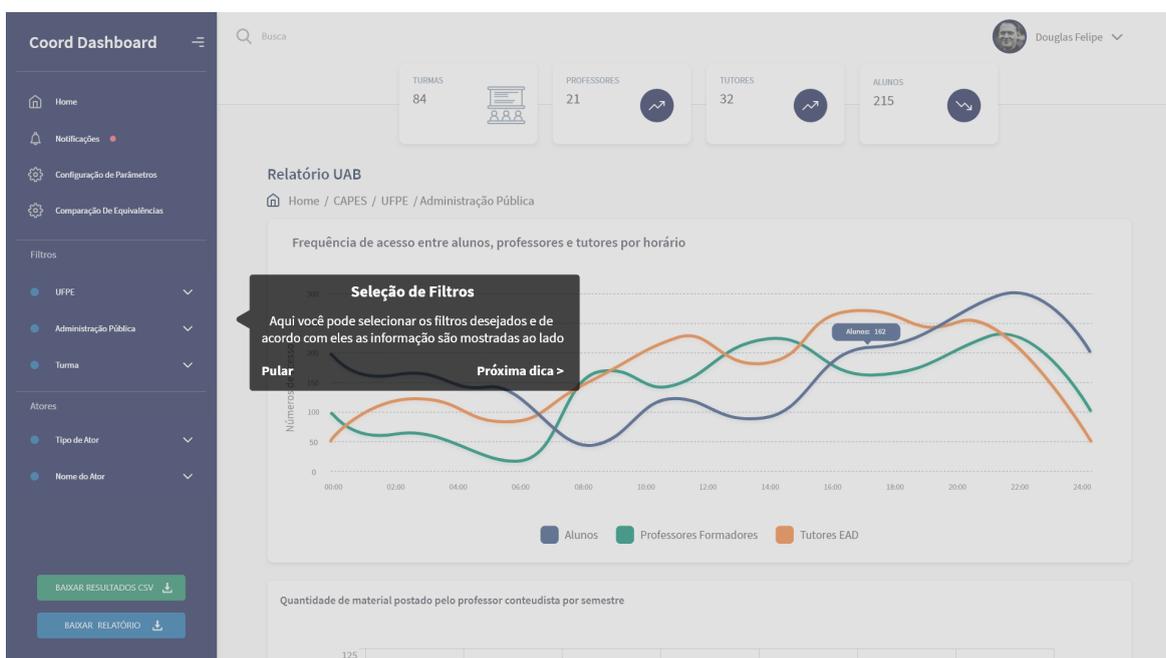


Figura 16: Mini tutorial na tela inicial do sistema. **Fonte:** Autoria Própria.

Outra funcionalidade bastante comentada nas entrevistas é a de fazer a equivalência de matriz curriculares para alunos que vieram de outras universidades ou até mesmo de outros

curso. Apesar de não ser uma tarefa relacionada a painel de visualização de dados, foi feita uma proposta visual dessa funcionalidade como podemos ver na figura 15, onde o usuário consegue selecionar as matrizes curriculares da disciplina desejado e o sistema informará a porcentagem de equivalência e se seria possível ou não para o aluno dispensar a disciplina. Como foi feito somente uma proposta visual para essa ferramenta, não foi definido nenhuma tecnologia para essa funcionalidade.

