



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Tecnologia



DIEGO DE CAMARGO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM *DASHBOARD* USANDO
CONCEITOS DE USABILIDADE E VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO**

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A DASHBOARD USING USABILITY
CONCEPTS AND VISUALIZATION OF INFORMATION**

Limeira

2021

DIEGO DE CAMARGO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM *DASHBOARD* USANDO
CONCEITOS DE USABILIDADE E VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos exigidos para a obtenção
do título de Mestre em Tecnologia, na área de
Sistemas de Informação e Comunicação.

Orientadora: Prof^a Dra. Regina Lúcia de Oliveira Moraes

Coorientadora: Prof^a Dra. Tânia Basso

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO
DIEGO DE CAMARGO, E ORIENTADA PELA
PROF(A). DR(A). REGINA LÚCIA DE OLIVEIRA MORAES

Limeira

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Tecnologia
Felipe de Souza Bueno - CRB 8/8577

C14d Camargo, Diego de, 1982-
Desenvolvimento e avaliação de um *dashboard* usando conceitos de usabilidade e visualização de informação / Diego de Camargo. – Limeira, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Regina Lúcia de Oliveira Moraes.
Coorientador: Tânia Basso.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Design centrado no usuário. 2. Visualização da informação. 3. Dashboards (Sistemas de informação gerencial). 4. Software - Confiabilidade. I. Moraes, Regina Lúcia de Oliveira, 1956-. II. Basso, Tânia, 1981-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Tecnologia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Development and evaluation of a dashboard using usability concepts and visualization information

Palavras-chave em inglês:

User-centered system design

Information visualization

Dashboards (Management information systems)

Computer software - Reliability

Área de concentração: Sistemas de Informação e Comunicação

Titulação: Mestre em Tecnologia

Banca examinadora:

Tânia Basso [Coorientador]

Celmar Guimarães da Silva

Rodrigo Bonacin

Data de defesa: 11-11-2021

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-3164-5111>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/1906453561233172>

FOLHA DE APROVAÇÃO

Abaixo se apresentam os membros da comissão julgadora da sessão pública de defesa de dissertação para o Título de DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM *DASHBOARD* USANDO CONCEITOS DE USABILIDADE E VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO em Tecnologia na área de concentração de AB - Sistemas de Informação e Comunicação, a que submeteu o aluno Diego de Camargo, em 11 de novembro de 2021 na Faculdade de Tecnologia- FT/ UNICAMP, em Limeira/SP.

Prof. (a). Dr (a) Tânia Basso

Presidente da Comissão Julgadora

Prof. Dr. Celmar Guimaraes da Silva

Unicamp Faculdade de Tecnologia

Prof. Dr. Rodrigo Bonacin

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer/ Campinas

Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós Graduação da FT.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Enila, minha filha Laura, presentes em todos os momentos, sem os quais eu não chegaria até aqui.

Aos meus pais Luiz Carlos e Ana Maria e aos meus irmãos Luis Carlos (*in memoriam*) e Leandro pelo incentivo e apoio.

Às minhas orientadoras Regina e Tânia, por todas as lições aprendidas e paciência.

Ao meu grande amigo Alberto Araújo (*in memoriam*) pelo incentivo e por acreditar para que eu chegasse até aqui.

A todos os participantes dos testes e avaliações do projeto ATMOSPHERE e aos meus amigos de trabalho e suas fundamentais contribuições para a consolidação dessa dissertação.

À FUNDEP pelo financiamento de bolsa de estudos que me ajudou com os custeios.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Grandes volumes de informações são gerados por dispositivos conectados à internet e isso faz com que o armazenamento e entendimento dessas informações sejam dificultados, comprometendo tempo, mão de obra especializada e atualizações. Nesse cenário surgem os conceitos de *Big Data* que estuda como tratar, analisar e obter informações a partir de grandes volumes de dados, e *mineração de dados*, que é um processo para explorar esses dados. Para apresentar essas informações de forma organizada e concisa, os *dashboards* se apresentam como ferramentas de *Business Intelligence* - BI, exibindo, de forma prática, clara e objetiva, as informações consolidadas a partir do cruzamento dos dados mais relevantes. No entanto, é preciso que haja um design que balanceie e organize as informações a serem apresentadas por um *dashboard*, pois a apresentação de um número muito grande de informações pode confundir o usuário, enquanto que um número muito reduzido pode ser insuficiente para a tomada de decisões. Assim, técnicas para prover boa usabilidade e visualização de informação podem ser usadas para que o *dashboard* contenha as informações necessárias para os usuários, auxiliando-os a obter um bom entendimento. Nesse projeto de pesquisa foram estudadas as técnicas de avaliação de usabilidade e heurísticas de visualização de informação em interfaces que foram aplicadas ao *dashboard* de medidas de confiança (*trustworthiness*, em inglês), para serem desenvolvidos com boa qualidade visual e com as informações necessárias para os usuários. Foi desenvolvido um *dashboard* como prova de conceito e sua validação foi feita no âmbito de um projeto que visa identificar e melhorar a confiança de aplicações executadas em uma plataforma de computação em nuvem que tem como principal objetivo a análise de grandes volumes de dados. Posteriormente, para avaliar o *dashboard* desenvolvido, as heurísticas de usabilidade e visualização de informação também foram utilizadas, tendo sido realizados testes com usuários durante a execução de uma aplicação apoiada pelo *dashboard*. Os resultados das avaliações e dos testes contribuíram para melhorias do *dashboard*, gerando novas versões. Dessa maneira, essa pesquisa tem ênfase no estudo de Interface Humano Computador (IHC) para *dashboards* no contexto de *Big Data* e medidas de confiança contribuindo para aprimorar o processo de

design de *dashboards* com melhor usabilidade e uma boa visualização de informação.

Palavras-chave: usabilidade, visualização de informação, *dashboard*, confiança em sistemas.

ABSTRACT

Large volumes of information are generated by devices connected to the internet and this makes the storage and understanding of this information difficult, compromising time, specialized labor and updates. In this scenario, the concepts of Big Data, which study how to treat, analyze and obtain information from large volumes of data, and data mining, which is the process of exploring these data, arise. To present this information in an organized and concise manner, dashboards appear as Business Intelligence - BI tools, displaying, in a practical, clear and objective way, the consolidated information from the crossing of the most relevant data. However, it must be a design that balances and organizes the information to be presented by a dashboard, since the presentation of a very large amount of information can confuse the user, while a very small amount may be insufficient for decision making. Thus, techniques to provide good usability and visualization of information can be used so that the dashboard contains the necessary information for users, helping them to obtain a good understanding. In this research project, usability evaluation techniques and heuristics of information visualization in interfaces applied to trustworthiness dashboards were studied, so that they are developed with good visual quality and with the necessary information for users. A dashboard was developed as a proof of concept and its validation was carried out as part of a project that aims to identify and improve the trustworthiness of applications running on a cloud computing platform whose main objective is the analysis of large volumes of data. Subsequently, to evaluate the developed dashboard, the heuristics of usability and information visualization were also used and tests were carried out with users during the execution of an application supported by the dashboard. The results of the evaluations and tests contributed to improvements in the dashboard, generating new versions. Thus, this research has an emphasis on the study of Human Computer Interface (IHC) for dashboards in the context of Big Data and trustworthiness measures, contributing to improve the dashboard design process with better usability and good information visualization.

Keywords: usability, information visualization, dashboard, system trustworthiness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo genérico de qualidade LSP	33
Figura 2. Plataforma de monitoramento e avaliação de confiança e privacidade (adaptada de Basso et al., 2019)	53
Figura 3. Instância do Modelo de Qualidade para medidas de privacidade, Basso et al. (2018)	56
Figura 4. Instância do Modelo de Qualidade para medidas de Gerenciamento de Dados, Basso et al. (2018)	57
Figura 5. Exemplo de agregação de propriedades para calcular a pontuação de <i>Trustworthiness</i> do Sistema, Basso et al. (2018)	58
Figura 6. <i>Dashboard</i> , tela principal (primeira versão)	61
Figura 7. <i>Dashboard</i> , tela de detalhamento (primeira versão)	64
Figura 8. Processo de desenvolvimento e avaliação do <i>dashboard</i>	70
Figura 9. Resultados da avaliação (questão de 4 pontos)	75
Figura 10. Resultados da avaliação (questão de 5 pontos)	76
Figura 11. <i>Dashboard</i> aprimorado com base na avaliação	79
Figura 12. Estrutura Hierárquica em Árvore	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Detalhamento da seleção de trabalhos relacionados	36
Tabela 2. Ferramentas de BI para desenvolvimento do <i>dashboard</i>	52
Tabela 3. Tabela de Requisitos e Técnicas Empregadas	65
Tabela 4. Perfil usuários segundo sprint	72
Tabela 5. Conhecimento de TI usuários segundo sprint	73
Tabela 6. Resultados da avaliação (questão de 4 pontos)	74
Tabela 7. Resultados da avaliação (questão de 5 pontos)	76
Tabela 8. Resultados da avaliação (teste do usuário perguntas de 2 pontos)	77
Tabela 9. Percentual de Problemas na avaliação com base nos comentários dos usuários	77
Tabela 10. Otimização de consulta para melhoria da visualização do gráfico	78
Tabela 11. Melhorias do <i>dashboard</i>	81

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice I - Pesquisa de usabilidade do <i>dashboard</i> do projeto ATMOSPHERE	93
Apêndice II - Questionário perfil do entrevistado	95
Apêndice III - Documento de Contextualização	96
Apêndice IV - <i>Quality Model</i>	97

SUMÁRIO

Capítulo 1. Introdução	14
1.1 Motivação	15
1.2 Objetivos	16
1.3 Contribuições	17
1.4 Organização do Trabalho	18
Capítulo 2. Referencial Teórico	19
2.1 Usabilidade de Interfaces	19
2.2 Métodos de inspeção	20
2.2.1 Heurísticas de Nielsen	21
2.3 Testes com usuários	23
2.4 Visualização de Informação	24
2.4.1 Modelo de Referência	25
2.4.2 Representação visual, critérios de avaliação	27
2.4.3 Transparência dos dados, critérios de avaliação	28
2.4.4 Mecanismos de interação, critérios de avaliação	28
2.4.5 Avaliação de Heurísticas de Visualização de Informação	29
2.5 Confiança de serviços e aplicações	31
2.6 Modelo de Qualidade	32
2.7 Considerações Finais do Capítulo	34
Capítulo 3. Revisão da Literatura	35
3.1 Método de Seleção de trabalhos relacionados	35
3.2 Trabalhos Relacionados	37
3.3 <i>Dashboards</i> e suas aplicações	37
3.4 Tecnologias e ferramentas para desenvolvimento de <i>dashboards</i>	40
3.5 A importância da Usabilidade e Visualização de Informação no Desenvolvimento do <i>Dashboard</i>	42
3.6 <i>Dashboards</i> e avaliação da usabilidade	43
3.7 Considerações Finais do Capítulo	45
Capítulo 4. Pesquisa e Desenvolvimento do <i>Dashboard</i>	47
4.1 Requisitos para desenvolvimento do <i>Dashboard</i>	48
4.1.1 Ponto de vista empresarial	48
4.1.2 Ponto de vista computacional	48
4.1.3 Ponto de vista da informação exibida pelo <i>dashboard</i>	49

4.1.4 Ponto de vista de engenharia	50
4.1.5 Ponto de vista tecnológico	50
4.2 Escolha de Ferramenta de Apoio ao Desenvolvimento do <i>Dashboard</i>	50
4.3 O <i>Dashboard</i> na Plataforma do ATMOSPHERE	52
4.4 <i>Dashboard</i> e Modelo de Qualidade	54
4.5 <i>Design</i> Rationale para Construção do <i>Dashboard</i>	59
4.6 Considerações finais do Capítulo	66
Capítulo 5. Avaliação do <i>Dashboard</i>	67
5.1 Resultados da Avaliação do <i>Dashboard</i>	71
5.2 Melhorias de Usabilidade e Visualização do <i>Dashboard</i>	78
5.3 Considerações Finais do Capítulo	81
Capítulo 6. Conclusões e Trabalhos Futuros	83

Capítulo 1. Introdução

Com a evolução de diversas tecnologias computacionais, da própria internet, das linguagens de programação, surgiram novas áreas da computação. Segundo Canedo (2012), em consequência do desenvolvimento de novas tecnologias nos mais abrangentes campos da computação e a massificação do uso da internet, tem-se disponibilizado aplicativos *web* que podem ser utilizados de forma ubíqua. O desenvolvimento de tecnologias de virtualização viabiliza a venda sob demanda e de forma escalável, de recursos computacionais e infraestrutura tais como servidores, armazenamento, bancos de dados, serviços computacionais em geral, que são capazes de apoiar os aplicativos das empresas. Surge assim, a computação em nuvem (Microsoft, 2019), gerando uma tendência cada vez maior de aplicativos que podem ser utilizados de forma eficiente.

Além do aumento da capacidade computacional, o volume de dados gerados por aplicativos em dispositivos pessoais é cada vez maior. O desafio das organizações é, portanto, armazenar, processar e extrair valor desses dados. Grandes volumes de dados conhecidos como *Big Data* (Oracle, 2019) e técnicas de mineração de dados (Camilo e Silva, 2009), trazem o desafio de armazenar esses dados, sejam eles estruturados ou não, e minerá-los para gerar informações úteis que agreguem valor às empresas. Para que esses dados sejam apresentados de forma organizada e objetiva, existem as ferramentas de *Business Intelligence* (BI), que é um conjunto de processos que têm como foco apresentar a informação certa e entregar a quem possa trabalhar adequadamente com ela (Luhn, 1958), como por exemplo os *dashboards*, que consolidam as informações a partir de cruzamentos dos dados mais relevantes.

Boa parte dos sistemas de gestão tem, como resultado da mineração de dados, relatórios complexos e difíceis de analisar. Isso leva à dificuldade em interpretar os dados e consolidá-los de uma maneira conclusiva. Com um *dashboard* é possível filtrar as informações essenciais para uma análise mais direta e transformá-las em uma comunicação de mais fácil compreensão, apresentando-as visualmente na forma de gráficos e tabelas. Para isso,

entendeu-se que conceitos de usabilidade e visualização de informação devem ser levados em consideração no desenvolvimento desses *dashboards*.

As informações apresentadas de forma adequada são, para qualquer organização, fundamentais para um bom entendimento da empresa e para a tomada de decisões. Todos os usuários que farão uso de um *dashboard* deverão entender, de forma natural, as informações apresentadas.

Além de toda técnica para apresentar as informações, também existe uma grande preocupação em relação à confiança de aplicações que são executadas em um ambiente de computação em nuvem. Como identificar as aplicações mais confiáveis nesse meio? Nesse contexto, o projeto ATMOSPHERE (*Adaptive, Trustworthy, Manageable, Orchestrated, Secure, Privacy-assuring Hybrid, Ecosystem for Resilient Cloud Computing*)¹ é um projeto de pesquisa de colaboração entre universidades e empresas da Europa e do Brasil, cujo objetivo principal é fornecer uma solução para avaliar a confiança (em inglês, *trustworthiness*) das aplicações em nuvem que lidam com grandes volumes de dados, apoiando o desenvolvimento de aplicações em nuvem mais confiáveis.

O *dashboard* apresentado nessa dissertação foi desenvolvido no âmbito do projeto ATMOSPHERE, que proporcionou um ambiente para validar e aprimorar o *dashboard* desenvolvido. Considerando conceitos de usabilidade e visualização de informação, o *dashboard* que foi concebido teve como prerrogativa permitir a visualização de diversos atributos e propriedades que compõem uma pontuação de confiança (tais como segurança, privacidade, transparência, escalabilidade, desempenho, entre outros). Esses atributos e propriedades foram representados em um modelo de qualidade em que diferentes perspectivas são agregadas seguindo uma estrutura hierárquica (em árvore), que deve ser apresentada pelo *dashboard*.

1.1 Motivação

Atualmente, as pessoas querem sistemas mais confiáveis, dinâmicos, de fácil uso e com boa qualidade visual. Contudo, um sistema, para ter todas essas qualidades necessárias, precisa de um planejamento bem criterioso. Sendo

¹ <https://www.atmosphere-eubrazil.eu/>

assim, o desenvolvimento de um sistema precisa ser pensado, particularmente no que se refere ao público alvo e para quais fins será usado. O mesmo ocorre com o desenvolvimento de um *dashboard*.

Segundo Oliveira, Cardoso e Santana (2016), existem estudos que medem a usabilidade de uma interface ou avaliam a aplicação de boas práticas em *dashboards*. Para Oliveira, Cardoso e Santana (2016), Jooste, Van Biljon e Mentz (2014) e Muriithi e Kotzé (2013), o objetivo de um *dashboard* é entregar as informações corretas para o público alvo correto, caso contrário não terá sucesso. Segundo os mesmos autores, as informações bem organizadas e planejadas garantem o sucesso do *dashboard*, quando focam nos interesses do público alvo. Alguns trabalhos (Muriithi e Kotzé, 2013; Jooste, Van Biljon e Mentz, 2014) apresentam *dashboards* com diferentes níveis de aceitação pelos usuários.

Dessa forma, julga-se que as técnicas de avaliação de usabilidade e visualização de informação podem ser exploradas para o desenvolvimento de *dashboards* mais fáceis de usar e mais adequados aos usuários, devendo utilizar os conhecimentos de IHC (Interface Humano Computador) e Visualização de Informação, tanto na fase de desenvolvimento quanto na fase de evolução.

1.2 Objetivos

O objetivo do trabalho é investigar como seria possível aplicar ou aprimorar técnicas existentes de avaliação de usabilidade e heurísticas de visualização de informação para apoiar o desenvolvimento e avaliação da interface de um *dashboard*.

Dessa forma, a proposta deste trabalho é contribuir para que o desenvolvimento de *dashboards* possa ser feito com melhor usabilidade e melhores formas de visualização que atenda ao público desejado. Uma vez selecionadas as informações de interesse, o *dashboard* deve apresentá-las de forma que as informações pertinentes a determinada seleção sejam apresentadas em telas com boa usabilidade, proporcionando uma visão global dessas informações manipuladas pelo sistema computacional.

Além do desenvolvimento, é também objetivo do projeto a validação do *dashboard* no contexto do projeto ATMOSPHERE utilizando-se técnicas de avaliação de interfaces e testes com usuários (integrantes do projeto entre outros usuários técnicos). A ideia é que o *dashboard* seja capaz de apresentar atributos e propriedades de confiança de aplicações em um ambiente de computação em nuvem.

1.3 Contribuições

Tomadores de decisões precisam que as informações sejam apresentadas de forma clara para se obter um fácil entendimento. Um *dashboard* de boa qualidade é um artefato essencial para esse grupo de usuários.

Um *dashboard* é bastante útil para analisar processos e fluxos de atividades, pois permite colocar toda a informação sobre uma operação relacionada a um conjunto de dados, em telas com boa usabilidade e boa visualização de dados. Com isso, é possível identificar falhas, analisar soluções e implementá-las com mais facilidade. Da mesma forma, pode-se usar essa solução para mapear processos, eliminar excesso de atividades e otimizar a produtividade.

Nessa direção, as contribuições do desenvolvimento deste trabalho são:

- o desenvolvimento de um *dashboard* para um ambiente centrado em nuvem, que trate e analise grandes volumes de dados e que considere as heurísticas de usabilidade e heurísticas de visualização de informação durante o desenvolvimento;
- um processo de avaliação de usabilidade de interface do *dashboard* com foco em heurísticas;
- um processo para testes com usuários que reflita as necessidades específicas do público alvo (analistas e usuários de ambientes de análise de grandes volumes de dados);
- uma versão otimizada do *dashboard* cujas melhorias foram baseadas nos resultados obtidos nas avaliações de interface e testes com usuários, para a evolução do artefato.

1.4 Organização do Trabalho

O trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico; a Revisão de Literatura, Trabalhos Relacionados e assuntos correlatos se encontram no Capítulo 3; a Pesquisa e o Desenvolvimento do *dashboard* está no Capítulo 4. No Capítulo 5 é apresentada avaliação do *dashboard* e por fim o Capítulo 6 apresenta as conclusões deste trabalho e indicações para trabalhos futuros. Ainda integram o documento os Apêndices de I a IV, que trazem os documentos que foram utilizados na avaliação com os usuários.

Capítulo 2. Referencial Teórico

Neste capítulo abordamos os assuntos que fundamentam este trabalho. Na Seção 2.1 é abordado o conceito de usabilidade de interfaces e na Seção 2.2 é abordado o conceito de métodos de inspeção, incluindo as Heurísticas de Nielsen. A Seção 2.3 discorre sobre testes com usuários para avaliação de interfaces, utilizadas no estudo de caso para avaliação do *dashboard*. A Seção 2.4 apresenta conceitos sobre visualização de informação, incluindo as heurísticas. Na Seção 2.5 abordamos confiança de serviços e aplicações e na Seção 2.6 modelo de qualidade. Por fim, a Seção 2.7 encerra este capítulo com as considerações finais.

2.1 Usabilidade de Interfaces

Para que uma interface seja considerada com boa usabilidade, o usuário precisa estar satisfeito com a utilização, ou seja, precisa ser uma interface de fácil uso e com bom entendimento.

Na literatura existem vários trabalhos na área de avaliação de usabilidade voltados a aplicativos e websites (Ferreira, 2008; Tanaka, 2010; Oliveira, Cardoso e Santana, 2016; Casare, 2016). A facilidade de usar e aprender sobre esses aplicativos e websites está relacionada ao conceito de usabilidade, gerando, assim, um software com maior nível de qualidade.

A facilidade de aprendizado, facilidade de recordação, eficácia e segurança no uso, fazem com que o software possa ser considerado com boa usabilidade para o usuário, trazendo satisfação em utilizar o sistema. Segundo a ISO (ISO 9241-11, 2018), usabilidade pode ser definida como eficácia da aplicação, eficiência e satisfação do usuário em um contexto de uso específico.

Segundo Ferreira (2008), a usabilidade estuda a relação entre as ferramentas e os seus usuários. Para que uma ferramenta seja eficaz, ela deve permitir que os utilizadores realizem as tarefas desejadas e necessárias da melhor forma possível. O estudo da usabilidade procura a utilização fácil e o mapeamento claro das funcionalidades e dos conteúdos de um sistema interativo.

Prates e Barbosa (2003) afirmam que a qualidade da interface dos sistemas é fundamental para que ele seja bem sucedido. Para se obter interfaces de alta qualidade, é essencial que sejam avaliadas durante o processo de *design*, permitindo assim a identificação e ajustes de problemas de interação ainda na fase de desenvolvimento, tornando o projeto mais barato.

Rocha e Baranauskas (2003) consideram que a avaliação de usabilidade deveria ocorrer durante todo o ciclo de vida de um sistema. Isto significa que se deveria avaliar a usabilidade do sistema desde o início do processo de desenvolvimento para encontrar os problemas de usabilidade e corrigi-los. Para a avaliação de usuário, um método clássico de avaliação de interfaces de um sistema interativo é a avaliação heurística, que consiste em especialistas que avaliam e julgam se o sistema atende a um conjunto de heurísticas predefinidas (Forsell e Johansson, 2010). A avaliação heurística aponta determinados tipos de problemas com base nestas heurísticas (Nielsen e Molich, 1990).

