



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Avaliação Heurística em um Contexto Real

Ana Carolina dos Santos Pergentino

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia de Computação

Orientadora
Prof.a Dr.a Edna Dias Canedo

Brasília
2019

Dedicatória

Eu dedico este trabalho a todas as mulheres pretas que lutam diariamente para resistir ao sistema opressor.

Agradecimentos

Agradeço a minha mãe por me ensinar a viver. Aos meus familiares pelo apoio. A meus amigos pela inspiração. Aos mestres pelo conhecimento.

Resumo

O aumento progressivo do uso da Internet nos últimos anos revela a crescente busca por informação. Com a necessidade de consumir informação, a popularidade de ferramentas de busca aumenta, a ponto de se tornar uma função primária no navegador ao digitarmos na barra de navegação. O volume de informação crescente amplia a demanda por refinamento de informação e enfatiza as preocupações acerca de como o conteúdo é apresentado e se a entrega de informação aos usuários é bem sucedida. Este trabalho apresenta uma avaliação de usabilidade em um sistema de busca de documentos oficiais do TCU, o *Pesquisa textual | Tribunal de Contas da União*. A necessidade de criar um padrão nos sistemas do TCU resultou na ideia de centralizar diferentes tipos de documentos em uma única ferramenta de busca. Aplicando a inspeção heurística proposta por Nielsen foi possível reunir erros que foram negligenciados no processo de desenvolvimento. Os resultados foram consideráveis: 49 falhas de usabilidade encontradas em um produto que já havia sido lançado. Taxas de severidade foram aplicadas no método de inspeção para categorizar os erros e ordenar a prioridade de suas resoluções. Ao resumir frequência, impacto e persistência a escalas, foi possível associar essas taxas para criar uma escala única de severidade, atribuindo um índice a cada erro. Este trabalho tornou possível a correção de várias falhas de usabilidade que estavam ocorrendo no sistema. Sendo o projeto amplo, a quantidade de falhas encontradas apesar de parecer um número grande, é proporcional à quantidade de páginas: aproximadamente um erro por página. Uma das limitações deste trabalho está relacionada à quantidade de especialistas na equipe de inspeção, embora estudos indiquem que um pequeno grupo de avaliadores é suficiente, especialmente quando o projeto apesar de ter muitas telas, reutiliza módulos e replica componentes. A contribuição é primeiramente interna à organização, por auxiliar na entrega de um produto melhor. Porém, o estudo utilizado neste trabalho permitiu a autora resumir os benefícios da inspeção heurística, apresentando resultados no contexto real, com números e categorização definidos.

Palavras-chave: Usabilidade, avaliação heurística, qualidade de software, engenharia de software, taxas de severidade em usabilidade.

Abstract

Network growing through recent years reveals our continuous need for information. With the urge of consuming information, search engine popularity rises, becoming our browser's primary function when typing in the navigation bar. The increasing information volume amplifies the demands of search refining and emphasizes the concern about presenting data correctly and delivering answers to the users successfully. This work presents a usability evaluation in the Federal Court of Accounts search engine for official documents. The urge to create a pattern in TCU systems brought the idea of centralizing different types of documents in only one search engine. Applying the inspection methods proposed by Nielsen, it was possible to gather issues that were neglected in development process. The results were outstanding: 49 issues found in a product that had already been released. Severity ratings were applied in the presented inspection method, in order to categorize the issues and sort their solutions priority. By summarizing their frequency, impact and persistence to rates, it was possible to combine those rates in a single severity index, assigned to each issue. This work made possible to define the corrections of several usability errors occurring in the system. Being a wide project, the amount of issues found though seemed a large number, are proportionally not so heavy: approximately one issue per screen is an acceptable result. The limitations of the studies where the amount of specialists involved, although the results indicates that a small group of evaluators is sufficient, specially when the project despite having many screens, has a lot of replicate components, where screens are not the same, but reuses interfaces modules. The contribution is primarily internal, by assisting in the deliver of a better product. But the study and reports used in this work allowed the author to summarize the benefits of the heuristic inspection method, presenting the results in real context, with explicit numbers and categorizing.

Keywords: Usability, heuristic evaluation, software quality, software engineering, severity rates in usability.

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Justificativa | 2 |
| 1.2 | Objetivos | 3 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 3 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 3 |
| 1.3 | Contribuição | 3 |
| 1.4 | Metodologia | 4 |
| 1.5 | Organização do Trabalho | 4 |
| 2 | Fundamentação Teórica | 5 |
| 2.1 | Usabilidade | 5 |
| 2.2 | Heurísticas | 6 |
| 2.3 | Avaliação de Interface - Escalas de Severidade | 7 |
| 2.4 | Medidas de Qualidade de Sistema e de Software | 8 |
| 3 | Sistema | 10 |
| 4 | Metodologia | 16 |
| 4.1 | A avaliação | 16 |
| 4.2 | Questões de Pesquisa | 20 |
| 5 | Resultados Obtidos e Análise | 22 |
| 5.1 | QP.1. Quais são os possíveis erros de usabilidade em um sistema desenvolvido usando princípios de <i>Design Thinking</i> e aplicando metodologia Ágil? | 22 |
| 5.2 | QP.2. Qual é a severidade dos erros encontrados? | 25 |
| 5.3 | QP.3. Os erros encontrados são corrigíveis? | 28 |
| 5.4 | Discussão dos Resultados da Avaliação Heurística | 28 |
| 5.5 | Ameaças à validade | 29 |
| 6 | Conclusões | 30 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| 3.1 Exemplo de formulário em pesquisa específica da base de Acórdãos. | 11 |
| 3.2 Exemplo de página de resultados com documentos resumidos. | 11 |
| 3.3 Exemplo de documento detalhado. | 12 |
| 3.4 Continuação do exemplo de documento detalhado. | 12 |
| 3.5 Exemplo de painel inicial da pesquisa integrada. | 13 |
| 3.6 Continuação do exemplo de painel inicial da pesquisa integrada. | 13 |
| 3.7 Exemplo de formulário de pesquisa favorito. | 14 |
| 3.8 Exemplo de documento favorito. Informações foram removidas por questões de privacidade. | 14 |
| | |
| 5.1 Número de falhas encontradas por heurística de usabilidade | 23 |
| 5.2 Quantidade de problemas encontrados por taxa de Frequência. | 25 |
| 5.3 Quantidade de falhas encontradas por taxa de Impacto. | 26 |
| 5.4 Quantidade de problemas encontrados por taxa de Persistência. | 27 |
| 5.5 Quantidade de problemas encontrados por taxa de severidade | 28 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| 2.1 Severidade dos problemas de usabilidade baseados na frequência em que o problema é encontrado por usuários e impacto dos problemas nos usuários que encontraram. | 7 |
| 2.2 Relação atributos ISO/IEC 25023 e heurísticas de Nielsen | 9 |
| 4.1 Perfil dos Avaliadores | 17 |
| 4.2 Exemplo que consta no roteiro | 18 |
| 4.3 Identificação de Heurísticas | 19 |
| 4.4 Questões de Pesquisa (QP) e motivação para cada QP | 21 |
| 5.1 Erros por página | 24 |

Capítulo 1

Introdução

Mecanismos de busca são amplamente utilizados na internet, a ponto de virar uma função primária na barra dos navegadores. Acompanhando o crescimento das bases de dados digitais, ampliou-se o volume de informação, fazendo necessário um refinamento de busca e uma apresentação relevante ao usuário dos resultados.

É perceptível que os algoritmos de busca por trás desses sistemas são frequentemente estudados e otimizados, porém a necessidade da avaliação de interface destes não deve ser negligenciada. Estudos para capturar a interação humano-computador são primordiais no desenvolvimento de uma aplicação bem-sucedida[1].

A forma de apresentação da informação é um importante aspecto em sistemas de base de dados. O campo da tecnologia sofre mudanças frequentes e, conseqüentemente, a usabilidade aplicada nos sistemas também pode se tornar obsoleta, porém, alguns princípios e técnicas utilizadas se mantêm por anos[2].

O projeto de navegação dentro de um sistema deve ser o reflexo do entendimento do usuário. Deve sempre se avaliar o objetivo do sistema e aproximá-lo do contexto real, analisando a ergonomia que se deve utilizar para resultar em maior conforto e otimização do tempo para o usuário[3].

O *design* de navegação trata sobre o processo mental e os passos para projetar a navegação de um modo geral, independente do tipo de site, do tamanho da equipe e dos seus objetivos gerais na criação do produto[3].

Usabilidade é a capacidade de utilizar um produto com facilidade. Centralizar a percepção do sistema a partir do usuário, focando no fator humano, aquele que requer de fato solucionar o problema com o produto[4].