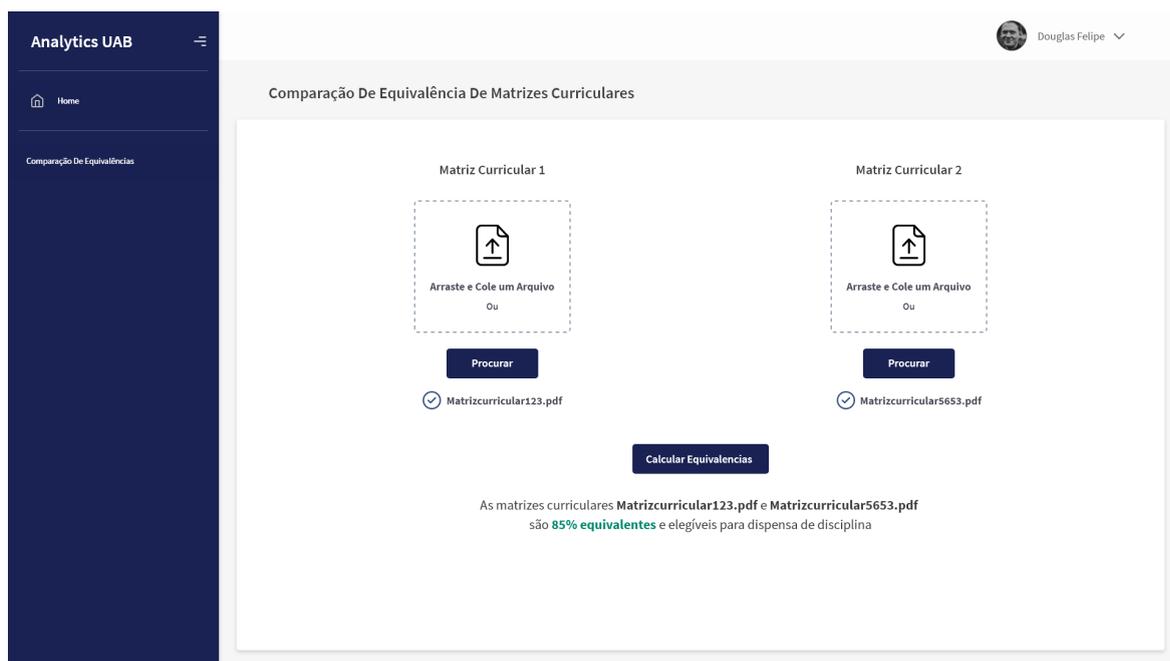


Figura 17: Tela de equivalência de matrizes curriculares. **Fonte:** Autoria Própria.

Por fim revisto alguns tópicos abordados pelos participantes, um deles está relacionado a acessibilidade da plataforma, um participante é daltônico e isso fez com que o entendimento de alguns gráficos fossem desafiadores para ele, esse ponto foi de grande importância. Com isso em mente foi feita uma revisão nas cores dos gráficos, de acordo com [11] a importância desse elemento na criação de propostas para ferramenta não só melhora a usabilidade do sistema, mas também melhora a acessibilidade do sistema na totalidade. Também foi comentado a importância de parametrização dos dados, ou seja, dar ao usuário parâmetros que possam indicar alguma discrepância alta de dados, para isso criamos a tela de configuração de parâmetros do sistema, mostrado na figura 16, que pode ser acessada no menu da página principal.