2.2 Métodos de inspeção

Testes de funcionalidade são comuns para averiguar se um sistema se comporta de maneira correta. Além disso, para se avaliar a usabilidade e a conformidade às heurísticas de visualização de informação desse sistema é necessário assegurar que o sistema auxilia adequadamente os usuários nas suas tarefas (Prates e Barbosa, 2003). Existem dois tipos de métodos que podem ser utilizados para a avaliação de usabilidade de interfaces: os métodos de inspeção (ou analíticos) e os métodos empíricos.

Os métodos de inspeção são aqueles em que um ou mais avaliadores examinam a interface, julgando-a em busca de problemas de usabilidade, sem a necessidade de verificar a interação de usuários reais com o sistema (por exemplo, a avaliação com base em heurísticas). Nesse segmento vale ressaltar a avaliação heurística proposta por Nielsen (1994) que é uma técnica de inspeção que ajuda a identificar problemas de usabilidade em uma interface. Uma avaliação heurística pode ser definida como uma revisão de interface, levando em consideração os aspectos da experiência do usuário. Nessa inspeção, especialistas em usabilidade examinam e julgam se cada elemento da interface está de acordo com os princípios de usabilidade (heurísticas).

Para Nielsen (1994), uma avaliação heurística não deve substituir o teste de usabilidade e deve ser conduzida em três fases: Planejamento, Execução e Revisão. No planejamento deve-se ter objetivos claros do que se espera da avaliação, objetivos esses que devem ser definidos antes de iniciá-la. Nesta fase é importante entender exatamente o que precisa ser avaliado. Na fase de execução, define-se uma lista de heurísticas para se utilizar na avaliação. Existem vários modelos que podem ser seguidos, entre eles, o mais conhecido é o de Nielsen (1994), cujas heurísticas foram descritas na Seção 2.3. Após definir as heurísticas, cada especialista analisa individualmente a interface, indicando, em cada problema encontrado, a heurística violada. Na fase de revisão cada especialista gera um relatório apresentável da sua avaliação e compartilha com o restante do time. Os resultados são discutidos e chega-se a um consenso dos problemas a serem reportados.

2.2.1 Heurísticas de Nielsen

Nielsen (1994) define usabilidade como um conjunto de fatores que qualificam a interação do usuário com o software e enfatiza que a facilidade de usar e de aprender são fatores relacionados à usabilidade. Além disso, um bom nível de usabilidade faz com que os objetivos do usuário ao usar o sistema sejam alcançados com eficácia e satisfação. Esse nível de usabilidade pode variar com a experiência do usuário e com o contexto em que se insere o sistema.

Para realizar uma avaliação, uma lista de princípios de usabilidade, chamados heurísticas, são verificados na interface sendo avaliada. Nielsen (1994) apresenta os 10 princípios gerais para *design* de interação. São chamados de heurística porque são regras gerais e não são diretrizes específicas de usabilidade. Resumidamente, essas heurísticas referem-se a:

1. **Visibilidade do status do sistema:** o sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de *feedback* apropriado dentro de um prazo razoável;
2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** o sistema deve falar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, em vez de termos orientados pelo sistema. Deve seguir as

convenções do mundo real, fazendo as informações aparecerem em uma ordem natural e lógica;

3. **Controle do usuário e liberdade:** os usuários geralmente escolhem as funções do sistema por engano e precisarão de uma "saída de emergência" claramente marcada para deixar o estado indesejado sem ter que passar por um diálogo extenso. O sistema deve suportar opções como *desfazer* e *refazer*;
4. **Consistência e padrões:** os usuários não devem se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa. O sistema deve seguir convenções de plataforma;
5. **Prevenção de erros:** ainda melhor do que boas mensagens de erro, a prevenção é um projeto cuidadoso que impede que um problema ocorra em primeiro lugar. O sistema deve eliminar as condições propensas a erros ou verificá-las e apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes de se comprometerem com a ação;
6. **Reconhecimento ao invés de lembrar:** o sistema deve minimizar a carga de memória do usuário, tornando objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. As instruções de uso do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que apropriado;
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** os aceleradores - invisíveis para o usuário novato - podem acelerar a interação do usuário especialista, de modo que o sistema possa atender a usuários inexperientes e experientes. O sistema deve permitir que os usuários personalizem ações frequentes;
8. **Design estético e minimalista:** os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades relevantes de informação e diminui sua visibilidade relativa;
9. **Ajuda para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros:** mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicar precisamente o problema e sugerir de forma construtiva uma solução;

10. **Ajuda e documentação:** mesmo que seja melhor se o sistema puder ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação. Qualquer informação desse tipo deve ser fácil de pesquisar, focada na tarefa do usuário, listar as etapas concretas a serem executadas e não ser muito extensa.

2.3 Testes com usuários

Os testes com usuários, ou testes de usabilidade, é um método empírico, que envolve um grupo de potenciais usuários do sistema. Eles podem ser realizados em ambientes controlados, como em laboratório, ou no ambiente de trabalho. Os testes em ambientes controlados têm como principal vantagem o isolamento de fatores externos ao ambiente, como por exemplo, potenciais interrupções do usuário enquanto o mesmo está executando uma tarefa. Já os testes no próprio ambiente de trabalho, conhecidos como pesquisa de campo, visam exatamente superar esta desvantagem dos testes em ambientes controlados, uma vez que se procura avaliar como a tecnologia é usada em um ambiente real (Prates e Barbosa, 2003).

Também bastante comum é a técnica de questionário, que para Vieira (2009), é a maneira de obter informação, de buscar a opinião do público, de conhecer a satisfação dos clientes/usuários e de medir a aprovação das pessoas em determinada pesquisa.

Outro método de teste com usuários é o *Think Aloud*, que pode ser utilizado durante o teste de usabilidade e, nesse caso, solicita-se ao participante ou usuário real que fale em voz alta o que pensa enquanto usa o sistema; a expectativa é que seus pensamentos indiquem como o participante interpreta cada item da interface (Rocha e Baranauskas, 2003; Nielsen, 2012). É um método que tem muitas vantagens, sendo que dentre elas a mais importante é que os designers descubram como realmente o usuário avalia a interface do software. Também é possível identificar muitos erros e equívocos que a interface causa (Nielsen, 2012).

2.4 Visualização de Informação

O avanço tecnológico vem modificando a maneira como os usuários se comunicam, interagem, obtêm dados e informações e tomam decisões. Nos últimos anos houve um crescimento na quantidade de informações geradas e disponibilizadas aos usuários nos mais diversos domínios de aplicação, gerando um grande volume de dados de diversas origens e formatos.

Um modo de facilitar a análise de dados obtidos pelas aplicações e compreender seu significado é utilizar técnicas de Visualização de Informação (InfoVis). Com essas técnicas é possível reunir milhares de dados em uma imagem e revelar padrões eventualmente ocultos. Estes métodos permitem ao usuário uma visão mais compreensível, sem prejudicar o entendimento do real significado dos dados.

Para Luzzardi (2003), um sistema de InfoVis é um conjunto de uma ou mais técnicas de visualização que geram representações visuais de um ou mais conjuntos de dados. O objetivo destes sistemas é permitir que o usuário analise, interprete e manipule grandes conjuntos de dados com o auxílio de mecanismos de interação. Luzzardi (2003) aborda a InfoVis no contexto de dados hierárquicos e aponta um conjunto de critérios para as representações visuais deste tipo de estruturas, que são: Limitações (devido ao grande volume de informações), Complexidade Cognitiva (dificuldade em interpretar as informações), Organização Espacial (*layout* da representação visual), Codificação de Atributos (codificação das informações em atributos visuais ou com uso de realismo) e Transição entre Estados (problemas decorrentes da exibição de uma nova representação visual).

Ainda que os dados estejam disponíveis em alguma plataforma, o usuário deve encontrá-los com facilidade. O sistema a ser utilizado para publicar os dados deve disponibilizar mecanismos que auxiliem o acesso às informações, atendendo às necessidades dos usuários. Uma boa interface, incluindo os *dashboards*, permite que qualquer utilizador possa compreender rapidamente como interagir com o sistema e melhorar essa interação de forma simples e natural.

Para verificar se os sistemas são úteis, apresentam boa usabilidade, interatividade e se atendem às necessidades dos usuários, especialistas recomendam o uso de avaliações. Para Valiati (2008), um dos métodos de avaliação mais conhecidos e utilizados na análise de interfaces é a avaliação heurística que pode também ser aplicado em sistemas de InfoVis.

2.4.1 Modelo de Referência

A InfoVis é uma área de estudo que tem sido muito explorada para aperfeiçoar algumas funcionalidades dos sistemas em diferentes áreas. A base do InfoVis é representar dados em formato gráfico, para facilitar o entendimento do usuário. Permitir que os usuários interajam diretamente com um gráfico, em um sistema, facilita a interpretação dos dados envolvidos, uma vez que analisar grandes tabelas de dados em formato bruto (letras e números) é uma atividade de alto custo tanto em tempo como em esforço cognitivo (Mazza, 2009).

Para Mazza (2009), a criação de um artefato visual é um processo que pode ser modelado por meio de uma sequência de estágios sucessivos:

1. Pré-processamento e transformações de dados: São os dados brutos que correspondem aos dados localizados em bancos de dados. As fases de pré-processamento e elaboração envolvem a extração dos dados do banco de dados convertendo-os no formato estruturado usado pelo software de visualização.

A fase de pré-processamento deve converter esses dados em um formato tabular. As estruturas de dados também podem ser enriquecidas com informações adicionais ou processamento preliminar. Em particular, operações de filtragem para eliminar dados desnecessários e cálculos para obtenção de novos dados, tais como estatísticas a serem representadas na versão visual, podem ser realizadas; além disso, pode-se adicionar atributos aos dados (também chamados de metadados), podendo ser usados para organizar logicamente os dados tabulados.

2. Mapeamento visual: Os principais problemas deste processo residem na definição de quais estruturas visuais usar para mapear os dados e sua localização na área de exibição. Os dados abstratos não têm necessariamente

uma localização real no espaço físico. Há alguns tipos de dados abstratos que, por sua própria natureza, podem facilmente encontrar uma localização espacial. Deve-se, portanto, definir as estruturas visuais que correspondem aos dados que deseja representar visualmente. Existem três estruturas que devem ser definidas:

- **Substrato espacial:** O substrato espacial define as dimensões no espaço físico onde a representação visual é criada;
- **Elementos gráficos:** Os elementos gráficos são tudo o que aparece no espaço visível. Lá são quatro tipos possíveis de elementos visuais (pontos, linhas, superfícies e volumes);
- **Propriedades gráficas:** São propriedades dos elementos gráficos aos quais a retina do olho humano é muito sensível (por esta razão, eles também são chamados de retina variável). Eles são independentes da posição ocupada por um elemento visual em substrato espacial. As propriedades gráficas mais comuns são: tamanho, orientação, cor, textura e forma. Estes são aplicados aos elementos gráficos e determinam as propriedades do layout visual;

3. Visualizações: As visualizações são o resultado final do processo de geração. Eles são o resultado do mapeamento de estruturas de dados para as estruturas visuais, gerando uma representação visual no espaço físico representado pelo computador.

As visualizações são caracterizadas por um problema inerentemente difícil, como por exemplo, se uma quantidade de dados a ser representado é muito grande para o espaço disponível. Este é um problema que pode ser encontrado com bastante frequência, dado que muitas vezes as situações reais envolvem uma grande quantidade de dados (às vezes até milhões de itens). Nestes casos, quando a área de exibição é muito pequena para suportar visivelmente todos os elementos de uma representação visual, certas técnicas são usadas, incluindo zoom, panorâmica, rolagem, foco e contexto, e lentes mágicas.

2.4.2 Representação visual, critérios de avaliação

Para grandes volumes de dados, há critérios relacionados à representação visual, isto é, técnicas de visualização para representar todo o conjunto de dados em uma única representação. Entretanto, existem situações em que não é possível representar toda informação de forma apropriada, devendo-se o fato a problemas relacionados à oclusão dos dados, à desordem visual ou ao espaço insuficiente para representá-la (Luzzardi, 2003). Sendo assim, as técnicas de visualização podem utilizar alguma forma de limitação, por exemplo, número máximo de elementos de informação, número de níveis de hierarquia ou número máximo de janelas auxiliares.

No caso de limitação de níveis hierárquicos, segundo (Luzzardi, 2003), o mais adequado é permitir que o usuário controle a profundidade máxima da árvore exibida (número de níveis da hierarquia). Além disso, quando há uma grande quantidade de informação a ser exibida, para evitar a sobrecarga da representação visual, pode-se exibir as informações complementares em janelas auxiliares.

Para Valiati (2008), quando ocorrem problemas de oclusão e espaço insuficiente, a técnica de visualização deve disponibilizar recursos interativos que facilitem e auxiliem a análise dos dados (por exemplo, mecanismos de interação, tais como, rotação, *zoom* ou distorção).

O uso de cores também é um recurso para representar visualmente uma informação. Segundo Tufte (2001), o uso de cores em visualizações tem por objetivo medir, rotular, representar ou imitar a realidade, decorar ou animar. Segundo Few (2008), cores diferentes devem ser usadas apenas quando essas cores evidenciarem significados à visualização, auxiliando o usuário na interpretação dos dados.

Para Valiati (2008), o uso de rótulos também ajuda o usuário no processo de análise dos dados, devendo-se inclusive rotular os eixos coordenados X e Y quando os gráficos os utilizarem (Yau, 2010). Além dos eixos, os elementos da visualização também podem estar rotulados, não limitando este critério ao uso de legendas.

2.4.3 Transparência dos dados, critérios de avaliação

Catálogo de Transparência é um conjunto de operacionalizações que guia uma organização na implementação da transparência dos dados pelo fornecimento de informações sobre suas atividades e ações realizadas (Aló, 2009). Foram identificados critérios que contribuem para essa avaliação, de forma a contemplar aspectos relacionados à InfoVis. Os critérios considerados são: ser adaptável, intuitiva, boa usabilidade e ter clareza.

Define-se ser adaptável como a capacidade de modificar de acordo com as situações e necessidades (Aló, 2009). Entende-se que ser adaptável é a capacidade de mudar a visualização de acordo com as necessidades do usuário durante a análise dos dados. Esse critério é aplicado às técnicas com recurso interativo.

O critério de clareza está relacionado à capacidade da visualização de tornar os dados perceptíveis ao usuário, ter a capacidade de ser nítido e de fácil compreensão (Aló, 2009). O objetivo principal da InfoVis e, consequentemente das técnicas de visualização, é facilitar o processo de compreensão dos dados.

Uma visualização é considerada agradável quando o usuário utiliza os recursos interativos da técnica com o mínimo de esforço durante a execução das tarefas, ou seja, é a capacidade de utilização da visualização sem esforço (Aló, 2009).

No contexto da InfoVis, caso a representação visual seja interativa, este critério avalia se a interação do usuário em relação a visualização é intuitiva ou se exige o mínimo de aprendizado para o usuário utilizar estes recursos. Ser intuitivo é a capacidade de ser utilizado sem aprendizado prévio (Aló, 2009).

2.4.4 Mecanismos de interação, critérios de avaliação

Os mecanismos de interação contribuem para que a compreensão dos dados representados seja feita de uma forma mais fácil possível (Viliati, 2008).

Para Luzzardi (2003), as técnicas de visualização devem fornecer mecanismos rápidos e efetivos que permitam ao usuário encontrar e/ou explorar informações através de consultas dinâmicas e eficientes. O autor divide os critérios para mecanismos de interação em interação sobre os dados (busca,

filtragem, poda, expansão e agrupamento) ou sobre as representações dos dados (seleção de objetos, manipulação do ponto de vista, manipulação geométrica, zooming, recuperação de situações anteriores). Já para Yamaguchi (2010), através da filtragem, o usuário pode eliminar os elementos da visualização que não importam no momento da análise.

A técnica de visualização também deve permitir que o usuário selecione os elementos da representação visual. Além disso, a seleção deve ser mantida enquanto o usuário executa as operações necessárias durante o processo de análise e os elementos selecionados devem ser evidenciados dos demais para que o usuário identifique a seleção (Valiati, 2008; Luzzardi, 2003).

2.4.5 Avaliação de Heurísticas de Visualização de Informação

A área de Visualização de Informação é focada no uso de representações visuais de dados com o objetivo de amplificar a cognição do usuário (Mazza, 2009). Para isso, são utilizadas diversas técnicas interativas, que os dados são representados visualmente para o usuário. Durante a construção destas representações visuais, diversos conceitos devem ser levados em consideração, visando facilitar que o usuário extraia informações da maneira mais fácil.

Existem alguns trabalhos na literatura que recomendam o uso de um conjunto de avaliação heurística. Shneiderman (1996) propõe recomendações em um formato de mantra (*Visual Information Seeking Mantra*), que são conceitos que os avaliadores e desenvolvedores constantemente devem se lembrar através da repetição da frase: "visão geral em primeiro lugar (*overview first*), zoom (*zoom*), filtro (*filter*) e detalhes sob demanda (*details-on-demand*)". Segundo o autor, durante o processo de avaliação, o avaliador consegue identificar conceitos que devem estar presentes na visualização. No total, são sete conceitos, incluindo os quatro presentes no mantra: obter uma visão geral de toda a coleção (*overview*); ampliar ou reduzir os itens de interesse (*zoom*); filtro (*filter*); detalhes sob demanda (*details-on-demand*); relacionar (*relate*); histórico (*history*); extrair (*extract*).

Para Oliveira (2017) a avaliação de heurísticas de visualização de informação é um método clássico de avaliação de interfaces de um sistema. A seguir são apresentadas essas heurísticas.

1. **Multidimensionalidade** (permitir visualizar três ou mais dimensões simultaneamente). Caso necessário o sistema deve apresentar diversas dimensões durante a visualização;
2. **Caracterização de Dados** (auxiliar o entendimento do conjunto de dados). O usuário pode identificar os dados importantes, auxiliando-o no processo de entendimento;
3. **Manipulação de Dados** (prover ferramentas tais como filtros e visão de detalhes). O usuário filtra apenas os dados relevantes, ocultando os irrelevantes;
4. **Organização Espacial e Perspectiva** (considerar o layout geral influencia diretamente na facilidade de localizar uma informação na tela). Possibilitar mudança de perspectiva, visualizando todo o conjunto de dados ou aproximando apenas as partes de seu interesse;
5. **Propriedades Visuais** (mapear corretamente os dados na visualização). Utilizar cor, tamanho, formato, posição, entre outras propriedades, para representar dados nominais, ordinais e quantitativos;
6. **Relações entre Dados** (permitir a visualização de relações entre dados). Compreender relações entre os dados, sendo que o sistema deve auxiliar o usuário a visualizar os relacionamentos;
7. **Poluição Visual e Densidade dos Dados** (mostrar apenas informações e elementos relevantes para o usuário). Uso de grande número de cores, contraste e informações irrelevantes pode atrapalhar a leitura dos dados e aumentar a carga de trabalho do usuário;
8. **Equivalência com Mundo Real** (utilizar signos familiares para o usuário). Signos tais como figuras, ícones, códigos, nomes, entre outros, usados na interface devem ser familiares para o usuário;
9. **Ações Visíveis** (tornar visíveis todas as ações possíveis do usuário). As ações que o usuário realizar no sistema devem ser facilmente identificáveis. O sistema deve ser capaz de guiar e auxiliar o usuário, como por exemplo, através da ajuda do sistema;
10. **Consistência** (apresentar coerência entre os elementos da interface). Seguir padrões e consistência entre elementos da interface;
11. **Flexibilidade e Eficiência** (prover aceleradores e outros modos de

customização). Devem estar disponíveis mecanismos de aceleração de tarefas para que, por exemplo, usuários experientes realizem rapidamente uma ação usando atalhos, permitindo maior eficiência na interação com o sistema (concisão na entrada de dados minimiza o caminho para realizar alguma ação);

12. Estado do Sistema e *Feedback* (notificar o usuário sobre o estado do sistema e dar *feedback* em tempo justo). Por exemplo: as ações do usuário devem ter resposta, o sistema deve informar sobre o que está acontecendo;

13. Controle do Usuário (possibilitar controle total do sistema pelo usuário). O usuário deve desfazer ou refazer qualquer ação, o sistema não deve realizar nenhum processo sem a permissão do usuário e deve explicitar ações do usuário;

14. Prevenção de Erros (prevenir que problemas ocorram eliminando as condições passíveis de erro). Não permitir que ocorram erros, não permitir entradas ou comandos inválidos;

15. Correção de Erros (informar o usuário sobre erros ocorridos). Apresentar mensagens claras e meios de corrigi-los, como também as possibilidades disponíveis para corrigir o problema.

2.5 Confiança de serviços e aplicações

A adoção de serviços e aplicações em um ambiente de computação em nuvem tem aumentado rapidamente em todo o mundo. As organizações estão buscando colher diversos benefícios que esses serviços podem oferecer, tais como escalabilidade, rápida implementação e acesso às informações a partir de qualquer lugar. Dessa forma, a segurança da informação e a confiança (em inglês, *trust*) nos serviços baseados em nuvem são preocupações crescentes.

Muitos sistemas hoje em dia são desenvolvidos para trabalhar na nuvem. Sendo assim, esses sistemas, além de ter uma boa usabilidade, precisam ser confiáveis, garantindo a confiança dos servidores e respectivos serviços em relação à segurança na nuvem. Outro desafio para essas aplicações que lidam com dados de serviços em nuvem é a confiança. A confiança é construída com base em garantias, experiências anteriores bem-sucedidas, transparência e

responsabilidades. Ainda há uma escassez de tecnologias para se estabelecer o nível de confiança (em inglês, *trustworthiness*) de aplicativos de nuvem, particularmente os que manipulam grandes volumes de dados (i.e., *Big Data*). A confiança precisa de certificação, verificação e garantia contínuas (ISO/IEC 25000).

A avaliação da confiança requer a coleta contínua de evidências sobre o comportamento do sistema para se estimar o nível de confiança que se pode esperar. Conforme estabelecido pela norma ISO (ISO/IEC 25000), a confiança é um conceito multidimensional que combina atributos, propriedades e características específicas, envolve muitas métricas (por exemplo, escalabilidade, disponibilidade, qualidade de serviço - QoS, robustez, segurança, privacidade de dados, confiabilidade, entre outras). A norma da ISO indica que se defina um modelo para a composição de confiança em um determinado contexto, visando calcular pontuações de confiança com base nos dados coletados de cada um de seus atributos.

Para Moraes et al. (2018), as duas técnicas de pontuação utilizadas com sucesso para calcular confiança foram *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Logical Score Preferences* (LSP) (Martinez et al., 2014). Para esse trabalho, a escolha recaiu sobre o LSP, devido à sua capacidade de avaliar e comparar sistemas complexos e também devido à sua simplicidade quando comparado ao AHP. A próxima seção traz mais detalhes sobre modelo de qualidade.

2.6 Modelo de Qualidade

De acordo com Lew, Olsina e Zhang (2010), um modelo de qualidade representa um conjunto de características e relacionamentos entre essas características, provendo uma base para especificar requisitos de qualidade e avaliar qualidade em um determinado contexto. Ou seja, é uma representação dos atributos, dos pesos desses atributos (que determinam a importância relativa de cada um na composição de confiança), e as operações que combinam os diversos atributos.

