

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO ALTO VALE DO ITAJAÍ – CEAVI  
ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**MATEUS LUCAS CRUZ BRANDT**

**INCLUSÃO E TECNOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE  
AUXÍLIO PARA APLICAÇÕES MÓVEIS ACESSÍVEIS EM FLUTTER**

**RIO DO SUL**

**2024**

**MATEUS LUCAS CRUZ BRANDT**

**INCLUSÃO E TECNOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE  
AUXÍLIO PARA APLICAÇÕES MÓVEIS ACESSÍVEIS EM FLUTTER**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Engenharia de Software do Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Profa. Dra. Marília Guterres Ferreira

**RIO DO SUL**

**2024**

Para gerar a ficha catalográfica de teses e  
dissertações acessar o link:  
<https://www.udesc.br/bu/manuais/ficha>

**INCLUSÃO E TECNOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA APLICAÇÕES MÓVEIS ACESSÍVEIS EM FLUTTER / Mateus Lucas Cruz Brandt. – Rio do Sul, 2024.**

?? p. : il.

Orientador: Profa. Dra. Marília Guterres Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Rio do Sul, 2024.

1. Palavra-chave. 2. Palavra-chave. 3. Palavra-chave. 4. Palavra-chave. 5. Palavra-chave. I. , . II. , . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.

**MATEUS LUCAS CRUZ BRANDT**

**INCLUSÃO E TECNOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE  
AUXÍLIO PARA APLICAÇÕES MÓVEIS ACESSÍVEIS EM FLUTTER**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Engenharia de Software do Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Profa. Dra. Marília Guterres Ferreira

**BANCA EXAMINADORA:**

Nome do Orientador e Titulação  
Nome da Instituição

Membros:

Nome do Orientador e Titulação  
Nome da Instituição

Nome do Orientador e Titulação  
Nome da Instituição

Nome do Orientador e Titulação  
Nome da Instituição

Rio do Sul, 01 de maio de 2024

Aos estudantes da Universidade do Estado de  
Santa Catarina, pela inspiração de sempre!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa. A todos os meus professores do curso de da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória. Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

Como disse Snoop Dog: “Eu quero me agradecer por acreditar em mim mesmo, quero me agradecer por todo esse trabalho duro. Quero me agradecer por não tirar folgas. Quero me agradecer por nunca desistir. Quero me agradecer por ser generoso e sempre dar mais do que recebo. Quero me agradecer por tentar sempre fazer mais o certo do que o errado. Quero me agradecer por ser eu mesmo o tempo inteiro”.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa.

“The only disability is when people cannot see  
human potential.” (DEBRA RUH)

## **RESUMO**

Elemento obrigatório que contém a apresentação concisa dos pontos relevantes do trabalho, fornecendo uma visão rápida e clara do conteúdo e das conclusões do mesmo. A apresentação e a redação do resumo devem seguir os requisitos estipulados pela NBR 6028 (ABNT, 2003). Deve descrever de forma clara e sintética a natureza do trabalho, o objetivo, o método, os resultados e as conclusões, visando fornecer elementos para o leitor decidir sobre a consulta do trabalho no todo.

**Palavras-chave:** Palavra 1. Palavra 2. Palavra 3. Palavra 4. Palavra 5.



## **ABSTRACT**

Elemento obrigatório para todos os trabalhos de conclusão de curso. Opcional para os demais trabalhos acadêmicos, inclusive para artigo científico. Constitui a versão do resumo em português para um idioma de divulgação internacional. Deve aparecer em página distinta e seguindo a mesma formatação do resumo em português.

**Keywords:** Keyword 1. Keyword 2. Keyword 3. Keyword 4. Keyword 5.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

## **LISTA DE TABELAS**

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
PCD	Pessoa com Deficiência
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
RF	Requisitos Funcionais
RNF	Requisitos Não Funcionais
RN	Regras de Negócio
LSP	Language Server Protocol

## SUMÁRIO

# 1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda o desenvolvimento de uma extensão Flutter que visa auxiliar os desenvolvedores no processo de criação de aplicações móveis acessíveis em Flutter. A motivação para este trabalho surge da crescente importância da inclusão e da acessibilidade no desenvolvimento de aplicações móveis, bem como da necessidade de simplificar e melhorar o processo de desenvolvimento de soluções acessíveis utilizando tecnologias modernas, como o Flutter.

O TCC foi desenvolvido seguindo uma metodologia baseada nas fases fundamentais da Engenharia de Software, incluindo análise (Engenharia de Requisitos), projeto, programação, testes e validação. Além disso, a execução do trabalho foi gerenciada utilizando a metodologia ágil, garantindo um desenvolvimento iterativo e incremental do projeto.

A introdução detalha o contexto, a problemática, os objetivos geral e específicos, a justificativa e a metodologia adotada no desenvolvimento do trabalho. Em seguida, o TCC é organizado em capítulos que abordam a revisão da literatura, o projeto e a implementação da extensão, os testes e a validação realizados com desenvolvedores e PCDs, e o gerenciamento do projeto. Por fim, as conclusões discutem os principais resultados, limitações e possíveis trabalhos futuros relacionados ao tema da acessibilidade em aplicações móveis.

## 1.1 PROBLEMA

A acessibilidade tem se tornado cada vez mais relevante no contexto do desenvolvimento de aplicações móveis, uma vez que possibilita a inclusão e a igualdade de oportunidades para pessoas com deficiência (PCDs). As aplicações móveis têm desempenhado um papel essencial no cotidiano das pessoas, e é imprescindível que elas sejam projetadas de forma inclusiva, garantindo uma experiência eficiente e satisfatória para todos os usuários. Neste cenário, o presente TCC se aplica ao desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis utilizando o framework Flutter, que tem sido amplamente adotado devido à sua capacidade de criar aplicativos de alta qualidade e com desempenho otimizado para múltiplas plataformas. Contudo, o desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis em Flutter ainda enfrenta desafios relacionados à complexidade e à necessidade de conhecimento especializado.

O problema abordado neste TCC é a dificuldade enfrentada pelos desenvolvedores ao implementar recursos de acessibilidade em aplicações móveis criadas com Flutter, em razão das lacunas de conhecimento e da complexidade inerente a essa tarefa. A solução proposta visa simplificar e tornar mais prática a criação de aplicações móveis acessíveis, contribuindo para a melhoria da experiência dos PCDs ao utilizar essas aplicações.