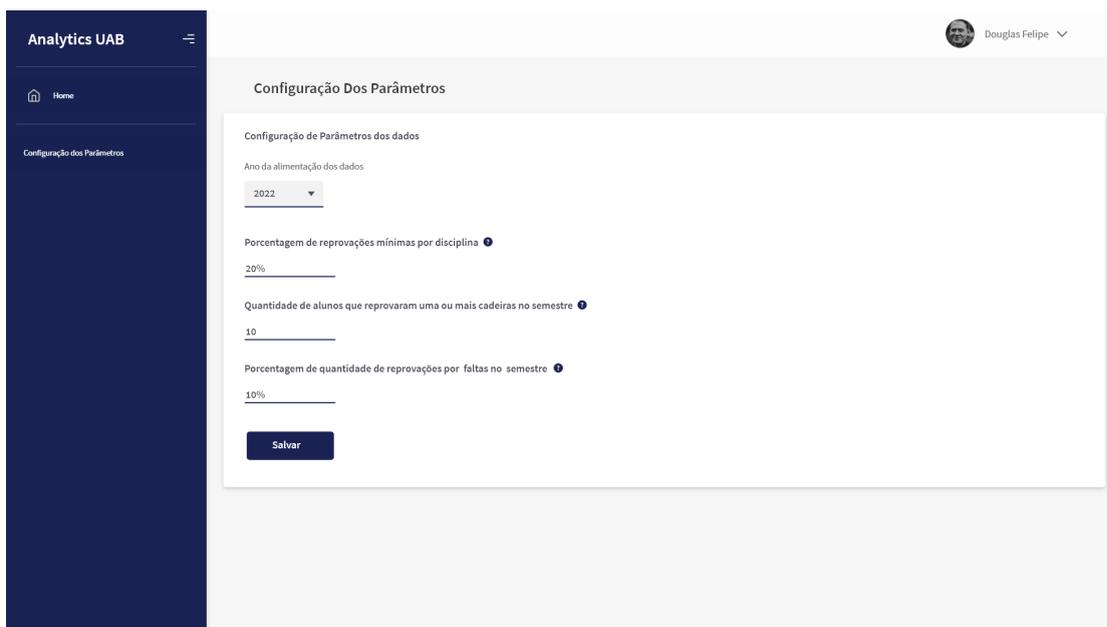


Figura 18: Tela de configurações dos parâmetros do sistema. **Fonte:** Autoria Própria.

Nessa tela podemos configurar diversos parâmetros que o usuário desejar, com a seleção desses parâmetros os dados do gráfico serão modificados para refletirem o que o usuário selecionou. Os parâmetros definidos são o ano da alimentação dos dados, porcentagem de reprovações mínimas por disciplina, quantidade de alunos que reprovaram uma ou mais cadeiras no semestre e porcentagem de quantidade de reprovações por faltas no semestre. O usuário poderá escolher o ano para que os dados sejam alimentados, podendo assim ter um histórico de informações disponíveis, e conforme os parâmetros definidos. Caso algum deles seja ultrapassado, será notificado ao coordenador, por meio da tela de notificação, como mostrado na figura 17, para que ele possa assim dar atenção a esses pontos que ele considerou mais críticos.