É perceptível, segundo Nielsen em seu livro *Usability Engineering* [5], que a necessidade dessa avaliação primária da satisfação do uso do produto, no caso deste trabalho, o sistema de busca, permite economia e agilidade. Diversos sistemas não alcançam seus objetivos por possuírem interfaces não intuitivas, erroneamente planejadas, sem a reflexão das maiores

implicações de uso, o que pode prejudicar o diálogo, ou seja, toda a comunicação entre o sistema e o humano utilizando deste sistema.

Para definir possíveis falhas de usabilidade, a avaliação heurística criada por Nielsen propõe um conjunto de requisitos que um sistema usável deve conter. Esse conjunto se tornou um dos principais métodos de inspeção de usabilidade, além de auxiliar na implementação de sistemas centrados no usuário.

As avaliações heurísticas são realizadas majoritariamente por especialistas, mas podem também ser efetuadas por desenvolvedores ou até pessoas comuns, que produzem relatórios independentes, mas que em conjunto vão apresentar uma visão ampla do sistema. É importante que várias pessoas diferentes possam efetuar a avaliação, pois existem alterações entre as percepções, de tal modo que um especialista pode perceber uma falha que outro não havia percebido.

O objetivo deste trabalho é avaliar uma ferramenta de busca baseada no conjunto de heurísticas proposto por Nielsen [5], e fundamentada no conhecimento adquirido de artigos contendo revisões sistemáticas e aplicação de avaliações[6, 7].

Encontrar problemas de usabilidade, especificamente em uma ferramenta de busca, traz a discussão acerca de como a usabilidade se aplica a diferentes contextos. A severidade das falhas encontradas também foi avaliada, com a intenção de priorizar correções durante o desenvolvimento contínuo do produto, permitindo a entrega também contínua de um produto otimizado.

1.1 Justificativa

O Tribunal de Contas da União(TCU) é responsável por diversos documentos oficiais e demanda a criação e utilização destes diariamente. Dentro da esfera jurídica, há a constante necessidade de se formalizar atos por meio de documentos, que serão acessados por todas as áreas do Tribunal.

A necessidade de uma ferramenta de busca completa e acessível se origina não só internamente como externamente. Algumas das bases são públicas, visando atender o direito dos cidadãos a esse acesso. Assim, é interessante que a interface seja acessível tanto para usuários leigos quanto para usuários com experiência no uso das ferramentas de busca.

Para alcançar um produto de alta usabilidade, nesta monografia é aplicada a avaliação heurística. Avaliações de usabilidade podem ser demoradas, difíceis e caras, além de consumir muito tempo no período de desenvolvimento de um software. A avaliação heurística é um método mais prático e menos custoso de validar a usabilidade de um produto.

O projeto de busca textual é um sistema implementado no TCU para atualizar o sistema de busca, aplicando a ele uma usabilidade que permita conforto para os profissionais que a utilizam constantemente, ao mesmo tempo que facilite o acesso àqueles que não estão acostumados com uso da plataforma Pesquisa textual | Tribunal de Contas da União. O Sistema foi desenvolvido utilizando as metodologias ágil e *Design Thinking*. Neste trabalho avaliamos a usabilidade deste sistema como estudo de caso prático de avaliação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é encontrar possíveis falhas de usabilidade em uma ferramenta de busca, baseado nas heurísticas e taxas de severidade de Nielsen et al.[5], utilizando o métodos de avaliação heurística proposto por da Costa et al. [6] e Dourado et al.[7], e associando às falhas a classificação de severidade, no intuito de priorizar a correção com eficiência e agilidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Elaboração de um roteiro de avaliação utilizando as heurísticas de usabilidade identificadas na literatura;
- Realização prática de uma avaliação em um sistema real utilizando o roteiro proposto;
- Análise dos resultados da avaliação heurística no sistema;
- Aplicar uma estratégia de correção, baseada nas taxas de severidade dos erros encontrados.

1.3 Contribuição

A avaliação conduzida contribui para a manutenção do sistema, fornecendo aos desenvolvedores uma descrição clara da falha, tornando o sistema projetado continuamente mais eficaz. Foram encontrados 49 erros e, para a correção destes, aplicadas estratégias de prioridade baseada na severidade de cada, mas também no tempo de correção. O resultado foi um sistema mais robusto e intuitivo.

1.4 Metodologia

A metodologia de pesquisa deste trabalho envolve as seguintes atividades:

- Realização da leitura e aprofundamento teórico acerca do tema: reunir textos acerca do tema para elaboração de lista de heurísticas;
- Definição das métricas: foram identificadas nos textos as métricas associadas à avaliação proposta;
- Realização de avaliação heurística: foi realizada uma avaliação heurística no sistema por meio de inspeção a partir dos conceitos de Nielsen;[5]
- Retorno do resultado da avaliação: a partir do resultado da primeira avaliação, a equipe criou cartões na ferramenta trello, atribuindo a elas as sinalizações de qual parte é responsável, dentre *back-end*, *front-end* e designers;

1.5 Organização do Trabalho

O trabalho é composto de 5 capítulos. Além desta introdução, os próximos capítulos estão descritos a seguir:

- Capítulo 2 apresenta o embasamento teórico acerca do tema de usabilidade, contendo os conceitos necessários para entendimento deste trabalho, associando os conjuntos de heurísticas estudados, a aplicação delas na norma ISO e as métricas de severidade relativas a erros encontrados;
- Capítulo 3 apresenta uma descrição do sistema, contendo telas referentes ao sistema;
- Capítulo 4 apresenta a metodologia, contendo os objetivos de pesquisa, a avaliação utilizada, as questões de pesquisa e a justificativas destas;
- Capítulo 5 contém os resultados para cada questão de pesquisa e a descrição da análise dos resultados;
- Capítulo 6 apresenta as conclusões e impactos do resultado da pesquisa.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Usabilidade

Em *Usability Engineering* [5], Jakob Nielsen expressa que "o termo usabilidade não pode ser explicado por uma simples abstração". Usabilidade é um conceito composto por 5 atributos que consolidam melhor o necessário para considerar o projeto usável. Estes atributos são: **Facilidade de aprendizado**, **Eficiência**, **Facilidade de recordação**, **Baixa taxa de erros** e **Satisfação**. Facilidade de aprendizado é a maneira que procuramos facilitar a compreensão da navegação pelo sistema, para que o usuário alcance seu objetivo. Eficiência diz respeito a quantas tarefas um usuário consegue completar após aprender a usar o sistema, ou seja, como o sistema se tornou eficiente para o usuário. Facilidade de recordação significa que o sistema deve ser facilmente recordado, como quando um usuário tenta acessar o sistema após certo tempo e consegue facilmente completar as tarefas que desejava. A baixa taxa de erros é alcançável através da prevenção. Por fim, satisfação é como o produto consegue ser facilmente navegável pelos usuários, ao mesmo tempo que preenche os requisitos dos Stakeholders [7, 5, 8].

Visando reduzir a quantidade de regras dentro dos guias de usabilidade, Nielsen[5] resumiu a avaliação de uso em apenas 10 heurísticas. Estes 10 princípios são suficientes para explicar a maioria dos problemas encontrados no design de interface. Para aplicar esses princípios corretamente em todos os casos, é necessária experiência, porém usar essas diretrizes auxilia até leigos na procura de problemas de usabilidade. É interessante que várias pessoas façam a avaliação heurística de um sistema, dado que pessoas diferentes encontrarão erros diferentes.

2.2 Heurísticas

Jakob Nielsen desenvolveu dez regras para guiar o design de interface, conhecidas como heurísticas[9, 5, 8]. Também citadas por Dourado et al.[7], as heurísticas são composta pelos seguintes itens:

1. Estética e design minimalista: para um sistema acessível, deve-se manter só as informações essenciais para que a transmissão destas ao usuário seja eficiente. Cada unidade secundária de informação interfere nas informações que são, de fato, importantes e diminui relativamente sua visibilidade.

2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real: o sistema deve ser compreensível para o usuário, falar a mesma linguagem que ele, através de conceitos, ou seja, palavras que já façam parte do meio no qual ele está inserido.

3. Reconhecimento ao invés de memorização: oferecer padrões aos usuários para que não tenham que memorizar novas informações enquanto utilizam o sistema.

4. Consistência e padronização: para que o usuário não se questione sobre diferentes significados de palavras, ações ou situações, é necessário que haja consistência e padronização em todo o sistema. Palavras e signos similares devem indicar ações similares.

5. Visibilidade do estado do sistema (*feedback*): é fundamental que a interface permita que o usuário se localize dentro do sistema, em relação a onde está, onde esteve e para quais outros ambientes pode ir, o que só é possível através de *feedback* em tempo hábil.