Para abordar este problema, serão investigadas as melhores práticas e técnicas disponíveis na literatura relacionadas à acessibilidade em aplicações móveis. Além disso, será desenvolvida uma aplicação de exemplo que demonstre a aplicabilidade das soluções propostas, servindo como referência para os desenvolvedores Flutter.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é apoiar o desenvolvimento de aplicativos móveis mais acessíveis. Para isso, visa-se criar uma extensão Flutter que facilite o processo de desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis em Flutter para os desenvolvedores através da análise estática de código. A extensão fornecerá orientações e recomendações sobre a utilização de componentes e a aplicação de regras necessárias para cumprir com os requisitos de acessibilidade não funcionais. Através dessa abordagem, a extensão auxiliará os desenvolvedores a criar aplicativos mais inclusivos, melhorando a experiência dos PCDs ao utilizar essas aplicações.

Além disso, este trabalho visa aumentar a conscientização sobre a importância da acessibilidade no desenvolvimento de aplicações móveis. Para isso, serão publicados os requisitos de acessibilidade utilizados durante o desenvolvimento da extensão, a fim de promover uma compreensão mais ampla das melhores práticas e normas aplicáveis a essa área.

Dessa forma, a solução proposta contribui para resolver o problema apresentado ao facilitar a criação de aplicações móveis acessíveis em Flutter, fornecendo aos desenvolvedores as ferramentas e informações necessárias para atender aos requisitos de acessibilidade e, ao mesmo tempo, promovendo uma maior conscientização sobre a importância desse tema no contexto atual.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

#### 1.1.2.1 *Revisão da Literatura*

Realizar um mapeamento sistemático da literatura para identificar os requisitos não funcionais de acessibilidade necessários para aplicações móveis, permitindo estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento da extensão proposta e garantir a aderência às melhores práticas e normas do campo.

#### 1.1.2.2 *Projeto e Implementação da Extensão*

Desenvolver uma extensão Flutter que analise o código-fonte de aplicações móveis e forneça orientações e recomendações sobre a utilização de componentes e a aplicação de regras de acessibilidade. A extensão deverá ser integrada ao ambiente de desenvolvimento e ser capaz de identificar possíveis problemas de acessibilidade no código, sugerindo soluções e boas práticas para corrigi-los.

#### 1.1.2.3 *Testes e Validação*

Realizar testes e validações da extensão com desenvolvedores e PCDs para avaliar a eficácia e a usabilidade da ferramenta. Os testes serão conduzidos em um ambiente controlado, permitindo identificar possíveis falhas e melhorias na extensão, bem como coletar feedbacks e sugestões para aprimorar a solução proposta.

#### 1.1.2.4 Documentar e Disseminar

Documentar o processo de desenvolvimento da extensão, incluindo os requisitos de acessibilidade utilizados, as técnicas e as ferramentas empregadas, e os resultados obtidos. Além disso, disseminar os resultados do trabalho por meio de artigos, apresentações e publicações, a fim de promover a conscientização sobre a importância da acessibilidade no desenvolvimento de aplicações móveis.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

Este TCC foi desenvolvido considerando a crescente importância da inclusão e acessibilidade no desenvolvimento de aplicações móveis, bem como a necessidade de simplificar e otimizar o processo de desenvolvimento de soluções acessíveis utilizando Flutter. A escolha do Flutter como tecnologia central deste trabalho se justifica por ser um framework em rápido crescimento, adotado por um número cada vez maior de desenvolvedores, devido à sua capacidade de criar aplicativos de alta qualidade e com desempenho otimizado para múltiplas plataformas. Ademais, o Flutter é mantido e promovido pelo Google, o que reforça sua relevância e potencial no cenário atual de desenvolvimento de aplicações móveis.

A escolha de uma extensão de análise estática de código como solução para o problema proposto se deve à sua capacidade de identificar problemas de acessibilidade no código-fonte e fornecer orientações e recomendações para corrigi-los. A análise estática de código é uma técnica amplamente utilizada no desenvolvimento de software para identificar possíveis falhas e melhorias no código, permitindo detectar problemas de acessibilidade em um estágio inicial do desenvolvimento e facilitar a correção desses problemas.

A justificativa para o desenvolvimento deste TCC, portanto, reside na combinação da importância de promover a acessibilidade e inclusão no desenvolvimento de aplicações móveis com a crescente adoção do Flutter como tecnologia de referência para o desenvolvimento de aplicativos. Ao criar uma extensão que facilite o desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis em Flutter, este trabalho visa contribuir para a democratização da acessibilidade e a melhoria da experiência dos PCDs ao utilizar aplicações móveis.

### 1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste TCC foi baseada nas fases fundamentais da Engenharia de Software, incluindo análise (Engenharia de Requisitos), projeto, programação, testes e validação. Além disso, a execução do trabalho foi gerenciada utilizando a metodologia ágil Scrum para garantir um desenvolvimento iterativo e incremental do projeto. A seguir, detalhamos cada uma das fases e ferramentas utilizadas na metodologia:

Engenharia de Requisitos: nesta fase, foi realizada um mapeamento sistemático da literatura para identificar os requisitos não funcionais de acessibilidade necessários para aplicações



móveis. As principais fontes consultadas incluíram artigos científicos, livros e diretrizes de organizações especializadas em acessibilidade. As informações coletadas serviram como base para a definição dos requisitos que orientaram o desenvolvimento da extensão proposta.

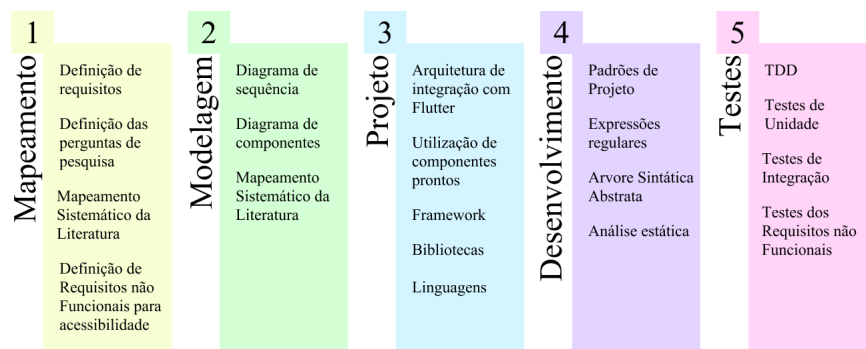
**Projeto:** com os requisitos de acessibilidade definidos, a próxima etapa foi projetar a extensão para Flutter. Nesta fase, foram elaborados os diagramas e especificações técnicas necessárias para detalhar a arquitetura e o funcionamento da extensão, incluindo a definição das funcionalidades e a interação com o ambiente de desenvolvimento.