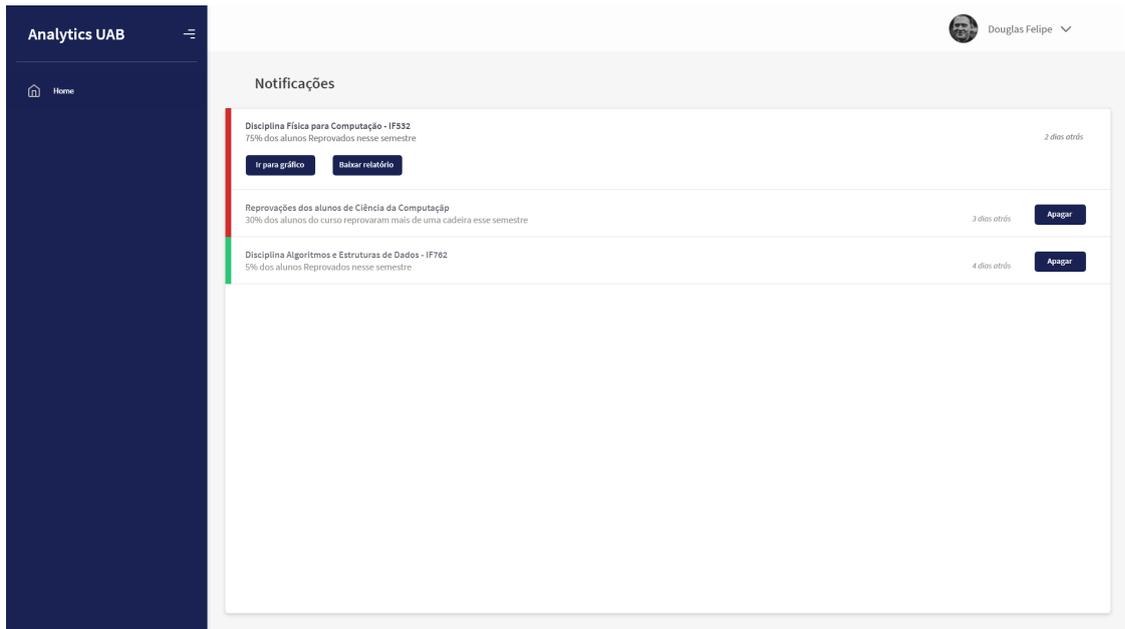


Figura 19: Tela de notificações do sistema. **Fonte:** Autoria Própria.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo conclui o trabalho, resgatando seus objetivos estabelecidos, e apresenta as perspectivas de trabalhos futuros, se baseando principalmente na validação executada e nos experimentos realizados.

6.1 CONTRIBUIÇÕES

Nesse trabalho, apresentamos um panorama recente das pesquisas voltadas a processos de *design* de painéis de visualização, com foco na avaliação, com isso observamos os principais métodos de avaliação que são utilizados nesse contexto. Após a análise dos métodos propomos um procedimento que efetua junção dos principais métodos qualitativos e quantitativos, que usados em conjunto nos trouxe uma avaliação mais acurada do protótipo. Além disso, é importante ressaltar que na nossa pesquisa não teve o foco em simplesmente avaliar a usabilidade do sistema, mas sim utilizar dos métodos da avaliação como uma forma de validar e entender as necessidades dos usuários, no nosso contexto, coordenadores de cursos superiores.

Durante a pesquisa utilizamos como artefato um protótipo de alta fidelidade de um painel de visualização para coordenadores, além disso, foi observado na literatura que normalmente esses painéis de visualização de dados tem foco no professor como usuário principal, normalmente usados para melhorar a aprendizagem dos seus estudantes. Poucos estudos tiveram como foco coordenadores. Com isso podemos fazer um estudo de avaliação de usabilidade usando métodos mistos (qualitativos e quantitativos) utilizando um artefato pouco utilizado na literatura dos processos de *design* de painéis de visualização de dados.

Após a realização dos experimentos percebemos que o uso de métodos qualitativos e quantitativos no contexto da pesquisa se mostrou muito eficaz, conseguimos analisar as variáveis quantitativas e achar através da análise dos vídeos e entrevistas evidências qualitativas que apoiam as nossas hipóteses. Feita essa análise conseguimos achar os principais pontos de usabilidade que precisam ser melhorados, além disso, também percebemos alguns pontos importantes do papel e atividades do coordenador, isso fez com que não só pudéssemos corrigir os problemas de usabilidade, mas também propor novas

funcionalidades e soluções para o sistema com base nos testes de usabilidades, entrevistas e resultados qualitativos.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, é relevante aplicar os experimentos com um grupo maior e mais diversificado de coordenadores, fazendo com que os dados atinjam uma saturação considerável, como estamos tratando de métodos híbridos (qualitativos e quantitativos) deve se chegar a uma convergência de dados a partir de um número alto de participantes. Também é relevante fazer uma segunda onda de experimentos, mas dessa vez utilizando como artefato digital a nova versão do protótipo, já com as correções de usabilidade integradas, para podermos observar se houve uma real evolução no sistema. Por fim, a implementação do sistema, consumindo dados reais, é de importância para podermos verificar a sua eficácia em campo e com isso ter um painel de visualização de dados inovador, que possa dar apoio aos coordenadores de cursos superiores em suas atividades