6. Controle e liberdade do usuário: "saídas de emergência" devem estar disponíveis caso o usuário cometa erros. O sistema deve permitir que o usuário desfça ações que possa ter realizado por engano.

7. Atalhos para eficiência e flexibilidade de uso: a interface deve ser acessível para todos os níveis de conhecimento dos usuários. Atalhos podem maximizar a interação entre o sistema e o usuário experiente, mas não devem deixar de atender às necessidades do usuário inexperiente.

8. Assistência aos usuários para reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros: auxiliar o usuário a reparar seus erros. Mensagens informando erros devem conter linguagem simples, indicando explicitamente o problema e sugerindo também uma solução.

9. Prevenção de erros: o usuário ocasionalmente intenciona realizar uma ação, mas, por deslize, acaba realizando outra, ou o usuário comete um erro por compreender alguma informação de maneira equivocada. O ideal seria um sistema desenvolvido de forma que evite que esses erros ocorram. Caixas de diálogo que questionam as ações selecionadas pelo usuário são interessantes para evitar que esse tipo de erro ocorra.

10. Ajuda e documentação: o mais indicado é que a interface seja amigável a ponto de não ser necessário documentação com instruções de uso, porém é importante que tenha documentação para caso o usuário precise de ajuda, podendo tirar dúvidas e, desta forma, ser mais independente dentro do sistema.

2.3 Avaliação de Interface - Escalas de Severidade

Erros de usabilidade nem sempre podem ser solucionados de maneira rápida e econômica. Visando priorizar a correção de tais problemas, criam-se classificações de severidade em falhas de usabilidade encontradas. A combinação da avaliação de vários especialistas permite uma visão ampla das correções que devem ser feitas.

Avaliações de severidade fornecem orientação aos avaliadores, embora outros fatores possam influenciar na forma que o avaliador aplica esta severidade. Com a intenção de definir uma escala eficaz de severidade, há a necessidade de compreender os fatores concorrentes que determinam a resposta do avaliador para a avaliação de usabilidade [10]. Uma das abordagens de avaliação de severidade proposta por Nielsen se baseia em uma única escala de níveis[5]:

0 = não é um problema de usabilidade;

1 = apenas um problema cosmético - só se deve consertar caso haja tempo extra no projeto;

2 = problema de usabilidade menor - baixa prioridade de resolução;

3 = problema de usabilidade maior - alta prioridade de resolução;

4 = catástrofe de usabilidade - deve ser corrigido antes do lançamento do produto.

Outra escala, também defendida em [5], é a combinação de duas das mais importantes dimensões de um problema de usabilidade: quantos usuários podem ter esse problema e o quanto este problema pode prejudicá-los, como podemos observar na tabela 2.1. Também conhecido como a escala Problem Severity Classification (PSC) e usado pela IBM, essa classificação pode conter um nível intermediário de impacto, como na matriz PSC. [11]

Tabela 2.1: Severidade dos problemas de usabilidade baseados na frequência em que o problema é encontrado por usuários e impacto dos problemas nos usuários que encontraram.

| | | Frequência | |
|---------|---------|------------------|------------------|
| | | Poucos | Muitos |
| Impacto | Pequeno | baixa severidade | média severidade |
| | Grande | media severidade | alta severidade |

Podemos adicionar um outro fator na avaliação de severidade: persistência. Ou seja, analisar se o problema persistentemente incomoda usuários, que significa se o erro aparece raramente, comumente ou sempre.

2.4 Medidas de Qualidade de Sistema e de Software

A qualidade de produto deve ser avaliada a partir de parâmetros definidos, para isso a ISO/IEC 25023 incluiu medidas de usabilidade visando complementar a análise de qualidade de software[12].

A Organização Internacional de Padronização (ISO) é uma entidade independente e não-governamental que define padronização e padrões de normalização para 164 países. Os padrões são produzidos por grupos internacionais de representantes especialistas, de várias organizações nacionais de padronização. A Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) é uma organização internacional similar a ISO, porém comprometida com a padronização de elétricos, eletrônicos e tecnologias relacionadas. Juntos, ISO/IEC lidam com campos particulares de atividades técnicas através de comitês estabelecidos pelas respectivas instituições.

Defini uma interseção entre as heurísticas e os atributos definidos no ISO/IEC 25023 apresentada na tabela 2.2. Este conjunto de medidas é baseado em "princípios de diálogo" presentes no ISO 9241-110[12].

Tabela 2.2: Relação atributos ISO/IEC 25023 e heurísticas de Nielsen

| Atributos ISO/IEC 25023 | | Heurísticas |
|---|---|--------------------|
| Adequação ao reconhecimento da aplicabilidade | Completude da descrição | UH10 |
| | Cobertura de demonstração | UH10 |
| | Auto-descrição do ponto de entrada | UH3 |
| Aprendizagem | Conclusão da orientação ao usuário | UH10 |
| | Padrões dos campos de entrada | UH4, UH7 |
| | Compreensibilidade da mensagem de erro | UH8, UH2 |
| | Interface de usuário auto-explicativa | UH3, UH2 |
| Operabilidade | Consistência operacional | UH4 |
| | Clareza da mensagem | UH1 |
| | Personalização funcional | UH7 |
| | Personalização da interface do usuário | UH2 |
| | Capacidade de monitoramento | UH5 |
| | Capacidade de desfazer | UH8 |
| | Categorização compreensível de informações | UH3, UH4 |
| | Consistência da aparência | UH4 |
| Suporte ao dispositivo de entrada | UH9, UH6 | |
| Proteção de erro do usuário | Evitar erro de operação do usuário | UH9 |
| | Correção de erro de entrada do usuário | UH8 |
| | Recuperabilidade de erro do usuário | UH8 |
| Estética da interface do usuário | Estética da aparência das interfaces do usuário | UH1 |
| Acessibilidade | Acessibilidade para usuários com deficiência | UH2 |
| | Adequação de idiomas suportados | UH2 |

A necessidade de encontrar essa interseção acompanha a de validar que o uso das heurísticas é eficiente, inclusive para se garantir a aplicação das normas técnicas.

Capítulo 3

Sistema

O sistema avaliado é a ferramenta de busca para documentos oficiais do Tribunal de Contas da União (TCU), a organização governamental responsável "pela fiscalização contábil, financeira, orçamentária, operacional e patrimonial dos órgãos e entidades públicas do país quanto à legalidade, legitimidade e economicidade"[13].

Diariamente o TCU produz documentos oficiais, contendo os dados a respeito de suas funções, e os armazena para posterior consulta. A ferramenta de busca avaliada nesta monografia, a *Pesquisa textual | Tribunal de Contas da União*, contém todos estes documentos. O sistema é público porém com restrições, ou seja, todos os cidadãos podem usá-lo, mas nem todos os dados serão dispostos para qualquer cidadão. O sistema precisa agradar majoritariamente os donos do produto: ministros, auditores e administradores do TCU. Porém deve ser acessível a todos os cidadãos, cumprindo a proposta de transparência sobre as contas da União.

O sistema é composto por 18 bases de pesquisa. Cada base corresponde a um tipo de documento oficial, dentre estes: Acórdãos, Processos, Pareceres, Boletins, Atos Normativos, Atas de Sessão, Questões de Ordem, dentre outros. Cada base possui ao menos 3 telas: uma contendo um formulário de pesquisa específica da base, com campos associados às informações mais relevantes do documento, exemplificada na Figura 3.1; outra contendo resultados da pesquisa com uma lista de documentos resumidos, exemplificada na Figura 3.2; e uma descrição detalhada do documento escolhido dentre os resultados, exemplificada nas Figuras 3.3 e 3.4. Além disso, contém um painel inicial composto pela pesquisa integrada e atalhos para as bases específicas, como podemos observar nas Figuras 3.5 e 3.6. O resultado da pesquisa integrada retorna a quantidade de documentos encontrados em cada base para o termo pesquisado.