**Programação:** após a conclusão do projeto, a extensão foi implementada utilizando as linguagens de programação e as ferramentas compatíveis com o Flutter, como Dart, a extensão `custom_lint_builder`. O código-fonte foi versionado e gerenciado por meio do Git e hospedado em uma plataforma de repositórios (GitHub), para facilitar a colaboração e o acompanhamento das mudanças realizadas.

**Testes e validação:** a extensão desenvolvida foi submetida a uma série de testes, envolvendo desenvolvedores e PCDs, a fim de avaliar sua efetividade e garantir que os requisitos de acessibilidade fossem atendidos. Os testes foram realizados em diversas etapas do desenvolvimento e incluíram testes funcionais, de usabilidade e de acessibilidade. Além disso, os requisitos não funcionais coletados na revisão da literatura foram validados por meio de testes estáticos.

**Gerenciamento do projeto (Scrum):** para garantir um desenvolvimento eficiente e flexível, o projeto foi gerenciado utilizando a metodologia ágil Scrum. O trabalho foi dividido em Sprints, que são períodos de tempo fixos (geralmente de 2 a 4 semanas) nos quais um conjunto específico de tarefas é realizado. As tarefas foram organizadas e priorizadas em um Product Backlog.

Figura 1 – Modelo de metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A metodologia adotada permitiu um desenvolvimento estruturado e ágil do TCC, garantindo que a extensão proposta fosse construída de acordo com os requisitos de acessibilidade identificados. Além disso, a utilização do Scrum proporcionou flexibilidade e adaptabilidade durante o desenvolvimento, possibilitando ajustes e melhorias contínuas.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em capítulos que abordam os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento da extensão proposta. A estrutura do trabalho é a seguinte:

- Capítulo 2 - Revisão da Literatura: apresenta uma revisão da literatura sobre acessibilidade em aplicações móveis, abordando os principais conceitos, técnicas e ferramentas relacionadas ao tema.
- Capítulo 3 - Projeto e Implementação da Extensão: descreve o projeto e a implementação da extensão proposta, detalhando a arquitetura, as funcionalidades e as tecnologias utilizadas.
- Capítulo 4 - Testes e Validação: apresenta os testes e validações realizados com desenvolvedores e PCDs para avaliar a eficácia e a usabilidade da extensão.
- Capítulo 5 - Gerenciamento do Projeto: discute o gerenciamento do projeto, incluindo a metodologia ágil Scrum, as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos.
- Capítulo 6 - Conclusões: apresenta as conclusões do trabalho, discutindo os principais resultados, limitações e possíveis trabalhos futuros relacionados ao tema da acessibilidade em aplicações móveis.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são descritos e detalhados os conceitos fundamentais e as ferramentas utilizadas durante a execução deste estudo. Inicialmente, procurou-se uma compreensão mais profunda das definições de acessibilidade, acessibilidade digital e acessibilidade universal, conceitos essenciais para a compreensão do escopo deste trabalho.

Em seguida, se realiza uma discussão acerca das vantagens advindas da incorporação da acessibilidade digital no processo de desenvolvimento de aplicações destinadas a dispositivos móveis.

Destaca-se a relevância deste aspecto e o impacto positivo que pode exercer sobre a experiência do usuário final. Visando também trazer uma compreensão das definições e impactos legais que a acessibilidade digital tem para os desenvolvedores, são discutidas as principais legislações vigentes no Brasil voltadas a defesa das PCD.

Adicionalmente serão tratados quais as principais deficiências motoras, auditivas e visuais que afetam a população mundial, qual o impacto dela na vida dos portadores e quais os benefícios e relação da acessibilidade digital com a sua inclusão na sociedade.

Posteriormente, são apresentadas as tecnologias que se fizeram necessárias para a condução do desenvolvimento deste projeto. Nesta parte, dá-se ênfase à importância dos testes automatizados, procedimento que se revela fundamental para garantir a qualidade e efetividade das implementações realizadas.

Além disso, são discutidas as tecnologias específicas empregadas na elaboração de uma extensão para o Flutter que permita a análise estática de regras de acessibilidade em aplicações móveis desenvolvidas com este framework.

### 2.1 ACESSIBILIDADE

Conforme dados do Censo 2010 (??), aproximadamente 46 milhões de brasileiros declararam ter algum grau de dificuldade em pelo menos uma das seguintes habilidades: enxergar, ouvir, caminhar ou subir degraus. Dessas, a habilidade de enxergar e ouvir são primordiais para a inclusão digital dos usuários. Portanto, se faz necessária a compreensão do conceito de acessibilidade, sua importância no mundo digital, o que pode ser implementado para melhorá-la e as respectivas questões legislativas aplicadas no Brasil.

#### 2.1.1 Definição de Acessibilidade

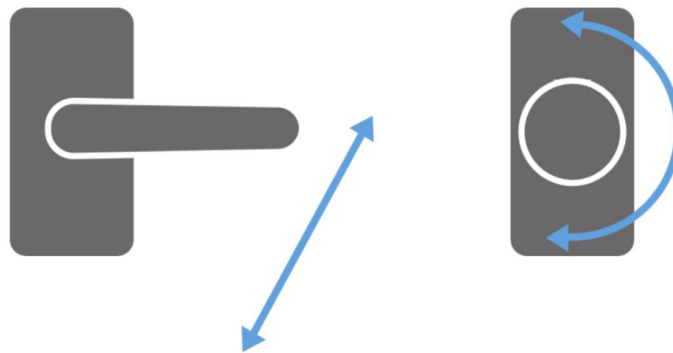
A acessibilidade é um princípio fundamental que visa garantir a todos os indivíduos, independentemente de suas limitações físicas, sensoriais, intelectuais ou psicossociais, a capacidade de acessar e utilizar adequadamente um produto, serviço ou ambiente. Neste estudo, o foco se volta à acessibilidade no âmbito digital, especialmente em relação aos dispositivos móveis.

Entretanto, é necessário que compreender que a acessibilidade é para todos, e que atos

ou soluções simples, tem um grande impacto na qualidade de vida das pessoas. Assim como define (??) “acessibilidade no mundo físico, é o nível em que um ambiente é utilizável pelo maior número de pessoas possíveis”.