Segundo Vieira et al. (2018), um modelo de qualidade é essencialmente uma representação conceitual de atributos, pesos, limiares e operadores que

devem expressar os requisitos que o sistema deve atender. Um aspecto importante é que o modelo de qualidade deve representar, tanto quanto possível, os requisitos reais do sistema.

A Figura 1 apresenta um Modelo de Qualidade genérico e seus elementos típicos, conforme explicado nos próximos parágrafos.

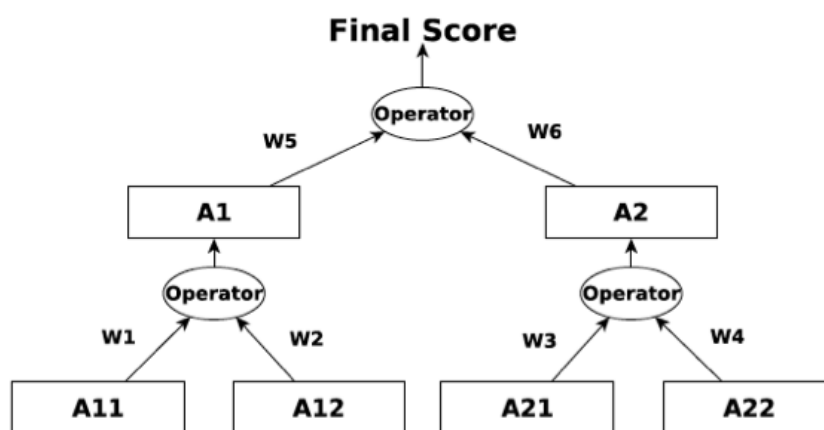


Figura 1. Modelo genérico de qualidade LSP.

Na Figura 1, os atributos (referidos como A1, A2 e A11-A22) são selecionados com base no que se sabe que são atributos mensuráveis do sistema (por exemplo, uso de memória, taxa de transferência) que podem ser quantificáveis. Os valores de entrada (A11 a A22), denominados atributos *folha*, podem apresentar diferentes escalas de valores, devendo, por esse motivo, serem normalizados. Portanto, funções de normalização adequadas devem ser configuradas e aplicadas, e isso inclui a definição de limites. Esses limites especificam os limiares máximo e mínimo que os valores de entrada podem assumir.

Os valores de cada componente são influenciados por um *peso* ajustável (W1 a W6 na Figura 1), que especifica uma preferência sobre uma ou mais características do sistema, de acordo com requisitos predefinidos (por exemplo, em determinados contextos o uso de recursos pode ser mais importante do que a taxa de transferência). A pontuação final (*Final Score*) é calculada usando a agregação dos valores dos atributos, começando pelos atributos folha até a raiz, com base nos *operadores* que descrevem a relação entre eles.

Ainda segundo Vieira et al. (2018), a implementação de um modelo de qualidade para uma determinada propriedade possui alguns requisitos:

- Deve-se selecionar os atributos a serem considerados e sua decomposição em subatributos quantificáveis e que façam parte do modelo de qualidade;
- Deve-se configurar os limites, pesos e operadores do modelo de qualidade;
- Deve-se definir a janela de observação e a periodicidade de cálculo, onde a primeira define a quantidade de dados a ser usada no cálculo e a segunda especifica a periodicidade de cálculo da pontuação.

2.7 Considerações Finais do Capítulo

Foi realizado um estudo com base na literatura sobre usabilidade de interfaces e métodos de inspeção. Foram apresentados alguns métodos, tais como as Heurísticas de Nielsen, testes com usuários, questionários, entre outros. O estudo também abrangeu técnicas de Visualização de Informação, seus modelos de referência e técnicas de visualização, transparência dos dados e mecanismos de interação.

Para o desenvolvimento e avaliação do *dashboard* utilizou-se uma combinação das técnicas e heurísticas de usabilidade e visualização da informação estudadas. Na etapa de desenvolvimento foram utilizadas as heurísticas de Nielsen (1994) e Oliveira (2017) (sete heurísticas de Nielsen e dez heurísticas de InfoVis), pois estas se complementam e têm relação com os requisitos do projeto ATMOSPHERE. Algumas heurísticas de InfoVis foram utilizadas especificamente para a apresentação dos gráficos.

Como as heurísticas já foram utilizadas na etapa de desenvolvimento, na etapa de avaliação foram adotadas as técnicas de questionário e testes com usuários, pois permitem atingir um público amplo, tem baixo custo e reduz o tempo de avaliação. O objetivo é identificar possíveis melhorias na interface do *dashboard*.

Capítulo 3. Revisão da Literatura

Vários trabalhos encontrados na literatura abordam a importância da visualização de informação e usabilidade para o desenvolvimento de um *dashboard* eficiente. Grande parte destes trabalhos têm foco na complexidade da construção de *dashboards* eficientes e na avaliação de usabilidade do *dashboard*.

3.1 Método de Seleção de trabalhos relacionados

Foram selecionados, da literatura, trabalhos relacionados a *Business Intelligence* - BI que apresentaram desenvolvimento e avaliação de *dashboards*. Foram usados alguns critérios nas seguintes bases: IEEEExplore², ACM Digital Library³, Science Direct⁴. A pesquisa utilizou como um dos critérios artigos publicados entre janeiro de 2015 a maio de 2021.

Outro critério utilizado foi a definição de palavras chaves. Em buscas avançadas nas bases foram selecionados os campos com as palavras e operadores a seguir:

Title: dashboard AND

Abstract: quality model AND

Abstract: trust OR

Abstract: trustworthiness AND

Abstract: information visualization OR

Abstract: data visualization AND

Abstract: usability

Na base IEEEExplore foram encontrados 25 resultados com a string: *(((((("Abstract":usability) OR "Abstract":quality model) AND "Abstract":trust) OR*

² <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

³ <https://dl.acm.org/>

⁴ <https://www.sciencedirect.com/>

"Abstract":trustworthiness) AND "Abstract":information visualization) OR "Abstract":data visualization) AND "Document Title":dashboard). Foram eliminados pelo título 8 artigos, pelo abstract foram eliminados 5, 5 foram eliminados depois da leitura e 7 foram incluídos no documento.

Na base ACM DL foram encontrados 31 resultados com as string: *[All: (allfield:(] OR [[Publication Title: dashboard] AND [[Abstract: quality model] OR [[Abstract: trust] AND [Abstract: trustworthiness]] OR [[Abstract: information visualization] AND [Abstract: data visualization] AND [Abstract: usability]]]]*. Foram eliminados pelo título 12 artigos, pelo abstract foram eliminados 10, 6 foram eliminados depois da leitura e 3 foram incluídos no documento.

Na base Science Direct foram encontrados 29 resultados com a string: *(Title:(dashboard) AND (Abstract:(quality model) AND Abstract:(trust) OR Abstract:(trustworthiness) AND Abstract:(information visualization) OR Abstract:(data visualization))*. Foram eliminados pelo título 12 artigos, pelo abstract foram eliminados 8, 9 foram eliminados depois da leitura. Nenhum documento entre os encontrados nesta base foi incluído no documento.

Tabela 1. Detalhamento da seleção de trabalhos relacionados

Base	IEEEExplore	ACM DL	Science Direct	Google Scholar	Total
Encontrados	25	31	29	10	95
Eliminados pelo Título	8	12	12	0	32
Eliminados pelo Abstract	5	10	8	0	23
Eliminados pela Leitura	5	6	9	0	20
Incluídos	7	3	0	10	20

Também foi pesquisado no Google Scholar sobre *dashboard*, usabilidade, avaliação de *dashboards* e foram encontrados mais 10 trabalhos que completaram a seção. A seguir descrevemos os principais trabalhos que nortearam este estudo. A Tabela 1 sintetiza o total dos trabalhos utilizados e eliminados nessa dissertação.

3.2 Trabalhos Relacionados

Um dos grandes desafios para o desenvolvimento de *dashboards* é a sua aceitação e utilização. Muriithi e Kotzé (2013) afirmam que a adoção e uso de sistemas de BI dentro de empresas permanece baixa, apesar dos benefícios potenciais que esses sistemas trazem. Para uma maior adoção, o usuário precisa ser capaz de interagir com o *dashboard* de tal forma que a tomada de decisão não seja inibida por uma interface de usuário excessivamente complexa. A importância deste aspecto da interação do usuário é listada como um fator crítico de sucesso na implementação de sistemas de BI em uma organização. Na mesma direção, Oliveira, Cardoso e Santana (2016) afirmam que o *dashboard*, se não for desenvolvido para o público alvo correto, não terá sucesso, pois outras pessoas não entenderão qual o propósito do sistema.

Além do desafio da usabilidade, Dyczkowski et al. (2014) afirmam que limitações de recursos, conhecimento, falta de dinheiro, dependência de um pequeno número de clientes e necessidade de funcionários com múltiplas habilidades são fatores que também fazem com que a implementação de um *dashboard* seja bem-sucedida. Nesse contexto, o desenvolvimento do *dashboard* proposto neste trabalho deve ser feito considerando técnicas de usabilidade e visualização de informação para prover uma interface de fácil uso e bom entendimento, permitindo a adoção deste pelos usuários do sistema do projeto ATMOSPHERE.

3.3 Dashboards e suas aplicações

Feth e Schmitt (2020) ressaltam que não existe um *dashboard* genérico que atenda todas as necessidades, eles têm que ser estudados e desenvolvidos caso a caso. Assim, alguns *dashboards* foram desenvolvidos para contextos específicos, como, por exemplo, logística, privacidade, computação em nuvem, pesquisa científica, interrupção de tarefas no trabalho, entre outros. Feth e Schmitt (2020) desenvolveu um *dashboard* de privacidade em um projeto chamado TrUSD⁵. Esse foi desenvolvido para ser usado no apoio aos funcionários no exercício de seus direitos de transparência e autodeterminação.

⁵ <https://www.trusd-projekt.de/>

Com base nos resultados, os autores afirmam que para a concepção e desenvolvimento de um *dashboard* os requisitos devem ser elicitados e equilibrados. Recomendam estudos-piloto para diferentes cenários, obter feedback de especialistas, ser validado em estudos de usabilidade e testes de campo com funcionários. Sem a participação e qualificação adequadas, os funcionários podem ser sobrecarregados ou podem reagir negativamente e podem bloquear o uso do *dashboard*.

Para Surya et al. (2017), os serviços de computação na nuvem ganharam muita evidência nos últimos anos. A troca de informações entre os ambientes em nuvem e os dispositivos levou a um sério problema com a privacidade dos dados. Atualmente, os fornecedores de serviços fornecem avisos de privacidade, detalham as práticas e opções para proteger a privacidade dos dados em formato de textos longos. Muitas vezes, os avisos são difíceis de compreender pelos usuários. A proposta do artigo é fazer a apresentação dessas informações de maneira simplificada através de um *dashboard* de privacidade. Foram analisadas as políticas de privacidade de quinze diferentes provedores de serviços em nuvem. O *dashboard* de privacidade foi projetado usando os resultados das técnicas de extração das informações dessas políticas. Um pequeno grupo foi criado para interagir com a interface desenvolvida. Os participantes manifestaram interesse em ler a política de privacidade quando apresentada no *dashboard*, mostrando a eficácia no formato dessa apresentação. No entanto, não foi utilizada nenhuma técnica de avaliação para o *dashboard* desenvolvido.

Gesing et al. (2014) descrevem uma abordagem visando vários fluxos de trabalho e criando uma interface única de usuário para editar e monitorar fluxos de trabalho, considerando aspectos como otimização e proveniência de dados. O projeto atribui estruturas ágeis da *Web* e novas tecnologias para criar um *dashboard* para fluxos de trabalho que podem se conectar com recursos externos, tais como recursos de nuvem (*cloud*). Ao utilizar a abordagem, o usuário elimina a necessidade de se familiarizar com diversos *layouts*. Assim, a usabilidade é aumentada em vários aspectos do gerenciamento de fluxos de trabalho. O principal objetivo do *dashboard* proposto é facilitar o trabalho de cientistas e outros pesquisadores. O público interagiu com o *dashboard* e

identificaram a facilidade de usar somente uma interface para realizar as pesquisas e seus respectivos trabalhos, porém não foi utilizado nenhum teste de usabilidade com os usuários para a avaliação final do *dashboard*.

Derntl et al. (2012) discorrem que a web hospeda grandes quantidades de dados sobre dados científicos, em bases de dados bibliográficas, bancos de dados de projetos de pesquisa e muito material na *web*. Devido à natureza dispersa e o tamanho dos conjuntos de dados, atualmente é difícil para as partes interessadas compreender de forma abrangente e monitorar sem esforço os principais indicadores ocultos nesses dados. Para solucionar esse problema foi desenvolvido um *dashboard* para visualizar os resultados de consultas sobre as bases de dados em tempo real. Foi desenvolvido um *dashboard* piloto e implantado no *Learning Frontiers.eu*, um portal de serviços e suporte para a comunidade *European Technology Enhanced Learning*, para fornecer acesso a visualizações pré-configuradas de consultas sobre suas fontes de dados. Partes interessadas da comunidade avaliaram o *dashboard* e responderam positivamente no que diz respeito à sua usabilidade e utilidade.

Peyman et al. (2018) argumentam que as interrupções que ocorrem durante o trabalho podem resultar em falhas na retomada de tarefas e influenciar negativamente o desempenho de quem a realiza. Para resolver esse problema, foi desenvolvido um *dashboard* que emite um *feedback* visual. Esse *feedback* ajuda o usuário a retomar a tarefa principal após a interrupção. O *dashboard* é sensível à ocorrência de interrupção externa, acompanhando o movimento dos olhos em tempo real. O *dashboard* projetado contém nove gráficos de demonstração do *PowerBI* da Microsoft. Foi realizado um teste piloto e os resultados preliminares mostraram uma melhora na retomada da tarefa e melhor desempenho, diminuindo o atraso na retomada. Além disso, conclui-se que receber o *feedback* ajuda os usuários a concluir sua tarefa mais rápido.

Os trabalhos citados anteriormente nessa seção (Feth e Schmitt (2020), Surya et al. (2017), Gesing et al. (2014), Derntl et al. (2012) e Peyman et al. (2018)) descrevem *dashboards* que foram desenvolvidos para necessidades específicas. Isso é comum, dado que existem diversos tipos de aplicações, contextos e propósitos. O *dashboard* desenvolvido neste trabalho foi no âmbito

do projeto ATMOSPHERE. É um *dashboard* específico para apresentar o nível de confiança de aplicações na nuvem por meio de qualquer modelo de qualidade. Esse modelo de qualidade usa a representação em árvore de atributos, tornando assim o *dashboard* essencial para o projeto, uma vez que apresenta a avaliação das medidas de confiança de forma prática e eficaz.

3.4 Tecnologias e ferramentas para desenvolvimento de *dashboards*

Outro fator importante a ser considerado na construção de *dashboards* é a solução a ser utilizada, bem como a escolha das tecnologias e ferramentas de apoio para compor a solução. Churi et al. (2016) implementaram e testaram um sistema de BI com MVC (Model-View-Controller), que lida com a coleta de dados brutos de fontes de dados heterogêneas; lida com os processos de Extrair, Transformar e Carregar os dados para fornecer visualizações múltiplas e sincronizadas, para que as informações possam ser apresentadas em diferentes formatos e tipos de visualizações ao mesmo tempo. No entanto, o objetivo do sistema é fornecer alta usabilidade para o aplicativo de negócios. Portanto, pelos testes realizados, a implementação da arquitetura MVC na arquitetura de BI leva um sistema de negócios a ser escalável e mais eficiente.

Lavalle et al. (2019) apresentam um sistema interativo para o uso de visualizações de dados chamado SkyViz. Os autores definiram um modelo baseado em metas, que permite orientar usuários não especialistas para visualizações específicas, necessárias para que atinjam seus objetivos de análise de dados. O modelo também permite que os usuários escolham a forma de visualização mais adequada de maneira semiautomática. Em um estudo de caso, o modelo foi aplicado a uma organização de cobrança de impostos, onde a empresa deseja analisar as dívidas não pagas. O usuário é um cobrador de impostos que não é especialista em cobrança, mas especialista em gestão tributária, portanto, é definido como "usuário leigo". Foi aplicado um questionário e concluiu-se que a visualização de dados no *dashboard* foi muito agradável e aceitável, pois as visualizações são facilmente modificadas pelos usuários. A grande vantagem é que usuários não técnicos podem efetivamente interagir com suas necessidades analíticas visuais sem a necessidade de conhecimento de tecnologias de visualização de informação ou descrições de fontes de dados.

Martin et al. (2015) descrevem sobre usuários iniciantes no uso e desenvolvimento de *dashboards*. Usuários iniciantes têm experiência em operar um computador, mas experiência limitada ou inexistente em programação. O objetivo principal foi investigar a usabilidade de ferramentas de BI no suporte ao desenvolvimento de *dashboards* e também propor um conjunto de diretrizes de projeto para ferramentas de BI direcionadas a usuários iniciantes. As diretrizes foram compostas por: processo de fácil desenvolvimento, desenvolvimento guiado, personalização, visual interativo, visualização de dados com boa usabilidade, pesquisa e filtro, histórico, aprendizagem através das explicações. A avaliação foi conduzida com o MS PowerPivot como ferramenta a ser estudada. O propósito do estudo foi avaliar se os participantes poderiam criar um *dashboard* com múltiplas visualizações, filtros e se escolheriam os recursos do PowerPivot para selecionar atributos de dados e visualizações apropriados. Os participantes ficaram bastante satisfeitos com a usabilidade da ferramenta e puderam desenvolver com êxito o *dashboard* com base em um processo de desenvolvimento lógico. Também foi constatado que o PowerPivot pode ser usado como uma ferramenta de BI para dar suporte a usuários iniciantes em suas atividades. Foi recebido *feedback* positivo sobre as etapas que ajudaram os participantes a entender o que estavam fazendo. Para estudos futuros os autores recomendam um estudo secundário conduzido para testar recursos mais avançados com iniciantes, como criar gráficos vinculados para várias visualizações, realização de atividades de pesquisa e detalhamento procurando atributos ou valores específicos com recursos de pesquisa, entre outras atividades.

Para Li et al. (2015) a visualização e análise de grandes volumes de dados enfrentam desafios relacionados a desempenho, operabilidade e boa visualização. No artigo é proposta uma solução para coletar um grande conjunto de dados e mapeá-lo para um pequeno conjunto com base em visualização eficiente, mantendo a operacionalidade dos dados e boa visibilidade. Foi utilizada uma implementação baseada em D3⁶, que é uma biblioteca JavaScript para criar e gerenciar os dados, melhorando as visualizações para um sistema

⁶ <https://d3js.org/>

de visualização baseado na Web. Os autores desenvolveram um estudo de caso, aplicando o sistema de visualização para análise de software, que confirmou a viabilidade da visualização e análise de grandes volumes de dados, tornando assim o resultado satisfatório.

A escolha das ferramentas para o desenvolvimento do *dashboard* é essencial para que o projeto tenha sucesso. Conforme menciona os autores Churi et al. (2016), Lavallo et al. (2019), Martin et al. (2015) e Li et al. (2015), a escolha das tecnologias e ferramentas corretas que apoiem o desenvolvimento do *dashboard* simplifica o caminho para que a interface seja projetada de maneira eficaz. Diferentemente dos trabalhos anteriores, para o desenvolvimento do *dashboard* a solução foi utilizar modelos de árvores para implementar os modelos de qualidade. Sendo assim, realizou-se um estudo e selecionou-se ferramentas com melhores custo x benefício para desenvolver o *dashboard*, o Metabase. Além disso, foi utilizado outras tecnologias *open source* seguindo um dos requisitos do projeto, que apoiaram o desenvolvimento, tais como o banco de dados MySQL, Docker e Kubernetes.

3.5 A importância da Usabilidade e Visualização de Informação no Desenvolvimento do *Dashboards*

Toasa et al. (2018) fazem uma revisão bibliográfica sobre visualização de dados, incluindo técnicas de visualização de informação em *dashboards*. Os autores também implementaram e avaliaram um sistema genérico baseado nessas informações. Os dados para o desenvolvimento do sistema foram coletados através de dois questionários pedagógicos: um foi elaborado pela equipe de conselhos pedagógico de cinco Escolas do Politécnico de Leiria; outro questionário sobre satisfação do paciente das unidades de saúde foi desenvolvido pelo Picker Institute, com o objetivo de avaliar o impacto das técnicas estudadas disponível em um *dashboard*. Foi utilizado gráfico de linhas, gráfico de radar e gráfico de pizza. A proposta foi desenvolver um *dashboard* em que os usuários pudessem interagir com as informações. O *dashboard*, no momento da publicação do artigo, ainda estava em fase de desenvolvimento, porém os autores ressaltam a importância do *dashboard* que é apresentar informações claras e objetivas para que qualquer usuário consiga utilizá-lo.

Sarikaya et al. (2019) examinam uma vasta quantidade de *dashboards* com o objetivo de descobrir e identificar diferentes tipos de *design*, finalidade, público-alvo e semântica de dados. Os autores realizaram uma revisão de literatura sobre como os *dashboards* são utilizados na prática, através de uma análise de exemplos e documentações. Ao todo foram examinados 83 *dashboards* e foram identificadas diversas categorias com conjuntos exclusivos de características e particularidades. Também foram relatados problemas e desafios relacionados à interface. Inúmeros artigos expressaram o desejo de maior flexibilidade nos *dashboards*, incluindo opções de detalhamento, ajustes de nível de detalhes, pesquisa, suporte de comparação e adaptabilidade a diferentes usuários, situações e dispositivos ou ambientes de exibição.

Para o desenvolvimento do *dashboard*, o *design* e a visualização das informações precisam ser estudadas e pensadas, considerando para qual finalidade e público alvo essas informações serão apresentadas, conforme relatam os autores desta seção. No entanto, os autores (Toasa et al. (2018), Sarikaya et al. (2019)) utilizaram técnicas para auxiliar no levantamento de requisitos e não focaram somente na usabilidade do *dashboard*. Neste trabalho, como os requisitos do *dashboard* foram elicitados junto à equipe do projeto ATMOSPEHRE, o foco do desenvolvimento foi na usabilidade. Foram seguidas as Heurísticas de Usabilidade e Heurísticas de InfoVis desde a fase de desenvolvimento do *dashboard*, para que a divisão das telas e *design* do *dashboard* fossem mais eficientes e de fácil uso para público alvo desejado.

3.6 Dashboards e avaliação da usabilidade

Além do desenvolvimento do *dashboard*, que deve levar em consideração aspectos de usabilidade, interação do usuário e contextos específicos de desenvolvimento, a análise e avaliação da usabilidade do *dashboard* é uma atividade importante. Alguns trabalhos abordam essas avaliações.