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] A. BARES, D. F. KEEFE AND F. SAMSEL, "CLOSE READING FOR VISUALIZATION EVALUATION," IN IEEE COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS, VOL. 40, NO. 4, PP. 84-95, 1 JULY-AUG. 2020, DOI: 10.1109/MCG.2020.2993889.
- [2] ABRAS C, MALONEY-KRICHMAR D, PREECE J. USER-CENTERED DESIGN. IN: BAINBRIDGE, W., ET AL. BERKSHIRE ENCYCLOPEDIA OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION. MASSACHUSETTS: BERKSHIRE PUBLISHING GROUP LLC, 2004. V. 2, P 763-768.
- [3] AFONSO, FERNANDO ABRAHÃO. APLICAÇÃO DE ESTUDO DE CASO DE USABILIDADE PARA UM WEBSITE. 2013. MONOGRAFIA (CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET) - NSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SULRIO-GRANDENSE, [S. L.], 2013.
- [4] ALMEIDA, JULIA CARNEIRO DE. EFETIVIDADE DA AVALIAÇÃO CORPORIFICADA DE PROTÓTIPOS COMPUTACIONAIS MÓVEIS. 2020. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, RECIFE, 2020.
- [5] ANDRADE, LUCIO PADRINI. AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE NEONATAL SEGUNDO A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO. REVISTA PAULISTA DE PEDIATRIA, [S. L.], 2019.
- [6] ARNESON, JESSIE & OFFERDAHL, ERIKA. VISUAL LITERACY IN BLOOM: USING BLOOM'S TAXONOMY TO SUPPORT VISUAL LEARNING SKILLS. CELL BIOLOGY EDUCATION. 17. AR7. 2018

- [7] BEN SHNEIDERMAN AND CATHERINE PLAISANT. 2006. STRATEGIES FOR EVALUATING INFORMATION VISUALIZATION TOOLS: MULTI-DIMENSIONAL IN-DEPTH LONG-TERM CASE STUDIES. IN PROCEEDINGS OF THE 2006 AVI WORKSHOP ON BEYOND TIME AND ERRORS: NOVEL EVALUATION METHODS FOR INFORMATION VISUALIZATION (BELIV '06). ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, NEW YORK, NY, USA, 1–7. [HTTPS://DOI.ORG/10.1145/1168149.1168158](https://doi.org/10.1145/1168149.1168158)
- BEVAN, NIGEL. (1995). USABILITY IS QUALITY OF USE. ANZAI & OGAWA. 20. 10.1016/S0921-2647(06)80241-8.
- [8] BURNS, ALYXANDER; XIONG, CINDY; FRANCONERI, STEVEN; CAIRO, ALBERTO; MAHYAR, NARGES. HOW TO EVALUATE DATA VISUALIZATIONS ACROSS DIFFERENT LEVELS OF UNDERSTANDING. IEEE VISUALIZATION CONFERENCE, [S. L.], 2020.
- [9] BROOKE, JOHN. (1995). SUS: A QUICK AND DIRTY USABILITY SCALE. USABILITY EVAL. IND.. 189.
- [10] CARD, STUART & MACKINLAY, JOCK & SHNEIDERMAN, BEN. (1999). READINGS IN INFORMATION VISUALIZATION: USING VISION TO THINK. COMPUTADOR. [S.L.: S.N.], 2007. CITADO 11 VEZES NAS PÁGINAS 19, 33, 34, 35, 36, 39, 46, 48, 49, 58 E 99.
- [11] COSTA, RITA & TERÇARIOL, ADRIANA & MELLO, FERNANDA & OLIVEIRA SOUSA, SIDINEI & IKESHOJI, ELISANGELA. (2017). A ACESSIBILIDADE DE PESSOAS COM DALTONISMO: A CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE AVA INCLUSIVO. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: TEORIA & PRÁTICA. 20. 10.22456/1982-1654.66775.
- [12] DE CAMPOS, A.; CÉSAR CAZELLA, S. LEARNING ANALYTICS EM PROCESSOS DE PERSONALIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. RENOTE, PORTO ALEGRE, V. 16, N. 1, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.86028. ACESSO EM: 10 MAIO. 2022.

