



**UFC**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CAMPUS DE RUSSAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**GERMANNO CORREIA ROCHA**

**AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE VISUAL EM DUAS  
FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS: ASTAH E  
BIZAGI**

**RUSSAS**

**2021**

GERMANNO CORREIA ROCHA

**AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE VISUAL EM DUAS  
FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS: ASTAH E  
BIZAGI**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará, campus de Russas, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia de Software.

**Orientador:** Prof. Dra. Jacilane de Holanda Rabelo

**RUSSAS**

**2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R573a Rocha, Germanno Correia.  
Avaliação de acessibilidade visual em duas ferramentas da Engenharia de Requisitos: Astah e Bizagi /  
Germanno Correia Rocha. – 2021.  
57 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,  
Curso de Engenharia de Software, Russas, 2021.  
Orientação: Profa. Dra. Jacilane de Holanda Rabelo.
1. Acessibilidade. 2. Deficiência Visual. 3. Engenharia de Requisitos. 4. Ferramentas de Modelagem.  
I. Título.

CDD 005.1

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente, por me dar forças para chegar até aqui.

À Sara, minha namorada fantástica que sempre esteve do meu lado, me dando todo o amor e apoio que precisava nos momentos difíceis.

À minha família, pelo apoio e paciência.

À Prof. Dra. Jacilane de Holanda, pela excelente orientação e por ter aceitado o desafio.

Aos amigos do Silvestre Lanches, por terem sempre me apoiado e não me deixarem desistir nos momentos desafiadores.

Aos meus amigos e alunos de Engenharia de Software e Ciência da Computação, por terem contribuído com dados relevantes á pesquisa.

## RESUMO

Ferramentas de requisitos são um recurso importante no processo de desenvolvimento de software e devem ser acessíveis para qualquer usuário que tenha interesse ou necessidade em utilizá-las. Entre os possíveis usuários destas ferramentas está o grupo de pessoas que possuem deficiência visual. Pessoas com esta deficiência sofrerão impacto direto (positivo ou negativo) na realização de suas atividades de acordo com o nível de acessibilidade apresentado pelas ferramentas. Este trabalho tem por finalidade avaliar a acessibilidade visual apresentada em duas ferramentas de requisitos utilizadas nas fases iniciais da Engenharia de Requisitos, o Astah e o Bizagi, utilizando-se de técnicas de verificação via *checklists* apoiadas por critérios de avaliação de acessibilidade identificados por meio deste trabalho. Os resultados observados a partir da avaliação de acessibilidade das ferramentas permitem uma melhor seleção de ferramentas de requisitos a serem utilizadas em projetos de desenvolvimento de software, de modo que as pessoas (quer sejam cegas ou videntes) possam desempenhar com sucesso todas as atividades alocadas nas fases de elicitação e documentação de requisitos.

**Palavras-chave:** Acessibilidade; Deficiência Visual; Engenharia de Requisitos; Ferramentas de Modelagem

## **ABSTRACT**

Requirements tools are an important resource in the software development process and should be obtained for any user who has an interest or need to use them. Among the possible users of these tools is the group of people who have visual impairments. People with this disability have a direct impact (positive or negative) in carrying out their activities according to the level of accessibility presented by the tools. This work evaluates the visual accessibility presented in two requirements tools used in the early stages of Requirements Engineering, Astah and Bizagi, using verification techniques via checklists supported by accessibility evaluation criteria identified through this work . The results observed from the tools accessibility assessment, allowing a better selection of requirements tools to be used in software development projects, so that people (whether blind or sighted) elicitation phases and requirements documents.

**Keywords:** Accessibility; Visual Deficiency; Requirements Engineering; Modeling Tools

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema representativo das etapas da metodologia .....	12
Figura 2 – Processo da Engenharia de Requisitos .....	16
Figura 3 – Processo de Adaptação do <i>checklist</i> avaliativo .....	26
Figura 4 – Respostas do questionário sobre facilidade de uso do Astah .....	29
Figura 5 – Respostas do questionário sobre conclusão de estágio dos alunos .....	30
Figura 6 – Respostas do questionário sobre experiência dos alunos com modelagem	31
Figura 7 – Respostas do questionário sobre recomendação da ferramenta .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Trabalhos relacionados .....	22
Quadro 2	- Trabalhos relacionados que utilizam <i>checklists</i> .....	24
Quadro 3	- Mapeamento das contribuições dos <i>checklists</i> .....	33
Quadro 4	- <i>Checklist</i> de avaliação de acessibilidade .....	35
Quadro 5	- Avaliação da ferramenta Astah .....	38
Quadro 6	- Avaliação da Ferramenta Bizagi .....	40



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1 Objetivo geral .....	10
1.2 Objetivos específicos .....	10
1.3 Metodologia .....	10
1.4 Organização do trabalho.....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
Desenvolvimento de Software .....	14
Engenharia de Requisitos .....	14
Ferramentas de Software .....	17
Deficiência Visual .....	18
Usabilidade .....	19
Acessibilidade .....	19
Guideline .....	20
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Trabalhos que utilizaram checklists como artefato de avaliação de acessibilidade ....	23
<b>4 AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE DAS FERRAMENTAS .....</b>	<b>25</b>
4.1 Aplicação do formulário para definição das ferramentas de modelagem a serem avaliadas .....	27
4.2 Identificação de Guidelines e checklists avaliativos .....	31
4.3 Seleção dos itens avaliativos e mapeamento das contribuições dos checklists .....	32
4.4 Adaptação do checklist final .....	34
4.5 Aplicação do checklist avaliativo .....	36
4.5.1 NVDA (Non Visual Desktop Access) .....	36
4.6 Avaliação de acessibilidade visual do Astah .....	37
4.7 Avaliação de acessibilidade visual do Bizagi .....	39
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>6 TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em um processo de desenvolvimento de software, a maioria das atividades acontece de forma colaborativa entre as pessoas envolvidas no projeto. Essa colaboração pode ser apoiada pelo uso de ferramentas apropriadas, que abrangem todo o processo de desenvolvimento (SIMÃO, NOMURA, 2017), principalmente as etapas da Engenharia de Requisitos. A Engenharia de Requisitos é um processo sistemático que envolve fases bem definidas, cobrindo desde a elicitação das características de um sistema, conforme as necessidades do(s) cliente(s), até sua documentação e manutenção (VALENTE, 2020).

No entanto, a ausência de acessibilidade da informação em sistemas de software pode limitar de alguma forma a utilização destes sistemas por parte de pessoas que possuem deficiência visual ou auditiva, afetando não só a experiência do usuário na execução de atividades, como também impactando a cooperação entre pessoas envolvidas nestas atividades, tornando a acessibilidade uma característica fundamental para que todas as pessoas possam interagir com esse tipo de plataforma, de acordo com Silva, Freire (2018) .

Pela constante presença de recursos visuais nas ferramentas de modelagem, pessoas que possuem qualquer deficiência visual são bastante prejudicadas na execução de atividades que utilizam essas ferramentas, se elas não forem acessíveis ( GARCÍA-BORGOÑÓN *et. al*, 2014). Logo, estas devem possuir um nível aceitável de acessibilidade para que não exista impedimento de uso por parte da própria ferramenta, visto que, de acordo com Campana (2017, pág. 53), “[...] O mercado de tecnologia já dispõe de softwares e hardwares para atender a demanda desse público. Deveria ser comum, embora ainda não o seja, a pessoa com deficiência visual utilizar softwares leitores de tela, que detêm e decodificam o que é exibido na tela do computador, *tablet*, *smartphone* ou similar e em seguida, por meio dos sintetizadores de voz, transmitem a informação ao indivíduo pela forma sonora.”

Existem ferramentas desenvolvidas especificamente para esse público e que se preocupam com a questão da cooperação entre pessoas deficientes visuais e não deficientes visuais no processo de modelagem de requisitos (Luque *et al.*, 2015). No entanto, conforme apresentado por GNU (2021), a maioria dos softwares comerciais não apresentam níveis de acessibilidade aceitáveis ou utilizam tecnologias que não são compatíveis com recursos assistivos. O autor enfatiza ainda que 85% dos aplicativos e sites disponíveis não cumprem

diretrizes de acessibilidade, impedindo uma experiência agradável na realização de atividades profissionais ou escolares.

Existem pesquisas conduzidas neste foco envolvendo ferramentas de requisitos e acessibilidade visual, porém abordam apenas a criação de novas ferramentas visualmente acessíveis, criando essa lacuna em explorar os níveis de acessibilidade visual nas ferramentas já existentes, propondo mudanças na acessibilidade das ferramentas atuais.

Dado este contexto e conforme apresentado pelos autores, é evidente que ferramentas de software não podem apresentar baixos níveis de acessibilidade visual, visto que isso pode afetar negativamente a experiência de usuário, criando barreiras ou frustrações na utilização destas ferramentas. Além disso, baixos níveis de acessibilidade podem impossibilitar a execução de atividades, sejam estas de cunho profissional ou educativo, por parte de pessoas que possuem deficiência visual.

Este trabalho buscou responder algumas perguntas: uma pessoa com deficiência visual pode exercer a função de Analista de Requisitos? Qual o nível de acessibilidade encontrado nas ferramentas comumente utilizadas nas fases de elicitação e documentação de requisitos?

Para isso, foi definido um processo composto por 5 passos bem definidos.

- I. Inicialmente, foi criado um questionário para identificar as ferramentas comumente utilizadas.
- II. Este questionário foi aplicado para que alunos e estagiários da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas, respondessem sobre suas experiências utilizando ferramentas de modelagem.
- III. Em seguida, foi realizada uma pesquisa para identificar diretrizes que serviram de apoio, com critérios de avaliação de acessibilidade visual, para um *checklist* de avaliação adaptado que foi aplicado às ferramentas selecionadas.
- IV. A próxima etapa do processo consistiu em aplicar o *checklist* em cada ferramenta.
- V. Na última etapa, os resultados da aplicação do *checklist* foram analisados para identificar os níveis de acessibilidade visual das ferramentas identificadas.

Para isso foram elencados alguns objetivos.

## 1.1 Objetivo geral

Verificar, por meio da aplicação de um checklist, o nível de acessibilidade visual em ferramentas de modelagem utilizadas nas fases de elicitação e documentação de requisitos da Engenharia de Requisitos.

## 1.2 Objetivos específicos

- Identificar quais ferramentas são as mais utilizadas nas fases de elicitação e documentação da Engenharia de Requisitos.
- Levantar dados sobre os *guidelines* existentes para acessibilidade visual em ferramentas de modelagem.
- Verificar o nível de acessibilidade das ferramentas selecionadas, por meio da aplicação de um *checklist* apoiado por critérios de avaliação de acessibilidade visual.
- Analisar a acessibilidade visual das ferramentas selecionadas com relação aos critérios presentes no *checklist*.

## 1.3 Metodologia

Este trabalho focou em verificar a acessibilidade visual em duas ferramentas de modelagem utilizadas nas etapas de elicitação e documentação de requisitos, da Engenharia de Requisitos. A metodologia deste projeto foi organizada em passos sequenciais, conforme mostrado na Figura 1, onde as etapas iniciais focaram na definição de ferramentas a serem analisadas e critérios de avaliação de acessibilidade.