Sendo assim, é simples compreender a importância e benefícios da acessibilidade no mundo físico. (??) traz um excelente exemplo de uma mudança de acessibilidade que estamos tendo em nosso mundo e acabamos por nem perceber o seu real impacto. Conforme na figura 2, é possível visualizar que maçanetas pivotantes podem ser abertas facilmente com um movimento vertical para baixo, mesmo que tenham algum grau de deficiência motora, pois podem utilizar seu corpo ou outros objetos como apoio para realizarem a abertura da porta. A princípio, esse exemplo parece não ter muita conexão com o mundo digital, porém podemos utilizá-lo como uma base para refletir a forma que construímos nossa interface, onde adicionamos complicações visando a estética, ou então apenas por decisão de produto, mas que podem ter um impacto negativo na usabilidade de PCD.

Figura 2 – "Maçanetas pivotantes (à esquerda) só requerem um leve empurrão por cima. Maçanetas esféricas (à direita) necessitam de um movimento de torção com firmeza."



Fonte: (??, p. 11)

### 2.1.2 Legislação Brasileira

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI), também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei Nº 13.146, de 6 de Julho de 2015), é um marco legal que busca assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.

A LBI aborda várias áreas importantes para a inclusão, incluindo a acessibilidade, que tem implicações diretas para a concepção e desenvolvimento de dispositivos móveis. Ela define acessibilidade como sendo a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

Nesse contexto, a LBI define no Art. 3º inciso um que Acessibilidade é a “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”. (??).

Adicionalmente, ela também define o que são tecnologias assistiva sou ajuda técnica no inciso três do Artigo 3 como sendo a “equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (??).

O Capítulo II da LBI descreve quais os direitos de pessoas com deficiência. E no contexto das aplicações móveis temos no Art. 9º que a “disponibilização de recursos, tanto humanos quanto tecnológicos, que garantam atendimento em igualdade de condições com as demais pessoas.” (??). Dessa forma é claro a necessidade de adequar as aplicações móveis para que não haja penalidades conforme descrito no Artigo 88 da LDI aos desenvolvedores no tangente a criação de barreiras para pessoas com deficiência.

Além da LBI, o Brasil conta com outras legislações voltadas à inclusão digital e à garantia dos direitos das pessoas com deficiência. Dentre elas, destacam-se o (??), que regulamenta as Leis nº 10.048 e 10.098 e estabelece normas e critérios para a promoção de acessibilidade das pessoas com deficiência, e a Lei Nº 12.965 (??), mais conhecida como Marco Civil da Internet, que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil.

## 2.2 FLUTTER

Flutter é uma estrutura de desenvolvimento de aplicativo que usa a linguagem de programação Dart. Ela permite a criação de interfaces de usuário altamente personalizáveis e expressivas com um bom desempenho. Ao contrário de outras estruturas de desenvolvimento móvel, como o React Native, Flutter não usa pontes de JavaScript, mas compila o código diretamente no código nativo do sistema operacional, o que melhora o desempenho (??).

Sendo assim, segundo a mantenedora o Flutter oferece melhor desempenho, capacidade de “Hot Reload” permitindo que os desenvolvedores experimentem e construam interfaces mais rapidamente, Personalização através de um rico conjunto de “Widgets” — os “blocos de construção” do Flutter — seguindo inicialmente diretrizes do Material Design para Android e Cupertino para iOS mas sem bloquear modificações do desenvolvedor e também, permite o desenvolvimento de aplicativos para diferentes plataformas partindo de uma única fonte de código.

Ademais, o Flutter oferece uma série de recursos que ajudam os desenvolvedores a criar aplicativos acessíveis. Ela suporta APIs de acessibilidade para Android e iOS, incluindo a API

TalkBack para Android e a API VoiceOver para iOS. Além disso, o Flutter tem suporte para ampliação de tela, fontes maiores, contraste de cores suficiente e navegação por teclado (??). Entretanto ainda necessitam que o desenvolvedor utilize das ferramentas providas para criar aplicações realmente acessíveis.

## 2.3 ANÁLISE ESTÁTICA

Análise Estática segundo (??) é uma técnica de verificação de programas que examina o código-fonte sem executá-lo, identificando possíveis erros, inconsistências e violações de regras de programação. Ela é amplamente utilizada em compiladores, ferramentas de análise de código e linters para garantir a correção e a qualidade do código.

Essa etapa no processamento de código fonte é usualmente utilizado na compilação ou interpretação de um código, entretanto, ferramentas de análise estática podem ser utilizadas para verificar a conformidade do código com padrões de codificação, identificar possíveis vulnerabilidades de segurança e otimizar a performance do código durante o processo de desenvolvimento.

Essa técnica será o pilar para a construção da extensão proposta neste trabalho, pois será responsável por analisar o código fonte de aplicações móveis desenvolvidas com Flutter e identificar possíveis violações de regras de acessibilidade e boas práticas de desenvolvimento em tempo real para auxiliar o desenvolvedor.

### 2.3.1 Árvore Sintática Abstrata

A construção de uma Árvore Sintática Abstrata (AST, do inglês Abstract Syntax Tree) é uma etapa fundamental no processo de compilação, sendo responsável por representar a estrutura de um programa de forma hierárquica e abstrata. De acordo com (??), a AST organiza as construções da linguagem em nós que correspondem aos elementos essenciais do programa, eliminando detalhes sintáticos desnecessários, como pontuação e regras intermediárias presentes na gramática. Assim, a AST fornece uma visão condensada do programa, capturando sua lógica e estrutura de forma que facilite etapas subsequentes, como a análise semântica e a geração de código.

Com base nesses princípios, a AST e a análise estática são amplamente utilizadas não apenas em compiladores tradicionais, mas também em ferramentas modernas, como linters e otimizadores de código. Essas ferramentas aproveitam a representação abstrata fornecida pela AST para realizar diagnósticos e aplicar melhorias, garantindo que o código esteja em conformidade com padrões estabelecidos e otimizado para execução.

Com uma AST é possível fazer a análise necessária para validar regras de acessibilidade em qualquer linguagem. Para o presente trabalho, a AST será utilizada para analisar o código fonte de aplicações móveis desenvolvidas com Flutter e identificar possíveis violações de regras de acessibilidade e boas práticas de desenvolvimento móvel.