- [13] DOURADO, RAPHAEL A.; RODRIGUES, RODRIGO LINS; GOMES, ALEX SANDRO; FERREIRA, NIVAN; MELLO, RAFAEL FERREIRA; VERBERT, KATRIEN. A TEACHER-FACING LEARNING ANALYTICS DASHBOARD FOR PROCESS-ORIENTED FEEDBACK IN ONLINE LEARNING. IRVINE, [S. L.], 2021.
- [14] DOWDING, D., MERRILL, J. A., BARRÓN, Y., ONORATO, N., JONAS, K., & RUSSELL, D. USABILITY EVALUATION OF A DASHBOARD FOR HOME CARE NURSES. CIN: COMPUTERS, INFORMATICS, NURSING, 1. 2018.
- [15] FILHO, AMADEU SÁ DE CAMPOS. TÉCNICA 3D DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO: DESIGN E AVALIAÇÃO DA USABILIDADE. 2014. TESE (DOCTORADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, RECIFE, 2014.
- [16] FREITAS, C. M. D. S.; CHUBACHI, O. M.; LUZZARDI, P. R. G. ; CAVA, R. A. INTRODUÇÃO À VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES. RITA, V. VII, N.2, 2001
- [17] FREITAS, CARLA MARIA DAL SASSO; CHUBACHI, OLINDA MIOKA; LUZZARDI, PAULO ROBERTO GOMES; CAVA, RICARDO ANDRADE. INTRODUÇÃO À VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES. REVISTA DE INFORMÁTICA TEÓRICA E APLICADA, [S. L.], 2001.
- [18] HE C, MICALLEF L, HE L, PEDDINTI G, AITTOKALLIO T, JACUCCI G. CHARACTERIZING THE QUALITY OF INSIGHT BY INTERACTIONS: A CASE STUDY. IEEE TRANS VIS COMPUT GRAPH. 2021 AUG;27(8):3410-3424. DOI: 10.1109/TVCG.2020.2977634. EPUB 2021 JUN 30. PMID: 32142444.
- [19] IARED, V. G., & OLIVEIRA, H. T. DE. (2017). WALKING ETHNOGRAPHY E ENTREVISTAS NA ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS ESTÉTICAS NO CERRADO. EDUCAÇÃO E PESQUISA, 44(0). DOI:10.1590/S1678-4634201706161972

- [20] JANNUZZI, P. DE M. (2014). INDICADORES PARA DIAGNÓSTICO, MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS SOCIAIS NO BRASIL. REVISTA DO SERVIÇO PÚBLICO, 56(2), P. 137-160. [HTTPS://DOI.ORG/10.21874/RSP.V56I2.222](https://doi.org/10.21874/RSP.V56I2.222)
- [21] LAUDON, K.; LAUDON, J. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GERENCIAIS SÃO PAULO: PEARSON PRENTICE HALL, 2010.
- [22] LEWIS, C. (1982). USING THE "THINKING-ALOUD" METHOD IN COGNITIVE INTERFACE DESIGN. YORKTOWN HEIGHTS, N.Y: IBM T.J. WATSON RESEARCH CENTER.
- [23] LILJEGREN, E.; OSVALDER, A. L., COGNITIVE ENGINEERING METHODS AS USABILITY EVALUATION TOOLS FOR MEDICAL EQUIPMENT. INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGONOMICS 34 (2004)
- [24] LIMA, IZABEL FRANÇA DE, OLIVEIRA, HENRY PÔNCIO CRUZ DE E SANTANA, SÉRGIO RODRIGUES DEMETODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE USABILIDADE DE BIBLIOTECAS DIGITAIS: UM ESTUDO NA BIBLIOTECA VIRTUAL DE SAÚDE. TRANSINFORMAÇÃO. 2013, V. 25, N. 2, PP. 135-143. DISPONÍVEL EM: <>. EPUB 31 JUL 2013. ISSN 2318-0889.
- [25] MAHYAR, NARGES; KIM, SUNG-HEE; KWON, BUM CHUL. TOWARDS A TAXONOMY FOR EVALUATING USER ENGAGEMENT IN INFORMATION VISUALIZATION. PERSONAL VISUALIZATION: EXPLORING DATA IN EVERYDAY LIFE AT IEEE VIS, [S. L.], 2016.
- [26] MARTINS, ANA & QUEIRÓS, ALEXANDRA & ROCHA, NELSON & SANTOS, BEATRIZ. (2013). AVALIAÇÃO DE USABILIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. IBERIAN JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES. 11. 31-44. 10.4304/RISTI.11.31-44.