Figura 1 - Esquema representativo das etapas da metodologia.



Fonte: O autor.

- Criação do questionário

Por conta da quantidade de ferramentas de modelagem disponíveis, foi aplicado um questionário (disponível no APÊNDICE I) para levantamento de informações a respeito das ferramentas mais utilizadas por alunos e estagiários do curso de Engenharia de Software e Ciência da Computação na Universidade Federal do Ceará, Campus Russas.

As informações obtidas pela aplicação do questionário foram utilizadas como critérios de escolha para seleção das ferramentas a serem analisadas.

- Escolha das ferramentas

Neste passo foram selecionadas duas ferramentas, utilizadas na etapa de elicitação de requisitos e documentação de requisitos, o Astah e o Bizagi. Com os resultados obtidos com a aplicação do questionário, foi possível identificar uma grande preferência da maioria dos alunos e estagiários da UFC - Campus Russas com relação às ferramentas de modelagem escolhidas. Com base nesses dados, foi possível definir quais ferramentas teriam sua acessibilidade visual avaliadas por este trabalho.

- Identificação dos guidelines

Nesta etapa foi feita uma pesquisa para identificação de guidelines existentes sobre critérios de avaliação de acessibilidade visual em interfaces de software. Esta pesquisa foi realizada nos mecanismos de busca Google Acadêmico e IEEE, em conjunto com as seguintes palavras-chave: “visual accessibility”, “software engineering”, “system analysis”, “UML” e “modeling tools”. O principal objetivo desta pesquisa foi encontrar guias que possam apoiar a criação do *checklist* que foi utilizado para analisar as ferramentas identificadas no passo anterior.

- Criação do *checklist*

Neste passo foi desenvolvido um *checklist* com os critérios de avaliação de acessibilidade visual para software para que fosse avaliada a acessibilidade das ferramentas escolhidas. Estes critérios foram identificados a partir dos *guidelines* encontrados no passo três e refinados para o escopo deste projeto.

- Verificação da acessibilidade visual das ferramentas Astah e Bizagi

Nesta etapa a ferramenta de modelagem teve sua acessibilidade visual avaliada, de acordo com a aplicação do *checklist* realizada pelo autor. A utilização desta técnica permitiu uma análise detalhada de quais critérios de acessibilidade estão presentes ou não na ferramenta escolhida. A partir da constatação da presença destes critérios, foi possível avaliar

a acessibilidade da ferramenta para utilização de pessoas deficientes visuais na execução de atividades diárias de modelagem e documentação de requisitos.

#### **1.4 Organização do trabalho**

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 refere-se à fundamentação teórica, onde são abordados os principais conceitos necessários para compreensão deste trabalho. No Capítulo 3, encontram-se os trabalhos relacionados, trabalhos estes que possuem investigação semelhante ao objeto de interesse desta pesquisa. No Capítulo 4 são apresentados os procedimentos metodológicos e no Capítulo 5, as conclusões do trabalho.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção e suas subseções descrevem brevemente os principais conceitos relacionados aos objetivos deste projeto, sendo eles: Desenvolvimento de Software, Engenharia de Requisitos, Ferramentas de Software, Deficiência visual, Usabilidade e Acessibilidade.

### **2.1 Desenvolvimento de Software**

O processo de desenvolvimento de software pode ser entendido, segundo Macoratti (2014) como “um conjunto de atividades, métodos, ferramentas e práticas que são utilizadas para construir um produto de software”. Este processo conduz a análise e produção de um conjunto de documentos que ao final são traduzidos em um programa executável que atenda as necessidades do cliente e/ou usuário (RAMOS, 2014, p. 4).

O desenvolvimento de um software é uma prática que deve seguir uma sequência de fases bem definidas que caracterizam seu ciclo de vida a partir da aplicação de uma metodologia específica de desenvolvimento (AMADEU; GONÇALVES; TEIXEIRA JUNIOR, 2013). Cada etapa, definida pela metodologia, devolve frações do software em si, desde sua concepção até o produto final, seguindo um fluxo de desenvolvimento baseado nas fases de: concepção, análise, projeto, implementação, teste, implantação e manutenção; sendo cada etapa continuação e/ou complemento da etapa anterior (AMADEU; GONÇALVES; TEIXEIRA JUNIOR, 2013). Este projeto tem particular interesse nas fases de concepção e análise, por conta da maior presença de modelos de software nestas fases iniciais.

### **2.2 Engenharia de Requisitos**

Para que se faça entender o conceito de Engenharia de Requisitos, é necessário inicialmente que seja compreendido o conceito de requisito. Sommerville (2011) define requisito como algo que um sistema deve fazer, o que oferece e tudo que o restringe. Existem inúmeras definições de requisitos na Engenharia de Software, contudo algumas características são comuns em todos os conceitos: requisitos são levados a algo que o sistema deve fazer ou

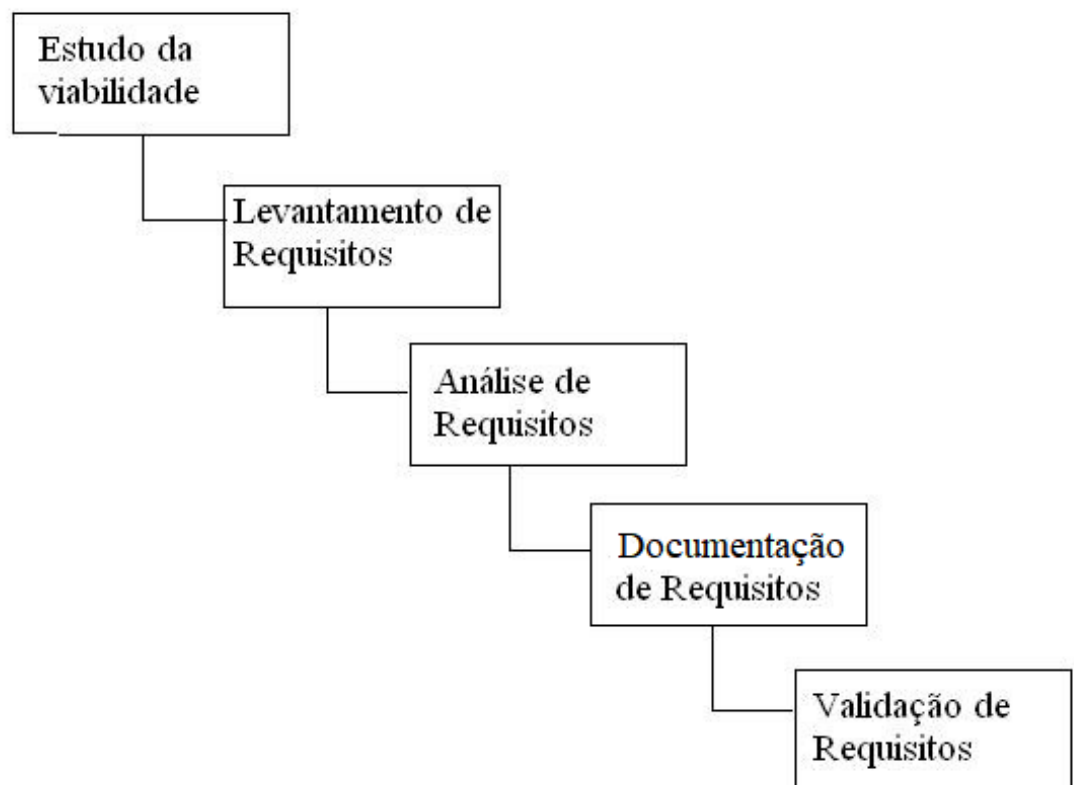


alguma restrição do próprio sistema. Davis (1993) apresenta níveis diferentes de requisitos, comumente classificados como Requisitos de Usuário (serviços e restrições do sistema em linguagem natural) e Requisitos de Sistema (funcionalidades apresentadas de forma mais específica e técnica).

Além de níveis existem classificações diferentes de requisitos que dependem de cada organização e suas práticas, como requisitos funcionais e não funcionais. Logo, é necessária uma forma de criar, documentar e gerenciar estes recursos no desenvolvimento de um sistema. Foi nesse sentido que a Engenharia de Requisitos foi criada.

De acordo com Sommerville (2011), a Engenharia de Requisitos é um processo sistemático que envolve etapas como levantamento, análise, documentação, validação e gerência, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Processo da Engenharia de Requisitos



Fonte: (SOMMERVILLE, 2011).

Pressman (2006) descreve cada uma das etapas da Engenharia de Requisitos a seguir:

- **Estudo da viabilidade:** como etapa inicial da Engenharia de Requisitos, o estudo da viabilidade sugere uma análise do escopo do projeto antes da sua concepção, para que seja possível mensurar não só o impacto gerado pela criação do projeto mas também se o software poderá contribuir de forma significativa para o cliente. Após comprovada a viabilidade do projeto a equipe avança para a fase seguinte, de elicitação de requisitos.
- **Levantamento de Requisitos:** nesta etapa são utilizadas entrevistas, *brainstormings* e outras técnicas de elicitação de requisitos para definir algumas características do produto, bem como sua utilização no dia-a-dia e sua contribuição para o cliente. Nesta fase também são identificados todos os *stakeholders* (principais envolvidos no projeto), e os cenários de uso do sistema.
- **Análise de Requisitos:** a terceira fase da Engenharia de Requisitos envolve identificar a completude, necessidade e consistência dos requisitos levantados na etapa anterior, incluindo a resolução de possíveis conflitos entre estes requisitos. Nesta etapa também é possível classificar os requisitos conforme sua criticidade, não só com relação ao sistema como um todo, como também com relação aos *stakeholders*.
- **Documentação de Requisitos:** nesta etapa os requisitos são apresentados ao cliente, de forma que se faça entender o que o sistema irá fazer e como. Estes requisitos podem ser apresentados de forma gráfica, textual, em forma de protótipo ou utilizando todas estas abordagens de forma conjunta. A fase de especificação de requisitos é crucial para as demais fases do desenvolvimento de um *software*, pois é nela que as principais funcionalidades do mesmo são representadas em forma de modelos, que servem de base para as distribuições de hardware e bases de dados, por exemplo.

- **Validação de Requisitos:** na última fase da Engenharia de Requisitos, acontece uma verificação para identificar se os requisitos definidos anteriormente não possuem quaisquer ambiguidades ou erros e se abrangem todas as necessidades do produto, do projeto e do cliente. Para realizar esta identificação são utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas, tal como *checklists* e revisões técnicas. O objetivo desta etapa é encontrar e eliminar inconsistências entre os requisitos levantados, além de confirmar a completude dos mesmos.
- **Gerência dos Requisitos:** Esta etapa consiste em um conjunto de atividades para manter os requisitos do sistema, identificar e rastrear possíveis impactos relacionados a qualquer mudança nesses requisitos. Essa verificação deve se manter durante todo o ciclo de vida do *software* até que ele seja descontinuado, devido a constantes mudanças nas necessidades tanto do cliente como do próprio sistema.