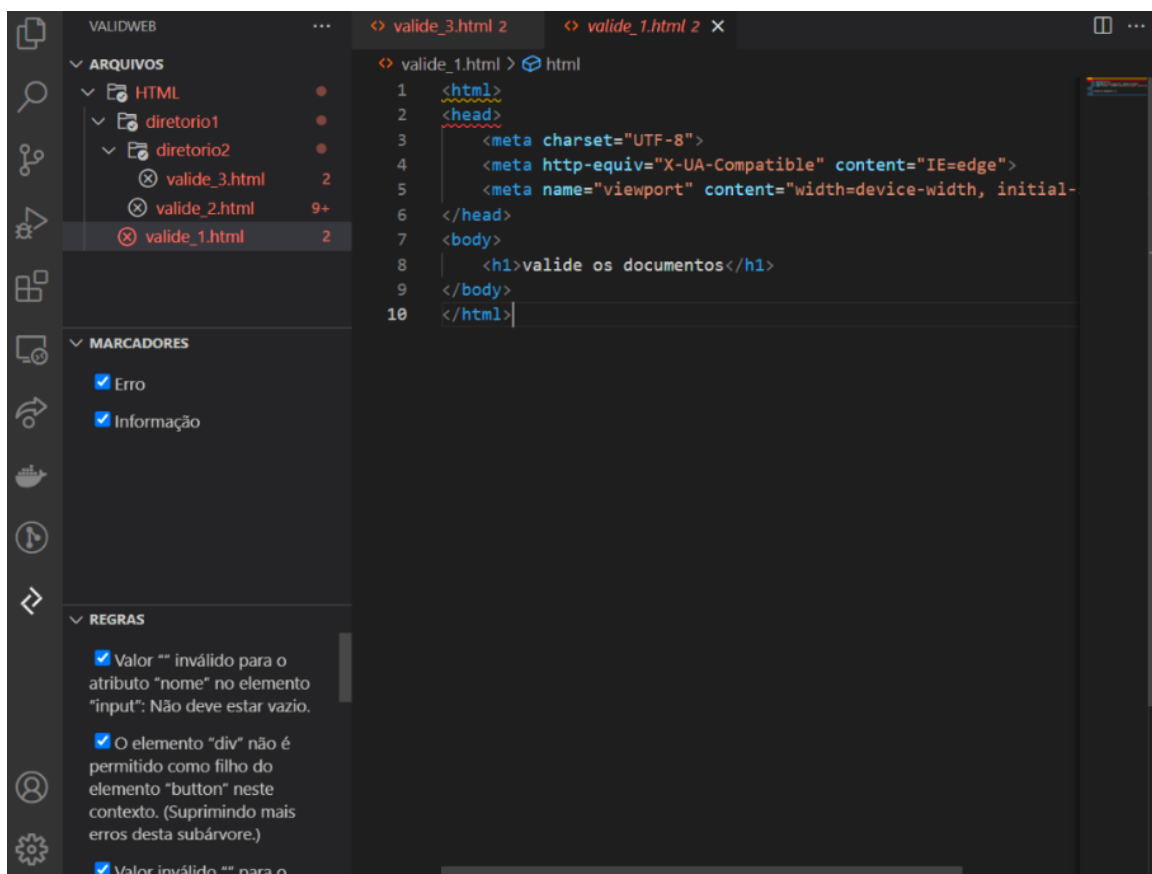
### 3 TRABALHOS CORRELATOS

O objetivo desta seção é realizar uma análise comparativa de aplicações que apresentam um contexto similar ao do presente TCC. Para isso, faremos uma descrição sucinta de cada trabalho correlato, seguida de uma comparação dos requisitos que são comumente oferecidos por todas essas aplicações. A intenção é explorar as similaridades e as diferenças entre elas para aprimorar nosso entendimento e guiar o desenvolvimento do nosso projeto.

#### 3.1 VALIDAWEB: UMA FERRAMENTA PARA SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE ATENDENDO AOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS DE ACESSIBILIDADE W3C

O ValidaWeb (??), é uma ferramenta voltada ao suporte no desenvolvimento de software voltados para a Web, que valida estruturas HTML e CSS com o objetivo de retornar sugestões sobre possíveis melhorias voltadas a acessibilidade. Tem como base os requisitos da W3C para definição de quais as propriedades são necessárias para uma boa acessibilidade do software que está sendo desenvolvido.

Figura 3 – Tela Principal do VSCode com a extensão ValidWeb.



Fonte: (??, p. 59)

A interface proposta pelo ValidWeb é intuitiva e prática. Por meio de destaques no texto,

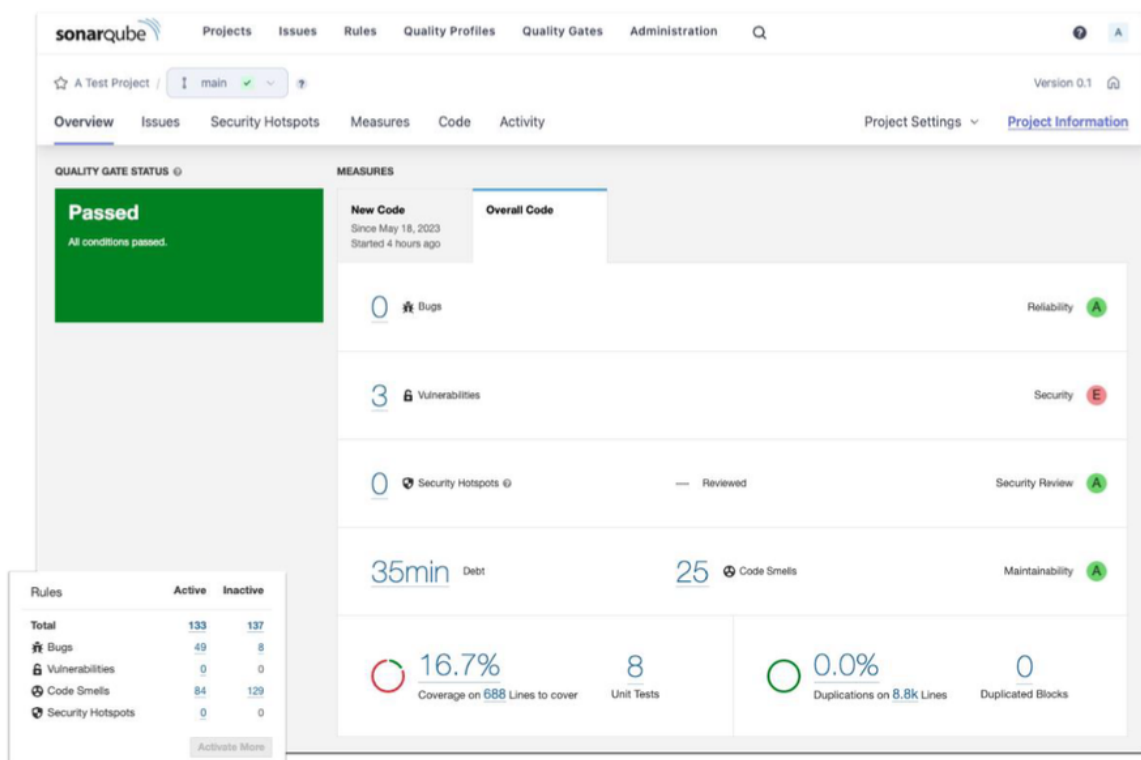
os desenvolvedores são notificados sobre inconsistências nas especificações de acessibilidade, que devem ser resolvidas para que esses destaques sejam removidos. Além disso, a ferramenta de (??) também permite a geração de relatórios em PDF do estado atual do código, facilitando sua análise e compartilhamento com outros desenvolvedores, especialmente em ambientes de desenvolvimento que envolvem múltiplas equipes com controle de qualidade rigoroso.