- [27] MOISSA, BARBARA & GASPARINI, ISABELA & KEMCZINSKI, AVANILDE. (2015). EDUCATIONAL DATA MINING VERSUS LEARNING ANALYTICS: ESTAMOS REINVENTANDO A RODA? UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO. 1167. 10.5753/CBIE.SBIE.2015.1167.
- [28] MOISSA, BARBARA; BORBA, EDUARDO JOSE; KEMCZINSKI, AVANILDE. UMA FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA ANALISAR O COMPORTAMENTO DO ALUNO EM UM AMBIENTE E-LEARNING E SUA TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM. REVISTA BRASILEIRA DE DESIGN DA INFORMAÇÃO, [S. L.], 2014.
- [29] NIELSEN J, MOLICH R (1990) HEURISTIC EVALUATION OF USER INTERFACES. IN: CHEW JC, WHITESIDE J (EDS) PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS. ACM, NEW YORK.
- [30] NIELSEN, JAKOB. USABILITY ENGINEERING. BOSTON: ACADEMIC PRESS, 1993
- [31] NIELSEN, J. (1994). HEURISTIC EVALUATION. IN NIELSEN, J., AND MACK, R.L. (EDS.), USABILITY INSPECTION METHODS. JOHN WILEY & SONS, NEW YORK, NY.
- [32] NORTH C, SARAIYA P, DUCA K. A COMPARISON OF BENCHMARK TASK AND INSIGHT EVALUATION METHODS FOR INFORMATION VISUALIZATION. INFORMATION VISUALIZATION. 2011;10(3):162-181. DOI:10.1177/1473871611415989
- [33] NORTH, C. TOWARD MEASURING VISUALIZATION INSIGHT. IEEE COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS, 26(3), 6–9. 2006.

- [34] OBACH, RODRIGO LEMOS; JAQUES, PATRICIA A. UM DASHBOARD EDUCACIONAL PARA UM SISTEMA TUTOR BASEADO EM PASSOS. VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, [S. L.], 2019.
- [35] OLIVEIRA, JUSCILENE DA SILVA; GUIMARÃES, MÁRCIA CAMPOS MORAES. O PAPEL DO COORDENADOR PEDAGÓGICO NO COTIDIANO ESCOLAR. REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO DE ENSINO SUPERIOR ALMEIDA RODRIGUES, [S. L.], 2013.
- [36] PEDRINI, HÉLIO; SCHWARTZ, WILLIAM ROBSON. ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS (1ª EDIÇÃO). SÃO PAULO, THOMSON LEARNING, 2008.
- [37] PIMENTEL, CRISTIANE DA COSTA; SANTOS, NEIDE. E-LEARNING: NOVOS RUMOS EM EDUCAÇÃO E TREINAMENTO. CADERNOS DO IME - SÉRIE INFORMÁTICA, [S. L.], 2002.
- [38] PINK, SARAH. DOING SENSORY ETHNOGRAPHY. LOS ANGELES: SAGE, 2009.
- [39] PINK, S.; HORST, H. A.; POSTILL, J.; HJORTH, L.; LEWIS, T.; TACCHI, J. (ED.). DIGITAL ETHNOGRAPHY: PRINCIPLES AND PRACTICE. LOS ANGELES: SAGE, 2016. OCLC: OCN919483110. ISBN 9781473902374 9781473902381.
- [40] PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. DESIGN DE INTERAÇÃO: ALÉM DO HOMEM. PREECE, JENNY; ROGERS, YVONNE; SHARP, HELEN. DESIGN DE INTERAÇÃO: ALÉM DA INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR. BOOKMAN: SÃO PAULO, 2005.
- [41] SANTANA, CELIO & ALCANTRA, REBEKA & SIEBRA, SANDRA & ÁVILA, BRUNO. (2018). COMPARANDO MÉTODOS DE AVALIAÇÕES DE USABILIDADE, DE ENCONTRABILIDADE E DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO. PESQUISA BRASILEIRA

EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E BIBLIOTECONOMIA. 13.
10.22478/UFPB.1981-0695.2018V13N2.42932.

[42] SAURO J, LEWIS JR. QUANTIFYING THE USER EXPERIENCE: PRACTICAL STATISTICS FOR USER RESEARCH. MORGAN KAUFMANN. 2016. QUANTIFYING USER RESEARCH; PP. 9–18.

[43] SCHWENDIMANN, B. A., RODRIGUEZ-TRIANA, M. J., VOZNIUK, A., PRIETO, L. P., BOROUJENI, M. S., HOLZER, A., ... DILLENBOURG, P. (2017). PERCEIVING LEARNING AT A GLANCE: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF LEARNING DASHBOARD RESEARCH. IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, 10(1), 30–41. DOI:10.1109/TLT.2016.2599522

[44] SILVA, JOÃO CARLOS SEDRAZ; RODRIGUES, RODRIGO LINS; RAMOS, JORGE LUIS CAVALCANTI; ZAMBOM, ERIK GOUVEIA; SOUZA, FERNANDO FONSECA. USABILIDADE DE UM DASHBOARD DESTINADO À AUTORREGULAÇÃO DE ESTUDANTES EM SALA DE AULA INVERTIDA. RENOTE , [S. L.], V. 16, N. 2, 2018.

[45] SILVA, MARIA DAS GRAÇAS CAVALCANTI DA. MODELOS DE PERSONALIZAÇÃO DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS PARA O PROFESSOR. 2016. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM INFORMÁTICA) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, MACEIÓ, 2016.

[46] SILVA, RODRIGO MEDEIROS SOARES DA; MENDONÇA, JÔNATAS MEDEIROS DE. UM ESTUDO DO RELACIONAMENTO ENTRE TÉCNICAS DE USABILIDADE E TESTES AUTOMATIZADOS EM MÉTODOS EMPÍRICOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE. 2014. MONOGRAFIA (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB, [S. L.], 2014.

[47] SOARES, IGOR DE MORAIS. O COORDENADOR PEDAGÓGICO NO ENSINO SUPERIOR: FUNÇÕES, DESAFIOS E PRÁTICAS. 2018. ARTIGO (ESPECIALISTA EM

DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA) - FACULDADE CATÓLICA DE ANÁPOLIS, [S. L.], 2018.

[48] TENÓRIO, JOSCELI MARIA; COHRS, FREDERICO MOLINA; SDEPANIAN, VERA LÚCIA; PISA, IVAN TORRES; MARIN, HEIMAR DE FÁTIMA. DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROTOCOLO ELETRÔNICO PARA ATENDIMENTO E MONITORAMENTO DO PACIENTE COM DOENÇA CELÍACA. REVISTA DE INFORMÁTICA TEÓRICA E APLICADA, V. 17, N. 2, P. 210–220, 2010.

[49] VALIATI, ELIANE REGINA DE ALMEIDA. AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES MULTIDIMENSIONAIS. 2008. TESE (AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES MULTIDIMENSIONAIS) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, [S. L.], 2008.

[50] WATSON A, LUPTON D. REMOTE FIELDWORK IN HOMES DURING THE COVID-19 PANDEMIC: VIDEO-CALL ETHNOGRAPHY AND MAP DRAWING METHODS. INTERNATIONAL JOURNAL OF QUALITATIVE METHODS. JANUARY 2022. DOI:10.1177/16094069221078376