As fases de concepção e análise, do ciclo de vida do desenvolvimento de software, estão fortemente conectadas com a Engenharia de Requisitos. Alguns artefatos comumente utilizados nestas etapas iniciais são os diagramas da Unified Modeling Language (UML), Casos de Uso e Diagrama de Classes, por sua completude e facilidade de compreensão. As fases de elicitação e análise de requisitos mapeiam e definem os principais requisitos do software, estes que são de extrema importância para o sucesso do projeto (Paiva et al. , 2011).

O profissional responsável pela manutenção e documentação dos requisitos é o Analista de Requisitos (VILAVERDE, 2017), e este deve dominar técnicas de levantamento de requisitos e ferramentas de modelagem. Pela constante utilização de diagramas, é um papel extremamente dependente de recursos visuais dentro de uma equipe de desenvolvimento.

Este projeto foca nas fases de levantamento de requisitos e análise.

### 2.3 Ferramentas de Software

Pressman (2006) define ferramenta de software como um recurso de apoio ao processo de desenvolvimento do sistema, onde cada ferramenta gera uma saída que pode ser usada como entrada de outra ferramenta, dando suporte a uma ou mais atividades do projeto.

De acordo com Jarzabek e Huang (1998), estas ferramentas são chamadas de ferramentas CASE (*Computer-aided Software Engineering*) e são classificadas em diferentes categorias, de acordo com as atividades que apoiam em um projeto de desenvolvimento de software, provendo elementos gráficos que tornem possível o usuário modelar partes dos sistemas e esquemas relacionais.

Este presente trabalho tem interesse nas ferramentas utilizadas nas fases iniciais da Engenharia de Requisitos, compreendendo elicitação e documentação de requisitos.

## **2.4 Deficiência Visual**

No Brasil, 15% da população declara ter algum tipo de dificuldade visual, atingindo cerca de 29 milhões de brasileiros com diferentes níveis de dificuldade para enxergar (BRASIL, 2010). Em escala global esses números atingem 36 milhões para cegueira completa e 405 milhões para deficiência parcial, de acordo com a World Health Organization (2018).

A World Health Organization (2018) ainda define os níveis de deficiência visual, classificando-os em dois grupos: problemas com visão à distância e problemas com visão aproximada. Os problemas com visão à distância são classificados de acordo com o grau de dificuldade visual em distinguir detalhes, e incluem os níveis “suave” ou próximo do normal, moderado, severo e cegueira total. Os problemas com visão aproximada não possuem níveis de classificação.

Segundo relatório do Ministério do Trabalho, em 2017 a empregabilidade de brasileiros com deficiência visual atingiu 16,3%, o maior salto entre as classes de deficiências (BRASIL, 2017). Esse número pode diminuir ainda mais quando a área analisada é especificamente a de Tecnologia da Informação, por mais que haja um esforço extra no setor para que a acessibilidade se torne cada vez mais comum, com a utilização de tecnologias que se preocupam diretamente com acessibilidade.

Este trabalho foca na análise de ferramentas de requisitos, no que diz respeito a acessibilidade voltada para deficientes visuais.

## 2.5 Usabilidade

Usabilidade pode ser definida como a qualidade de interação dos usuários com uma determinada interface (BEVAN, 1995). É um conceito que faz parte da Interação Humano-Computador (IHC), uma disciplina que se preocupa com o design, avaliação e implementação de softwares interativos para uso humano em um determinado contexto social, em conjunto com uma variedade de eventos associados a esse uso (Hewett *et al.*, 1992). Logo, a usabilidade no contexto de IHC se preocupa com a satisfação e qualidade de interação do usuário com o sistema (Portal Educação, 2013).

Por conta disso é um conceito conjunto à acessibilidade quando o assunto é a utilização de ferramentas de desenvolvimento e modelagem por parte de portadores de deficiência, principalmente visual. Apesar de suas respectivas importâncias, são dois conceitos pouco abordados, principalmente a acessibilidade.

## 2.6 Acessibilidade

O termo acessibilidade significa incluir a pessoa com deficiência na participação de atividades como o uso de produtos, serviços e informações, e é um direito previsto pelo decreto-lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, conhecido como Lei de Acessibilidade (BRASIL, 2004). Existem também leis como a de nº 10.048, que dá o direito de atendimento prioritário a pessoas deficientes, e nº 10.098, que garante critérios de acessibilidade a pessoas com deficiência, que abordam e buscam garantir esse direito para pessoas portadoras de deficiência visual, porém as dificuldades são significativas, principalmente no mercado de trabalho (COELHO, 2018).

O desenvolvimento e modelagem de software é uma função difícil de ser realizada por pessoas que possuem alguma deficiência visual, por conta da constante presença de recursos visuais em papéis importantes, como o de Analista de Requisitos. Um dos principais motivos para isso é o pouco ou nenhum suporte em acessibilidade e usabilidade das ferramentas comumente utilizadas para realização de tarefas de modelagem.

## 2.7 Guideline

*Guideline* (guia, em português) pode ser definida como uma informação que sugere como algo deve ser feito (CAMBRIDGE, 2013), apresentando orientações não obrigatórias que auxiliam na tomada de decisão ao implementar determinadas soluções. Estes guias estabelecem recomendações sobre determinado assunto, podendo indicar o uso adequado ou inadequado de recursos, abordagens e elementos de interface (BRITTO, 2017), bem como difundindo técnicas e práticas para a construção de softwares, neste caso.

Guidelines de acessibilidade como o e-MAG (BRASIL, 2010) e o GAIA (BRITTO, 2017) são de extrema importância na construção de uma ambiente acessível na área de desenvolvimento de software, por explorar a perspectiva sobre assuntos específicos e orientar as melhores abordagens sobre cada tópico explorado.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção e suas subseções descrevem brevemente as principais contribuições relacionadas a este trabalho.

Dados os conceitos abordados no Capítulo 2, os trabalhos relacionados à problemática que este projeto aborda são muito escassos, o que expõe a real relevância desta proposta. Foi utilizada a base de dados Google Acadêmico e IEEE, em conjunto com as seguintes palavras-chave: “visual accessibility”, “software engineering”, “system analysis”, “UML” e “modeling tools”. Os resultados encontrados foram vastos, porém nem todos os trabalhos envolviam diretamente a problemática deste projeto de forma completa, apenas coberturas parciais das palavras-chave utilizadas. No entanto, foram extraídos quatro trabalhos relacionados, conforme pode ser visto no Quadro 1, que agrupa os trabalhos de acordo com o foco das abordagens.

Quadro 1 - Trabalhos relacionados

<b>Citação do Trabalho Relacionado</b>	<b>Análise da acessibilidade visual</b>	<b>Ferramentas de requisitos</b>	<b>Diagramas UML</b>
Luque et. al (2015) - On the Inclusion of Blind People in UML e-Learning Activities	X		X
Coburn e Owen (2014) - UML diagrams for blind programmers	X		X
Del Nero e Fortes (2014) - Accessible Modeling on the Web: A Case Study	X		X
Menezes et. al (2015) - Um caso de implementação de um sistema para engenharia de requisitos		X	
Proposta de pesquisa	X	X	X

Fonte: O autor.

A seguir serão detalhados os trabalhos apresentados na Quadro 1.

Luque et al. (2015) aborda as principais dificuldades na execução de atividades que utilizam diagramas da UML para deficientes visuais. O trabalho explora quais as

ferramentas de modelagem de requisitos disponíveis para execução de atividades colaborativas entre usuários deficientes visuais ou não, os problemas mais frequentes na utilização destas ferramentas e analisa a cobertura dos diagramas da UML por parte destas ferramentas. No entanto, esta análise foca nas ferramentas desenvolvidas especificamente para colaboração entre pessoas cegas e videntes, não explorando as ferramentas comumente utilizadas no mercado e se é possível realizar atividades igualmente colaborativas nestas ferramentas.

Coburn e Owen (2014) utilizam uma abordagem baseada na leitura de diagramas para desenvolver uma ferramenta de modelagem de requisitos que permite a criação e edição de diagramas UML por parte de usuários deficientes visuais. Os autores exploram formas de apresentar o conteúdo dos diagramas em forma de nós organizados em abas, que podem ser navegadas utilizando as setas do teclado do usuário. Cada nó representa uma entidade do diagrama e cada aba, seus atributos. Essa abordagem permite identificar formas de tornar os elementos gráficos dos diagramas UML acessíveis visualmente, porém os autores não sugerem essas alterações em uma ferramenta de modelagem disponível.

Del Nero e Fortes (2014) exploram a utilização de uma ferramenta voltada para modelagem de diagramas UML por pessoas deficientes visuais, identificando dificuldades apresentadas em tarefas previamente definidas e mostrando quais as vantagens na utilização da ferramenta. Os autores destacam a eficácia da ferramenta AWMo, apresentada no artigo, no aprendizado e execução de atividades comumente realizadas no dia a dia de um Analista de Software. Porém os autores realizam essa pesquisa em uma ferramenta especificamente desenvolvida para execução de atividades de modelagem por parte de pessoas deficientes visuais, não explorando as ferramentas disponíveis no mercado.

Menezes *et. al* (2015) desenvolveram uma ferramenta de apoio à fase de elicitação de requisitos, da Engenharia de Requisitos, com o intuito de diminuir problemas de comunicação entre equipes de desenvolvimento e clientes. Os autores utilizam frameworks consolidados no mercado para desenvolver a ferramenta e apresentam sua estrutura e estratégia de desenvolvimento adotadas. O foco dos autores é abordar o desenvolvimento de uma ferramenta que apoia uma das fases mencionadas neste trabalho, a de elicitação de requisitos. Contudo, não são identificados fatores voltados à acessibilidade na metodologia dos autores.



### 3.1 Trabalhos que utilizaram checklists como artefato de avaliação de acessibilidade

Os principais trabalhos encontrados relacionados à avaliação de acessibilidade utilizando *checklist* como instrumento de análise foram Britto (2017), Santos et. al (2017) e Brasil (2010). Um resumo desses trabalhos é apresentado no Quadro 2.

O trabalho de Britto (2017) serviu como base para descoberta dos demais, que contribuíram de forma mais direta para a adaptação do checklist de avaliação das ferramentas. A principal motivação para isto foi a correlação entre os assuntos abordados e a grande quantidade de referências dos trabalhos, o que mostra a importância e a contribuição de cada um para a construção de ambientes acessíveis no desenvolvimento de software.

Apesar das grandes contribuições de Britto (2017) para o contexto de acessibilidade no geral, o trabalho não busca analisar a acessibilidade **visual** de software, como pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 - Trabalhos relacionados que utilizam checklists

Citação do Trabalho Relacionado	Análise da acessibilidade visual	Utilização de <i>checklist</i>	Ferramentas de modelagem de requisitos
BRITTO (2017) - GAIA : uma proposta de guia de recomendações de acessibilidade web com foco em aspectos do autismo		X	
Santos et. al (2017) - Checklist de acessibilidade em ambientes informacionais na web	X	X	
BRASIL (2010) - e-MAG: Checklist de Acessibilidade Manual para o Desenvolvedor	X	X	
Proposta de pesquisa	X	X	X

Fonte: O autor.

Britto (2017) propõe um guia de recomendações para aplicações web, buscando auxiliar desenvolvedores de software na criação de sites mais adequados para pessoas com autismo. A autora busca definir um conjunto de boas práticas e orientações para criação de interfaces web, abordando pontos importantes de inclusão e acessibilidade no

desenvolvimento de software. Apesar de discutir alguns desses de forma genérica, o trabalho não discute acessibilidade visual.