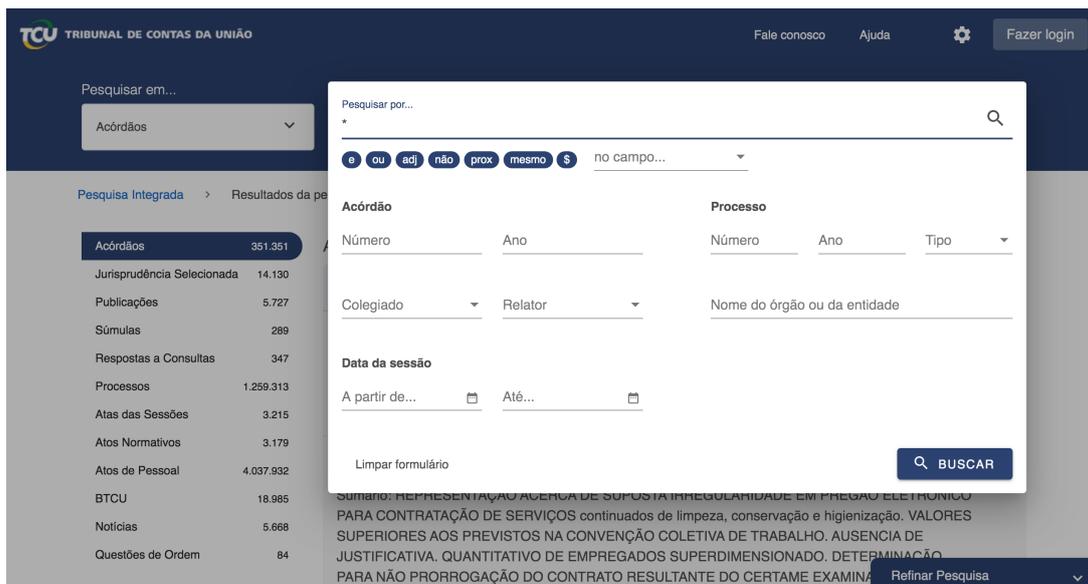


Figura 3.1: Exemplo de formulário em pesquisa específica da base de Acórdãos.

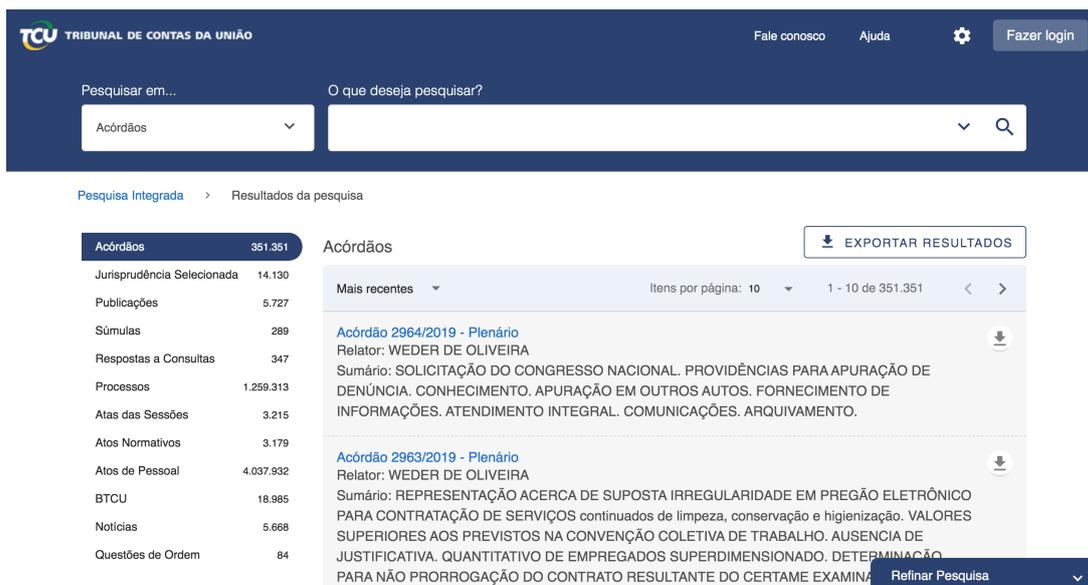


Figura 3.2: Exemplo de página de resultados com documentos resumidos.

Índice

- Número do Acórdão
- Relator
- Processo
- Tipo de processo
- Data da sessão
- Número da ata
- Interessado / Responsável / Recorrente
- Entidade
- Representante do Ministério Público
- Unidade Técnica

Número do Acórdão:
ACÓRDÃO 2964/2019 - PLENÁRIO

Relator:
WEDER DE OLIVEIRA

Processo:
036.789/2019-4

Tipo de processo:
SOLICITAÇÃO DO CONGRESSO NACIONAL (SCN)

Data da sessão:
04/12/2019

Número da ata:
47/2019 - Plenário

Interessado / Responsável / Recorrente:
3. Interessados/Responsáveis: não há.

Entidade:
não há.

Representante do Ministério Público:
não atuou.

.. . . .

Figura 3.3: Exemplo de documento detalhado.

Índice

- Número do Acórdão
- Relator
- Processo
- Tipo de processo
- Data da sessão
- Número da ata
- Interessado / Responsável / Recorrente
- Entidade
- Representante do Ministério Público
- Unidade Técnica
- Representante Legal
- Assunto
- Sumário
- Acórdão
- Quórum
- Relatório
- Voto

Número do Acórdão:
ACÓRDÃO 2964/2019 - PLENÁRIO

Relator:
WEDER DE OLIVEIRA

Processo:
036.789/2019-4

Tipo de processo:
SOLICITAÇÃO DO CONGRESSO NACIONAL (SCN)

Data da sessão:
04/12/2019

Número da ata:
47/2019 - Plenário

Interessado / Responsável / Recorrente:
3. Interessados/Responsáveis: não há.

Entidade:
não há.

Representante do Ministério Público:
não atuou.

Unidade Técnica:
Secretaria de Controle Externo do Trabalho e Entidades Paraestatais (SecexTrab).

Representante Legal:
não há

Assunto:
Solicitação do Congresso Nacional requerendo adoção de providências para verificar possíveis irregularidades apresentadas em denúncia (TC 009.749/2019-5).

Sumário:

Figura 3.4: Continuação do exemplo de documento detalhado.



Figura 3.5: Exemplo de painel inicial da pesquisa integrada.

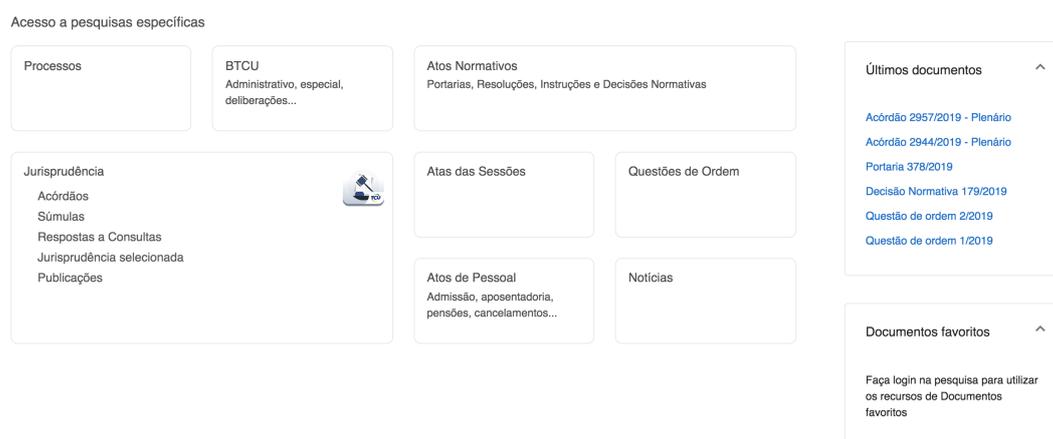


Figura 3.6: Continuação do exemplo de painel inicial da pesquisa integrada.

A seção restrita apresenta aos usuários logados quais bases são acessíveis às respectivas funções, além de conter a seção de favoritos para documentos e busca. É possível colocar nos favoritos tanto um formulário de busca, como representado pela Figura 3.7, quanto um documento selecionado, como representado pela Figura 3.8.



Figura 3.7: Exemplo de formulário de pesquisa favorito.

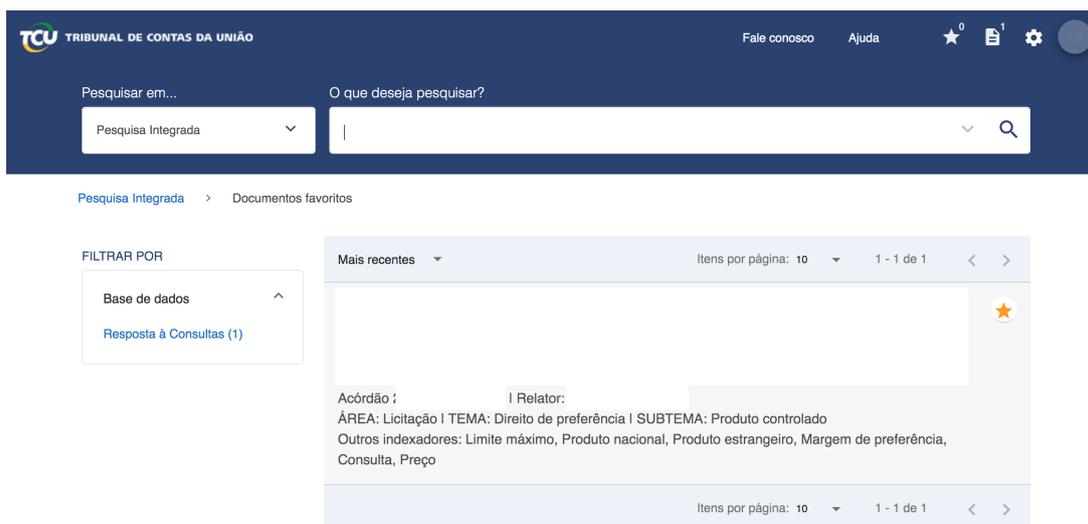


Figura 3.8: Exemplo de documento favorito. Informações foram removidas por questões de privacidade.