Dessa forma, o ValidWeb e o presente TCC compartilham objetivos similares, embora tenham focos tecnológicos distintos.

### 3.2 SONARQUBE: FERRAMENTA DE AUDITORIA DE CÓDIGO COM SUPORTE PARA FLUTTER E DART

O SonarQube, conforme descrito pela (??), é uma ferramenta robusta de análise estática de código. Seu objetivo é simplificar a padronização de projetos para desenvolvedores. A ferramenta dispõe de uma interface gráfica intuitiva que destaca os principais pontos de atenção na qualidade estática do código. Dentre os indicadores apresentados estão: número de bugs, vulnerabilidades, "Security Hotspots", dívida técnica, "Code Smells", cobertura de testes e linhas de código duplicadas, conforme ilustrado na Figura ??.

Figura 4 – Interface principal do SonarQube.



Fonte: (??)

Por padrão, a ferramenta não oferece suporte para a linguagem Dart e o framework Flutter. No entanto, graças ao esforço da comunidade, especificamente da InsideApp (??), uma empresa focada no desenvolvimento de aplicações móveis, foi criado um plugin que permite a



interoperabilidade básica entre Flutter, Dart e SonarQube. Este plugin aproveita as regras padrões estabelecidas pelo Flutter para realizar a análise e fornecer sugestões de melhorias.

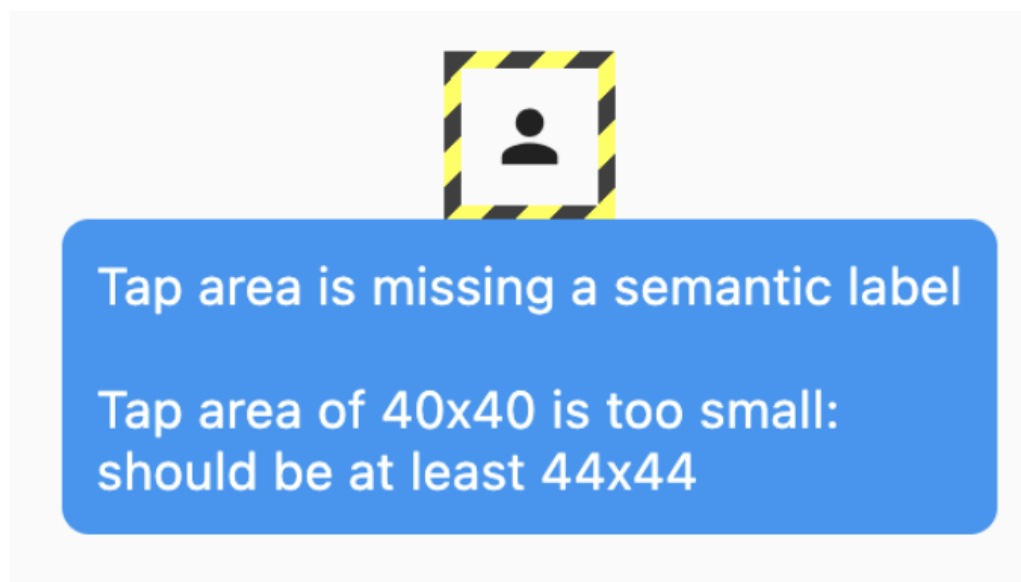
Ainda que o foco principal do SonarQube não seja a acessibilidade, a ferramenta, em conjunto com o SonarLint - também desenvolvido pela SonarSource (??) - oferece sugestões ao desenvolvedor durante o processo de codificação na IDE. Esta funcionalidade se assemelha à proposta do presente TCC, demonstrando a potencialidade de uso dessas ferramentas em conjunto para melhorar tanto a qualidade do código quanto sua acessibilidade.

### 3.3 ACCESSIBILITY\_TOOLS: PACOTE PARA VALIDAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM APLICAÇÕES FLUTTER

Conforme descrito pela Rebel AppStudio, mantenedora do pacote, o `accessibility_tools` é uma suíte de ferramentas destinadas a melhorar a acessibilidade em aplicações desenvolvidas com Flutter. (??) destaca a importância da acessibilidade em aplicativos, ressaltando que "Criar um aplicativo acessível é extremamente importante. No entanto, é comum esquecer ou adiar essas melhorias. Este pacote garante que seu aplicativo seja acessível desde o primeiro dia, verificando a interface logo que é construída".

A Figura ?? exemplifica o funcionamento da ferramenta durante a fase de desenvolvimento de uma aplicação. A ferramenta opera em tempo de execução, enfatizando possíveis melhorias de acessibilidade por meio de mensagens exibidas diretamente na interface.

Figura 5 – Exemplo de retorno do pacote “`accessibility_tools`” ao detectar uma inconsistência de acessibilidade.



Fonte: (??)

Até agosto de 2023, o pacote suporta a validação de áreas mínimas de toque, semântica de botões, sobreposição de textos e descrição de campos de entrada. Embora a ferramenta

cubra apenas alguns aspectos de acessibilidade, ela representa um ponto de partida valioso para desenvolvedores Flutter interessados em melhorar a acessibilidade de suas aplicações.