Santos et. al (2017) propõe a criação e utilização de um *checklist* como artefato de avaliação de acessibilidade visual em ambientes computacionais *web*, por meio de um estudo de caso. O principal objetivo foi analisar o comportamento de pessoas com cegueira na navegação e recuperação de informações durante a utilização de aplicações nesses ambientes. Portanto, o processo de análise de acessibilidade envolveu uma pesquisa em plataformas de busca e não abordou a mesma avaliação em ferramentas ou *softwares* específicos.

Brasil (2010) busca orientar desenvolvedores de software com relação à acessibilidade visual, definindo diretrizes, padrões de desenvolvimento e *checklists* relacionados a elementos navegáveis de aplicações web. Apesar de abordar tópicos de acessibilidade em cada item dos *checklists*, esse trabalho não envolve um processo de avaliação de acessibilidade diretamente, apenas a criação de artefatos que podem ser utilizados durante estas avaliações.

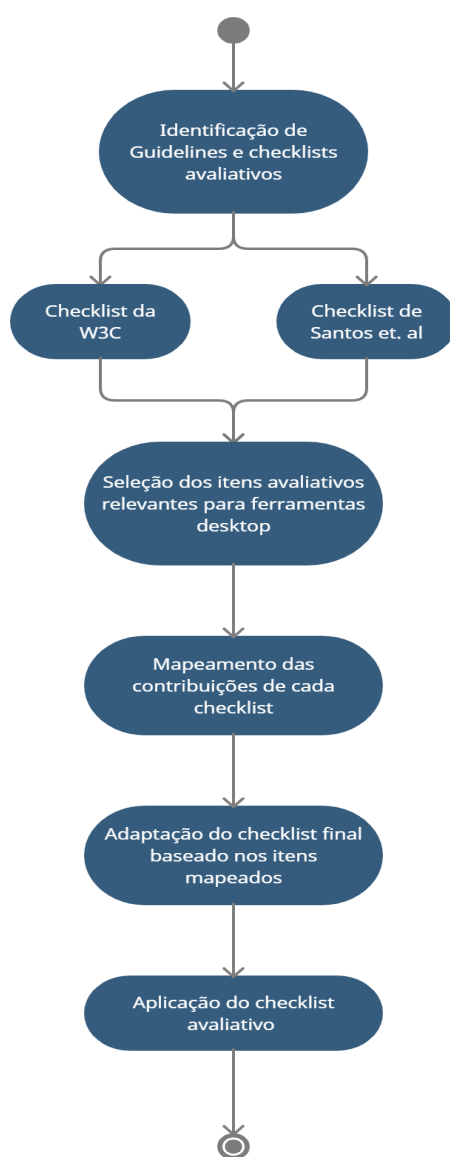
O foco deste trabalho foi avaliar a acessibilidade visual de ferramentas de modelagem disponíveis no mercado, não especificamente desenvolvidas para uso de pessoas com deficiência visual.

#### 4 AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE DAS FERRAMENTAS

Esta seção e suas subseções descrevem as principais etapas da avaliação de acessibilidade das ferramentas de modelagem, desde a avaliação dos resultados do formulário à adaptação do *checklist* utilizado na avaliação.

A Figura 3 a seguir demonstra o processo realizado nesta etapa, desde a definição de *guidelines* e *checklists* que serviram de apoio para adaptação até o mapeamento de itens avaliativos que estariam presentes no *checklist* final adaptado está apresentado.

Figura 3: Processo de adaptação do *checklist* avaliativo.



Fonte: O Autor.

Como pode ser visto na Figura 3, a primeira etapa consistiu na identificação de guias de acessibilidade visual e possíveis *checklists* que pudessem ser utilizados na avaliação. Como apresentado na subseção 3.1 deste trabalho, os *checklists* da W3C (2014) e Santos *et. al* (2016) foram selecionados para serem adaptados em um *checklist* avaliativo de acessibilidade visual para aplicações *desktop* de modelagem de requisitos. Para o processo de adaptação, foi necessário selecionar os itens avaliativos de cada *checklist* que tinham alguma relação com os objetivos deste trabalho, como pode ser visto na subseção 4.3. No Quadro 3 da mesma subseção, pode ser visto o mapeamento de cada item selecionado para o *checklist* adaptado onde podem ser vistos os itens adaptados, a origem de cada item e o texto do item original.

Este trabalho focou na avaliação da acessibilidade visual de duas ferramentas de modelagem utilizadas nas etapas de elicitação e documentação de requisitos, da Engenharia de Requisitos. Nas etapas finais de adaptação do *checklist* e avaliação de acessibilidade, que podem ser visualizadas nas seções 4.4 e 4.5 respectivamente, o processo de avaliação foi realizado com o método de aplicação e verificação direta do checklist presente no Quadro 4, em um ambiente parcialmente controlado com a utilização de um *software* de síntese de voz. Este tipo de *software* é comumente utilizado por pessoas com cegueira durante a utilização de dispositivos tecnológicos que possuam qualquer tipo de tela. A avaliação, contudo, não contou com pessoas deficientes visuais como usuárias do sistema durante o processo.

Por conta disso, foi considerado no processo avaliativo apenas a identificação dos critérios definidos no checklist durante a utilização das ferramentas por meio de um *software* de síntese de voz. Esta avaliação sem a participação de uma pessoa deficiente visual não implica na obtenção de dados não confiáveis por conta da proposta deste trabalho, que é avaliar a navegação básica de uma ferramenta de modelagem a partir de um *software* utilizado por pessoas deficientes visuais.

Além disso, inspeção por checklist é uma técnica de avaliação capaz de identificar uma grande quantidade de problemas de interface de forma geral, por meio de uma lista de verificação, e que não exige que o avaliador seja um especialista, já que todo o conhecimento sobre o assunto está aplicado nos itens a serem verificados. Esta técnica também permite

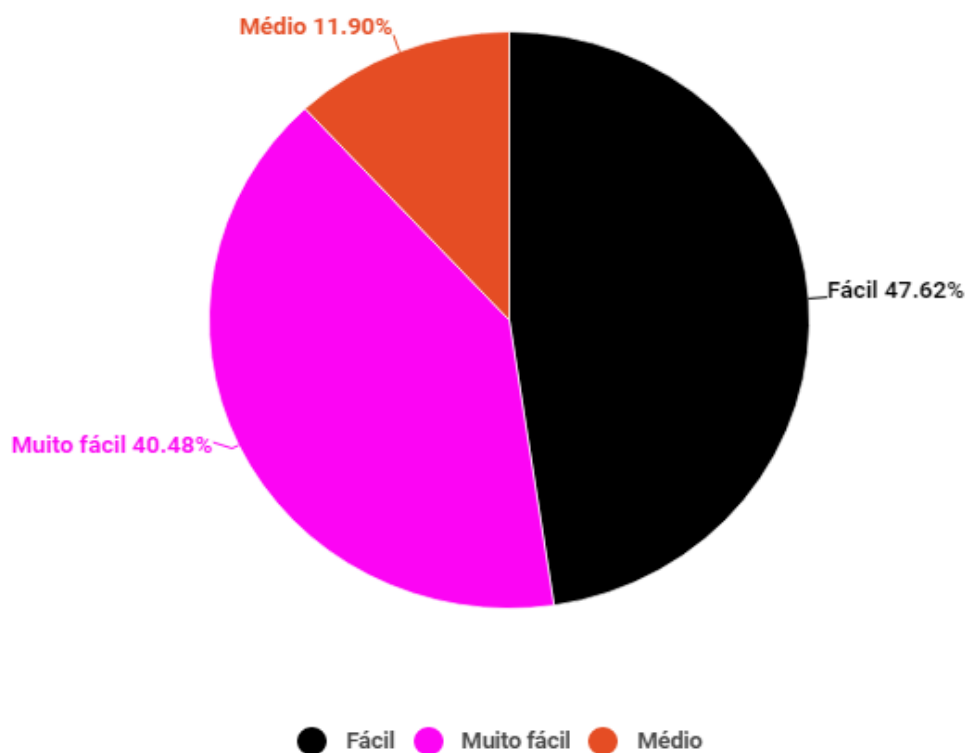
consistência entre diferentes avaliadores, pelos mesmos motivos já citados, produzindo resultados uniformes.

#### **4.1 Aplicação do formulário para definição das ferramentas de modelagem a serem avaliadas**

Na primeira etapa da metodologia apresentada no capítulo 1, foi criado um questionário (APÊNDICE I) para obtenção de dados sobre a preferência de ferramentas de modelagem utilizadas nas fases iniciais da Engenharia de Requisitos. As perguntas do questionário foram motivadas pelo contexto do trabalho (o ambiente acadêmico da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas), pelo público alvo do questionário (alunos em um nível mais avançado no curso e estagiários) e para descobrir o grau de dificuldade do uso básico das ferramentas a serem avaliadas. Foram obtidas 46 respostas, sendo 33 destas escolhendo a ferramenta Astah e 13 respostas escolhendo a ferramenta Bizagi. A grande maioria dos alunos e estagiários do curso de Engenharia de Software e Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas optaram pelas duas ferramentas citadas, dando como principais justificativas sua gratuidade e facilidade de utilização, como pode ser visto na Figura 4. Apesar do propósito principal da ferramenta Bizagi ser a modelagem de processos, é possível utilizar a ferramenta para criar insumos do processo de Engenharia de Requisitos, como o diagrama de atividades e de máquina de estados.

Figura 4: Respostas do questionário sobre facilidade de uso da ferramenta.

**Quão fácil de utilizar é (era) a(s) ferramenta(s) que você utilizou ?**

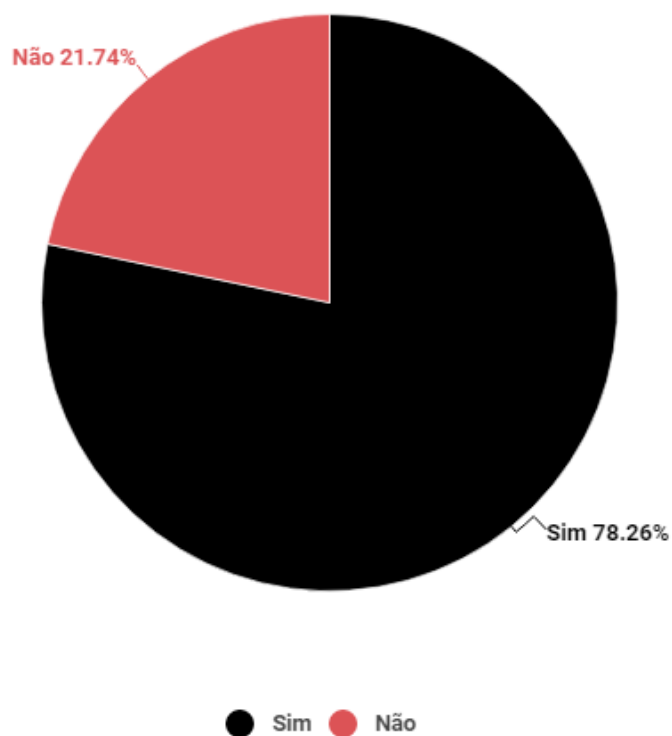


Fonte: O Autor.