Os formulários de busca são adaptados para cada base, promovendo atalhos para eficiência do usuário. Cada base tem os próprios campos de formulário de acordo com as informações consideradas mais relevantes para o tipo de documento da base. Para escolha dessa relevância, múltiplas entrevistas foram conduzidas com as partes do TCU responsáveis por cada tipo de documento presente nas bases. Os resultados contêm opções para ordenar os resultados por data relevante, filtros por tipo ou outras variáveis de

acordo com cada base, exportação de documentos tanto da tabela de resultados como de cada documento detalhado, além do campo de formulário principal para o termo de pesquisa, barras de navegação e menu. O resultado detalhado apresenta as informações mais relevantes, que geralmente são as mesmas dos campos de formulário específico, mas em algumas ocasiões incorpora ainda mais detalhes.

Capítulo 4

Metodologia

O objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação heurística na interface de um sistema real. O sistema foi projetado usando metodologias ágeis e *Design Thinking*, uma abordagem centrada no fator humano, com prototipação, planejamento, entrevistas, e diversas outras ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de um sistema com alta usabilidade.

Por seguir o conceito de engenharia de usabilidade, sabemos que mesmo usando muitos dos métodos propostos para um desenvolvimento focado na experiência de usuário, nenhum projeto é livre de falhas. Sendo um sistema relativamente extenso, e ainda em constante desenvolvimento e manutenção, a intenção da avaliação é corrigir possíveis erros encontrados para a entrega de um produto eficaz, eficiente e satisfatório.

O objetivo do sistema é entregar informação relevante na busca por documentos oficiais do TCU. O sistema é de acesso público com bases restritas, então é importante uma apresentação acessível a todos os possíveis usuários. Como a iniciativa é interna, comumente há uma facilidade em entender as expectativas sobre o sistema a partir dos usuários internos, a equipe do TCU. Visando facilitar o trabalho das partes que lidam diretamente com estes documentos, a relevância das informações apresentadas tanto no resultado da pesquisa, quanto na organização dos formulários, foi diretamente influenciada por esses membros do Tribunal.

4.1 A avaliação

A avaliação heurística foi conduzida por um time no TCU, representada por um designer de *User Experience (UX)*, uma designer de interfaces, e dois desenvolvedores *front-end*, como destacado na Tabela 4.1. Consiste em uma inspeção detalhada de navegação, em que cada avaliador executou tarefas para cada base de pesquisa, analisando minuciosamente para verificar a existência de inconsistências e falhas.

Tabela 4.1: Perfil dos Avaliadores

| Papel | Escolaridade | Experiência |
|---|--------------|-------------|
| Designer de Experiência de Usuário(<i>UX</i>) | Especialista | 8 anos |
| Designer de Interface | Graduado | 5 anos |
| Desenvolvedor <i>Front-End</i> | Graduado | 3 anos |
| Desenvolvedor <i>Front-End</i> | Graduado | 3 anos |

Roteiro

Um roteiro criado baseado em da Costa et al. [6] para auxiliar o processo de avaliação, composto por funções básicas que devem ser testadas e componentes que devem ser observados em cada base de pesquisa.

O roteiro contém passos a serem seguidos pelos avaliadores, como apresentados a seguir:

- Utilizar o site Pesquisa Textual do Tribunal de Contas da União (acesso em <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br>) para se familiarizar com o mesmo, caso nunca tenha utilizado;
- Avaliar o site de pesquisa por completo, buscando utilizar/simular todas as funcionalidades disponíveis no aplicativo;
- Realizar pelo menos duas vezes cada interação com a interface. Na primeira vez busque ter uma noção do fluxo de interação da interface do usuário. Na segunda vez foque nas tarefas específicas da interface do usuário, para assim identificar possíveis problemas e violações de heurísticas;
- Cada problema de usabilidade encontrado deve ser classificado quanto a severidade da seguinte forma:
 - **Impacto:** Dificuldade que o problema causa aos usuários.
 - 0** = O problema não causa dificuldade ao usuário;
 - 1** = O problema gera dificuldade simples de ser contornada;
 - 2** = O problema causa dificuldade na realização da ação;
 - 3** = O problema impossibilita a realização da ação.
 - **Persistência:** É um problema que só será experimentado uma vez ou será problema recorrente?
 - 0** = O problema não é percebido pelo usuário;
 - 1** = O problema é desconsiderado pelo usuário;
 - 2** = O problema será experimentado frequentemente;
 - 3** = O problema ocorrerá em todos os casos.

O roteiro contém também um exemplo a ser seguido, apresentado na tabela 4.2, e tarefas a serem realizadas, listadas abaixo.

Tabela 4.2: Exemplo que consta no roteiro

| | | | |
|------------------|---|--|------|
| HU1 | - | Número do problema de usabilidade – Descrição. | (Im- |
| Visibili- | | pacto/Persistência) | |
| dade do | | 1 – O aplicativo não oferece nenhum tipo de <i>feedback</i> ao usuário na tela | |
| status do | | de pesquisa integrada. (3/1) | |
| sistema | | 2 – O aplicativo não oferece nenhum tipo de <i>feedback</i> ao usuário. (3/3) | |

Obs: as tarefas abaixo são indicadas para serem realizadas para que sejam analisadas algumas das principais funcionalidades das aplicações, o avaliador deve utilizar a maior quantidade de funcionalidades disponíveis na aplicação para finalizar a avaliação heurística. Pesquisa Textual:

- Buscar um termo na pesquisa integrada;
- navegar em cada base verificando se o resultado é condizente, ou seja, que o termo é de fato levado para cada busca específica;
- buscar um acórdão na base de acórdão;
- filtrar as buscas pelo formulário inicial na base de acórdãos, preenchendo todos os campos de uma vez, e uma vez em cada campo;
- verificar a consistência dos nomes dos campos e botões;
- filtrar as buscas com os filtros disponíveis no resultado de pesquisa;
- utilizar as exportações;
- reordenar o resultado de pesquisa;
- utilizar botões de navegação presentes para retornar páginas;
- verificar se durante o carregamento de dados existe o *feedback* de aguardar os dados (*spinner*);

A Tabela de Resultados

Todos os resultados foram organizados em uma tabela compartilhada, que contém as seguintes colunas:

- Número de identificação para cada erro encontrado;
- Localização do erro, ou seja, em qual tela se encontra;

- Descrição do erro;
- Heurística associada ao erro;
- Fatores de severidade em 3 colunas: frequência, impacto e persistência;
- Medida de severidade composta pela média dos fatores envolvidos;
- Descrição da solução proposta para a correção do erro.

Para evitar a computação de múltiplos erros, associamos a taxa de frequência a quantos avaliadores encontraram a falha. Aplicamos zero para falhas que apenas um avaliador encontrou e 3 para falhas que os 4 avaliadores encontraram. A escolha do índice zero é uma adequação aos outros índices dos fatores de severidade. É perceptível que a maioria dos erros foram encontrados pelo especialista de experiência do usuário.

Heurísticas

As heurísticas utilizadas na avaliação são baseadas nas de Jakob Nielsen[5], e se resumem ao conjunto apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Identificação de Heurísticas

| Identificação | Heurística |
|---------------|--|
| UH1 | Estética e design minimalista |
| UH2 | Compatibilidade entre o sistema e o mundo real |
| UH3 | Reconhecimento ao invés de memorização |
| UH4 | Consistência e padronização |
| UH5 | Visibilidade do estado do sistema |
| UH6 | Controle e liberdade do usuário |
| UH7 | Atalhos para eficiência e flexibilidade de uso |
| UH8 | Assistência aos usuários para reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros |
| UH9 | Prevenção de erros |
| UH10 | Ajuda e documentação |

Taxas de Severidade

Analisando as taxas de severidade baseadas nas variáveis frequência, impacto e persistência, foram definidos valores e uma medida para cada:

- **Frequência:** Estimada de acordo com o número de usuários que encontrarão o problema.