Para medir a usabilidade e a eficiência de *dashboards*, Oliveira, Cardoso e Santana (2016) desenvolveram um framework adaptado à ISO 9241-11, utilizando heurísticas de projeto, aplicável em contexto organizacional. Similarmente, Jooste, Van Biljon e Mentz (2014) realizaram um estudo que incluiu observações dos usuários para obter feedbacks, avaliação heurística e

uma pesquisa entre os usuários para uso de um *dashboard*. Few (2006) identifica seis fatores que conjugados conferem usabilidade a um *dashboard*: (i) deve ser agradável ao usuário, (ii) deve promover a simplicidade na comunicação e exposição da informação; (iii) deve ser fácil de usar, recorrendo a meios conhecidos pelo usuário, (iv) deve garantir a consistência, exceto quando se pretende destacar certa informação; (v) deve fornecer informação necessária para detectar fenômenos discrepantes, auxiliando a tarefa do usuário; e (vi) o projeto deve ser mostrado aos usuários para ser aceito e validado.

Magdalena et al. (2019) discorrem sobre a realização de testes com usuários e avaliação heurística em um *dashboard* que é pouco utilizado em uma empresa envolvida no setor de Manutenção, Reparo e Revisão (MRO), que suporta uma das maiores companhias aéreas na Indonésia. Para a realização dos testes foram usados heurísticas de Nielsen relacionados à usabilidade como critério de questionário e avaliação heurística, que fornece uma avaliação aprofundada do problema no uso do *dashboard*. O teste foi aplicado com 24 usuários. Cinco dos 24 entrevistados selecionados foram equipes designadas para usar o *dashboard* e as outras dezenove exerciam papéis gerenciais. Após os resultados, concluiu-se que o *dashboard* precisa ser aprimorado para obter eficiência nos seguintes critérios: visibilidade, flexibilidade, capacidade de aprendizado, comportamento do aplicativo e ajuda a erros. Os autores enfatizam a importância do uso de avaliações e de maiores soluções técnicas para aumentar o uso de *dashboards*.

Chou e Hsiao (2007) realizaram um estudo para analisar a usabilidade de interfaces utilizando questionários, análise de correlação e modelo relacional cinza, que é uma técnica que considera o uso de ferramentas matemáticas no comportamento de áreas da ciência. Áreas como matemática, lógica, previsão, tomada de decisão, computação gráfica, sistema de controle, entre outras, são consideradas pelos autores.

Read (2009) usou a técnica *Think Aloud* para avaliar um *dashboard*. O comportamento dos usuários e seus comentários sobre o sistema, que foram anotados pela equipe de pesquisa, atestaram que a técnica ajudou a entender a usabilidade do sistema, bem como forneceu vários *insights*. No entanto, vários

usuários ficaram insatisfeitos com os menus e submenus. A má rotulagem dos itens de menu confundiu os usuários. Vários erros foram associados a usuários que acionaram o submenu e visualizaram a informação errada ao tentar localizar a funcionalidade de uma tarefa.

O artigo de Vassell et al. (2016) descreve um *dashboard* que fornece benefícios de realidade aumentada com o mínimo de comunicação humana através da integração de um Sistema de Comando de Incidentes (ICS) integrado com Internet das Coisas (*Internet of Things*). Foi realizada uma avaliação de usabilidade com uma simulação de dois incidentes para mostrar a facilidade de uso e a eficácia do *dashboard*. Por meio de uma avaliação de usabilidade e experimentos, foi constatada a facilidade de uso e a eficácia do *dashboard*. De todos os cinco itens avaliados (configuração, modelos de equipe, incidente, de instalações e vídeo), quatro tiveram nota máxima devido à facilidade de usar e entender as informações e apenas um teve nota média (vídeo) devido à necessidade de uma melhor percepção visual.

Para que o *dashboard* seja eficiente e considerado com uma boa usabilidade, precisa ser avaliado pelos usuários, conforme descrevem os autores desta seção. Como as heurísticas já foram consideradas no desenvolvimento do *dashboard*, diferentemente de Oliveira, Cardoso e Santana (2016) e Few (2006), neste trabalho decidimos utilizar outras técnicas de avaliação: teste com usuário e questionário, por serem eficazes e atingir todo o público alvo, já que os entrevistados foram de diferentes países. Os participantes receberam instruções sobre como funcionariam os testes. Foram utilizados dois questionários de múltipla escolha. Depois de aplicarmos os testes, foram consolidadas as respostas e com os resultados pudemos realizar melhorias mais efetivas na interface do *dashboard*.

3.7 Considerações Finais do Capítulo

Os trabalhos consultados até o momento apontam a importância da visualização da informação, a usabilidade no contexto de um *dashboard* e testes com usuários. Por mais que uma aplicação entregue o que foi prometido, se ela tiver uma interface ruim, provavelmente não terá sucesso. Vale salientar que o *dashboard* pode ser usado para apresentar qualquer informação. O *dashboard*

desenvolvido neste trabalho foi projetado para apresentar informações armazenadas no formato de um modelo de qualidade e para aceitar qualquer Modelo de Qualidade (veja Seção 2.5), independentemente da sua complexidade e tamanho. Modelos de Qualidade são representados por uma árvore de atributos que avalia a confiança das aplicações em nuvem. A importância da escolha da ferramenta para apoiar o desenvolvimento e design do *dashboard* é um fator importante para que o produto final apresente boa qualidade e usabilidade.

Após o levantamento dos requisitos, pensando na usabilidade do *dashboard*, foram seguidos os conceitos de Heurísticas de Usabilidade e Heurísticas de InfoVis desde o início do desenvolvimento. Essa decisão trouxe benefícios para a entrega do produto final, que foi avaliado por meio de testes com usuários e aplicação de questionários. A avaliação permitiu implementar melhorias significativas na interface do *dashboard*, graças às respostas obtidas com os usuários durante as avaliações e análise dos questionários.

Vale ainda ressaltar que na pesquisa da literatura não foram encontrados trabalhos relacionados de *dashboard* que lidassem explicitamente com o monitoramento de dados na nuvem, particularmente no que diz respeito à confiança de aplicações.

Capítulo 4. Pesquisa e Desenvolvimento do *Dashboard*

As mudanças constantes do mercado e a forte concorrência exigem das organizações agilidade na tomada de decisão. O *dashboard* é decisivo para que uma organização faça as melhores escolhas no menor tempo possível. Decisões precisas evitam retrabalho, desperdícios e prejuízos. Cada escolha bem feita reduz as incertezas e aumenta as chances de resultados positivos para a organização (Churi et al., 2016). A importância de se ter um *dashboard* projetado com uma boa usabilidade, permite que o usuário possa interagir com o *dashboard* e possa compreendê-lo rapidamente.

Os relatórios e visualizações associados a um *dashboard*, conforme pesquisado na literatura, devem ser personalizados para atender às necessidades e demandas específicas do destinatário (indivíduo ou grupo), para apoiar tomada de decisões adequadas e oportunas da organização. O *dashboard* deve ser de fácil entendimento, devendo representar, de forma gráfica, indicadores em geral, centralizados em uma tela com boa usabilidade, tendo como um dos seus objetivos o acompanhamento de informações consolidadas (Oliveira, Cardoso e Santana, 2016, Jooste, Van Biljon e Mentz, 2014 e Muriithi e Kotzé, 2013).

Neste trabalho foi desenvolvido um *dashboard* voltado para os usuários de sistemas computacionais em um ambiente de computação em nuvem que precise manipular grandes volumes de dados, utilizando técnicas de mineração de dados. O *dashboard* foi construído levando em consideração conceitos de visualização de informação e usabilidade de interface já durante sua concepção, tais como: propriedades visuais, consistência e padrões, design estético e minimalista, relações, compreensão dos dados, entre outras. Foi feita uma avaliação de usabilidade da interface do *dashboard* em dois momentos do desenvolvimento e melhorias foram implementadas para melhor atender ao público alvo. Para realização dessa tarefa de avaliação, foram combinadas técnicas de questionário e teste com usuários com base em heurísticas de usabilidade e de visualização de informação.

4.1 Requisitos para desenvolvimento do *Dashboard*

O *dashboard* foi concebido para ser integrado ao ambiente do Projeto ATMOSPHERE e para que fosse utilizado por seus integrantes, que são profissionais de Tecnologia da Informação que trabalham com tecnologias para ambiente de computação em nuvem, lidando com grandes volumes de dados. O objetivo do Projeto ATMOSPHERE foi projetar e implementar uma plataforma que provê um ambiente de virtualização, recursos híbridos, micro serviços e infraestrutura para construir, medir e desenvolver aplicações confiáveis, habilitadas para nuvem. Também fornece uma solução para avaliar a confiança das aplicações em nuvem que lidam com grandes volumes de dados e apoia o desenvolvimento em nuvem mais confiável. A medida de confiança definida pelo projeto ATMOSPHERE foi baseada no uso de um modelo de qualidade que agrega atributos da infraestrutura de nuvem (i.e., disponibilidade de recursos, de serviços, conectividade), de virtualização (i.e., escalabilidade de memória e CPUs, isolamento), de gerenciamento de dados (i.e., motores de banco de dados, segurança, privacidade) e de aplicações de nuvem (i.e., transparência, estabilidade, *fairness*, entre outros). Esse modelo foi usado para compor pontuações (*scores*) de confiança (em inglês, *trustworthiness*) de uma aplicação.

Para o desenvolvimento do *dashboard* foram seguidos alguns requisitos elicitados com a ajuda dos membros do Projeto ATMOSPHERE. Os requisitos foram formalizados conforme padrão da ISO 25000. Esses requisitos são descritos abaixo e classificados de acordo com diversos pontos de vista.

4.1.1 Ponto de vista empresarial

[Req01] O *dashboard* deve ser protegido contra ataques de segurança, uma vez que seu acesso terá exposição na internet.

[Req02] Os usuários devem visualizar as informações de análise de dados relacionadas aos dados históricos, isto é, a evolução dos *scores*, para que possam analisar a qualidade do ambiente ao longo do tempo.

4.1.2 Ponto de vista computacional

[Req03] O *dashboard* deve ser hospedado em *cloud*, uma vez que as plataformas atuais utilizam essa tecnologia;

[Req04] O *dashboard* deve utilizar um ambiente totalmente virtualizado, uma vez que a virtualização permite que se explore melhor os recursos de hardware do ambiente e facilita a configuração por parte dos usuários;

[Req05] O *dashboard* deve utilizar tecnologias *open-source*, uma vez que isso facilita o uso do ambiente onde se insere por diferentes usuários;

[Req06] O *dashboard* deve exibir medidas coletadas e *scores* calculados referentes às aplicações que utilizam o ambiente computacional, de forma que permita uma análise da qualidade do serviço entregue ao usuário;

[Req07] O *dashboard* deve exibir as medidas coletadas e *scores* calculados em forma de árvore que representa o modelo de qualidade e seus elementos;

[Req08] O *dashboard* deve suportar grandes volumes de dados com eficiência, uma vez que o ambiente computacional é voltado para a análise de grandes volumes de dados;

[Req09] O *dashboard* deve seguir conceitos de usabilidade e heurísticas de visualização de informação, uma vez que se trata de uma interface entre o usuário e o ambiente computacional;

[Req10] O *dashboard* deve utilizar um conjunto de ferramentas de projeto em que cada ferramenta pode existir e ser executada independentemente das outras, de forma que o usuário tenha liberdade de escolha;

[Req11] O *dashboard* deve ser modular, podendo ser aplicado em todo o modelo de qualidade ou apenas em partes específicas, de forma que os usuários possam escolher o atributo que pretende analisar;

[Req12] O *dashboard*, como um meio de apresentação de informação, deve ser apoiado por uma infraestrutura de monitoramento que colete evidências de confiança do ambiente.

4.1.3 Ponto de vista da informação exibida pelo *dashboard*

[Req13] Os usuários do *dashboard* são profissionais que trabalham com tecnologia, uma vez que o foco é prover medidas de confiança para um sistema no ambiente computacional, visando melhorias nas configurações;

[Req14] O *dashboard* deve receber e integrar dados coletados durante a execução do software, uma vez que deve apresentar dados atualizados sempre que invocado;

[Req15] O *dashboard* deve prover interfaces adequadas para permitir a integração de conjuntos de ferramentas, uma vez que esse conjunto pode ser configurado pelo usuário;

[Req16] O *dashboard* deve poder operar com um número variável de *scores* coletados e instâncias de banco de dados e conjunto de ferramentas disponíveis, uma vez que é voltado para grandes volumes de dados.

4.1.4 Ponto de vista de engenharia

[Req17] O *dashboard* deve oferecer suporte à rastreabilidade dos requisitos em evolução, para que o usuário possa analisar a configuração disponível.

4.1.5 Ponto de vista tecnológico

[Req18] O *dashboard* deve oferecer um nível de flexibilidade suficiente para incluir diferentes tipos de técnicas de desenvolvimento que podem ser solicitadas pela metodologia de projeto;

[Req19] O *dashboard* deve ser aplicável independentemente da(s) linguagem(ns) de programação usada(s) no software de destino e dos requisitos de hardware.

4.2 Escolha de Ferramenta de Apoio ao Desenvolvimento do *Dashboard*

Foi feita uma pesquisa na literatura para verificar a solução de *BI* mais apropriada para o desenvolvimento do *dashboard*. Foram encontradas algumas ferramentas disponíveis que apoiam esse tipo de desenvolvimento e estas foram estudadas e suas características e funcionalidades foram validadas utilizando-se testes pilotos, para verificar qual delas melhor atende aos requisitos.

A Tabela 2 apresenta o levantamento desse estudo, incluindo 6 ferramentas: Metabase⁷, Google Data Studio⁸, Klipfolio⁹, Power BI Desktop¹⁰, Tableau¹¹ e Datadeck¹². Algumas funcionalidades foram consideradas importantes para o desenvolvimento específico que está se propondo neste trabalho: ter licença gratuita (*Free*), disponibilizar exemplos de *dashboards* para guiar o desenvolvimento (*Templates*) [Req18 e Req19], possibilidade de conexão Multiplataformas (Conexão Multiplataformas) [Req03 e Req04], capacidade de produção de Relatórios (Relatórios) [Req17], estar disponível no idioma inglês (Vários Idiomas), capacidade de exportação de dados (Exportar Dados) [Req2], possibilidade de integrar controles e APIs (Inserir controles e APIs) [Req3] e ter licença *Open Source* (*Open Source*) [Req5]. Pode-se observar na Tabela 2 as funcionalidades providas por cada uma das ferramentas (marcadas com "v" quando presentes e marcadas com "x" quando ausentes). Importante notar que somente o Metabase, o Google Data Studio e o Power BI fornecem a funcionalidade de Relatórios sem limites e esse foi um critério importante para a escolha.

Os resultados dos estudos realizados com o Metabase e o Google Data Studio e Power BI não apresentaram problemas técnicos e mostraram a efetividade das ferramentas no apoio ao desenvolvimento do *dashboard*. Mostraram-se ferramentas estáveis e com um bom desempenho. Foi verificado também a complexibilidade de se usar a ferramenta. A maioria das funcionalidades do Metabase, do Google Data Studio e do Power BI são visuais, sendo necessário poucas linhas de código para o desenvolvimento.

⁷ <https://www.metabase.com/>

⁸ <https://datastudio.google.com/>

⁹ <https://www.klipfolio.com/>

¹⁰ <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>

¹¹ <https://www.tableau.com>

¹² <https://www.datadeck.com>

Tabela 2. Ferramentas de BI para desenvolvimento do *dashboard*

Funcionalidades	Requisitos Ferramenta	Metabase	Google Data Studio	Klipfolio	Power BI	Tableau	Datadeck
Free		V	X	Trial	X	Trial	Trial
Templates	18 / 19	V	V	V	V	V	V
Multiplataformas	03 / 04	V	V	V	V	V	V
Relatórios	17	S/ Limites	S/ Limites	Limitado	S/ Limites	Limitado	Limitado
Vários Idiomas		V	V	V	V	V	V
Exportar Dados	02	V	V	X	V	V	V
Controles e APIs	03	V	V	V	V	V	X
Open Source	05	V	V	X	V	X	X

Um critério importante para a escolha da ferramenta foi o custo-benefício. O Metabase disponibiliza uma versão gratuita (*free*) que atende todas as funcionalidades que possui na versão paga, com o único custo de ter o logotipo do Metabase inserido nos formulários (*forms*) criados com o apoio dele. Para usar recursos avançados no Google Data Studio e Power BI é necessário um pagamento de licença. Dessa forma, a escolha recaiu sobre o Metabase, uma vez que possui os requisitos necessários para o desenvolvimento do *dashboard* proposto e a versão gratuita contempla as necessidades do projeto.

4.3 O *Dashboard* na Plataforma do ATMOSPHERE

A Figura 2 ilustra a arquitetura da plataforma de monitoramento e avaliação de confiança do projeto ATMOSPHERE, que foi concebida para monitorar e avaliar a confiança de aplicações em plataformas na nuvem para sistemas auto adaptativos. A plataforma é baseada na arquitetura de referência MAPE-K (IBM Corporation, 2006).

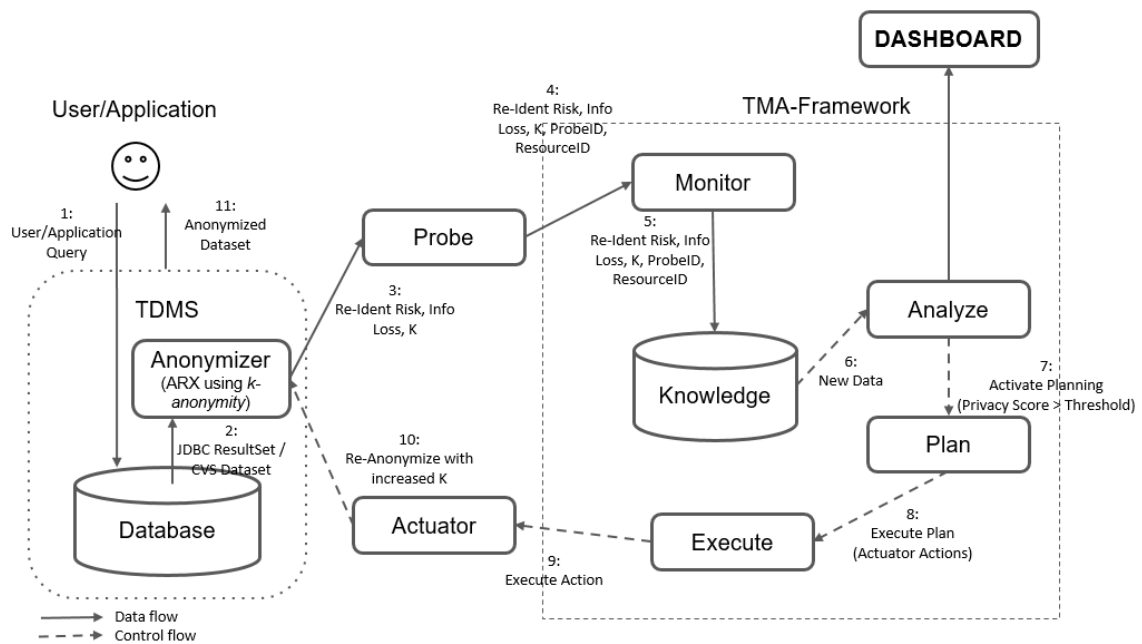


Figura 2. Plataforma de monitoramento e avaliação de confiança e privacidade (adaptada de Basso et al., 2019).

MAPE-K é um modelo arquitetônico para computação autônoma que, resumidamente, monitora os detalhes dos recursos gerenciados (M), realiza análise complexa de dados (A), planeja ações de melhorias (P) e executa as ações planejadas sobre os recursos (E), se necessário. Este modelo engloba as fases de Monitoramento, Análise, Planejamento e Execução. Tais etapas compartilham uma base de conhecimento (K) que é fundamental para a tomada de decisões (IBM Corporation, 2006).

Na Figura 2, os usuários ou aplicações-clientes (*User/Application*) enviam consultas ao banco de dados (*Database*) por meio de um componente - TDMS (*Trustworthy Data Management Services*). TDMS é similar a um serviço de banco de dados em sistemas em nuvem que lida com protocolos e mecanismos de armazenamento de dados, indexação, distribuição, replicação, acesso e gerenciamento. Na ilustração, o TDMS contém o componente *Anonymizer*, que executa o processo de anonimização de dados para garantir a privacidade dos dados que são inseridos na plataforma ou que são requisitados por usuários por meio de consultas.

Os *Probes* (Etapa 3) são responsáveis pela coleta de informações do sistema gerenciado e pelo envio destas para o componente *Monitor* (Etapa 4).

Recebidas pelo *Monitor*, as informações são armazenadas no repositório *Knowledge* (Etapa 5).

O *Knowledge* é responsável por armazenar todas as informações relacionadas ao sistema alvo, incluindo-se aqui os dados relacionados às definições dos modelos de qualidade, os limites e graduação de importância (pesos). Já o *Analyze* (Etapa 6) é um componente que obtém as medidas mais recentes com base nos dados armazenados no repositório *Knowledge* e recalcula as pontuações de confiança com base no modelo de qualidade. O *dashboard* foi integrado ao componente *Analyze* para, neste momento do ciclo, apresentar aos usuários as informações que compõem as medidas (*scores*) de confiança. Uma vez que essas medidas podem representar várias propriedades de confiança (por exemplo, segurança, privacidade, desempenho, etc.) definidas por vários modelos de qualidade, apresentar essas informações detalhadamente e de maneira organizada, utilizando recursos de usabilidade e visualização de informação, é essencial para que o usuário possa refinar as configurações do sistema.

Para cada atualização nas pontuações, o componente *Plan* (Etapa 7) é ativado e avalia se a pontuação da propriedade é maior que o limite estabelecido. Caso a pontuação não esteja dentro dos limites estabelecidos, o *Plan* recalcula parâmetros fornecendo-os ao *Actuator* (Etapa 9) e solicita ao componente responsável pelos cálculos das medidas que inicie um novo processo para aumentar a confiança do sistema sob avaliação.

Essas ações são enviadas para o componente *Execute* (Etapa 8) que, por sua vez, aciona o *Actuator* que foi projetado pelo *Plan*. O ciclo é repetido sucessivamente, até que a medida de confiança seja igual ou inferior ao limiar estabelecido para a propriedade específica (Etapa 11).

4.4 Dashboard e Modelo de Qualidade

O modelo de qualidade é representado por uma árvore de atributos. Uma instância do modelo de qualidade calcula pontuações percorrendo a árvore, da raiz às folhas, agregando pontuações de nós filhos com base nos operadores projetados para a agregação específica. O componente *Analyze* (veja Figura 2)

adota a técnica LSP (Score Lógico de Preferências) para calcular pontuações de confiança. LSP é uma técnica de decisão multicritérios que é usada para combinar medidas. Sendo assim, é usada junto ao modelo de qualidade para agregar medidas de subatributos de forma a calcular os *scores* dos atributos que compõem o modelo de qualidade (Martinez et al., 2014).