A maioria dos alunos respondeu que tiveram uma motivação profissional ao utilizar as ferramentas em questão, além do uso pessoal ou relacionado a alguma disciplina específica, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Respostas do questionário sobre conclusão de estágio dos alunos.

**Você já concluiu, está concluindo o estágio obrigatório ou trabalha/trabalhou em empresa de desenvolvimento de software?**

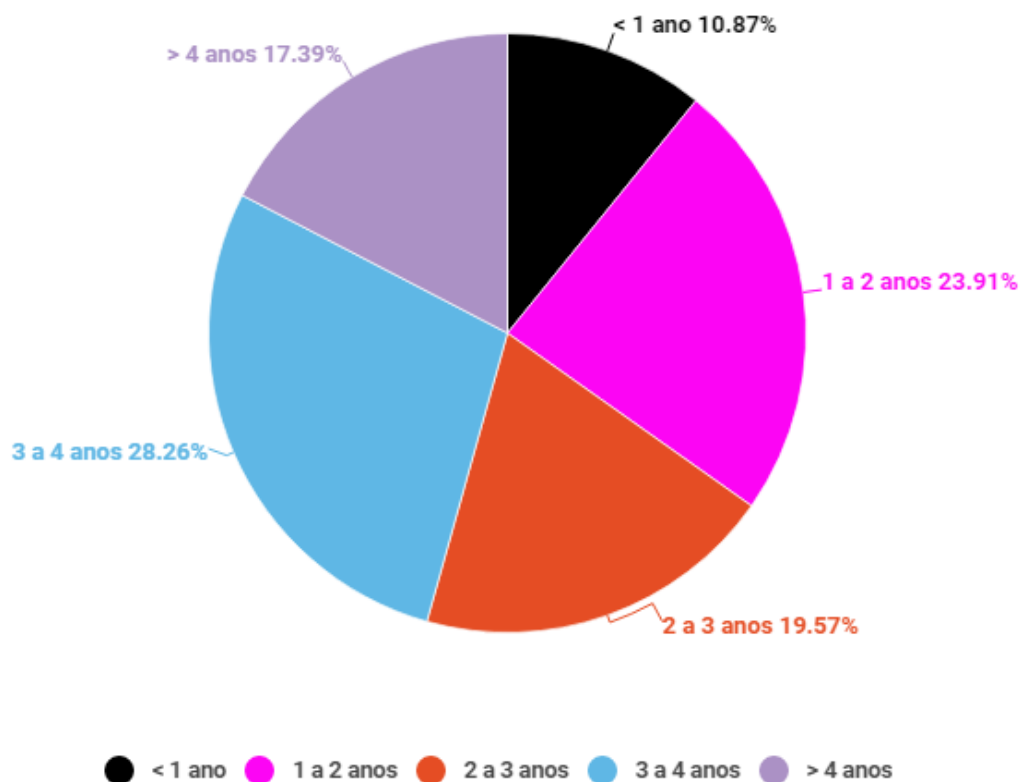


Fonte: O Autor.

Sobre a experiência com modelagem de requisitos, que foi uma pergunta não obrigatória, apenas cinco pessoas que responderam o questionário tinham menos de um ano de experiência. Onze pessoas tinham de um a dois anos, nove pessoas de dois a três anos, treze pessoas tinham de três a quatro anos de experiência e oito pessoas tinham mais que quatro anos de experiência utilizando ferramentas de modelagem, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: Respostas do questionário sobre experiência dos alunos com modelagem de requisitos.

### Quanto tempo de experiência com modelagem de requisitos você tem ?



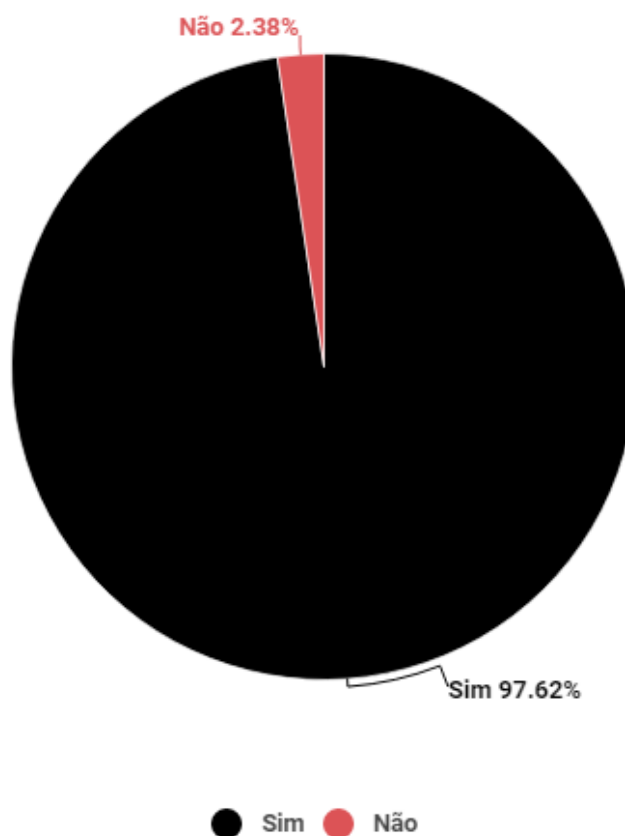
Fonte: O Autor.

Sobre recomendar as ferramentas utilizadas, que também foi uma pergunta não obrigatória, foram obtidas 42 respostas e apenas uma respondeu que não recomendaria a ferramenta utilizada, como pode ser visto na Figura 7.



Figura 7: Respostas do questionário sobre recomendação da ferramenta.

### Você recomendaria esta ferramenta que utilizou?



Fonte: O Autor.

#### 4.2 Identificação de Guidelines e *checklists* avaliativos

Conforme apresentado no capítulo 3, os trabalhos mais relevantes à adaptação do *checklist* utilizado na avaliação de acessibilidade foram BRITTO (2017), Santos et. al (2016) e o e-Mag, Modelo de Acessibilidade desenvolvido pelo Governo Federal (BRASIL, 2010), todos com importantes contribuições não só na abordagem de acessibilidade no contexto de desenvolvimento de *software* como na criação e aplicação de *checklists* em processos de avaliação. Destaca-se BRITTO (2017) principalmente por definir um *guideline* com contribuições importantíssimas sobre acessibilidade (GAIA - Guia de Acessibilidade de Interfaces para Autismo) e que serviu de base para a descoberta dos demais guias. Por conta da escassez de pesquisas relacionadas á diretrizes de acessibilidade para *softwares* desktop

(caso das ferramentas em questão, que não possuem versão *web*), o guia de recomendações web da W3C (2014) (Anexo 2) e Santos et. al (2016) foram utilizados como apoio na adaptação do *checklist* de avaliação deste trabalho.

Estas diretrizes e as avaliações apresentadas em cada uma serviram como base para adaptação do *checklist* utilizado na avaliação das ferramentas, presente no Quadro 3. As principais contribuições foram as avaliações de Santos et. al (2016), que pode ser visualizado no Anexo 3, e do guia da W3C, onde ambos possuem muitos itens avaliativos em comum. No Quadro 3 é possível visualizar cada item do *checklist* avaliativo utilizado neste trabalho, bem como a contribuição de cada uma das avaliações citadas na adaptação do item em questão.

#### 4.3 Seleção dos itens avaliativos e mapeamento das contribuições dos *checklists*

O intuito dessa etapa foi selecionar os tópicos pertinentes em cada *checklist* individualmente e que fossem relacionados à acessibilidade **visual** ou que pudessem ser adaptados para a plataforma *desktop*, realizando um mapeamento que teve como resultado o *checklist* adaptado que foi utilizado neste trabalho. Os demais itens que não possuíam qualquer relação foram desconsiderados. A cada questionamento a ser avaliado, foi associado uma recomendação da W3C, por ser um guia que também serviu como parâmetro para criação do *checklist* de Santos et. al (2016). Os resultados apresentados no Quadro 3 a seguir foram validados pela orientadora deste trabalho, em conjunto com o autor.

Quadro 3 - Mapeamento das contribuições dos *checklists*.

Item do <i>checklist</i> desta pesquisa	<i>Checklist</i> referência	Item do <i>checklist</i> original
Todos os botões tem alguma forma de descrição que possa ser utilizada por leitores de tela?	Santos et. al (2016)	Existência de textos alternativos ao conteúdo não textual (imagens, gráficos, entre outros)? Com a existência de várias mídias, são de fácil acesso ou existe alternativa de conteúdo?
Os botões abrem o conteúdo na mesma janela de navegação ou avisam que irão abrir em uma nova janela?	W3C	Os links apresentam descrições curtas e objetivas? Eles identificam o destino ao qual remetem? Abrem o conteúdo na mesma página de navegação ou avisam que irão abrir em uma nova página?
Há atalhos para facilitar a navegação pela aplicação? Esses atalhos funcionam corretamente?	W3C	Há atalhos para facilitar a navegação pelo site? Esses atalhos funcionam corretamente?

<b>Item do checklist desta pesquisa</b>	<b>Checklist referência</b>	<b>Item do checklist original</b>
É possível criar novos elementos gráficos a partir de atalhos? E criar / editar relacionamentos entre elementos?	W3C	Há atalhos para facilitar a navegação pelo site? Esses atalhos funcionam corretamente?
As imagens e elementos gráficos estão devidamente etiquetados?	Santos et. al (2016)	Existência de textos alternativos ao conteúdo não textual (imagens, gráficos, entre outros)? Com a existência de várias mídias, são de fácil acesso ou existe alternativa de conteúdo?
A leitura das palavras e frases está sendo compreendida? Os parágrafos estão com um tamanho razoável?	W3C	A leitura das palavras e frases está sendo compreendida? Os parágrafos estão com um tamanho razoável?
Há verborragia na página?	Santos et. al (2016)	Identifica-se a existência de confusão de conteúdo? Existência de auxílio no processo de navegação para o encontro do conteúdo desejável?
As caixas combinadas e caixas de seleção possuem um botão para o envio ao invés de remeterem automaticamente quando escolhido um elemento?	W3C	As caixas combinadas e caixas de seleção possuem um botão para o envio ao invés de remeterem automaticamente quando escolhido um elemento?
Há um campo de busca na aplicação? O resultado da busca é de fácil acesso?	Santos et. al (2016)	A busca estabelecida segue por resultado obtido ou pela leitura de mais de um resultado? A busca é feita na ordem horizontal, ou seja, por ordem de resultado obtido; ou a busca é feita na ordem vertical, ou seja, desce no resultado obtido para só então adentrar na página que se considera ter a informação?
Os menus estão em forma de lista? Quando há submenus ocultos, é disponibilizado um aviso para mostrar/ocultar estes submenus?	W3C	Os menus estão em forma de lista? Quando há submenus ocultos, é disponibilizado um aviso para mostrar/ocultar estes submenus
Existe um Mapa da Aplicação?	Santos et. al (2016)	A recuperação da informação foi efetivamente estabelecida no site? Encontrou-se o que queria?
A aplicação possui a opção de alto contraste? Ela está funcionando corretamente?	W3C	O site possui a opção de alto contraste? Ela está funcionando corretamente?
Há alguma observação extra sobre acessibilidade, usabilidade e comunicabilidade?	W3C	Há alguma observação extra sobre acessibilidade, usabilidade e comunicabilidade?