- 0 = O problema não é identificado pelo usuário;
- 1 = Somente alguns usuários identificam o problema;
- 2 = Boa parte dos usuários encontram o problema;
- 3 = O problema é experimentado pela maioria dos usuários.

- **Impacto:** Dificuldade que o problema causa aos usuários.

- 0 = O problema não causa dificuldade ao usuário;
- 1 = O problema gera dificuldade simples de ser contornada;
- 2 = O problema causa dificuldade na realização da ação;
- 3 = O problema impossibilita a realização da ação.

- **Persistência:** É um problema que só será experimentado uma vez ou será problema recorrente?

- 0 = O problema não é percebido pelo usuário;
- 1 = O problema é desconsiderado pelo usuário;
- 2 = O problema será experimentado frequentemente;
- 3 = O problema ocorrerá em todos os casos.

No modelo de avaliação utilizado, foi estabelecida uma escala de severidade a partir da escala única de Nielsen, porém foi definida como a média entre as taxas de frequência, impacto e persistência. Para isso foi necessário readaptar a escala retirando aquilo que não é problema de usabilidade.

0 = problema meramente cosmético - corrigir apenas se houver tempo de sobra no projeto

1 = problema menor de usabilidade - baixa prioridade de resolução

2 = problema maior de usabilidade - importante de ser corrigido, tem alta prioridade de resolução

3 = catástrofe de usabilidade - deve ser corrigido antes da entrega do produto.

4.2 Questões de Pesquisa

Este trabalho tem o intuito de executar uma avaliação heurística para melhorias do sistema em avaliação, validação do conjunto de heurísticas em sua aplicação. Para atingir o objetivo desse trabalho foram definidas as seguintes questões de pesquisa, conforme apresentado na Tabela 4.4.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e as respostas às questões de pesquisa.

Tabela 4.4: Questões de Pesquisa (QP) e motivação para cada QP

| Questões de Pesquisa (QP) | Motivação |
|---|---|
| QP.1. Quais são os possíveis erros de usabilidade em um sistema desenvolvido usando princípios de <i>Design Thinking</i> e aplicando metodologia Ágil? | Identificar possíveis falhas de usabilidade em um sistema projetado com foco no ser humano. |
| QP.2. Qual é a severidade dos erros encontrados? | Perceber a gravidade dos problemas encontrados, e se são impeditivos para o usuário. |
| QP.3. Os erros encontrados são corrigíveis? | Estimar as dificuldades de correção nos erros encontrados. |

Capítulo 5

Resultados Obtidos e Análise

Este Capítulo apresenta o resultado deste trabalho, respondendo as questões de pesquisa que foram definidas.

5.1 QP.1. Quais são os possíveis erros de usabilidade em um sistema desenvolvido usando princípios de *Design Thinking* e aplicando metodologia Ágil?

O sistema avaliado neste trabalho foi projetado, planejado e desenvolvido seguindo a metodologia ágil e princípios de Design Thinking. Prototipação, testes com o usuário e entrevistas são algumas das ferramentas aplicadas pelos designers de experiência de usuário e interface neste projeto. Os resultados obtidos com a avaliação conduzida podem ser visualizados na Figura 5.1.

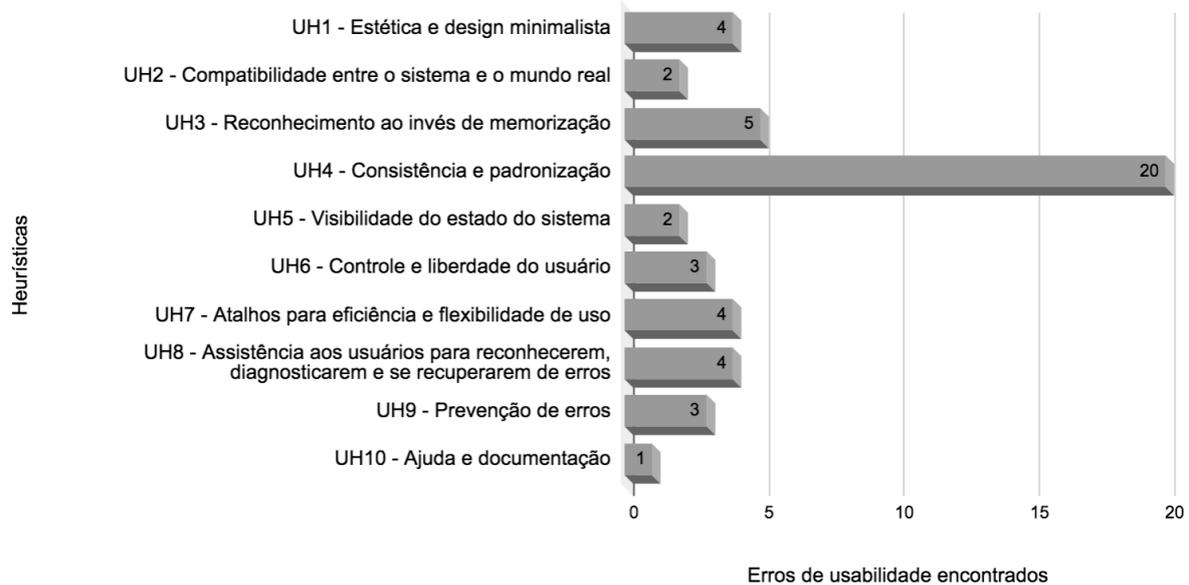


Figura 5.1: Número de falhas encontradas por heurística de usabilidade

O sistema é composto por 59 telas e o número de falhas encontradas é 49, portanto, a quantidade de falhas é inferior a quantidade de telas no sistema. O sistema apresenta um índice de falhas proporcional ao seu tamanho, inferior a 1 erro por tela.

Grande parte das falhas trata de uma ruptura na padronização e consistência, indicada pela heurística UH4. Porém, se concentram na taxa de baixa severidade, ou seja, mesmo com uma grande taxa de erros por consistência e padronização, estes não costumam ser muito impactantes na experiência do usuário.

As duas falhas encontradas que caracterizam uma catástrofe de usabilidade representam a heurística de usabilidade UH8 - Assistência aos usuários para reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros. Percebe-se então que quando um erro é associado a ruptura desta heurística, geralmente este erro tem um impacto significativo na execução de uma determinada tarefa pelo usuário.

Na avaliação conduzida neste trabalho, além de associar o erro a uma heurística, descrevemos o erro em relação a sua funcionalidade e localização. Ao agrupar por localização, ou seja, por tela, obtemos a Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Erros por página

| Página | Erros |
|--|--------------|
| Ajuda | 1 |
| Documentos e Pesquisas Favoritas | 1 |
| Documentos Favoritos | 1 |
| Download arquivo Atas das Sessões | 1 |
| Fale Conosco | 1 |
| Favoritar pesquisas | 1 |
| Formulário Acórdãos | 2 |
| Formulário Atas das Sessões | 1 |
| Formulário Atos de Pessoal | 1 |
| Formulário Atos Normativos | 3 |
| Formulário Jurisprudência Seleccionada | 2 |
| Formulário Respostas a Consultas | 2 |
| Formulário Súmulas | 1 |
| Formulários pesquisas específicas | 2 |
| Label (placeholder) dos campos de pesquisa livre | 1 |
| Limpar formulário | 1 |
| Pesquisa Atos de Pessoal | 1 |
| Pesquisa Integrada | 1 |
| Pesquisa Integrada (Campo de Busca) | 1 |
| Pesquisa Integrada (Homepage) | 6 |
| Pesquisa Integrada (Resultados) | 7 |
| Pesquisa Processos (Formulário Administrativos) | 1 |
| Pesquisa Publicações (Resultados) | 1 |
| Questões de Ordem (Documento Detalhado) | 1 |
| Resultado Pesquisa CNPJ | 2 |
| Resultado Pesquisa CPF | 1 |
| Resultados das Pesquisas | 2 |
| Tela com Resultados de Pesquisas Específicas | 1 |
| Tela Pesquisas Favoritas | 1 |
| URL | 1 |
| Total de Erros Encontrados | 49 |

5.2 QP.2. Qual é a severidade dos erros encontrados?

Na metodologia foi estabelecida uma escala única para categorizar severidade, baseada nos atributos: frequência, impacto e persistência.