A Figura 3 apresenta o modelo de qualidade focando nos atributos de privacidade, definido pelos membros do projeto ATMOSPHERE. O modelo de qualidade para privacidade é uma instância do modelo genérico de qualidade apresentado na Figura 1. Portanto, o atributo composto *Data Privacy* é o principal atributo dessa instância e o cálculo da pontuação de privacidade é realizado agregando-se as medidas do risco de reidentificação (*Re-identification Risk*) e perda de informação (*Information Loss*), que são agregadas conforme especifica o operador Op₂. *Re-identification Risk* é o risco que os dados apresentam, mesmo previamente anonimizados, de vazamento de informações sensíveis ou identificação de indivíduos únicos. *Information Loss* é a medida da perda de informações decorrente do processo de anonimização. Ambas as medidas são obtidas por valores médios e cada um deles tem seu próprio limite de qualidade (ainda com base na literatura, limite mínimo *ThresholdMin* e máximo *ThresholdMax*) e seu próprio peso (que traduz a importância da medida na composição do *score* de confiança). Nesse caso, *Re-identification Risk* é responsável por 90% na composição de pontuação de privacidade, conforme Basso et al. (2018) descrevem.

Os nós folhas (*Re-identification Risk* e *Information Loss*) representam definições de métricas e suas pontuações associadas e são baseadas nas medidas reais coletadas pelo monitoramento de *Probes* (Figura 2, Etapa 3). Essas medidas devem ser normalizadas para serem avaliadas em relação aos limites e garantir que os operadores trabalhem na mesma escala. Este processo de normalização usa os valores de *NormalMax* e *NormalMin* juntamente com as medidas dos atributos das folhas que são utilizados para garantir a proporcionalidade dos valores normalizados. Todos esses limiares (*thresholds*, limiares de normalização e pesos) são configurados pelos usuários com o apoio do *dashboard*. Estas medidas podem ser agregadas para calcular pontuações com base em operadores simples como soma, média, mínimo ou máximo.

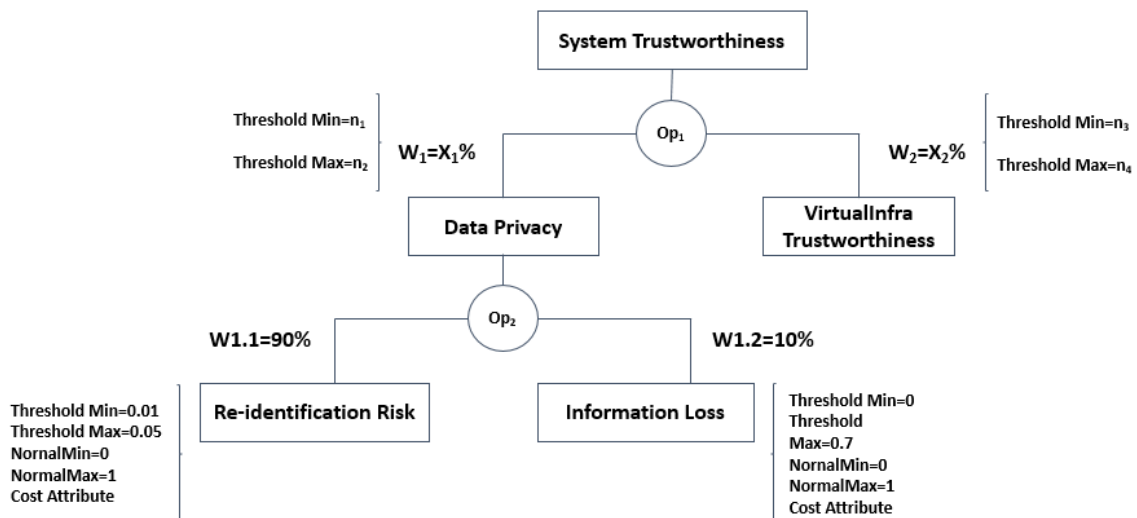


Figura 3. Instância do Modelo de Qualidade para medidas de privacidade,
Basso et al. (2018)

O componente *Analyze* também realiza a agregação de pontuações de atributos compostos com base em operadores específicos (por exemplo, na Figura 3 o operador OP₁), incluindo:

- *Neutrality*: refere-se à média ponderada e representa a combinação de satisfação simultânea de requisitos;
- *Simultaneity*: refere-se a uma conjunção (isto é, o operador lógico E), na qual todos os requisitos devem ser satisfeitos;
- *Replaceability*: refere-se a uma disjunção (isto é, operador lógico OU), em que um dos requisitos do sistema tem uma prioridade mais alta, substituindo os requisitos restantes.

*StaticMetrics

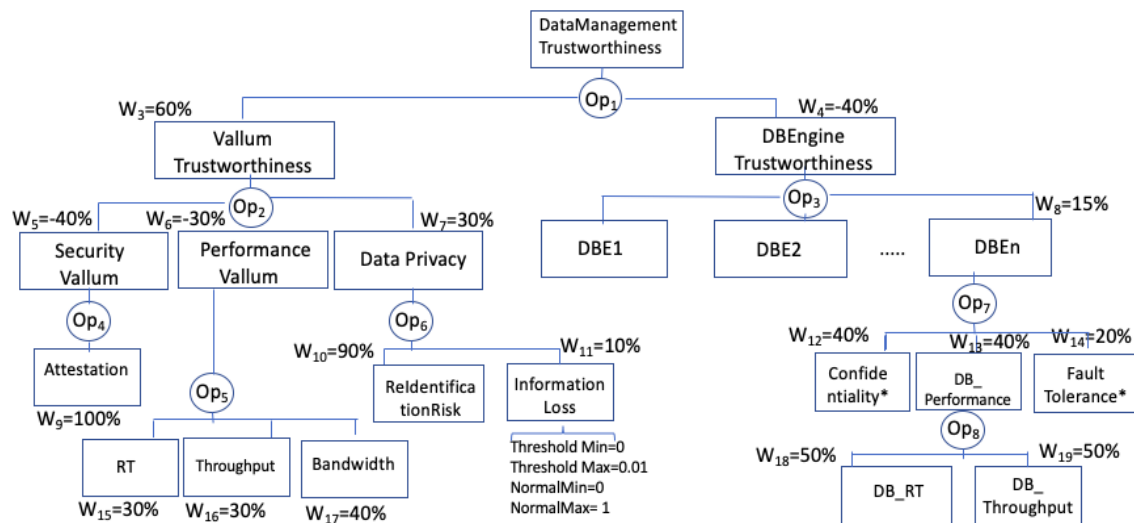


Figura 4. Instância do Modelo de Qualidade para medidas de Gerenciamento de Dados, Basso et al. (2018)

A Figura 4 apresenta uma segunda instância do modelo de qualidade genérico apresentado na Figura 1. Esta instância, voltada para a camada de gerenciamento de dados do projeto ATMOSPHERE, é bem mais complexa, agregando motores (engines - DBEn) de banco de dados e componente de segurança (Vallum¹³). Nota-se que enquanto a instância de privacidade de dados (Figura 3) é composta de apenas dois níveis de profundidade (na árvore, do topo à folha), o modelo de gerenciamento de dados (Figura 4) é composto por 4 níveis, o que traz complexidade para visualizar e avaliar as medidas e scores calculados. O componente que representa os motores de Banco de Dados (DBEngine) é composto por um motor específico para cada gerenciador utilizado na plataforma (por exemplo, SQL Server, Postgree, MySQL, entre outros). Cada um desses motores tem um componente que agrega o seu score (DBEn) que, por sua vez é composto por dois atributos que são medidos por métricas estáticas colhidas no desenvolvimento do projeto de Banco de Dados da plataforma (*Confidentiality* e *Fault Tolerance*) e uma medida coletada pelo monitoramento em tempo de execução (*DB_Performance* e seus subatributos *DB_RT* e *DB_Throughput*), apresentando assim um modelo de 5 níveis. Pelo outro lado da árvore, o componente de segurança (*Vallum*) que gerencia além

¹³ <https://vallumsoftware.com/>

da segurança (*Security Vallum* e seu subatributo *Attestation*), o desempenho (*Performance Vallum* e seus subatributos *RT*, *Throughput* e *Bandwidth*) e a Privacidade de Dados (*Data Privacy* com seus subatributos *Re-Identification Risk* e *Information Loss*) apresenta 4 níveis de profundidade. Vale ressaltar que o modelo de qualidade de privacidade de dados entra aqui como um submodelo que irá contribuir para o score de segurança e indiretamente para o score de gerenciamento de dados, compondo esse complexo modelo de qualidade. Todas essas informações devem ser passíveis de consulta pelos usuários e o *dashboard* proposto deve oferecer uma maneira para que esse requisito seja satisfeito.

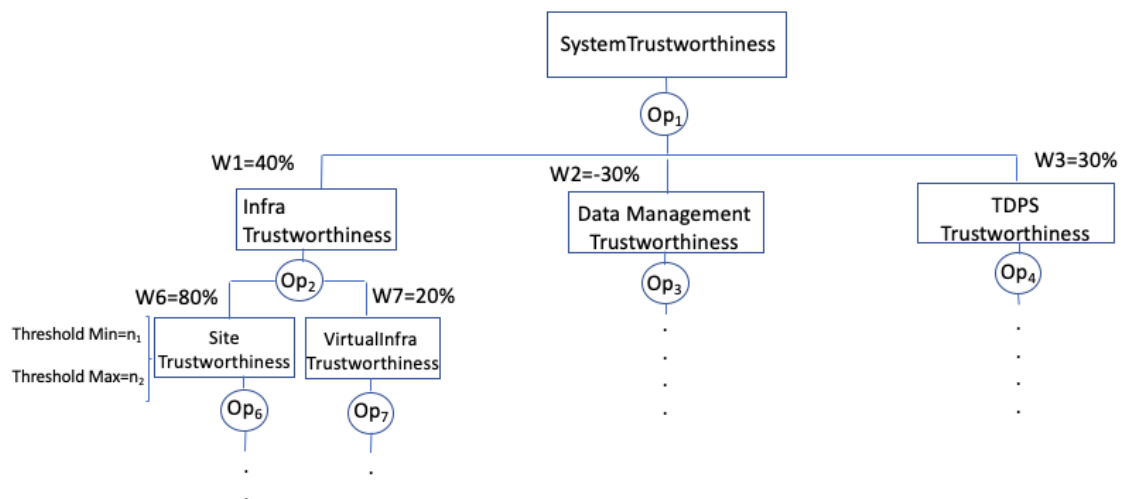


Figura 5. Exemplo de agregação de propriedades para calcular a pontuação de *Trustworthiness* do Sistema, Basso et al. (2018)

Os modelos de qualidade definidos devem ser agregados para formar a pontuação final de confiança (*trustworthiness score*) do sistema sendo executado no ambiente de nuvem. A Figura 5 ilustra essa agregação, onde *System Trustworthiness* representa o nó com a pontuação final. O modelo de qualidade para obter o score de confiança do sistema (*System Trustworthiness Score*) agrega outros modelos de qualidade a saber: (i) o modelo de qualidade que permite avaliar a infraestrutura da plataforma (*Infra Trustworthiness*), tanto em termos de recursos computacionais (*Site Trustworthiness*) quanto os recursos de Virtualização (*Virtual Infra Trustworthiness*); (ii) o modelo de qualidade que representa o gerenciamento de dados (*Data Management Trustworthiness*) previamente detalhado na Figura 4; e (iii) o modelo de dados da aplicação (*TDPS Trustworthiness*) que é responsável por avaliar os atributos

de cada uma das aplicações que é executada na plataforma (atributos tais como, *fairness*, *transparency*, *stability*, entre outros). As informações desses e também de outros modelos de qualidade (incluindo a sua estrutura de composição e valores coletados e calculados) devem ser armazenadas no repositório *Knowledge* (veja Seção 4.3), de onde o *dashboard* recupera as informações para seu funcionamento.

A visualização das medidas de todos os atributos e subatributos que compõem o modelo de qualidade não é uma tarefa simples. O *dashboard* traz uma solução de visualização para apoiar os usuários na tomada de decisão quanto à qualidade dos atributos mensurados (por exemplo, no caso do modelo apresentado na Figura 4, a qualidade do gerenciamento dos dados). O *dashboard* também facilita a interação dos usuários para alterar as configurações (limiares, pesos dos atributos, entre outras) para a realização dos cálculos através do formulário.

A próxima seção apresenta a estratégia para a construção do *dashboard* para que se enquadre em qualquer modelo de qualidade.

4.5 Design Rationale para Construção do Dashboard

Para que o usuário possa interagir com o sistema e configurar sua consulta e limiares, como por exemplo, alterar o peso dos atributos, ver e anotar as pontuações dos atributos, o *dashboard* foi projetado de forma a integrar um formulário. Além das configurações, esse formulário deve ser utilizado para a escolha das opções dos atributos de *Trustworthiness* a serem visualizados (por exemplo: *Privacy*, *Information Loss*, *Re-identification Risk*, entre outros), como também o período que será considerado para a consulta, de forma a apresentar a evolução histórica dos atributos apresentados no *dashboard*.

Após o cálculo da pontuação pelo *Analyze*, que utiliza os atributos e operadores definidos no modelo de qualidade e posterior atualização do repositório *Knowledge* (motor de Banco de Dados), o *dashboard* deve estar habilitado a percorrer a árvore da raiz às folhas, para coletar as informações dos atributos e subatributos do Modelo de Qualidade específico, [Req6, Req12 e Req14]. Ao escolher, os atributos a serem visualizados, os dados armazenados

no repositório são filtrados de acordo com essa escolha e uma árvore com os *scores* de todos os atributos envolvidos é apresentada, como também é apresentada a representação gráfica dessas mesmas informações ao longo do período de tempo que foi configurado. A disposição da interface levou em conta as técnicas de usabilidade e visualização de informação estudadas, como por exemplo, correspondência entre o sistema e o mundo real (árvore), controle do usuário (o formulário para configurar e escolher os *scores*), design minimalista (apresentar o *dashboard* de forma consolidada), critério de clareza (fácil compreensão), transparência dos dados, ser intuitivo (fácil interação do usuário) entre outras (por favor ref. à Seção 2).

O objetivo é que, ao verificar as informações geradas no *dashboard*, o usuário seja capaz de avaliar o nível do *score* da propriedade alvo e tomar decisões quanto à necessidade de se melhorar os recursos ou serviços (isto é, reconfigurar os parâmetros através do formulário, ou liberar recursos de virtualização ou memória) responsáveis pelas medidas.

Como os modelos de qualidade são de complexidade diversa, foi necessária uma estratégia que permitiu a divisão da tela para a apresentação das informações.

Na Figura 6 é apresentado o protótipo da tela inicial da aplicação e da estratégia que se definiu para o desenvolvimento do *dashboard*. A divisão da tela para a separação das informações foi projetada para respeitar a Heurística de Usabilidade n.2 (Nielsen, 1994) e a Heurística de Visualização de Informação n.8 (Oliveira, 2017) - Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real, fazendo com que as informações apareçam em uma ordem natural e lógica [Req07 e Req09] apresentados na Seção 4.1.

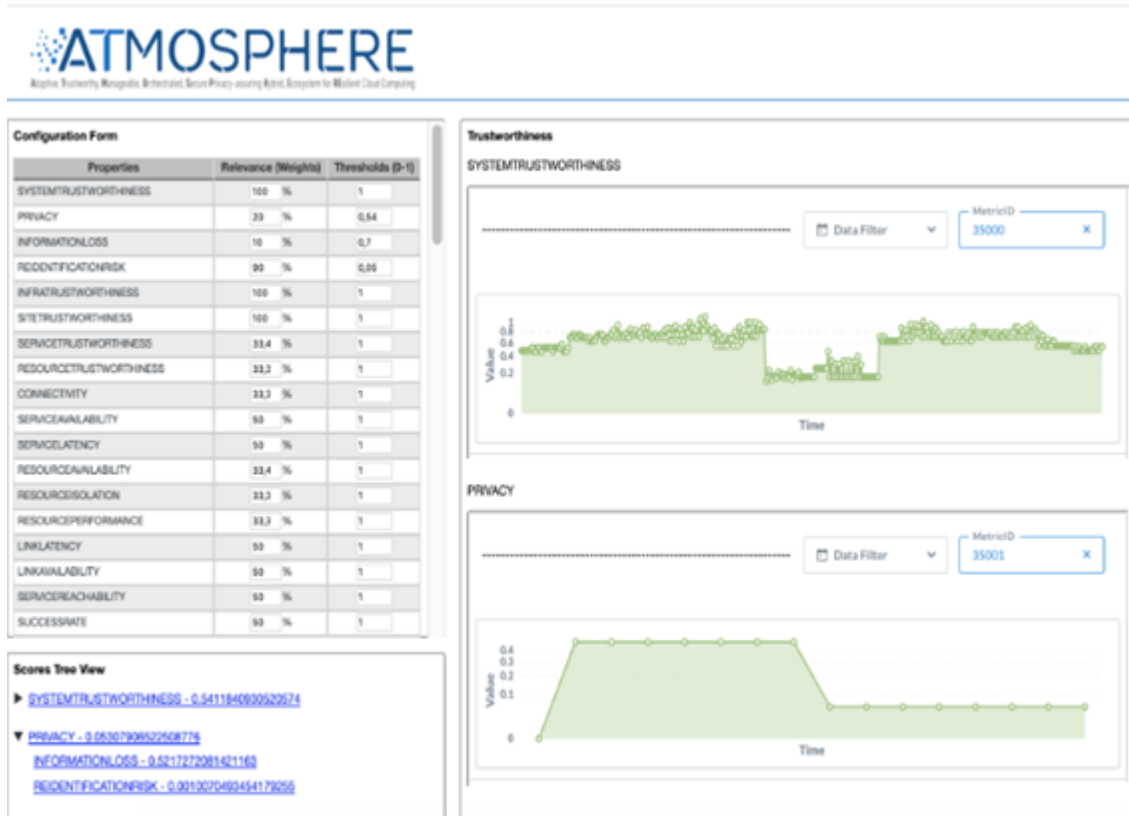


Figura 6. Dashboard, tela principal (primeira versão).

Na parte superior esquerda do *dashboard* foi colocado o formulário para que o usuário faça a escolha e configuração dos atributos que se quer visualizar (*System Trustworthiness*, *Privacy*, *Information Loss*, *Re-identification Risk*, entre outros). As informações dos atributos são exibidas na parte superior do *dashboard*, permitindo que o usuário faça novas escolhas ou novas configurações quando for necessário (respeito à Heurística de Usabilidade n.3 (Nielsen, 1994) e a Heurística de Visualização de Informação n.13 (Oliveira, 2017) - Controle do Usuário e Liberdade) [Req11 e Req16] apresentados na Seção 4.1. Os resultados (*scores*) apresentados serão aqueles relacionados ao atributo escolhido pelo usuário a partir desse formulário.

Para se adequar aos diversos modelos de qualidade, que podem variar de tamanho e complexidade, um algoritmo utiliza percurso em largura na árvore do modelo de qualidade para se obter os atributos de primeiro nível que irão compor esse formulário de acordo com as escolhas feitas pelo usuário [Req11] (ref. à Seção 4.1).

Na parte inferior esquerda do *dashboard* são apresentados, em uma estrutura de árvore (representada pelo texto hierárquico na parte inferior

esquerda da interface), os *scores* dos atributos, obtidos considerando os filtros selecionados e a composição do modelo de qualidade. Dessa forma, é possível visualizar toda a estrutura que leva à composição de cada atributo e subatributo (respeito à Heurística de Usabilidade n.6 (Nielsen, 1994 - Reconhecimento ao invés de lembrar). Além disso, a árvore mostra o relacionamento entre os atributos que compõem o score (respeito à Heurística de Visualização de Informação n. 6 - Relação entre Dados). Também a estrutura de árvore para apresentar a composição pode ser vista como uma representação do mundo real uma vez que reproduz o modelo de Qualidade na sua forma concebida pela ISO (respeito à Heurística de Usabilidade n. 2 e à Heurística de Visualização de Informação n.8 - Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real).

O lado direito da tela fica reservado para apresentar as informações dos atributos escolhidos (o *score* calculado) conforme o período selecionado, a graduação das medidas e a evolução do *score* ao longo do tempo, em forma de gráficos, para melhor visualização e disponibilidade das informações. É possível apresentar até dois atributos em uma mesma tela (respeito à Heurística de Usabilidade n.8 - Design Estético e Minimalista, bem como a Heurística de Visualização de Informação n.7 - Poluição Visual e Densidade de Dados), conservando um tamanho adequado e evitando a poluição da interface. Para que outros atributos de primeiro nível sejam apresentados (caso em que o usuário escolha visualizar outros atributos), ele deverá selecioná-los sobre o texto hierárquico na estrutura da árvore (parte inferior esquerda do *dashboard*) fazendo com que outra página seja exibida. Nesse caso, é apresentado um gráfico de maior tamanho para a visualização de maiores detalhes (respeito à Heurística de Visualização de Informação n. 5 - Propriedades Visuais), conforme apresentado na Figura 7, quando são apresentados o atributo e um de seus subatributos. Os dados apresentados na Figura 7 são dados de testes (*scores* calculados) e mostram a importância dos dados apresentados em forma de gráficos e a disponibilidade das informações, facilitando a compreensão do usuário. São apresentados os *scores* de *System Trustworthiness* e *Privacy* nas datas de 01 a 15 de dezembro de 2019, de forma ampliada, facilitando o entendimento e a visualização de detalhes.

Caso o usuário queira verificar as informações dos sub atributos relacionados aos atributos escolhidos na árvore, será necessário utilizar o

símbolo ► que tem como função direcionar o usuário para outra página (para uma tela de detalhamento, como na Figura 7) com as mesmas informações e gráficos relacionados aos atributos e subatributos. Nesse caso, haverá um percurso em profundidade na árvore do modelo de qualidade, para se obter os dados dos subatributos (respeito à Heurística de Visualização de Informação n. 3 - Manipulação de Dados) em direção às folhas da árvore [Req07, Req08 e Req16 da Seção 4.1]. A mesma divisão entre os gráficos será respeitada durante todo o uso do *dashboard* (respeito à Heurística de Usabilidade n.4 (Nielsen, 1994) e Heurística de Visualização de Informação n.10 (Oliveira, 1997). - Consistência e padrões).

É importante mencionar aqui o requisito de segurança [Req01]. O *dashboard* estava exposto na internet para acesso ao público, porém esse requisito foi atendido para acesso aos servidores onde o *dashboard* estava hospedado. Para acesso aos servidores era necessário se autenticar em dois níveis: no 1º nível com usuário e senha e após com uma chave criptográfica, tornando o ambiente seguro.