Fonte: O autor.

#### 4.4 Adaptação do *checklist* final

Baseado no mapeamento presente no Quadro 3, foi possível chegar ao *checklist* adaptado do Quadro 4 a seguir. Como dito anteriormente, apesar do *checklist* conter contribuições do guia da W3C e de Santos et. al (2016), a coluna sobre a recomendação da W3C associada em cada item foi relacionada por ser um guia em comum entre este trabalho e Santos et. al.

Quadro 4 - Checklist de avaliação de acessibilidade.

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
Todos os botões tem alguma forma de descrição que possa ser utilizada por leitores de tela?	Em todos os botões apresentados pela aplicação, deve ser fornecida uma descrição que tenha relação com a funcionalidade apresentada pelo botão em questão.	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples		
Os botões abrem o conteúdo na mesma janela de navegação ou avisam que irão abrir em uma nova janela?	O botão deve abrir seu conteúdo preferencialmente na mesma janela em que o usuário está navegando, caso seja necessário abrir em uma nova janela, é necessário que a aplicação avise que o novo conteúdo será aberto em uma nova janela.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		
Há atalhos para facilitar a navegação pela aplicação? Esses atalhos funcionam corretamente?	É recomendado o uso de números para os atalhos para não entrar em conflito com os leitores de tela, pois estes utilizam letras para atalhos de suas ferramentas. O ideal é utilizar as dicas de atalhos no topo de todas as janelas e posicioná-las juntas para facilitar a compreensão do DV. As dicas devem ser âncoras para seus atalhos, assim o DV poderá também teclar "Enter" para chegar ao elemento desejado.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado		
É possível criar novos elementos gráficos a partir de atalhos? E criar / editar relacionamentos entre elementos?	É necessário que todas as funcionalidades da aplicação estejam disponíveis por meio de atalhos, principalmente com relação aos elementos gráficos.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado		

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
As imagens e elementos gráficos estão devidamente etiquetados?	A imagem deve ser etiquetada, com uma descrição clara e simples do conteúdo que agrega. A descrição da imagem deve iniciar com o seu tipo de conteúdo, por exemplo: gráfico, imagem, relacionamento, logo, etc.	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples.		
A leitura das palavras e frases está sendo compreendida? Os parágrafos estão com um tamanho razoável?	As palavras precisam estar devidamente acentuadas e, as frases, devidamente pontuadas. Os parágrafos não devem ser muito extensos, pois isso dificulta a leitura pelos Leitores de Telas.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.		
Há verborragia na página?	Verborragia corresponde a informações repetidas ou desnecessárias na aplicação.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.		
As caixas combinadas e caixas de seleção possuem um botão para o envio ao invés de remeterem automaticamente quando escolhido um elemento?	As caixas combinadas (input text com uma lista de sugestões de preenchimento) e caixas de seleção (selects) não podem remeter automaticamente ao ser escolhida uma opção. Elas devem ter um botão de envio para que o usuário de leitor de telas possa navegar pelas opções sem problemas.	<b>Recomendação 2.2.</b> Ofereça aos usuários com deficiência tempo suficiente para ler e usar o conteúdo.		
Há um campo de busca na aplicação? O resultado da busca é de fácil acesso?	Esse campo, quando utilizado, deve remeter o seu foco no início do resultado da busca.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		
Os menus estão em forma de lista? Quando há submenus ocultos, é disponibilizado um aviso para mostrar/ocultar esses submenus?	Os menus devem estar em forma de lista/itens. Caso o menu apresente subitens ocultos, a aplicação deve informar ao usuário a existência dos mesmos, com mensagens para mostrar/ocultar subitens.	<b>Recomendação 1.4.</b> Facilite para a pessoa com deficiência ver e ouvir o conteúdo inclusive separar o que está em primeiro plano do que está ao fundo.		
Existe um Mapa da Aplicação?	O mapa deve ser apresentado, de preferência, em forma de lista, assim como um sumário, e deve conter os principais links e funcionalidades da aplicação.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
A aplicação possui a opção de alto contraste? Ela está funcionando corretamente?	Para o DV com baixa visão é muito importante ter uma alternativa de alteração de cores para a aplicação. É aconselhável que tenha ao menos uma opção para alteração de contraste, que é a padrão: fundo preto, fonte branca, legenda amarela, etc. Se a aplicação contemplar mais de uma opção de alteração de cores é preciso ter cuidado para não colocar muitas; 3 a 4 opções seria o ideal.	<b>Recomendação 1.3.</b> Crie conteúdo que possa ser apresentado em diferentes maneiras (ex. lido em voz alta, layout mais simples) sem perda da informação ou estrutura.		
Há alguma observação extra sobre acessibilidade, usabilidade e comunicabilidade?	Descrever se houve alguma dificuldade de navegação, referente à distribuição do conteúdo, atalhos, indicadores, texto, etc. Descrever sugestões de melhorias, caso houver.	<b>Recomendação 3.3.</b> Ajude os usuários a evitarem e corrigirem erros.		

Fonte: O autor.

#### 4.5 Aplicação do *checklist* avaliativo

Com o *checklist* definido, foi possível avaliar as ferramentas de modelagem Astah e Bizagi, baseado nos critérios levantados e suas justificativas, utilizando um *software* de síntese de voz (comumente conhecidos como leitores de tela), chamado NVDA (NV Access, 2021). O processo de avaliação consistiu na utilização das ferramentas citadas anteriormente, utilizando a navegação apenas por meio de um teclado físico com o apoio do NVDA, de forma a simular a utilização da ferramenta por uma pessoa deficiente visual. Cada critério do *checklist* foi avaliado individualmente e os resultados da avaliação podem ser visualizados nos quadros 4 e 5.

##### 4.5.1 NVDA (*Non Visual Desktop Access*)

O NVDA é um leitor de telas livre e de código aberto para o sistema operacional Microsoft Windows criado por Michael Curran em 2006, na Austrália, e se tornou o primeiro leitor de tela traduzido para português brasileiro. O leitor de tela é traduzido para mais de 43 idiomas e utilizado por pessoas em mais de 120 países (NV Access, 2021).

Em uma avaliação como a deste trabalho, um leitor de tela como esse se faz necessário para navegar pelas ferramentas selecionadas, simulando o uso de uma pessoa deficiente visual. As principais motivações para escolha do NVDA como ferramenta de navegação foram sua disponibilidade sem qualquer custo adicional, por ser um software de licença livre, e sua facilidade de uso por conter uma interface simples e fácil de usar.

#### 4.6 Avaliação de acessibilidade visual do Astah

Na avaliação da ferramenta Astah, foi possível identificar mais elementos acessíveis no que diz respeito à navegação do que a funcionalidades principais de modelagem, como pode ser visto no quadro a seguir.

Quadro 5 - Avaliação de acessibilidade da ferramenta Astah.

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
Todos os botões tem alguma forma de descrição que possa ser utilizada por leitores de tela?	Em todos os botões apresentados pela aplicação, deve ser fornecida uma descrição que tenha relação com a funcionalidade apresentada pelo botão em questão.	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples		X
Os botões abrem o conteúdo na mesma janela de navegação ou avisam que irão abrir em uma nova janela?	O botão deve abrir seu conteúdo preferencialmente na mesma janela em que o usuário está navegando, caso seja necessário abrir em uma nova janela, é necessário que a aplicação avise que o novo conteúdo será aberto em uma nova janela.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.	X	
Há atalhos para facilitar a navegação pela aplicação? Esses atalhos funcionam corretamente?	É recomendado o uso de números para os atalhos para não entrar em conflito com os leitores de tela, pois estes utilizam letras para atalhos de suas ferramentas. O ideal é utilizar as dicas de atalhos no topo de todas as janelas e posicioná-las juntas para facilitar a compreensão do DV. As dicas devem ser âncoras para seus atalhos, assim o DV poderá também teclar "Enter" para chegar ao elemento desejado.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado	X	

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
É possível criar novos elementos gráficos a partir de atalhos? E criar / editar relacionamentos entre elementos?	É necessário que todas as funcionalidades da aplicação estejam disponíveis por meio de atalhos, principalmente com relação aos elementos gráficos.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado		X
As imagens e elementos gráficos estão devidamente etiquetados?	A imagem deve ser etiquetada, com uma descrição clara e simples do conteúdo que agrega. A descrição da imagem deve iniciar com o seu tipo de conteúdo, por exemplo: gráfico, imagem, relacionamento, logo, etc.	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples.	X	
A leitura das palavras e frases está sendo compreendida? Os parágrafos estão com um tamanho razoável?	As palavras precisam estar devidamente acentuadas e, as frases, devidamente pontuadas. Os parágrafos não devem ser muito extensos, pois isso dificulta a leitura pelos Leitores de Telas.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.	X	
Há verborragia na página?	Verborragia corresponde a informações repetidas ou desnecessárias na aplicação.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.		X
As caixas combinadas e caixas de seleção possuem um botão para o envio ao invés de remeterem automaticamente quando escolhido um elemento?	As caixas combinadas (input text com uma lista de sugestões de preenchimento) e caixas de seleção (selects) não podem remeter automaticamente ao ser escolhida uma opção. Elas devem ter um botão de envio para que o usuário de leitor de telas possa navegar pelas opções sem problemas.	<b>Recomendação 2.2.</b> Ofereça aos usuários com deficiência tempo suficiente para ler e usar o conteúdo.	X	
Há um campo de busca na aplicação? O resultado da busca é de fácil acesso?	Esse campo, quando utilizado, deve remeter o seu foco no início do resultado da busca.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.	X	
Os menus estão em forma de lista? Quando há submenus ocultos, é disponibilizado um aviso para mostrar/ocultar esses submenus?	Os menus devem estar em forma de lista/itens. Caso o menu apresente subitens ocultos, a aplicação deve informar ao usuário a existência dos mesmos, com mensagens para mostrar/ocultar subitens.	<b>Recomendação 1.4.</b> Facilite para a pessoa com deficiência ver e ouvir o conteúdo inclusive separar o que está em primeiro plano do que está ao fundo.		X
Existe um Mapa da Aplicação?	O mapa deve ser apresentado, de preferência, em forma de lista, assim como um sumário, e deve conter os principais links e funcionalidades da aplicação.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		X



Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
A aplicação possui a opção de alto contraste? Ela está funcionando corretamente?	Para o DV com baixa visão é muito importante ter uma alternativa de alteração de cores para a aplicação. É aconselhável que tenha ao menos uma opção para alteração de contraste, que é a padrão: fundo preto, fonte branca, legenda amarela, etc. Se a aplicação contemplar mais de uma opção de alteração de cores é preciso ter cuidado para não colocar muitas; 3 a 4 opções seria o ideal.	<b>Recomendação 1.3.</b> Crie conteúdo que possa ser apresentado em diferentes maneiras (ex. lido em voz alta, layout mais simples) sem perda da informação ou estrutura.		X
Há alguma observação extra sobre acessibilidade, usabilidade e comunicabilidade?	Descrever se houve alguma dificuldade de navegação, referente à distribuição do conteúdo, atalhos, indicadores, texto, etc. Descrever sugestões de melhorias, caso houver.	<b>Recomendação 3.3.</b> Ajude os usuários a evitarem e corrigirem erros.		X

Fonte: O autor.