A abordagem adotada no presente TCC difere em aspectos importantes. Em vez de operar em tempo de execução, o foco está na análise estática de código para fornecer sugestões diretamente na IDE. Isso elimina a necessidade de compilar e executar a aplicação para avaliar as necessidades de acessibilidade, permitindo que os desenvolvedores identifiquem e resolvam problemas de acessibilidade mais rapidamente.

### 3.4 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE TRABALHOS CORRELATOS

O universo de ferramentas disponíveis para auxiliar no desenvolvimento de aplicações acessíveis é vasto e diversificado. No entanto, as ferramentas discutidas neste capítulo foram escolhidas por sua relevância e semelhanças com a proposta deste TCC. Cada uma delas utiliza um conjunto de regras ou requisitos não funcionais de acessibilidade para estabelecer padrões e oferecer sugestões de modificações, dependendo do estado da aplicação em desenvolvimento. A identificação desses requisitos será uma etapa crucial na elaboração da proposta deste TCC.

Na Tabela ?? a seguir, é feita uma comparação entre as funcionalidades das ferramentas discutidas e os requisitos deste trabalho. Esta tabela ajuda a identificar áreas para melhoria na proposta deste TCC e também destaca as deficiências das outras ferramentas em comparação com a proposta atual.

Tabela 1 – Comparação entre as funcionalidades das ferramentas discutidas e os requisitos deste trabalho.

<b>Funcionalidade</b>	<b>ValidaWeb</b>	<b>SonarQube</b>	<b>accessibility tools</b>	<b>Proposta Atual</b>
Inspeção contínua	✓	✓	✗	✓
Análise estática de código	✓	✓	✗	✓
Acessibilidade em Flutter	✓	✗	✓	✓
Sugestão de correção	✗	✗	✗	✓
Disponível em IDE	✓	✓	✗	✓
Suporte para Flutter	✗	✗	✓	✓

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise da Tabela ?? revela que, embora quase todas as funcionalidades sejam atendidas por uma ou mais das ferramentas, nenhuma delas oferece todas as funcionalidades em um único pacote. Notavelmente, a funcionalidade de sugestão de correção é uma característica distintiva da proposta atual, potencialmente agilizando o processo de desenvolvimento ao fornecer soluções rápidas para os desenvolvedores assim que identificarem a necessidade de melhorar a acessibilidade de suas aplicações.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Esta seção tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento da proposta atual, fundamentado nas etapas previamente descritas na seção de metodologia. Serão discutidos também os desafios encontrados durante o processo e possíveis ajustes na direção do projeto à medida que obstáculos emergem.

O processo de desenvolvimento da proposta inicia com a etapa de Mapeamento, na qual serão definidos os requisitos, formuladas as perguntas de pesquisa, realizado o mapeamento sistemático da literatura e estabelecidos os requisitos não funcionais para acessibilidade.

Em seguida, na etapa de Modelagem, serão construídos o Diagrama de Sequência, o Diagrama de Componentes, o Modelo Lógico de Dados e o Diagrama de Classes. Esses diagramas e modelos servirão como alicerce para a próxima fase.

Na fase do Projeto, será projetada a arquitetura de integração com o Flutter e selecionados os frameworks, bibliotecas e linguagens que serão usados no desenvolvimento da ferramenta.

Com a conclusão da etapa de Projeto, o processo de Desenvolvimento será iniciado, onde serão aplicados Padrões de Projeto e Expressões regulares, além de preparar a ferramenta para publicação.

Após a conclusão do desenvolvimento, a etapa de Testes será iniciada. Nela, será adotado o TDD, serão realizados Testes de Unidade e de Integração, bem como Testes dos Requisitos não funcionais de Acessibilidade.

Finalmente, na etapa de Validação, será realizada uma pesquisa com desenvolvedores e pessoas com deficiência, aplicado o SUS e executada uma prova de conceito. Essa etapa final permitirá avaliar a eficácia da ferramenta desenvolvida e identificar áreas de melhoria potencial. Cada uma dessas etapas será discutida em detalhes nas seções subsequentes deste capítulo.

### 4.1 MAPEAMENTO INICIAL

O processo inicial de mapeamento é fundamental para a abordagem de identificação dos Requisitos Funcionais (RF), Requisitos Não Funcionais (RNF) e Regras de Negócio (RN).

Os Requisitos Funcionais (RF) são destinados a descrever as funcionalidades que o sistema deve incorporar para atender às necessidades do usuário final. Estes requisitos são essencialmente as ações que o sistema deve ser capaz de realizar, como por exemplo, processar entradas de dados, realizar operações e fornecer saídas de informações.

Por outro lado, os Requisitos Não Funcionais (RNF) definem o conjunto de critérios que orientam o modo como o sistema operará, como as restrições e propriedades desejáveis do sistema que não estão diretamente relacionadas com o comportamento específico dele. Eles estabelecem um escopo com características particulares que o sistema a ser desenvolvido deverá seguir, tais como padrões de projeto, usabilidade, segurança, desempenho, entre outros. Em outras palavras, os RNF são os atributos de qualidade do sistema que determinam como os requisitos funcionais devem ser implementados.

As Regras de Negócio (RN), por sua vez, são diretrizes que definem ou restringem algum aspecto do negócio. Elas descrevem os detalhes das funcionalidades que o sistema deve possuir, para que estas possam ser implementadas de forma a não causar prejuízos a outras funcionalidades. Elas fornecem uma compreensão clara de como o sistema deve se comportar em determinadas circunstâncias e auxiliam na garantia de que o sistema esteja alinhado com as metas e estratégias do negócio.

Em suma, a identificação e compreensão desses três elementos - RF, RNF e RN - são cruciais para o sucesso do desenvolvimento do sistema, garantindo que ele seja construído de acordo com as necessidades do negócio e dos usuários, além de cumprir com os critérios de qualidade estabelecidos.