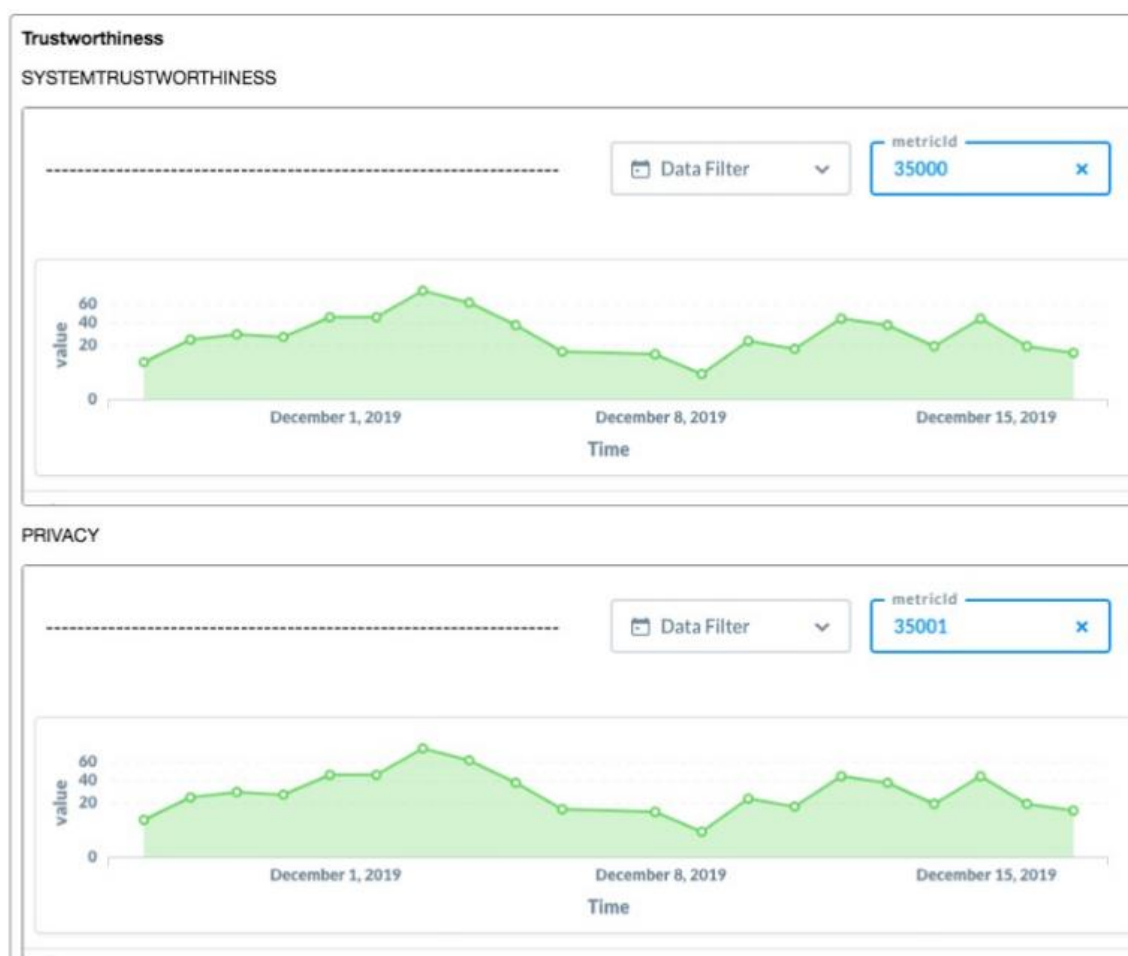


Figura 7. *Dashboard*, tela de detalhamento (primeira versão).

A Tabela 3 traz uma análise dos requisitos do *dashboard* (primeira coluna), a relação com as Heurísticas de Usabilidade (segunda coluna), com as Heurísticas de Visualização de Informação (terceira coluna) e recursos e técnicas providas pela plataforma do projeto ATMOSPHERE. Quando as células se encontram sem anotações significa que não há relação do requisito em questão com as heurísticas ou plataforma (por exemplo, o Req13 se refere à *expertise* do usuário em foco e não se refere nem às heurísticas, nem à plataforma).

Todos os requisitos elicitados foram atendidos, tendo sido implementados pela plataforma (47% dos requisitos) ou implementados no *dashboard* em si. Sete dos requisitos atendem uma ou mais heurísticas de Usabilidade, sendo que no total, sete das dez heurísticas de Usabilidade de Nielsen (1994) foram observadas em algum ponto da implementação. Quanto às heurísticas de

InfoVis, foram dez os requisitos que as utilizaram na avaliação, tendo sido observadas em algum ponto da implementação oito das quinze heurísticas.

Tabela 3. Tabela de Requisitos e Técnicas Empregadas

ID	Requisitos	Técnica de Usabilidade	InfoVis	Outras Técnicas
Req01				Controle de Acesso provido pela plataforma.
Req02			Caracterização de Dados. Manipulação de Dados.	
Req03				Ambiente provido pela plataforma.
Req04				Recursos de Virtualização provido pela plataforma.
Req05				Recursos provido pela plataforma.
Req06			Organização Espacial e Perspectiva. Propriedades Visuais	
Req07		Correspondência entre o sistema e o mundo real. Consistência e Padrões.	Manipulação de Dados. Relações entre Dados. Equivalência com Mundo Real.	
Req08		Design estético e minimalista. Consistência e Padrões.	Manipulação de Dados. Poluição Visual e Densidade dos Dados.	
Req09		Correspondência entre o sistema e o mundo real.	Equivalência com Mundo Real.	
Req10				Recurso provido pela plataforma.
Req11		Controle do Usuário e Liberdade	Caracterização de Dados. Manipulação de Dados. Controle do Usuário.	
Req12				Monitoramento provido pela plataforma.
Req13				
Req14				Gerenciamento de Dados provido pela plataforma
Req15		Flexibilidade e eficiência.	Flexibilidade e eficiência.	Recurso provido pela plataforma.
Req16		Controle do Usuário e Liberdade. Consistência e Padrões.	Manipulação de Dados. Poluição Visual e Densidade dos Dados. Controle do Usuário.	
Req17			Relações entre Dados.	
Req18				Recurso provido pela plataforma.
Req19		Flexibilidade e eficiência.	Flexibilidade e eficiência.	

4.6 Considerações finais do Capítulo

Este capítulo apresentou como foi feita a pesquisa para o desenvolvimento e *design* rationale do *dashboard*, que foi concebido para ser integrado ao projeto ATMOSPHERE. O público alvo eram os integrantes do projeto, que lidam com grandes volumes de dados. Foram seguidos os requisitos formalizados pelos membros do projeto e também as Heurísticas de Usabilidade e de Visualização de Informação para sua concepção.

Foi feita uma pesquisa para verificar a solução de *BI* mais apropriada para o desenvolvimento do *dashboard* e que atendesse aos requisitos do projeto e às Heurísticas. Testes pilotos incluindo várias ferramentas disponíveis guiaram a escolha da melhor ferramenta de apoio ao desenvolvimento do *dashboard*, tendo como requisito final de escolha seu custo x benefício.

Para estruturar a apresentação da árvore do modelo de qualidade no *dashboard*, foram utilizados algoritmos de percurso em árvore, tanto para percorrer a árvore em largura quanto em profundidade, podendo atender requisitos de flexibilização de apresentação dos *scores* calculados (por exemplo, Req07 e Req11 da Seção 4.1). Sendo assim, o *dashboard* foi desenvolvido para que aceitasse qualquer modelo de qualidade que é representado por uma árvore de atributos que avalia a confiança das aplicações em nuvem.

A estratégia para o desenvolvimento do *dashboard* teve como foco a facilidade com que as informações geradas e as configurações necessárias eram assimiladas pelos integrantes do projeto, permitindo que avaliassem as medidas e tomassem decisões quanto à necessidade de se melhorar os recursos ou serviços.

Capítulo 5. Avaliação do *Dashboard*

A hipótese desse estudo é que sendo possível considerar técnicas de avaliação de usabilidade e visualização de informação no desenvolvimento de *dashboards*, a utilização dessas técnicas pode trazer benefícios, tais como um *dashboard* mais assertivo, ou seja, mais próximo da realidade dos usuários que irão utilizá-lo. Consequentemente, pode-se obter maior adesão por parte desses usuários à utilização do *dashboard*. Dessa forma, como prova de conceito, além do *dashboard* que considerou as recomendações de usabilidade e visualização de informação durante o desenvolvimento, realizou-se uma avaliação da interface desse *dashboard* com usuários.

Para a realização dessa avaliação foram combinadas as técnicas de teste com usuário e questionário (Apêndices I e II) com o público alvo, que são profissionais de Tecnologia da Informação que trabalham em ambiente de nuvem lidando com grandes volumes de dados e precisam da mineração de dados para obter os resultados necessários. Particularmente, para a validação no âmbito deste trabalho, o público alvo foi composto pelos membros do projeto ATMOSPHERE e profissionais de empresas de desenvolvimento de soluções em informática. O teste foi realizado de forma individual, visando que o participante se sentisse bem à vontade para realizar o teste e responder aos questionários.

Decidimos utilizar essas duas técnicas de avaliação (teste com usuário e questionário) por serem eficazes para atingir um público amplo, uma vez que os profissionais entrevistados são de diferentes países. Além disso, seu custo é baixo e reduz o tempo de avaliação. Foi pensado em utilizar a técnica *Think Aloud*, que permitiria gravar os participantes na utilização do *dashboard*, porém com a chegada da pandemia no início de 2020 e por não ser possível atingir todo o público alvo a ideia foi descartada.

Os participantes receberam instruções sobre como funcionaria o teste (Apêndices III e IV), tais como: explicação do propósito e objetivos do teste, bem como a maneira como o teste seria feito, atividades que seriam executadas durante o teste e preenchimento do questionário. Todos os usuários receberam um documento explicando como funcionava o *dashboard*, descrevendo os

modelos de qualidade (o *dashboard* usa sua estrutura para a representação hierárquica das pontuações) e definindo um cenário para que pudessem interagir com o sistema de forma controlada, utilizando o *dashboard*. O objetivo é que, após exercitar o *dashboard*, os usuários respondessem a algumas perguntas sobre a experiência.

A metodologia utilizada para a avaliação foi estabelecida considerando as melhores práticas utilizadas para a aplicação de avaliação com usuários, conforme reportadas na literatura por especialistas na área de IHC (Caseiro, 2011; Gonçalves, Neris e Ueyama, 2011; Moritz e Meinel, 2010). Sendo assim, a aplicação dessa metodologia foi realizada com base nas seguintes etapas:

- (i) Revisão da literatura de IHC para levantamento de requisitos do cenário de estudo;
- (ii) Elaboração de uma lista de tarefas contendo tarefas típicas a serem realizadas pelo público alvo;
- (iii) Aplicação de teste-piloto, para validação da metodologia e dos recursos utilizados;
- (iv) Aplicação de avaliação com usuários para identificar problemas de interação e preenchimento dos questionários;
- (v) Análise dos dados coletados da avaliação com usuários.

A metodologia de avaliação contou com os seguintes documentos: (i) um teste de usuário, que especifica um cenário de uso do *dashboard* de forma que os usuários exercitem o cenário e respondam a algumas questões dissertativas; (ii) dois questionários de múltipla escolha a serem respondidos pelo usuário.

Para realizar esses testes, disponibilizamos dois modelos de qualidade (um de menor complexidade - privacidade de dados - e um com maior número de níveis hierárquicos e mais complexo - infraestrutura) e respectivos atributos.

O cenário sugeriu pelo menos as seguintes ações: (i) alterar o peso do atributo *InformationLoss* para 0,2 (20%) e o *ReidentificationRisk* para 0,8 (80%); (ii) Ver e anotar a pontuação do atributo *LinkLatency*; (iii) Ver e anotar a pontuação do atributo *Trustworthines*. Em seguida, os usuários relataram suas impressões sobre o *dashboard* por meio de perguntas como: (i) "Você teve algum problema ao usar o *dashboard*? Se sim, quais?" (ii) "Você sugere alguma

mudança para melhorar o *dashboard*? Se sim, quais?" (iii) "Você usaria o *dashboard* novamente? Por quê?". Os documentos completos utilizados para os testes estão nos Apêndices III e IV deste documento.

Foram utilizados dois questionários de múltipla escolha. O primeiro foi composto por seis questões sobre o perfil do usuário, para compreender principalmente a experiência de cada participante como profissional de TI, bem como sua experiência no domínio de IHC. O segundo questionário foi composto por dez questões para avaliar os pontos fortes e fracos da interface do *dashboard*. Essas questões foram baseadas nas heurísticas de usabilidade de Nielsen (1994), e nas heurísticas para visualização de informação de Oliveira (2017). Cada pergunta é uma afirmação e pode ser uma classificação de maneira booleana (Sim ou Não) ou em uma escala de quatro ou cinco pontos, indo de, "Discordo totalmente" a "Concordo totalmente" ou "Muito fácil" a "Muito difícil". Exemplos de algumas declarações do segundo questionário são: (i) "o uso do formulário de configuração do *dashboard* para definir os parâmetros é simples". (ii) "Os símbolos usados na estrutura em árvore deixam clara a hierarquia dos atributos". As respostas obtidas com base nos questionários, que contém questões quantitativas e qualitativas, foram analisadas e classificadas e os resultados desse processo serão apresentados adiante. Os questionários completos estão nos Apêndices I e II deste documento.

O processo que foi seguido para o desenvolvimento e avaliação do *dashboard* é apresentado na Figura 8. A primeira etapa do processo é a elicitação dos requisitos, que no estudo de caso foi solicitado pelo time do projeto ATMOSPHERE. Os requisitos foram tabulados e organizados, utilizando-se o padrão da ISO 25000 para sua formalização. A etapa seguinte foi a escolha da ferramenta mais adequada para o desenvolvimento e *design* do *dashboard*. Vários testes foram feitos com várias ferramentas, até que a ferramenta mais adequada para o *dashboard* específico foi escolhida. Em seguida foi feito um levantamento bibliográfico para entendermos os conceitos de heurísticas de usabilidade e heurísticas de visualização para aplicarmos na fase de *design* e avaliação do *dashboard*.

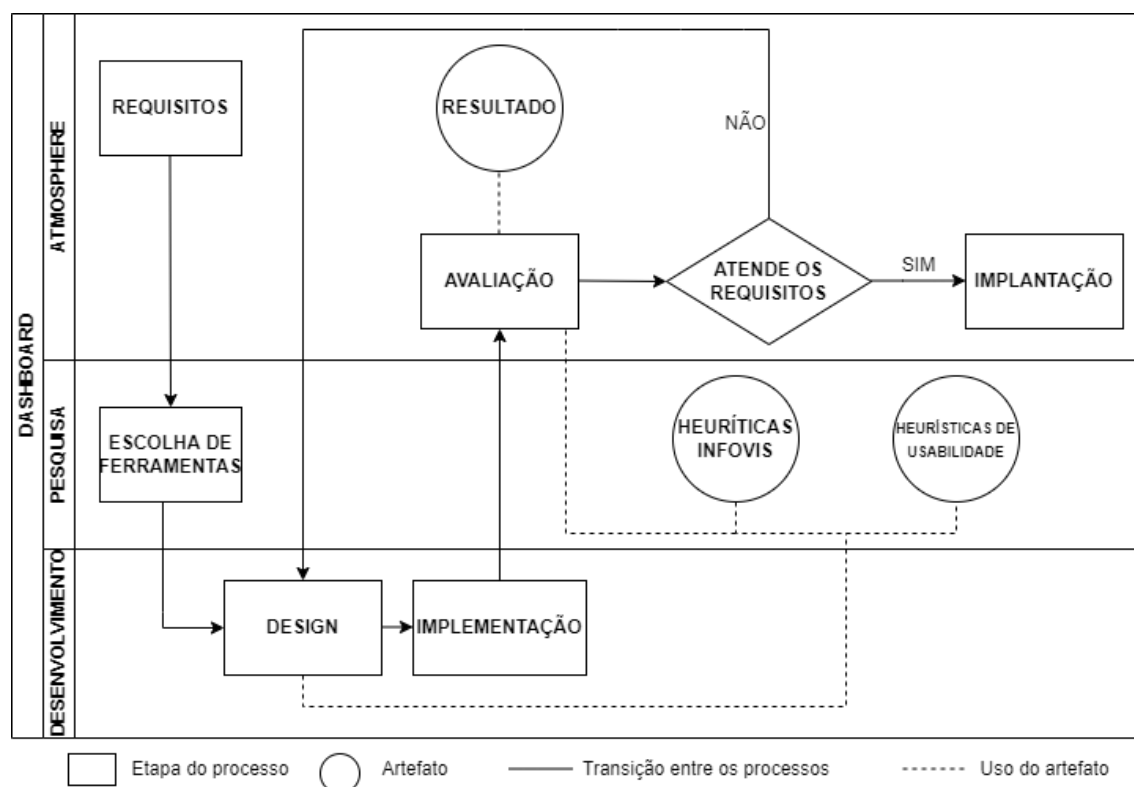


Figura 8. Processo de desenvolvimento e avaliação do *dashboard*.

As heurísticas de usabilidade de Nielsen (1994) e as heurísticas de Visualização de Informação de Oliveira (2017) foram identificadas como artefatos relevantes para guiar o desenvolvimento e a avaliação do *dashboard* desenvolvido. A etapa de projeto (*design*) foi feita respeitando sempre as Heurísticas de Usabilidade e de Visualização de Informação para que a interface do *dashboard* já fosse concebida respeitando esses dois conjuntos de heurísticas. Seguiu-se a etapa de implementação do *dashboard* sendo hospedada em um ambiente de nuvem, para atender alguns dos requisitos firmados pelo projeto ATMOSPHERE. Na próxima etapa, na avaliação da interface, foram utilizadas as técnicas de teste com usuários e questionários, que foram fortemente apoiados pelas mesmas heurísticas selecionadas para guiar o desenvolvimento, ou seja, heurísticas de Usabilidade de Nielsen (1994) e heurísticas de Visualização de Informação de Oliveira (2017). Com os resultados obtidos, foi possível analisar e fazer melhorias no *dashboard* retornando para o processo de design e implementação quando os limiares de qualidade esperados não foram atingidos, definindo no processo uma iteração entre as etapas de design implementação e avaliação, que objetivou atender aos requisitos e respeitar as heurísticas de Usabilidade e Visualização de Informação

selecionadas. Foram realizados dois *sprints* de avaliação (ou seja, duas iterações do processo) antes da etapa final do processo que foi a implantação do *dashboard*. Novos requisitos implicam no reinício do processo, uma vez que um determinado requisito pode exigir uma ferramenta diferente de apoio ou mesmo heurísticas complementares para o desenvolvimento e avaliação.

É importante ressaltar que, antes de todo esse processo, a metodologia de avaliação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Plataforma Brasil). Foi submetido e aprovado um projeto para o conselho de ética uma vez que houve a presença de humanos na avaliação. Porém, não houve nenhuma identificação do avaliador e a avaliação não tratará dados sensíveis, apenas o *dashboard* foi avaliado. A publicação dos resultados se limitou a dados agregados e não houve tomada de imagens de nenhum tipo.

5.1 Resultados da Avaliação do *Dashboard*

Em um primeiro momento, foram realizados dois *sprints* de avaliação. No primeiro *sprint*, foi realizado um teste preliminar (piloto) com três especialistas em segurança e privacidade. A partir dessa avaliação, algumas melhorias foram implementadas na interface do *dashboard* para preparar uma validação mais completa com um maior número de usuários. No segundo *sprint*, vinte e dois especialistas em informática, incluindo profissionais envolvidos no projeto ATMOSPHERE, avaliaram a interface.

Os participantes do primeiro *sprint*, três especialistas em segurança da informação e privacidade, apresentam idade média de quarenta anos e 100% deles trabalham em TI por mais de três anos. Em relação ao conhecimento da área de IHC, 33% nunca trabalharam antes nesse domínio e 67% nunca trabalharam diretamente, mas usam frequentemente materiais deste domínio. Avaliando outros conhecimentos em TI, observa-se que 33% trabalham às vezes com o *front-end* e requisitos do sistema, enquanto 67% trabalham com esses assuntos com frequência; 67% trabalham pouco frequentemente com testes de sistema, enquanto que 33% usam testes de sistemas com frequência.

Com base nos resultados do questionário, todos os avaliadores concordam que a interface do *dashboard* é agradável, apresentando volume de

informações adequado. Consideram a forma de configuração intuitiva e que os resultados são fáceis de entender por meio dos gráficos. Por outro lado, com base no teste de usuário, ou seja, por meio do exercício do cenário pré-definido, todos os avaliadores tiveram alguns problemas para navegar na estrutura da árvore. Um deles realmente não conseguiu perceber como navegar, ou seja, abrir a estrutura e ver as pontuações dos subatributos. Portanto, a navegação se mostrou um problema severo de usabilidade da interface nessa primeira versão. Um deles fez o seguinte comentário: “A árvore não aparecia na minha tela, dificultando a localização da árvore”. Um segundo comentário foi “A necessidade de clicar na seta para abrir a árvore não é intuitiva”. Por esses comentários os usuários se queixam da navegação pela árvore, apontando a necessidade de melhorias naquela parte específica do *dashboard*. Sendo assim, algumas melhorias para tornar a navegação na árvore mais intuitiva foram implementadas: foi inserido um ícone mais intuitivo - uma lupa com um gráfico e link - indicando que ali é possível abrir as telas de detalhamento e expandir a árvore. Também foi retirado o *link* no descritivo da árvore para melhorar a visualização. Isso foi feito antes de continuar a avaliação com um maior número de usuários (o segundo *sprint*).

No segundo *sprint*, 22 profissionais de TI atuaram como avaliadores. A Tabela 4 apresenta o perfil dos avaliadores. Inclui-se nesse *sprint* profissionais que atuam em empresas de TI (32%), pesquisadores (36%), professores (4%) e alunos de graduação em TI (28%). A idade dos participantes, em média, é de 32 anos, sendo que 68% trabalham em TI há mais de três anos. Em relação ao conhecimento em TI, 23% já trabalharam no domínio de IHC; 68% trabalham com o *front-end* de sistemas e 73% trabalham com requisitos do sistema, enquanto 64% trabalham com essas questões com frequência, a Tabela 5 sintetiza essas informações.

Tabela 4. Perfil usuários segundo *sprint*.

Profissional	Média
Empresa	32%
Pesquisadores	36%
Aluno	28%
Professor	4%

Tabela 5. Conhecimento de TI usuários segundo *sprint*.

IHC	%	Front-End	%	Requisitos	%	Testes Sistemas	%
Algumas vezes	9%	Algumas vezes	59%	Algumas vezes	50%	Algumas vezes	59%
Uso constante	14%	Uso constante	9%	Uso constante	23%	Uso constante	5%
Nunca	77%	Nunca	32%	Nunca	27%	Nunca	36%

Com base nos resultados dos questionários, a maioria dos avaliadores (aproximadamente 73%) concordou que a interface do *dashboard* é boa, apresenta volume adequado de dados (aproximadamente 55%), forma de configuração intuitiva (50%) e os resultados são fáceis de entender por meio dos gráficos (64%). No entanto, da mesma forma que no *sprint* 1, os avaliadores ainda apontaram alguns problemas para navegar na estrutura em árvore do Modelo de Qualidade.

Apesar das melhorias efetuadas, ainda houveram comentários de que os símbolos usados para visualizar a árvore de atributos não eram intuitivos. Um dos comentários registrado foi que "A necessidade de clicar na seta para abrir a árvore não está intuitiva". Alguns comentários e sugestões foram feitos como resultado dos testes com usuários. Três avaliadores sugeriram que o botão de envio pudesse ser fixado no campo do *display*, evitando o *scroll* de tela, o que melhoraria a usabilidade. Um dos comentários nesse sentido foi " O botão de *Submit* fica muito escondido". Pelo menos quatro avaliadores comentaram sobre a dificuldade de navegar pela árvore e sugeriram melhorar os símbolos para torná-los mais intuitivos. Dois deles mencionaram que o modelo de qualidade deve ficar mais claro na estrutura em árvore.