#### 4.7 Avaliação de acessibilidade visual do Bizagi

Na avaliação da ferramenta Bizagi, também foi possível identificar elementos acessíveis no que diz respeito à navegação. Além disso, foi possível acessar funcionalidades principais de modelagem por meio de atalhos simples, como pode ser visto no quadro a seguir.

Quadro 6 - Avaliação de acessibilidade da ferramenta Bizagi.

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
Todos os botões tem alguma forma de descrição que possa ser utilizada por leitores de tela?	Em todos os botões apresentados pela aplicação, deve ser fornecida uma descrição que tenha relação com a funcionalidade apresentada pelo botão em questão.	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples		X
Os botões abrem o conteúdo na mesma janela de navegação ou avisam que irão abrir em uma nova janela?	O botão deve abrir seu conteúdo preferencialmente na mesma janela em que o usuário está navegando, caso seja necessário abrir em uma nova janela, é necessário que a aplicação avise que o novo conteúdo será aberto em uma nova janela.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		X

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
Há atalhos para facilitar a navegação pela aplicação? Esses atalhos funcionam corretamente?	É recomendado o uso de números para os atalhos para não entrar em conflito com os leitores de tela, pois estes utilizam letras para atalhos de suas ferramentas. O ideal é utilizar as dicas de atalhos no topo de todas as janelas e posicioná-las juntas para facilitar a compreensão do DV. As dicas devem ser âncoras para seus atalhos, assim o DV poderá também teclar "Enter" para chegar ao elemento desejado.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado	X	
É possível criar novos elementos gráficos a partir de atalhos? E criar / editar relacionamentos entre elementos?	É necessário que todas as funcionalidades da aplicação estejam disponíveis por meio de atalhos, principalmente com relação aos elementos gráficos.	<b>Recomendação 2.1.</b> Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado	X	
As imagens e elementos gráficos estão devidamente etiquetados?	A imagem deve ser etiquetada, com uma descrição clara e simples do conteúdo que agrega. A descrição da imagem deve iniciar com o seu tipo de conteúdo, por exemplo: gráfico, imagem, relacionamento, logo, etc	<b>Recomendação 1.1.</b> Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples.	X	
A leitura das palavras e frases está sendo compreendida? Os parágrafos estão com um tamanho razoável?	As palavras precisam estar devidamente acentuadas e, as frases, devidamente pontuadas. Os parágrafos não devem ser muito extensos, pois isso dificulta a leitura pelos Leitores de Telas.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.	X	
Há verborragia na página?	Verborragia corresponde a informações repetidas ou desnecessárias na aplicação.	<b>Recomendação 3.1.</b> Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.		X
As caixas combinadas e caixas de seleção possuem um botão para o envio ao invés de remeterem automaticamente quando escolhido um elemento?	As caixas combinadas (input text com uma lista de sugestões de preenchimento) e caixas de seleção (selects) não podem remeter automaticamente ao ser escolhida uma opção. Elas devem ter um botão de envio para que o usuário de leitor de telas possa navegar pelas opções sem problemas.	<b>Recomendação 2.2.</b> Ofereça aos usuários com deficiência tempo suficiente para ler e usar o conteúdo.	X	
Há um campo de busca na aplicação? O resultado da busca é de fácil acesso?	Esse campo, quando utilizado, deve remeter o seu foco no início do resultado da busca.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		X

Item avaliado	O que avaliar	Recomendação da W3C associada	Sim	Não
Os menus estão em forma de lista? Quando há submenus ocultos, é disponibilizado um aviso para mostrar/ocultar esses submenus?	Os menus devem estar em forma de lista/itens. Caso o menu apresente subitens ocultos, a aplicação deve informar ao usuário a existência dos mesmos, com mensagens para mostrar/ocultar subitens.	<b>Recomendação 1.4.</b> Facilite para a pessoa com deficiência ver e ouvir o conteúdo inclusive separar o que está em primeiro plano do que está ao fundo.		X
Existe um Mapa da Aplicação?	O mapa deve ser apresentado, de preferência, em forma de lista, assim como um sumário, e deve conter os principais links e funcionalidades da aplicação.	<b>Recomendação 2.4.</b> Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.		X
A aplicação possui a opção de alto contraste? Ela está funcionando corretamente?	Para o DV com baixa visão é muito importante ter uma alternativa de alteração de cores para a aplicação. É aconselhável que tenha ao menos uma opção para alteração de contraste, que é a padrão: fundo preto, fonte branca, legenda amarela, etc. Se a aplicação contemplar mais de uma opção de alteração de cores é preciso ter cuidado para não colocar muitas; 3 a 4 opções seria o ideal.	<b>Recomendação 1.3.</b> Crie conteúdo que possa ser apresentado em diferentes maneiras (ex. lido em voz alta, layout mais simples) sem perda da informação ou estrutura.		X
Há alguma observação extra sobre acessibilidade, usabilidade e comunicabilidade?	Descrever se houve alguma dificuldade de navegação, referente à distribuição do conteúdo, atalhos, indicadores, texto, etc. Descrever sugestões de melhorias, caso houver.	<b>Recomendação 3.3.</b> Ajude os usuários a evitarem e corrigirem erros.		X

Fonte: O autor.

Através dos resultados da avaliação foi possível identificar, de forma geral, que a navegação das ferramentas possibilita a utilização e integração básica com leitores de tela e, como no Bizagi, algumas funcionalidades principais também. Contudo, definitivamente as ferramentas não possuem simplicidade de utilização para pessoas que utilizam *softwares* de síntese de voz, característica apontada como um dos principais fatores de preferência das ferramentas avaliadas por pessoas videntes.

Como pode ser percebido nos quadros 4 e 5 algumas recomendações estão presentes na ferramenta mas as principais características, associadas principalmente à navegação e utilização de funcionalidades fundamentais (como criação de associações e relacionamentos entre elementos gráficos) não estão presentes ou não são de fácil utilização. O Bizagi se

mostrou mais complexo com relação à localização do usuário dentro da aplicação, dificultando a busca de elementos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar a acessibilidade de duas ferramentas de modelagem utilizadas nas fases iniciais da Engenharia de Requisitos. Este trabalho foi elaborado a partir de um estudo para identificar os principais guidelines de acessibilidade visual e as ferramentas mais utilizadas pelos alunos e estagiários da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas.

A avaliação das ferramentas permitiu identificar a ausência de elementos acessíveis na interface das mesmas, o que torna impeditivo o uso básico das principais funcionalidades por meio de leitores de tela. Estes fatores podem acarretar uma péssima experiência de usuário por parte da própria ferramenta com relação à pessoas deficientes visuais que tenham interesse na área de Engenharia de Requisitos e relacionadas.

Durante as pesquisas realizadas para identificação de *guidelines*, foi possível identificar a precariedade de trabalhos acadêmicos relacionados à avaliação de acessibilidade em interfaces de *software* que não sejam *web* e/ou *mobile*. Desta forma, este trabalho contribui com a aplicação de um *checklist* avaliativo em uma ferramenta utilizada em plataformas *desktop*.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, será de suma importância a validação do *checklist* adaptado com o público alvo que envolve observar e estudar a utilização das ferramentas por parte de pessoas com algum tipo de deficiência visual, seja ela completa ou parcial. Outro ponto levantado por este trabalho foi a necessidade de criação de *checklists* de acessibilidade para ferramentas desktop.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTO SILVA, Carlos; PIMENTA FREIRE, André. *In*: PROPOSTAS DE MINICURSOS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS (IHC). **Inspeção da Acessibilidade de Aplicativos Móveis Utilizando Software Leitor de Telas**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5753/ihc.2018.4174>.
- AMADEU, C, V.; GONÇALVES, P, R, & TEIXEIRA JUNIOR, **Análise e Projeto de Sistemas**. Batatais: Claretiano, 2013.
- ASTAH, **Sobre o Astah**, 2021. Disponível em: <<https://astah.net/about/company/>>. Acesso em: 28 ago. 2021
- BEVAN, N. **Usability is quality of use**. *Advances in Human Factors/Ergonomics*, Elsevier, v. 20, p. 349–354, 1995.
- BIZAGI, **Sobre o Bizagi**, 2021. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/pt/quem-somos>>. Acesso em: 28 ago. 2021
- BRASIL. **DECRETO Nº 5.296 DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004**. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BRASIL. **e-MAG: Checklist de Acessibilidade Manual para o Desenvolvedor**. 2014. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br>>. Acesso em: 5 jan. 2021.
- BRASIL, **I. B. de Geografia e E. Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BRASIL. **Relação Anual de Informações Sociais**. 2017. Disponível em: <<http://pdet.mte.gov.br/rais?view=default>>. Acesso em: 01 mai. 2019.
- BRITTO, Talita Cristina Pagani, **GAIA : uma proposta de guia de recomendações de acessibilidade web com foco em aspectos do autismo**, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8683>>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- CAMBRIDGE, Dictionary. **Significado de guideline**, 2013. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/guideline>>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- CAMPANA, Anderson Rogério, **Análise da qualidade e usabilidade dos softwares leitores de tela visando a acessibilidade tecnológica às pessoas com deficiência visual**, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/150749>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

COBURN S. and OWEN C.B. **UML diagrams for blind programmers**. In *Proceedings of the 2014 ASEE North Central Section Conference*. Oakland, USA, pages 1--7, 2014.

COELHO, B. **Inclusão é direito: as principais leis de acessibilidade no Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://blog.handtalk.me/leis-de-acessibilidade/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

DAVIS, A. "**Software Requirements: Objects Functions and States**". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1993.

DEL NERO G , F & Fortes, R . (2014). **Accessible Modeling on the Web: A Case Study**. Procedia Computer Science.

GNU, Projeto. **GNU Accessibility Statement**. Disponível em: <<http://www.gnu.org/accessibility/accessibility.html>>. Acesso em: 02 jul. 2021

HEWETT, T.T.; Baecker, R.; Card, S.; Carey, T.; Gasen, J.; Mantei, M.; Perlman, G.; Strong, G.; Verplank, W. **ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction**. New York, NY, USA, 1992.

L. GARCÍA-BORGOÑÓN, M.A. Barcelona, J.A. García-García, M.J. Escalona. 2014. **Software Process Accessibility in Practice: A Case Study**. Procedia Computer Science, Volume 27, 2014, Pages 292-301, ISSN 1877-0509.

LUQUE, L., de Oliveira Brandao, L., Tori, R., & Brandao, A. A. F. (2015). **On the Inclusion of Blind People in UML e-Learning Activities**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 23(2).

LUQUE, L ; BRANDÃO, L ; BRANDÃO, A . **Model2gether: uma ferramenta de apoio ao ensino e a aprendizagem de modelos por cegos**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2016. p. 257.

MACORATTI, José Carlos. **O processo de Software**. 2014. Disponível em: <[http://www.macoratti.net/proc\\_sw1.htm](http://www.macoratti.net/proc_sw1.htm)>. Acesso em 15 abr. 2019.