Na avaliação aqui apresentada, a taxa de frequência reflete a quantidade de avaliadores que notaram a falha, e os resultados mostram que 29 dentre os 49 erros foram percebidos por ao menos dois avaliadores, conforme apresentado no gráfico 5.2

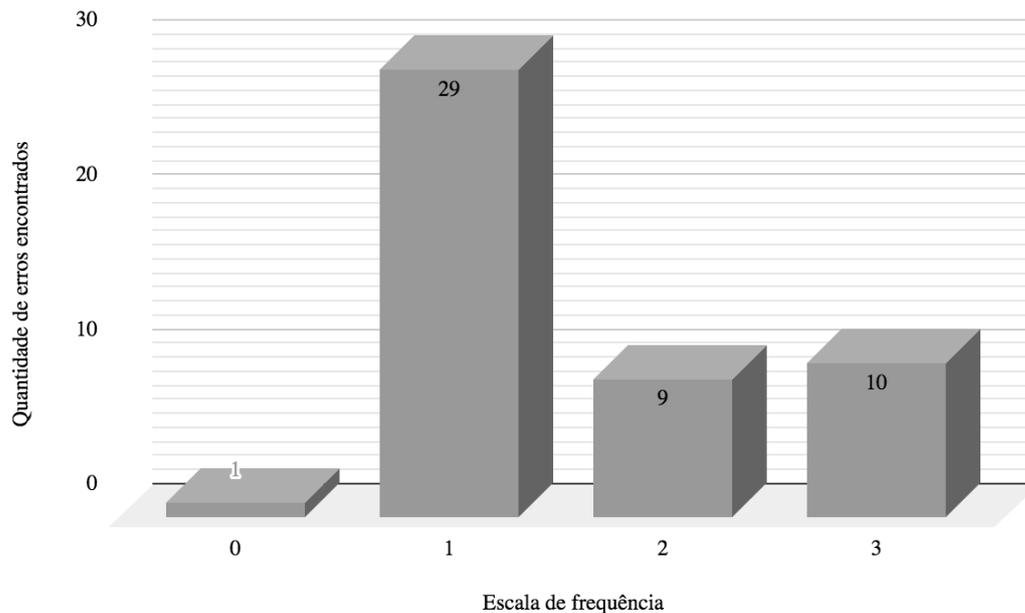


Figura 5.2: Quantidade de problemas encontrados por taxa de Frequência.

A taxa de impacto é o fator de severidade que define se um problema de usabilidade impede o usuário de concluir uma tarefa, representada pelo índice abaixo:

- 0** = O problema não causa dificuldade ao usuário;
- 1** = O problema gera dificuldade simples de ser contornada;
- 2** = O problema causa dificuldade na realização da ação;
- 3** = O problema impossibilita a realização da ação.

O trabalho mostra que apesar dos erros encontrados prejudicarem a usabilidade, não são um obstáculo na maioria dos casos. Conforme apresentado no gráfico 5.3, os erros podem causar dificuldade ao usuário, mas a maioria dos erros são classificados como não causam nenhuma dificuldade, ou dificuldades simples de ser contornadas.

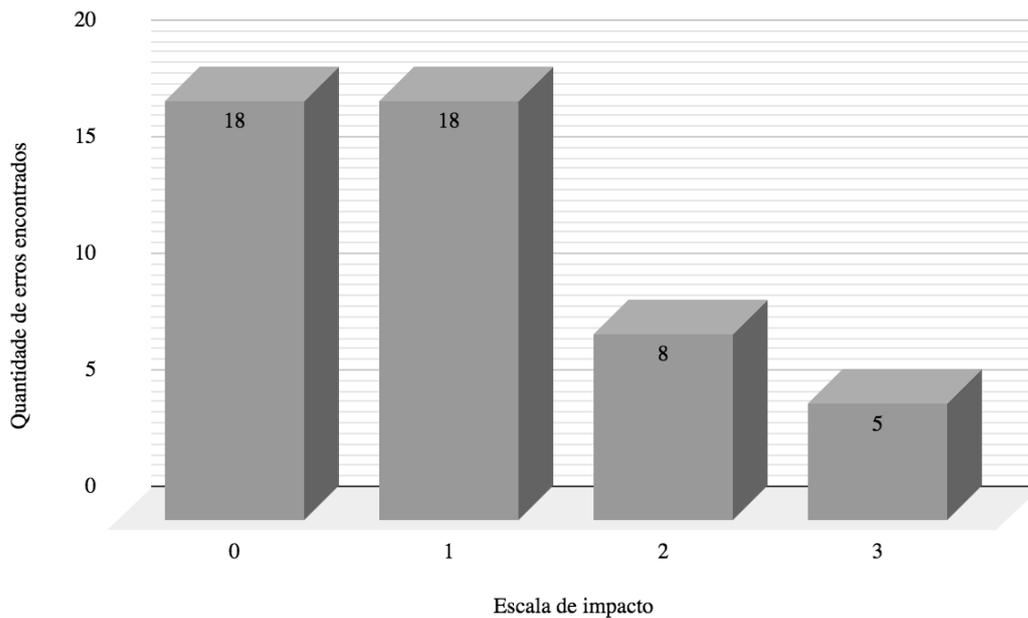


Figura 5.3: Quantidade de falhas encontradas por taxa de Impacto.

Podemos concluir que um design focado na experiência de usuário facilita a aplicação de uma interface amigável ao usuário, onde existem erros, mas raramente influenciam negativamente a conclusão de uma tarefa.

Ao observarmos a taxa de persistência, a maior taxa de erros pertence àqueles que são frequentemente experienciados por usuários, neste caso, pelos avaliadores, conforme apresentado no gráfico 5.4. A taxa de persistência reflete quanto um erro aparece quando executando a mesma tarefa, se ele passa despercebido, se ele é desconsiderado, se ele aparece frequentemente ou se ocorre sempre, conforme apresentado no índice abaixo:

- 0** = O problema não é percebido pelo usuário;
- 1** = O problema é desconsiderado pelo usuário;
- 2** = O problema será experimentado frequentemente;
- 3** = O problema ocorrerá em todos os casos.

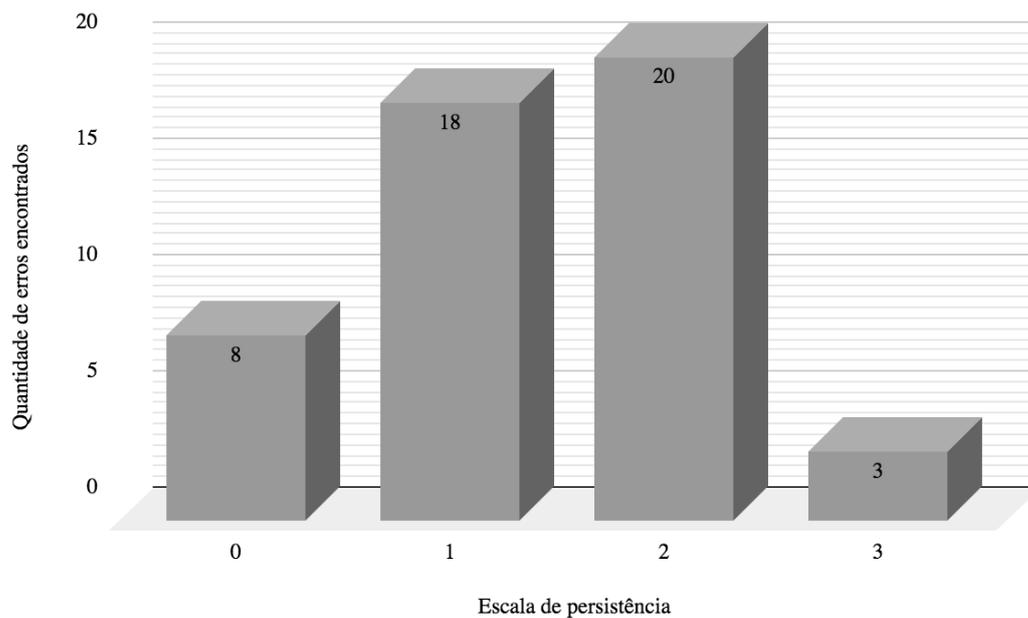


Figura 5.4: Quantidade de problemas encontrados por taxa de Persistência.

Combinando estes 3 fatores em uma única escala de severidade, o gráfico 5.5 apresenta quantos erros foram encontrados associados a esta escala.

As catástrofes encontradas impedem diretamente o usuário de concluir uma ação evidente. Os erros encontrados que configuram uma catástrofe são ambos representação da UH8, onde houve um erro do sistema e a notificação do erro não foi apresentada ao usuário.