Surgiram ainda comentários sobre o grande volume de dados exibidos no *dashboard*, que foi apontado por pelo menos 10 avaliadores. Eles sugeriram melhorar os gráficos reduzindo (ou seja, agrupando) as informações e removendo os marcadores de dados. Além disso, um número considerável de avaliadores comentou sobre a dificuldade de compreensão do significado das informações exibidas no *dashboard*. Embora os avaliadores estivessem familiarizados com o contexto e as tecnologias de TI, as informações sobre confiança são bastante específicas. Apesar de termos enviado um documento explicando como o *dashboard* funciona, pelo menos 9 entrevistados (6 alunos, 1

entrevistado do projeto ATHMOSPHERE e 2 entrevistados da empresa de tecnologia) afirmaram que precisavam de muito esforço para entender as propriedades, pesos e limites. Dois deles sugeriram o uso de legendas nos gráficos.

Tabela 6. Resultados da avaliação (questão de 4 pontos)

Resultados	Concordo Totalmente	Concordo	Discordo	Discordo Totalmente
A interface do dashboard é amigável (por exemplo, cores, fácil visualização)	16%	60%	16%	8%
O volume de dados exibidos é adequado (ou seja, o dashboard não contém informações excessivas)	16%	44%	36%	4%

Com base nesses *sprints* de avaliação, melhorias foram implementadas e serão descritas na próxima subseção (Seção 5.2). Um resumo dos resultados do segundo *sprint* é apresentado nas Tabelas 6 a 9.

A Tabela 6 resume a taxa de respostas das questões com classificação em uma escala de quatro pontos. As afirmações referem-se à avaliação da interface e do volume de dados apresentados no *dashboard*. Cerca de 76% dos avaliadores concordam (total ou parcialmente) que o *dashboard* tem uma interface com boa usabilidade e 60% concordam (total ou parcialmente) que o volume de dados é adequado. No entanto, consideramos que 40% das respostas discordo (total ou parcialmente) é um percentual considerável para indicar que melhorias quanto ao volume de dados devem ser feitas. Para uma melhor apresentação a Figura 9 traz um histograma que mostra esses percentuais.

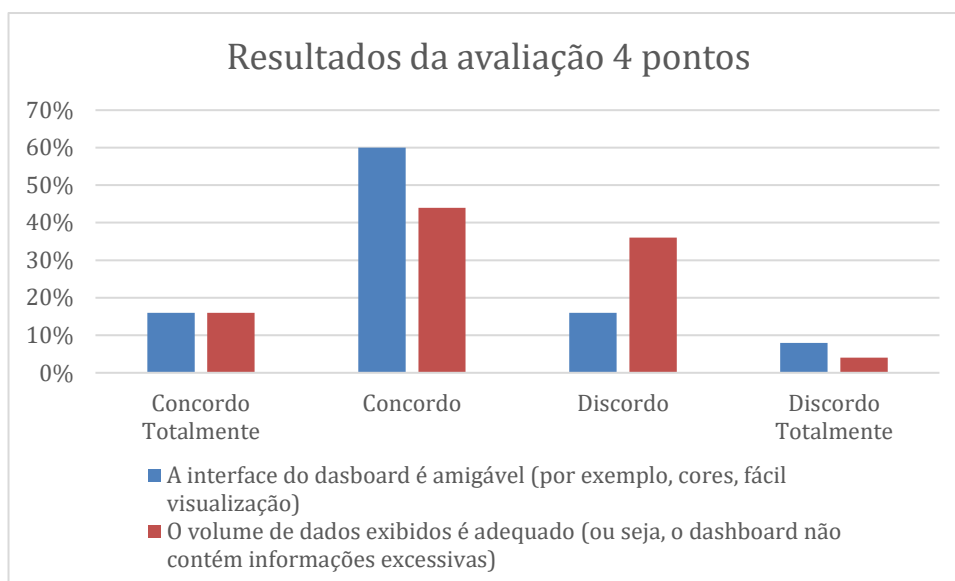


Figura 9. Resultados da avaliação (questão de 4 pontos)

A Tabela 7 mostra as afirmações em resposta às questões com classificação em uma escala de cinco pontos. As declarações se referem, principalmente, à navegação pelo *dashboard*, à estrutura em árvore e à apresentação dos gráficos. 48% dos entrevistados acharam que a navegação pelo *dashboard* foi fácil / muito fácil, enquanto 24% acharam difícil e 28% acharam que o nível de dificuldade é médio. Quanto à forma de configuração, 52% consideraram fácil / muito fácil de usar, 28% acharam difícil / muito difícil de usar e 20% classificou o nível de dificuldade como médio.

Quando questionados sobre a navegação na estrutura em árvore, 52% acharam fácil / muito fácil, 32% acharam difícil / muito difícil e 16% consideraram o nível de dificuldade médio. Porém, quanto aos símbolos utilizados, 32% classificaram como fácil / muito fácil de usar, o mesmo percentual para classificação média e 36% achou difícil / muito difícil de usar. Esta é uma forte indicação de que esses símbolos devem ser melhorados.

Tabela 7. Resultados da avaliação (questão de 5 pontos)

Resultados	Muito Fácil	Fácil	Médio	Difícil	Muito Difícil
A navegação pelo painel foi ...	20%	28%	28%	24%	0%
O uso do formulário de configuração para definir os parâmetros foi ...	20%	32%	20%	24%	4%
A navegação na estrutura em árvore para visualizar o pontuação dos atributos foi	20%	32%	16%	24%	8%
Os símbolos usados na estrutura em árvore fizeram a hierarquia de atributos ...	20%	12%	32%	16%	20%
Os resultados apresentados na forma de gráficos baseados na história das pontuações permitem a compreensão ..	12%	44%	12%	20%	12%

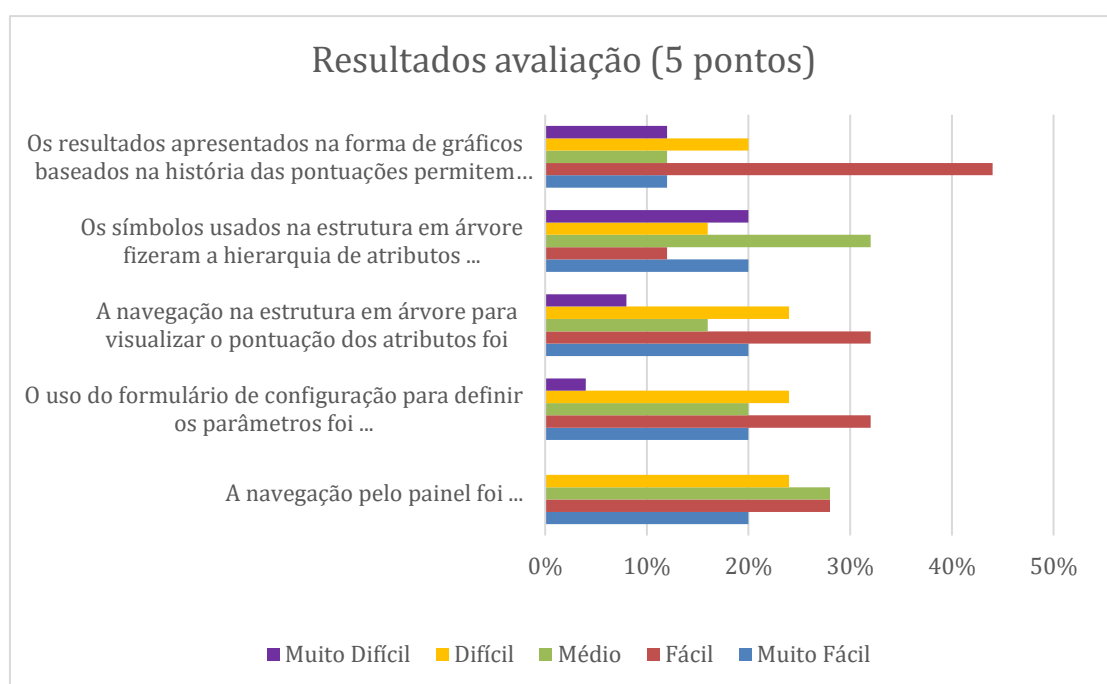


Figura 10. Resultados da avaliação (questão de 5 pontos)

Por fim, em relação à avaliação dos gráficos, 56% acharam fácil / muito fácil de entender, enquanto 32% acharam difícil / muito difícil e 12% constataram que o nível de compreensão é médio. Para uma melhor visualização desses resultados, a Figura 10 traz um histograma que reflete esses percentuais.

A Tabela 8 apresenta os resultados das questões da escala de dois pontos, que foram respondidas pelos avaliadores como parte do teste do usuário. Nessa avaliação, 68% afirmaram que voltariam a usar o *dashboard*. 44% afirmaram que tiveram problemas com o uso do *dashboard* e consideramos este um percentual alto e um indicativo de que os problemas deveriam ser investigados. Essa necessidade de se retrabalhar o dashboard foi reforçada

pelas sugestões de melhorias encaminhadas, em que 64% sugeriram algum tipo de melhoria para o *dashboard*.

Tabela 8. Resultados da avaliação (teste do usuário perguntas de 2 pontos)

Questionário	Sim	Não
Você usaria o <i>dashbohard</i> novamente?	68%	32%
Você teve algum problema ao usar o <i>dashboard</i> ?	44%	56%
Você sugere alguma alteração para melhorar o <i>dashboard</i> ?	64%	36%

Tabela 9. Percentual de Problemas na avaliação com base nos comentários dos usuários

Categoria	Comentários
Compreensão	37%
Volume de dados	37%
Navegação	44%
Gráficos	26%

A Tabela 9 sintetiza os problemas e sugestões apontados pelos avaliadores por meio de questões dissertativas. Foram enviados um total de 27 comentários. Classificamos em 4 categorias: Compreensão, que se refere à compreensão do significado das informações exibidas no *dashboard*; Volume de dados, que se refere à quantidade de informações exibidas no *dashboard*; Navegação, que se refere à navegação pela estrutura em árvore e pelas páginas do *dashboard*; e Gráficos, que se refere à visualização dos gráficos. Por se tratar de comentários dissertativos, alguns deles foram classificados em mais de uma categoria. Como pode ser observado na Tabela 9, o problema mais relevante que os comentários apontaram foi a navegação pela estrutura em árvore, com 44% dos comentários. Segue-se com o mesmo percentual (37%) a compreensão do significado das informações e o volume de dados apresentados no *dashboard* e com o menor percentual (26%) são apontados os problemas na visualização dos gráficos.

Vale ressaltar que como as heurísticas têm interpretações subjetivas, ou seja, o desenvolvedor tem o seu entendimento e olhar para projetar a interface

do *dashboard*, enquanto os usuários podem não ter essa mesma visão, ocorrem problemas na interface mesmo considerando as heurísticas no momento do desenvolvimento. Por esse motivo, mesmo quando se toma as heurísticas para embasar o desenvolvimento, é importante a validação da interface com os usuários para uma melhor aceitação do público alvo conforme menciona Few (2006) e Feth e Schmitt (2020).

5.2 Melhorias de Usabilidade e Visualização do *Dashboard*

Com base na avaliação, foram efetuadas as melhorias no *dashboard*. A Figura 11 mostra a versão mais recente da interface. A primeira melhoria foi feita no botão de envio do Formulário de Configuração (canto superior esquerdo). Retiramos o *scroll* de tela e agora o botão está fixo, facilitando a visualização. O *scroll* de tela permaneceu apenas para os atributos da árvore. Além disso, no Formulário de Configuração, adicionamos um sistema de ajuda onde o usuário pode posicionar o mouse sobre o símbolo “?” ou na própria propriedade e uma janela *pop-up* será aberta com informações e detalhes sobre essa propriedade (na Figura 11, um exemplo de *pop-up* é mostrado com a mensagem “*The name of trustworthiness metric*”). Isso facilita o uso do *dashboard* por usuários menos experientes. Em relação ao excesso de informações na visualização do gráfico, removeu-se, primeiramente, os marcadores de dados, que deixou o gráfico com menos informações e conseqüentemente mais claro. Também otimizamos algumas consultas para agrupar informações. Um exemplo de otimização de consulta é apresentado na Tabela 10, onde é possível observar o uso das cláusulas *DISTINCT*, *AVG* e *GROUP BY*, que organizam e reduzem a quantidade de informações.

Tabela 10. Otimização de consulta para melhoria da visualização do gráfico

Antes	Depois (otimizado)
<pre>SELECT 'MetricData'. 'metricId' AS 'metricId', 'MetricData'. 'valueTime' AS 'valueTime', 'MetricData'. 'value' AS 'value' FROM 'MetricData' WHERE 'metricId' IS NOT NULL AND { filter } LIMIT 2000</pre>	<pre>SELECT distinct 'MetricData'. 'metricId' AS 'metricId', CAST('MetricData'. 'valueTime' as date) AS 'valueTime', AVG(cast('MetricData'. 'value' as decimal(10, 2))) AS 'value' FROM 'MetricData' WHERE 'metricId' IS NOT NULL AND {{filter}} GROUP BY 'valueTime', 'metricId' LIMIT 2000</pre>

Outra melhoria para a visualização do gráfico é a adição de legenda para o eixo x do gráfico. Na Figura 11, podemos observar as datas ao longo das métricas (1 de dezembro de 2019, 8 de dezembro de 2019 e 15 de dezembro de 2019 para a propriedade *System Trustworthiness* e o primeiro dia de agosto de 2019 para propriedade de *Privacy*). Essas datas podem ser configuradas dinamicamente pelo usuário, que pode especificar o período de visualização.

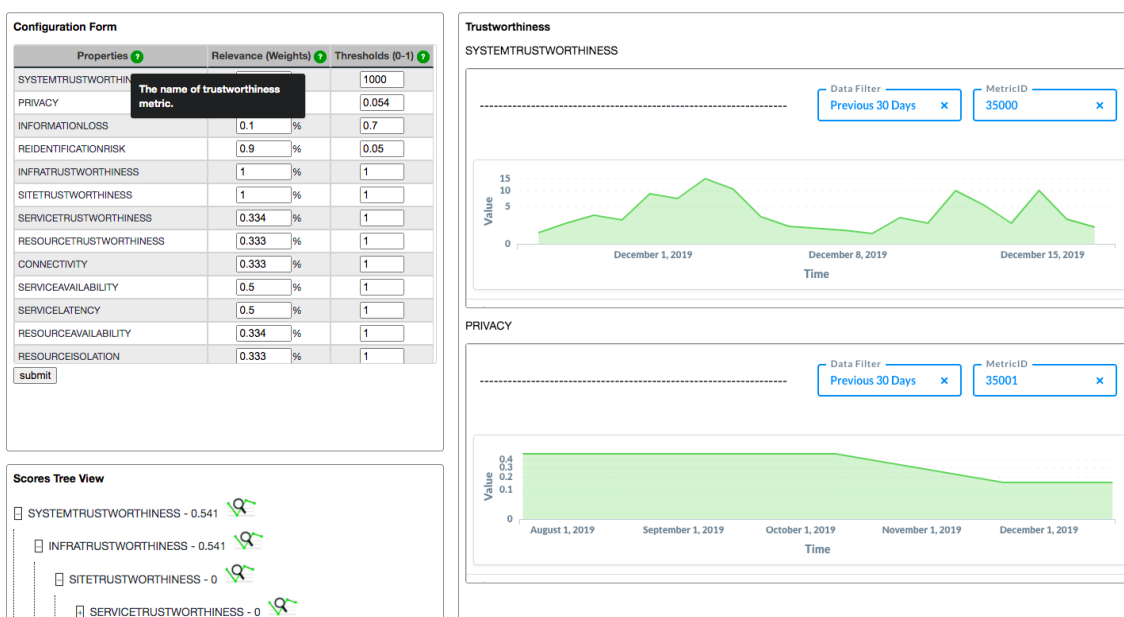


Figura 11. *Dashboard* aprimorado com base na avaliação.

Para melhorar a navegação na estrutura da árvore, decidiu-se substituir os símbolos. A Figura 12 mostra um exemplo da parte inferior esquerda do *dashboard* expandida, para que a estrutura da árvore possa ser melhor visualizada. Nota-se que nesta nova versão, cada propriedade tem seu próprio ícone de atalho. É possível observar que, no lado esquerdo, à frente dos atributos, usamos os símbolos de controle de mais e menos ("+", "-") para expandir ou recolher o texto hierárquico da árvore, ou seja, para mostrar e ocultar propriedades do subgrupo ao navegar pela hierarquia. Acreditamos que este seja um símbolo universal (aumenta a correspondência do sistema com o mundo real - Heurística de Usabilidade n. 2 e de Visualização de Informação n. 8) e que os usuários estejam mais familiarizados com eles. Também introduzimos um

ícone de atalho para gráficos (uma lupa com um gráfico) no lado direito de cada propriedade na visualização em árvore dos *scores*. Isso permite ao usuário selecionar um gráfico específico a ser visualizado durante a navegação ou a escolha de ter uma visão geral da árvore. Por fim, reduzimos o número de casas decimais na pontuação para deixar a visualização da árvore mais clara.

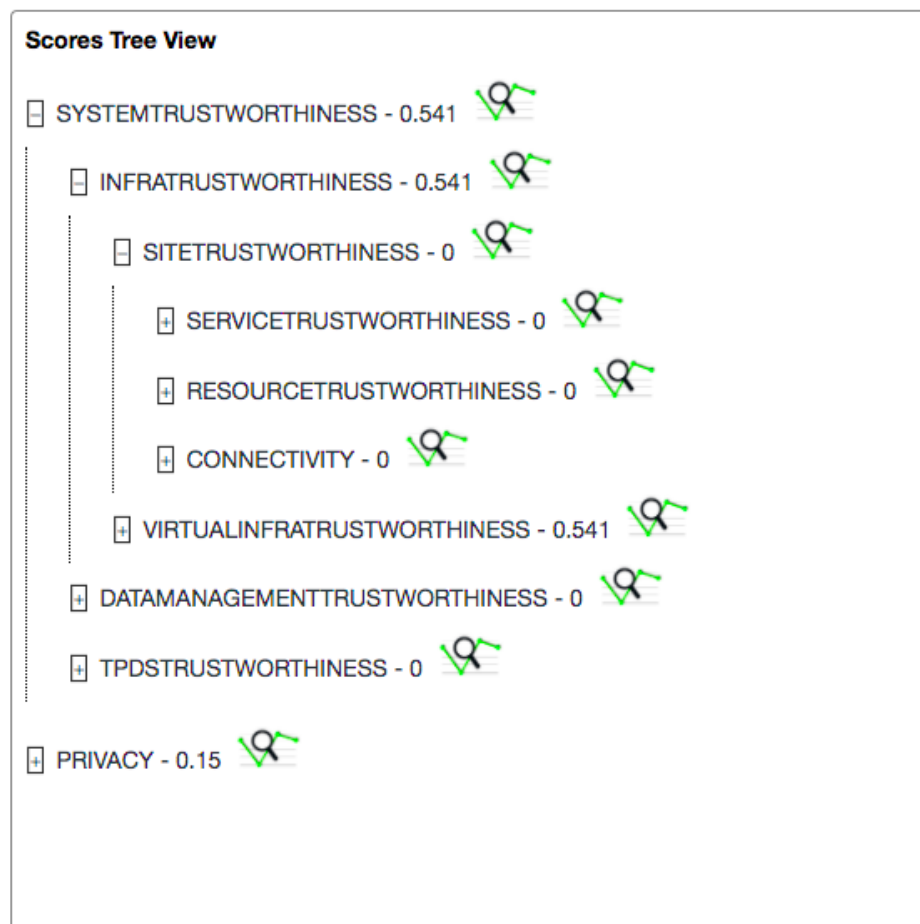


Figura 12. Estrutura Hierárquica em Árvore.

Após implementadas as melhorias não foi feita uma nova avaliação formal devido à restrição de tempo. Porém, alguns participantes da avaliação, notadamente os que faziam parte do projeto ATMOSPHERE, usaram o *dashboard* no âmbito do projeto e deram *feedback* positivo em relação às mudanças incorporadas.

Importante ressaltar que as heurísticas foram seguidas desde a primeira implementação do *dashboard*, porém, após os testes com questionários foi

possível observar as reais dificuldades dos participantes e fazer melhorias mais significativas na interface.

A Tabela 11 apresenta as melhorias no *dashboard* que foram norteadas através das heurísticas de Nielsen descritas na Seção 2.2.1 e de InfoVis na Seção 2.4.

Tabela 11. Melhorias do *dashboard*

Melhorias	Heurísticas Nielsen	Heurísticas InfoVis
Botão de envio	Flexibilidade e eficiência de uso	Flexibilidade e Eficiência
Símbolo "?" Ajuda	Ajuda e documentação	Ações Visíveis
Agrupamento, Marcadores	Design estético e minimalista	Poluição Visual e Densidade dos Dados
Legendas	Consistência e padrões	Consistência
Símbolos +/- / Lupa	Correspondência entre o sistema e o mundo real	Equivalência com Mundo Real
Casa decimais	Reconhecimento ao invés de lembrar	Consistência
Datas Dinâmicas		Manipulação de Dados

5.3 Considerações Finais do Capítulo

A avaliação do *dashboard* foi feita de forma individual pelos usuários, tendo sido combinadas as técnicas de teste com usuário e questionários. Foi pesquisado na literatura as melhores práticas reportadas por especialistas de IHC. Com base nessa pesquisa, foi concebido um processo de desenvolvimento e avaliação do *dashboard* que compreende as seguintes etapas: Requisitos; Escolha de ferramentas; Design e Implementação e Avaliação, apoiados pelas Heurísticas de Usabilidade e de Visualização de Informação; obtido o Resultado da avaliação, tem-se uma decisão e caso esse resultado indique que os Requisitos elaborados pelo projeto ATMOSPHERE não foram atendidos, uma nova fase de design, implementação e avaliação é feita até que os requisitos sejam atendidos, seguindo-se nesse caso para a etapa de Implantação. Com base no processo foi possível analisar e fazer melhorias no *dashboard* de forma iterativa, permitindo que se retornasse para as etapas de *design*, implementação e avaliação quantas vezes se mostre necessário.

No decorrer do trabalho, foram realizados dois *sprints* de avaliação. O primeiro como um teste piloto, depois do qual foram realizadas algumas melhorias antes que seguisse para o segundo *sprint* com um maior número de usuários. Após a etapa de avaliação entendemos a importância da validação do

dashboard com os usuários, pois somente assim pudemos entender suas reais necessidades, permitindo que fossemos mais assertivos nas melhorias.

É importante mencionar que o *dashboard* proporcionou maior facilidade de análise para o trabalho desenvolvido pelos integrantes do projeto ATMOSPHERE em relação aos atributos envolvidos na avaliação da confiança (*trustworthiness*) dos sistemas que usam a plataforma oferecida aos usuários. A maneira consolidada com que as medidas (ou *scores*) dos atributos envolvidos na composição da confiança foi apresentada, permitiu que os membros do projeto afinassem o modelo, reconfigurando os atributos e cenários de adaptação.