MENEZES, P. M., de Almeida Correia, T., Couto, T., & Santana, L. (2015). **A Engenharia de Requisitos: Um caso de implementação de um sistema para engenharia de requisitos**. *Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas*, 1(3), 43-54.

NV ACCESS. **About NVDA**. 2021. Disponível em: <<https://www.nvaccess.org/about-nvda/>>. Acesso em: 15 jun. 2021

PAIVA, A. et al. **Principais aspectos na avaliação do sucesso de projectos de desenvolvimento de software**. 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33917977007>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

PORTAL EDUCAÇÃO. **O conceito de usabilidade**. 2013. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/financas/o-conceito-de-usabilidade/52918>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**, McGrawHill, 6ª Edição, 2006.



RAMOS, R. A. **Processos de Desenvolvimento de Software**. 2014. Disponível em: <[http://www.univasf.edu.br/~ricardo.aramos/disciplinas/ESI2009\\_2/Aula02.pdf](http://www.univasf.edu.br/~ricardo.aramos/disciplinas/ESI2009_2/Aula02.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2019.

SANTOS, A.; CARLI, B.; CANO, P. **A Acessibilidade da Informação para Deficientes Visuais e Auditivos**. Anagrama, v. 4, n. 4, p. 1-9, 20 abr. 2011

SANTOS, C. G. dos; ARAÚJO, S. G. L.; SOUSA, M. R. F. de; ARAÚJO, W. J. de. **Checklist de acessibilidade em ambientes informacionais na web**. RDBCI: Revista Digital de

SIMÃO, J.; NOMURA, S. **Análise experimental de ferramentas case para documentação**. 2017.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. [S.l.]: Pearson Addison-Wesley, 2011. ISBN 9788579361081.

VALENTE, Marco Tulio. **Engenharia de Software Moderna**. 1. ed. Independente, 2020

VILAVERDE, L. **Guia de Profissões: Analista de Requisitos**. 2017. Disponível em: <<http://tutano.tramos.co/15197-guia-de-profissoes-analista-de-requisitos/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Blindness and vision impairment**. 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>>. Acesso em: 01 mai. 2019.

W3C. **Recomendações de acessibilidade para conteúdo web 2.0**. 2008. Disponível em: . Acesso em: 18 dez. 2020.

## APÊNDICE I

- Formulário para levantamento de dados sobre a preferência dos alunos da UFC  
- Campus Russas.

### Preferência de Ferramentas de modelagem

\*Obrigatório

1. **Você já concluiu alguma disciplina associada a modelagem de requisitos de software? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

2. **Você já concluiu ou está concluindo o estágio obrigatório? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

3. **Você utilizou alguma ferramenta grátis ou premium para as atividades de modelagem desta disciplina / estágio? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

4. **Quanto tempo de experiência com modelagem de requisitos você tem? \***

\_\_\_\_\_

5. **Se sim, qual(is) ferramenta(s) você utilizou? Por qual motivo (gratuidade, melhor experiência de usuário, idioma da ferramenta, etc.) ?**

\_\_\_\_\_

6. **Você recomendaria esta ferramenta que utilizou? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**7. Quão fácil de utilizar é (era) a(s) ferramenta(s) que você utilizou? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Muito difícil
- Difícil
- Médio
- Fácil
- Muito fácil

## ANEXO II

- Recomendações de acessibilidade para web do guia da W3C.

PRINCÍPIOS	RECOMENDAÇÕES
<p>Princípio 1: Perceptível – Informação e componentes de interface de usuário devem ser perceptíveis aos usuários</p>	<p>Recomendação 1.1. Ofereça texto alternativo para todo conteúdo não textual de maneira que possa ser modificado para outras formas que as pessoas necessitem como impressão ampliada, Braille, voz, símbolos ou linguagem mais simples.</p>
	<p>Recomendação 1.2. Ofereça alternativas sincronizadas ao conteúdo multimídia.</p>
	<p>Recomendação 1.3. Crie conteúdo que possa ser apresentado em diferentes maneiras (ex. lido em voz alta, layout mais simples) sem perda da informação ou estrutura.</p>
	<p>Recomendação 1.4. Facilite para a pessoa com deficiência ver e ouvir o conteúdo inclusive separar o que está em primeiro plano do que está ao fundo.</p>
<p>Princípio 2: Operável – Componentes de interface no conteúdo devem ser operáveis pelos usuários</p>	<p>Recomendação 2.1. Torne toda a funcionalidade disponível a partir de um teclado.</p>
	<p>Recomendação 2.2. Ofereça aos usuários com deficiência tempo suficiente para ler e usar o conteúdo.</p>
	<p>Recomendação 2.3. Não crie conteúdo que possa causar convulsão.</p>
	<p>Recomendação 2.4. Ofereça maneiras para auxiliar os usuários com deficiência a navegarem, a encontrarem conteúdo, e a determinarem onde estão.</p>
<p>Princípio 3: Compreensível – Informação e operação da interface de usuário devem ser compreensíveis pelos usuários</p>	<p>Recomendação 3.1. Faça o conteúdo do texto legível e compreensível.</p>
	<p>Recomendação 3.2. Faça as páginas web aparecerem e operarem de maneira previsível.</p>
	<p>Recomendação 3.3. Ajude os usuários a evitarem e corrigirem erros.</p>

<p>Princípio 4: Robusto – O conteúdo deve ser “robusto” o suficiente para ser interpretado de maneira confiável por uma grande variedade de agentes de usuários, incluindo tecnologias assistivas</p>	<p>Recomendação 4.1. Maximize a compatibilidade com agentes de usuários atuais e futuros, incluindo tecnologias assistivas.</p>
---	---

Fonte: W3C (2014)

## ANEXO III

- Checklist de acessibilidade em ambientes informacionais para web (Santos et. al).

<b>1. PROFUNDIDADE</b>	
<b>Sistema de Busca</b>	
Operacionalização	Como se estabelece a navegação na página inicial do buscador na identificação da caixa de combinação editável?
	Aplica-se: Função de busca direta
	Possíveis alternativas identificadas: a. Automaticamente; b. Navegação por elementos da página inicial do buscador
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
<b>Nível 1 (Página dos resultados do sistema de busca)</b>	
Percepção e Operacionalização	Como se estabelece a navegação pelos elementos na página dos resultados; Dentro da página (Nível 1), aprofundou-se até qual item de resultado?
	Aplica-se: Função de busca direta.
	Possíveis alternativas identificadas Elementos focalizáveis; Navegação detalhada; Não se aplica.
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
Percepção e Operacionalização	A busca estabelecida segue por resultado obtido ou pela leitura de mais de um resultado? A busca é feita na ordem horizontal, ou seja, por ordem de resultado obtido; ou a busca é feita na ordem vertical, ou seja, desce no resultado obtido para só então adentrar na página que se considera ter a informação?
	Aplica-se: Função de busca direta.

	Possíveis alternativas identificadas: a. Por resultado; b. Por mais de um resultado.
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
<b>Nível 2 (Navegação dentro dos sites)</b>	
Percepção	A busca estabelecida no site é desenvolvida por leitura detalhada da página? Dentro das páginas, nível 2, o usuário a detalha ou para logo no início?
	Aplica-se: Função de busca direta.
	Possíveis alternativas identificadas Leitura completa; Leitura incompleta.
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
Percepção	Existência de textos alternativos ao conteúdo não textual (imagens, gráficos, entre outros)? Com a existência de várias mídias, são de fácil acesso ou existe alternativa de conteúdo?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve a identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Percepção	De acordo com a estrutura (layout), são de fácil assimilação ou ocorre perda de informação?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Percepção	É fácil a identificação do conteúdo de primeiro plano e segundo plano?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.

	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Operacionalização	Dificuldades encontradas com a utilização dos atalhos (disponibilidade a partir do teclado)?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Operacionalização	Como se procede o tempo de leitura e uso do conteúdo?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Operacionalização	Identifica-se a existência de confusão de conteúdo? Existência de auxílio no processo de navegação para o encontro do conteúdo desejável?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
Compreensão	Quanto aos textos, identifica-se a sua legibilidade, a operacionalização da página e os entendimentos dos possíveis erros?
	Aplica-se: Função de arquitetura da informação.
	Não houve identificação de alternativas.
	Origem da questão: Recomendações de acessibilidade para conteúdo web (WCAG 2.0/W3C) com verificação de estudo a partir da simulação.
<b>2. AMPLITUDE</b>	



<b>Nível 2 (Navegação dentro dos sites)</b>	
Percepção	A recuperação da informação foi efetivamente estabelecida no site? Encontrou-se o que queria?
	Aplica-se: Função de recuperação da informação.
	Possíveis alternativas identificadas: a. Informação completa; b. Informação incompleta.
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
<b>Nível 2 (Navegação dentro dos sites)</b>	
Compreensão	Há ocorrência de desistência no processo de busca em sites escolhidos? (Há desistência? Se sim, ocorreu em que nível: 1-na página com o resultado da busca com o sistema de buscador ou 2-dentro de um dos sites? Qual tempo decorrido até a desistência?)
	Aplica-se: Função de busca direta.
	Possíveis alternativas identificadas: a. Desistência; b. Não desistência.
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
<b>3. TEMPO (BUSCA [SISTEMA], PESQUISA [USUÁRIO], SOFTWARE DE SÍNTESE DE VOZ [RETORNO SONORO])</b>	
Operacionalização	O tempo de retorno da busca efetuada pelo sistema (buscadores) (Em quanto tempo os buscadores retornaram os resultados?)
	Aplica-se: Tempo de Busca pelo Sistema (TBS).
	Possíveis alternativas identificadas: a. TBS > 0,70seg; b. TBS < 0,70seg; c. TBS = 0,70seg
	Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.
Operacionalização	O tempo estabelecido pelo usuário no processo de pesquisa (processo que se inicia com a busca, verifica-se com a navegação e termina com a recuperação da informação considerada satisfatória) (Quanto tempo desde a busca até a efetiva recuperação da informação?)
	Aplica-se: Tempo de Pesquisa pelo Usuário (TPU).
	Possíveis alternativas identificadas:

	<p>a. TPU &gt; 50min;  b. TPU &lt; 50min;  c. TPU = 50min.</p>
	<p>Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.</p>
Operacionalização	<p>O tempo de retorno sonoro do software de síntese de voz para o início da busca pelo usuário (Em quanto tempo o buscador retorna o resultado com o software de síntese de voz?)</p>
	<p>Aplica-se: Tempo de Retorno Sonoro (TRS).</p>
	<p>Possíveis alternativas identificadas:  a. TRS &gt; 2seg;  b. TRS &lt; 2seg;  c. TRS = 2seg.</p>
	<p>Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.</p>
<b>4. SATISFAÇÃO (NECESSIDADES SATISFEITAS)</b>	
Percepção	<p>Verifique se o processo de busca estabelecida possibilitou ao usuário satisfazer a necessidade de informação (Conseguiu-se a efetiva recuperação da informação?)</p>
	<p>Aplica-se: Informação (obtenção).</p>
	<p>Possíveis alternativas identificadas:  a. Satisfação completa;  b. Satisfação incompleta.</p>
	<p>Origem da questão: Estudo estabelecido a partir da simulação.</p>

Fonte: Santos et. al (2016)