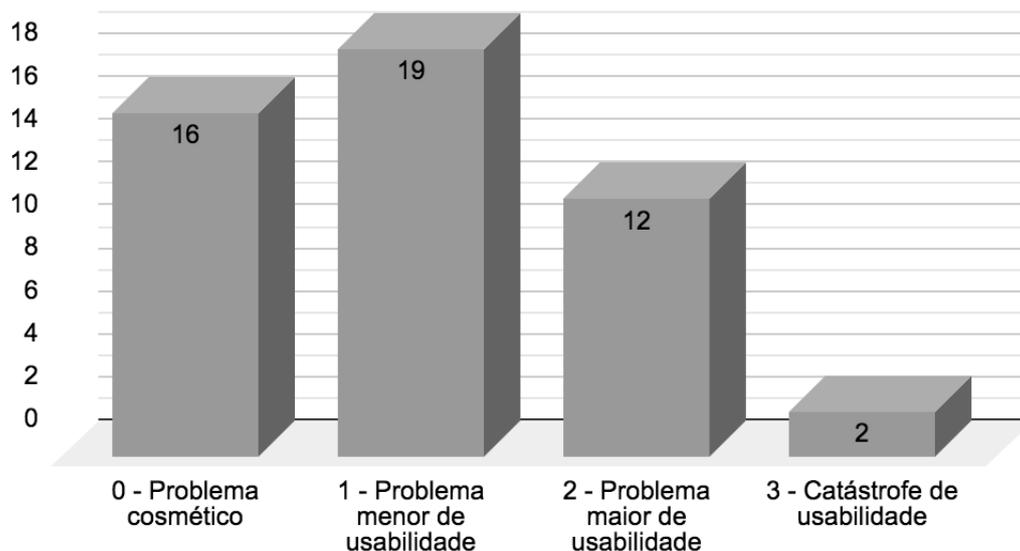


Figura 5.5: Quantidade de problemas encontrados por taxa de severidade

5.3 QP.3. Os erros encontrados são corrigíveis?

Este trabalho põe em evidência um conceito comum de qualidade de software: não existem produtos sem falha. A intenção de conduzir esta avaliação era melhorar a qualidade do software, e pela categorização dos erros encontrados, facilitar o planejamento das correções.

A avaliação levou a equipe a corrigir falhas catastróficas prioritariamente. Em uma semana ambas as falhas catastróficas já haviam sido corrigidas. Em duas semanas, 9 erros já haviam sido reparados. 40 dias após o fim da avaliação, 43 falhas das 49 encontradas haviam sido corrigidas. Os prazos encontrados para correção podem contribuir para trabalhos futuros.

É perceptível que apesar das muitas falhas de alta prioridade, as de baixa prioridade são mais simples de resolver. Como as correções eram atribuídas a vários membros da equipe de desenvolvimento, ocorreram correções paralelas, que resultaram na resolução de falhas menores antes das maiores.

5.4 Discussão dos Resultados da Avaliação Heurística

Os resultados obtidos evidenciam que um sistema planejado com a abordagem focada na experiência de usuário contém erros, porém a quantidade destes é relativamente baixa quando comparada ao tamanho do sistema.

As falhas de consistência e padronização (UH4) são as mais presentes na avaliação, porém, caracterizam falhas de menor impacto para o usuário, apresentando uma relação maior com estética do que com funcionalidade.

As falhas catastróficas estão associadas a heurística UH8 - Assistência aos usuários para reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros, comprovando que esta heurística é fundamental no uso do sistema. A falta de aplicação correta desta heurística pode comprometer o uso, a ponto de impedir o usuário de concluir uma tarefa.

5.5 Ameaças à validade

A avaliação realizada neste trabalho teve como limitação a quantidade de especialistas envolvidos e o prazo para a conclusão da avaliação, pois havia a urgência de corrigir os erros em um sistema que já estava em ambiente de produção, disponível para uso externo e interno pelos usuários.

Outra limitação foi a avaliação ter sido conduzida por profissionais da área de Tecnologia da Informação, sendo que o sistema é de documentos legais, ou seja, nem a linguagem nem as funcionalidades do sistema são comumente usadas pelos avaliadores. Também por serem desenvolvedores do sistema, os avaliadores podem ter apresentado viés tendencioso na avaliação. Para mitigar essa ameaça, sugerimos uma segunda avaliação executada por outro conjunto de especialistas para comparação, verificando se as falhas encontradas pelos especialistas de TI seriam as mesmas de outros avaliadores.

Capítulo 6

Conclusões

A avaliação heurística proporciona uma facilidade para encontrar erros que passam despercebidos por desenvolvedores. O sistema já havia sido lançado quando a avaliação foi realizada, mas ainda continha erros que não foram reportados e só seriam percebidos pelo retorno do usuário. É importante frisar que o sistema foca em documentos legais, majoritariamente compostos de informações relacionadas a lei, em uma linguagem não comumente usada por desenvolvedores.

Quando testando seu próprio produto, se você não está familiarizado com o real objetivo do sistema, é comum não perceber erros encontrados por usuários interessados nestas informações específicas. Uma avaliação heurística permite que a equipe de desenvolvimento navegue com outra perspectiva. Seguindo um roteiro composto por tarefas que usualmente são realizadas naquele sistema, combinado com diretrizes providas pelas heurísticas, se torna possível perceber falhas negligenciadas durante o processo de desenvolvimento.

O tamanho do sistema avaliado justifica a quantidade de erros encontrados. Apesar do design do sistema ser criado usando princípios do *Design Thinking*, não há produto impecável. Um único especialista de experiência de usuário não é suficiente para encontrar todos os problemas, existe a necessidade de reunir um grupo de especialistas.

A avaliação conduzida contribui para a manutenção do produto, fornecendo aos desenvolvedores uma descrição clara da falha, tornando o sistema projetado continuamente mais eficaz. Foram encontrados 49 erros e, para a correção destes, aplicadas estratégias de prioridade baseada na severidade de cada, mas também no tempo de correção. O resultado foi um sistema mais robusto e intuitivo.

Para trabalhos futuros, o conjunto de heurísticas aplicados a este estudo deve ser validado por outros especialistas, assim como as escalas de severidade. É também importante aplicar os métodos aqui definidos em outras ferramentas de busca para assegurar a eficácia da metodologia.

Referências

- [1] Barbosa, Simone Diniz Junqueira e Bruno Santana da Silva: *Design da interação humano-computador com molic.* Em *Companion Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '14*, páginas 79–80, Porto Alegre, Brazil, Brazil, 2014. Sociedade Brasileira de Computação. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2738165.2738199>. 1
- [2] Hearst, Marti A.: *Search User Interfaces*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 1st edição, 2009, ISBN 0521113792, 9780521113793. 1
- [3] Kalbach, J.: *Designing Web Navigation*. O'Reilly Media, 2007, ISBN 9780596528102. <https://books.google.com.br/books?id=cPpSAAAAMAAJ>. 1
- [4] Barbosa, Simone Diniz Junqueira e Bruno da Silva: *Interação Humano-Computador*. Editora Campus. Elsevier, 2010, ISBN 9788535234183. <https://books.google.com.br/books?id=iTa8cQAACAAJ>. 1
- [5] Nielsen, Jakob: *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1993, ISBN 0125184050. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 19
- [6] Costa, Ruyther Parente da, Edna Dias Canedo, Rafael Timóteo de Sousa Júnior, Robson de Oliveira Albuquerque e Luis Javier García-Villalba: *Set of usability heuristics for quality assessment of mobile applications on smartphones*. IEEE Access, 7:116145–116161, 2019. 2, 3, 17
- [7] Dourado, Marcos Antonio Durães e Edna Dias Canedo: *Usability heuristics for mobile applications - A systematic review*. Em *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2018, Funchal, Madeira, Portugal, March 21-24, 2018, Volume 2.*, páginas 483–494, 2018. <https://doi.org/10.5220/0006781404830494>. 2, 3, 5, 6
- [8] Hix, Deborah, H. Rex Hartson e Jakob Nielsen: *A taxonomic model for developing high impact formative usability evaluation methods*. Em *CHI Conference Companion*, páginas 464–465. ACM, 1994. 5, 6
- [9] Nielsen, Jakob: *10 usability heuristics for user interface design*. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 17-06-2019. 6
- [10] Hertzum, Morten: *Problem prioritization in usability evaluation: From severity assessments toward impact on design*. Int. J. Hum. Comput. Interaction, 21:125–146, novembro 2006. 7

- [11] Karat, Claire Marie, Robert Campbell e Tarra Fiegel: *Comparison of empirical testing and walkthrough methods in user interface evaluation*. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '92, páginas 397–404, New York, NY, USA, 1992. ACM, ISBN 0-89791-513-5. <http://doi.acm.org/10.1145/142750.142873>. 7
- [12] Bevan, Nigel, Jim Carter, Jonathan Earthy, Thomas Geis e Susan Harker: *New iso standards for usability, usability reports and usability measures*. Volume 9731, páginas 268–278, julho 2016, ISBN 978-3-319-39509-8. 8
- [13] União, Tribunal de Contas da: *Tribunal de contas da união*. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br>. Acesso em: 30-09-2019. 10