A utilização do *dashboard* com a usabilidade e visualização de informação da maneira adequada permitiu validar cenários de adaptação de forma visual com maior rapidez. Anteriormente, essa avaliação era realizada por scripts (inspeção direta no Banco de Dados) e análise de arquivos de *log*, o que exigia tempo e esforço muito superiores aos necessários para a mesma tarefa com o suporte do *dashboard*. Essa economia de tempo não foi passível de ser medida, uma vez que dependia de vários fatores, que iam desde a diferença dos motores de banco de dados, atributos (novos ou já existentes) e capacidade e experiência técnicas dos usuários. Porém, todos os usuários, sem exceção, reportaram a maior facilidade que o *dashboard* trouxe à análise e melhoria no processo de ajuste dos atributos e cenários de adaptação.

Pode-se dizer que o *dashboard* desenvolvido no âmbito deste trabalho se mostrou como um artefato de agregação dos esforços das diferentes equipes participantes do projeto ATMOSPHERE, auxiliando no desenvolvimento, na validação e integração das diversas equipes.

Capítulo 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho propôs o desenvolvimento e a avaliação de um *dashboard* apoiados por conceitos de usabilidade e visualização da informação, visando exibir informações de medidas de confiança (*trustworthiness*) de aplicações em nuvem. A avaliação do *dashboard* foi feita por um público alvo, que são usuários que trabalham com tecnologia da informação em ambiente de nuvem e com grandes volumes de dados.

Durante o desenvolvimento da pesquisa foram estudadas as características de *dashboards* em geral, escolha e uso de ferramentas de apoio ao desenvolvimento de *dashboards*, estudo do projeto ATMOSPHERE (alvo do estudo de caso), bem como estudo da integração do *dashboard* no ambiente de nuvem federada, provido pelo projeto ATMOSPHERE.

Com base no estudo da literatura, optou-se por aplicar os conceitos de usabilidade e visualização de informação desde a fase de desenvolvimento do *dashboard*, esperando obter um produto mais assertivo, ou seja, com maior chance de sucesso junto ao público alvo. Também foram usadas técnicas de avaliação de interface, desenvolvendo estudos de como planejar e aplicar os testes com usuários, como também o uso das heurísticas de usabilidade e visualização de informação na fase de desenvolvimento e avaliação do *dashboard*.

Foi desenvolvido um processo que integrou o desenvolvimento e a avaliação do *dashboard* em um ciclo iterativo, com as seguintes etapas: Requisitos; Escolha de ferramentas; Design e Implementação e Avaliação, estes apoiados pelas Heurísticas de Usabilidade e de InfoVis. Da análise dos Resultados há uma decisão para verificar se os requisitos do projeto ATMOSPHERE foram atendidos. Em caso positivo seguimos para a implantação do *dashboard* e o processo se encerra. Caso os requisitos não tenham sido atendidos, uma nova etapa de *design*, implementação e avaliação é feita até que se atinjam os resultados esperados.

Observou-se que as técnicas de avaliação de usabilidade e visualização de informação durante o desenvolvimento do *dashboard* foram eficazes, mas

não foram suficientes para uma total aceitação do produto. Isso ficou claro na fase de avaliação da interface, em que as respostas apresentadas nos questionários pelos avaliadores, nos dois *sprints*, mostraram um percentual significativo de não aceitação, indicando a necessidade de melhorias. Mesmo depois do segundo sprint ainda melhorias foram sugeridas, tendo sido implementadas na última versão que foi produzida no âmbito deste trabalho. Entende-se que como a interpretação das heurísticas são subjetivas cada participante possui visões e experiências diferentes, sendo importante que avaliações sejam feitas para que o produto resultante seja bem sucedido, mesmo quando o desenvolvimento já tenha sido apoiado pelas heurísticas.

Com base nos estudos e os resultados da pesquisa, o *dashboard* precisa ser desenvolvido para um público alvo específico e não pode ser um *dashboard* genérico e sim focado nos resultados que se quer representar. Isso determina o sucesso do produto final. O intuito deste trabalho foi contribuir para a melhoria das interfaces dos *dashboards*, facilitando a usabilidade e a visualização de informação nas suas interfaces, especialmente para as pessoas que trabalham em ambientes que exijam técnicas de *Business Intelligence* e que tratem grandes volumes de dados em ambiente de nuvem. Como resultado final, foram implementados todos os requisitos, quer pela plataforma do projeto, quer pelo *dashboard*, tendo sido utilizadas como base 80% das heurísticas de Nielsen (1994) e 53% das heurísticas de visualização de informação de Oliveira (2017).

Comentários entre as equipes, ao final do Projeto ATMOSPHERE, foram de que o *dashboard* foi um instrumento facilitador para a análise dos dados, reduzindo o tempo em relação às consultas manuais que eram feitas anteriormente e que exigiam a preparação de consultas sob demanda. Ficou claro que somente desempenho e técnicas de desenvolvimento não são suficientes e que mesmo seguindo as recomendações das heurísticas de usabilidade e visualização de informação para embasar o desenvolvimento é importante que uma avaliação seja aplicada, para medir a usabilidade e dificuldades dos usuários ao utilizar e entender o *dashboard*.

Para trabalhos futuros pretende-se continuar os estudos nos conceitos de usabilidade, visualização de informação e técnicas de avaliação, para que com o conhecimento adquirido possamos avaliar e adaptar essas metodologias para

melhorar ainda mais o produto. Este *dashboard* deverá ser aprimorado pelos membros do projeto e fica claro que a cada nova versão, uma nova avaliação precisará ser feita.

Referências

- Aló, C. C. (2009) “Uma abordagem para transparência em processos organizacionais utilizando aspectos”. Dissertação de Doutorado em Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Basso, T.; Silva, H.; Motecchi, L; França B.; Moraes, R. (2019). Towards trustworthy cloud service selection: monitoring and assessing data privacy. In: Workshop de Testes e Tolerância a Falhas – WTF 2019.
- Camilo C. O.; Silva, J. C. (2009). Mineração de Dados: Conceitos, Tarefas, Métodos e Ferramentas. Relatório Técnico RT-INF_001-09. Universidade Federal de Goiás.
- Canedo, E. D. (2012). Modelo de confiança para a troca de arquivos em uma nuvem privada. xiv, 93 f., il. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília.
- Casare, A. R. (2016). Adaptação de diretrizes de acessibilidade de conteúdo *Web* para atendimento a cenários de uso de dispositivos móveis por idosos. Dissertação de Mestrado. Faculdade Estadual de Campinas.
- Caseiro, J. M. V. (2011). Using the Android Tablet to Develop a Games Platform for Older Adults. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/62077/1/000150089.pdf>. Acesso em: 02/05/2019.
- Chou, J.; Hsiao, S. (2007). A usability study on human–computer interface for middle-aged learners. *Journal Computers in Human Behavior*, pp.2040–2063. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1225097>. Acesso em: 13/05/2019.
- Churi, P. P., Wagh, S., Kalelkar, D. and Kalelkar, M., "Model-view-controller pattern in BI dashboards: Designing best practices," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, 2016, pp. 2082-2086.
- Derntl, M.; Erdtmann, S.; Klamma, R. (2012). An Embeddable Dashboard for Widget-Based Visual Analytics on Scientific Communities. In: *Proceedings of the*

12th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies - i-KNOW '12.

Dyczkowski, M.; Korczak, J.; Dudycz, H. (2014). Multi-criteria Evaluation of the Intelligent Dashboard for SME Managers based on Scorecard Framework. In: Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems pp. 1147–1155.

Ferreira, A. (2008). Usabilidade e Acessibilidade no design para Web. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Belas Artes. Universidade do Porto.

Feth D.; Schmitt, H. (2020). Requirement and Quality Models for Privacy Dashboards. In: IEEE 7th International Workshop on Evolving Security & Privacy Requirements Engineering - ESPRE.

Few, S. (2006). Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data, O'Reilly Media.

Few, S. (2008). Practical Rules for Using Color in Charts. Disponível em: <<http://www.perceptualedge.com/library.php#Articles>>. Acesso em 20/02/ 2020.

Forsell, C. and Johansson, J. (2010). An heuristic set for evaluation in information visualization. In: Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces - AVI '10. New York, New York, USA: ACM Press, p. 199.

Gesing S.; Atkinson M.; Filgueira R.; Taylor I.; Jones A.; Stankovski V.; Liew C. S.; Spinuso A.; Terstyanszky G. and Kacsuk P. "Workflows in a Dashboard: A New Generation of Usability". In: 9th Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science", New Orleans, USA, 2014.

Gonçalves, V. P.; Neris, V. P. A. and Ueyama, J. (2011). Interação de Idosos com Celulares: Flexibilidade para Atender a Diversidade. In: Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction - IHC+CLIHC'2011. Porto Alegre, Brasil, pp.343-352.

IBM Corporation (2006). An architectural blueprint for autonomic computing. IBM White Paper, 31:1–6.

ISO/IEC 25000: (2014) (en). Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25000:ed-2:v1:en>. Último acesso em 18/06/2019.

ISO 9241-11:(2018). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>. Último acesso em 13/06/2019.

Jooste C.; Van Biljon J.; Mentz J. 2014. Usability evaluation for Business Intelligence applications: A user support perspective. 2014.

Lavalle, A.; Maté, A.; Trujillo, J. and Rizzi, S., "Visualization Requirements for Business Intelligence Analytics: A Goal-Based, Iterative Framework," 2019 IEEE 27th International Requirements Engineering Conference (RE), Jeju Island, Korea (South), 2019, pp. 109-119, doi: 10.1109/RE.2019.00022.

Lew, P.; Olsina, L. and Zhang, L. (2010). Integrating quality, quality in use, actual usability and user experience. In: 6th Central and Eastern European Software Engineering Conference (CEE-SECR) (pp. 117-123). IEEE.

Li, X.; Kuroda, A.; Matsuzaki, H. and Nakajima, N., "Advanced aggregate computation for large data visualization," 2015 IEEE 5th Symposium on Large Data Analysis and Visualization (LDAV), Chicago, IL, 2015, pp. 137-138, doi: 10.1109/LDAV.2015.7348086.

Luhn, Hans Peter (1958), A Business Intelligence System. Disponível em: <http://altaplana.com/ibmrd0204H.pdf>. Último acesso em 20/11/2021.

Luzzardi, P. R. G. (2003) Critério de Avaliação de Técnicas de Visualização de Informações Hierárquicas. Dissertação de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Magdalena, R.; Ruldeviyani, Y.; Sensuse, D. I. and Bernando, C., "Methods to Enhance the Utilization of Business Intelligence Dashboard by Integration of Evaluation and User Testing," 2019 3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), Semarang, Indonesia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICICoS48119.2019.8982481.

Martin, S.; Brenda S. and Andre C. Design Guidelines for Business Intelligence Tools for Novice Users. SAICSIT '15: Proceedings of the 2015 Annual Research

Conference on South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists September 2015 Article No.: 36 Pages 1–15

Martinez M.; de Andrés D.; Ruiz J-C.; Friginal J. (2014). From Measures to Conclusions using Analytic Hierarchy Process in Dependability Benchmarking. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 63, n.11, November.

Mazza, R. (2009). Introduction to Information Visualization. Springer-Verlag London. doi: 10.1007/978-1-84800-219-7.

Microsoft. O que é computação em nuvem. (2019). <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/>. Acesso em 14/06/2019.

Moraes, R.; Vieira, M.; Antunes N.; França B.; Giterman, B.; Basso, T.; Braga A. (2018). Trustworthiness Framework and Metrics Design. Relatório Técnico. Disponível em: <https://www.atmosphere-eubrazil.eu/d31-trustworthiness-framework-and-metrics-design>. Último acesso 27/05/2021.

Moritz, F.; Meinel, C. (2010). Mobile Web Usability Evaluation – Combining the Modified Think Aloud Method with the Testing of Emotional, Cognitive and Conative Aspects of the Usage of a Web Application. In: Proceedings of the IEEE/ACIS 9th International Conference on Computer and Information Science – ICIS '10. Washington, USA, 367-372.

Muriithi G.; Kotzé J. (2013). A conceptual framework for delivering cost effective business intelligence solutions as a service. In: Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference, pp. 96–100. ACM.

Nielsen, J., and Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces, Proc. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1-5 April), 249-256.

Nielsen, J. (1994) Usability Heuristics for User Interface Design. NNG Nielsen Norman Group. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 27/05/2019.

Nielsen, J. (2012). Nielsen Norman Group: Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>. Acesso em: 17/06/2019.

Oliveira, M.; Cardoso, E.; Santana, M. (2016). Medição de Usabilidade e Eficiência de Dashboards: Framework Desenvolvida usando os Princípios de Desenho de Business Intelligence e Interação Homem-Máquina. In: Proceedings of the 15^a Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação.

Oliveira M. (2017). Adaptação da Avaliação Heurística para uso em Visualização de Informação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia. Universidade Estadual de Campinas.

Oracle (2019). Big data definido. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/big-data/guide/what-is-big-data.html>. Acesso em 14/06/2019.

Peyman Toreini; Moritz Langner and Alexander Maedche (2018). Use of attentive information dashboards to support task resumption in working environments. In Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 92, 1–3. DOI:<https://doi.org/10.1145/3204493.3208348>.

Prates, R.O.; Barbosa, S.D.J. (2003). Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos. In: Anais do XXIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação. XXII Jornadas de Atualização em Informática (JAI). SBC'2003.

Read, A.; Tarrell A.; Fruhling A. (2009). Exploring User Preference for the Dashboard Menu Design. In: Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences.

Rocha, H. V.; Baranauskas, M. C. C. (2003). Design e Avaliação de Interfaces Humano Computador, Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

Sarikaya, A.; Correll, M.; Bartram, L.; Tory, M. and Fisher, D.. "What Do We Talk About When We Talk About Dashboards?", in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 25, no. 1, pp. 682-692, Jan. 2019, doi: 10.1109/TVCG.2018.2864903.

Shneiderman, B. (1996) 'The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations', in Proceedings 1996 IEEE Symposium on Visual Languages. IEEE Comput. Soc. Press, pp. 336–343. doi: 10.1109/VL.1996.545307.

Surya Karunagaran; Saji K. Mathew and Franz Lehner. 2017. Privacy Protection Dashboard: A Study of Individual Cloud-Storage Users Information Privacy Protection Responses. In Proceedings of the 2017 ACM SIGMIS Conference on Computers and People Research (SIGMIS-CPR '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 181–182. DOI:<https://doi.org/10.1145/3084381.3084424>.

Tanaka, E. H. (2010). Método Baseado em Heurísticas para Avaliação de Acessibilidade em Sistemas de Informação. Tese de Doutorado. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/275827/1/Tanaka_EduardoHid eki_D.pdf. Último acesso em 01/05/2019.

Toasa, R.; Maximiano, M.; Reis, C. and Guevara, D., "Data visualization techniques for real-time information — A custom and dynamic dashboard for analyzing surveys' results," 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Caceres, 2018, pp. 1-7, doi: 10.23919/CISTI.2018.8398641.

Tufte, E. R. (2001). The Visual Display of Quantitative Information and Envisioning Information, Graphics Press, PO Box 430, Cheshire, CT 06410.

Valiati, E. R. A. (2008). Avaliação de Usabilidade de Técnicas de Visualização de Informações Multidimensionais. Dissertação de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Vassell, M.; Apperson, O.; Calyam, P.; Gillis, J.; Ahmad, S. (2016). Intelligent Dashboard for augmented reality based incident command response co-ordination. In: Proceedings of the 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC). Publisher: IEEE.

Vieira, M.; Antunes, N.; Moraes, R.; França, B.; Giterman, B.; Basso, T. (2018). Monitoring Instruments and Platform Design. Relatório Técnico. Disponível em:

<https://www.atmosphere-eubrazil.eu/d31-trustworthiness-framework-and-metrics-design>. Último acesso 27/05/2021.

Vieira S. (2009). Como elaborar questionários. São Paulo; Atlas; 2009. pp. 159.

Yamaguchi, J. K. (2010). Diretrizes para a escolha de técnicas de visualização aplicadas ao processo de extração de conhecimento. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. Universidade Estadual de Maringá.

Yau, N. (2010). 7 Basic Rules for Making Charts and Graphs. Disponível em: <http://flowingdata.com/2010/07/22/7-basic-rules-for-making-charts-and-graphs/>. Último acesso em 19/02/2020.

APÊNDICE I

Pesquisa de usabilidade do *dashboard* do projeto ATMOSPHERE

Data: ____/____/20__

Questionário

1) Você considera a interface do *dashboard* agradável (por exemplo, cores, visualização fácil)?

☐ concordo totalmente ☐ concordo ☐ discordo ☐ discordo totalmente

2) O volume de dados apresentado é adequado (ou seja, as páginas do *dashboard* não estão muito carregadas de informações)?

☐ concordo totalmente ☐ concordo ☐ discordo ☐ discordo totalmente

3) A navegação de uma página para outra no *dashboard* foi (ou seja, é intuitiva):

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ médio ☐ difícil ☐ muito difícil

4) O uso do formulário para a configuração dos parâmetros é claro e simples de utilizar (ou seja, é intuitiva)?

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ médio ☐ difícil ☐ muito difícil

5) A navegação na estrutura de árvores para visualizar os scores dos atributos foi simples de utilizar (por exemplo, filtros utilizados e liberdade de seleção)?

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ médio ☐ difícil ☐ muito difícil

6) Os símbolos utilizados na estrutura de árvore deixaram claro a hierarquia dos atributos (ou seja, é intuitivo)?

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ médio ☐ difícil ☐ muito difícil

7) Os resultados apresentados em forma de gráficos com base no histórico dos scores facilitam o entendimento (por exemplo, os rótulos são adequados)?

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ médio ☐ difícil ☐ muito difícil

8) Utilizaria esse *dashboard* novamente?

☐ Sim ☐ Não. Por quê?

9) Teve algum(ns) problema(s) ao utilizar esse *dashboard*?

() Sim Quais problemas? () Não.

10) Você sugere alguma(s) alteração(ões) para melhoria desse *dashboard*?

() Sim Quais problemas? () Não.

APÊNDICE II**Pesquisa de usabilidade do *dashboard* do projeto ATMOSPHERE****Data:** ____/____/20____**Questionário perfil do entrevistado**

Idade: _____ Sexo: (F/M): _____

Profissão: _____

Tempo de profissão e/ou
anos de faculdade:

Menos de 2 anos
Entre 2 e 3 anos
Mais que 3 anos

Trabalhou com IHC:

Nunca
Algumas vezes
Faz uso constante

Trabalhou com
Front-End Web:

Nunca
Algumas vezes
Faz uso constante

Trabalhou com
Requisitos de
Sistemas:

Nunca
Algumas vezes
Faz uso constante

Trabalhou com
Testes de
Sistemas:

Nunca
Algumas vezes
Faz uso constante

APÊNDICE III

Documento de Contextualização

Motivação

Atualmente, as pessoas querem sistemas mais confiáveis, dinâmicos, de fácil uso e com boa qualidade visual. Contudo, um sistema para ter todas as qualidades necessárias precisa de um planejamento bem criterioso. Sendo assim, o desenvolvimento de um sistema precisa ser pensado, particularmente no que se refere ao público alvo e para quais fins será usado.

Dessa forma, julga-se que técnicas de avaliação de usabilidade e visualização de informação podem ser exploradas para o desenvolvimento de *dashboards* mais fáceis de usar e adequados aos usuários, utilizando os conhecimentos de IHC (Interface Humano Computador), tanto na fase de desenvolvimento quanto na fase de evolução.

A proposta desta pesquisa é contribuir para que o desenvolvimento de *dashboards* possa ser feito com melhor usabilidade e visualização de informação adequada para atender o público desejado.

No caso deste *dashboard*, o público alvo são membros de um projeto de pesquisa de cooperação internacional que tem como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma para desenvolvimento de sistemas em nuvem com alta taxa de confiança (*trust*). Para isso ser atingido, considera um conjunto de atributos, nas várias camadas do sistema, utilizando uma estrutura em árvore para compor um score de confiança.

APÊNDICE IV

Quality Model

What is a Quality Model?

According to ISO/IEC [ISO 25000], a **quality model** is a conceptual representation that determines which **quality** characteristics will be taken into account when evaluating a software product.

Why use them?

In our study, we used quality models to compose measures and to define their relationships among quality characteristics. The goal is to characterize trustworthiness of a system, defining how the measures should be aggregated and what procedures have to be used to compute a final trustworthiness score.

How does it work?

Figure A1 presents an example of a generic Quality Model. A set of **attributes** is chosen based on what one knows are important to characterize the system (e.g. memory usage, throughput) and can be quantified (in the figure, for example, Attribute1, Leaf Attribute12 are representing these attributes). When these attributes are input measures (for example, in the Figure 1 LeafAttribute12) adequate normalization functions must be configured and applied. For that end, the definition of **thresholds** is necessary once they specify the maximum and minimum values for the inputs to be accepted.

The values for each component are influenced by an adjustable element **weight**, which specifies a preference over one or more characteristics of the system. The final score is computed using the aggregation of the values of the attributes, starting from the leaf-level to the root attributes (in a tree structure), using **operators** that describe the relation between them. Different types of operators may be used to define the conditions under which sub-attributes are aggregated.

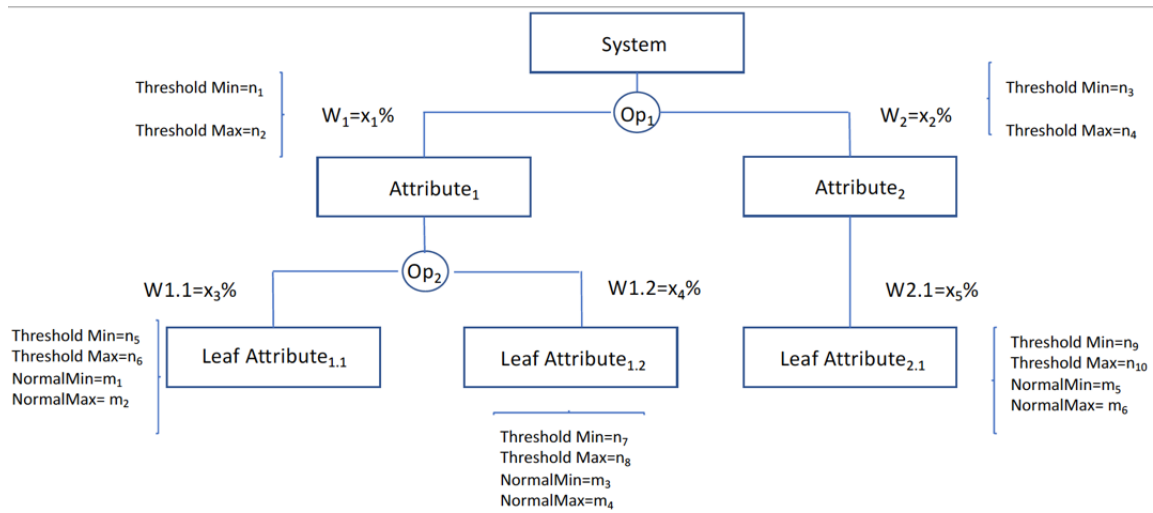


Figure A1. Example of a Quality Model.

Now that the concept of the dashboard is understood, we suggest that to evaluate it, do at least the following actions:

- (i) Change the weight of Information Loss attribute to 0.2 (20%) and Reidentification Risk to 0.8 (80%);
- (ii) See and write down the score of the Link Latency attribute;
- (iii) See and write down the score of the Service Trustworthiness attribute.