#### 4.1.1 Requisitos Funcionais

Os Requisitos Funcionais (RF) identificados para o sistema proposto são:

Tabela 2 – Requisitos Funcionais do TCC

Requisito	Descrição
RF1	O sistema deve analisar código escrito na linguagem Dart
RF2	O sistema deve possuir requisitos não funcionais voltados a acessibilidade
RF3	O sistema deve permitir a visualização de inconsistências no código
RF4	O sistema deve realizar marcações no código baseado na especificação definida
RF5	O sistema deve sugerir remover trechos de código baseado na especificação definida
RF6	O sistema deve sugerir correções automáticas baseado na especificação definida
RF7	O sistema deve permitir o usuário consultar todas as baseado os requisitos não funcionais de acessibilidade
RF8	O sistema deve permitir o usuário desabilitar requisitos não funcionais de acessibilidade
RF9	O sistema deve permitir a validação de todo o diretório de código fonte da aplicação desenvolvida

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Dos requisitos funcionais da tabela ??, destaca-se a necessidade de analisar código escrito na linguagem Dart, isso depende de uma ferramenta capaz de processar e interpretar o código fonte da aplicação desenvolvida com Flutter. A equipe do Dart provê uma API para análise estática de código, que será utilizada através do plugin analyzer. Ele já provê uma interface para acessar a árvore sintática abstrata do código fonte, que será utilizada para identificar e marcar as inconsistências no código.

#### 4.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os Requisitos Não Funcionais (RNF) identificados para o sistema proposto são:

Tabela 3 – Requisitos Não Funcionais do TCC

Requisito	Descrição
RNF1	O sistema deve ser escrito utilizando a linguagem Dart
RNF2	O sistema deve ser publicado no repositório pub.dev
RNF3	O sistema deve seguir as melhores práticas para pacotes publicados no repositório pub.dev
RNF4	O sistema deve possuir licença aberta para permitir alterações e melhorias
RNF5	O sistema deve possuir documentação para auxiliar na criação de novas regras de negócio de usabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dos requisitos funcionais descritos na tabela ??, destaca-se a necessidade de seguir as melhores práticas para pacotes publicados no repositório pub.dev. Isso é importante para garantir que o sistema seja facilmente acessível e utilizável por outros desenvolvedores, além de manter a qualidade e a segurança do código fonte. A equipe do Dart provê um guia de boas práticas para publicação de pacotes no repositório pub.dev, que será seguido para garantir a qualidade e a segurança do sistema. Ele também é uma das formas que o repositório classifica plugins auxiliando na escolha dos usuários.

#### 4.1.3 Regras de Negócio

As Regras de Negócio (RN) identificadas para o sistema proposto são:

Tabela 4 – Regras de negócio do TCC

Regra de Negócio	Descrição
RN1	As regras de acessibilidade devem ser separadas por pastas para organização clara e simplificada
RN2	Cada regra de acessibilidade deve possuir testes automatizados para validar seu funcionamento
RN3	Cada regra de acessibilidade deve possuir uma descrição clara e objetiva para facilitar a compreensão do desenvolvedor
RN4	Cada regra de acessibilidade deve possuir uma sugestão de correção
RN5	Cada regra de acessibilidade deve possuir uma marcação no código para indicar a inconsistência
RN6	As marcações devem ser na cor Laranja, uma vez que a cor vermelha é utilizada para erros de compilação

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Além das regras de negócio listadas na tabela ??, destaca-se a necessidade de separar as regras de acessibilidade por pastas para organização clara e simplificada. A ideia inicial era utilizar um Mapeamento Sistemático da Literatura para identificar as regras de acessibilidade mais utilizadas e criar um conjunto de regras de acessibilidade padrão. Porém, conforme será descrito nos próximos capítulos, não foi possível levantar um conjunto de regras de acessibilidade padrão, então optou-se por criar um conjunto de regras de acessibilidade baseado nas recomendações de ambas as plataformas.

## 4.2 MODELAGEM

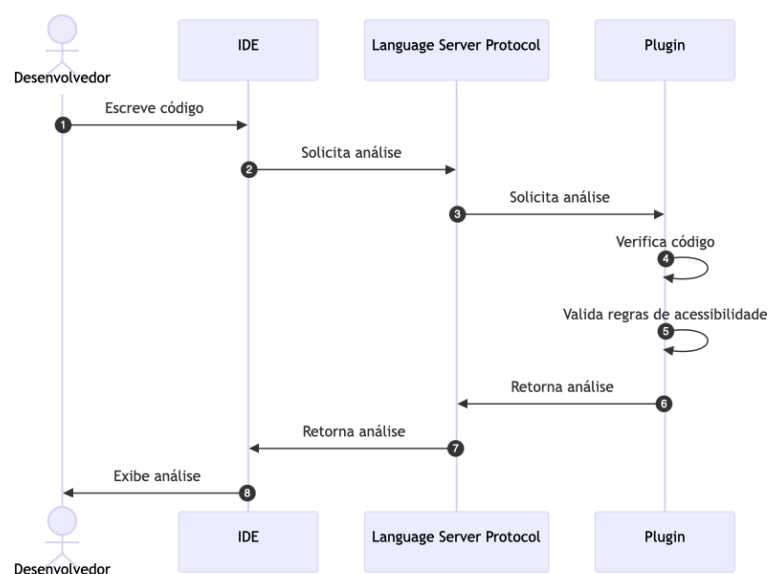
Com os requisitos identificados, a próxima etapa é a Modelagem, onde serão construídos os diagramas e modelos que servirão como base para o desenvolvimento do sistema.

### 4.2.1 Diagrama de Sequência

Diagramas de sequência são diagramas de interação que mostram como grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo. Eles são usados para capturar o comportamento de um único caso de uso, ou seja, um cenário específico de interação entre objetos.

O diagrama de sequência da figura ?? a seguir ilustra a interação básica do desenvolvedor com o plugin:

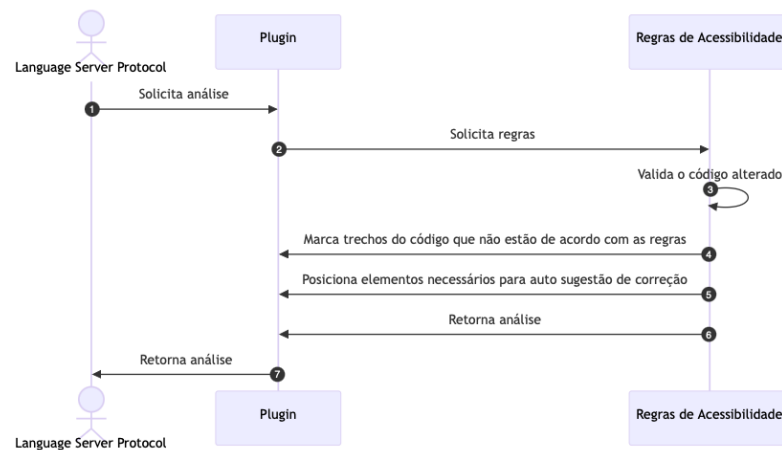
Figura 6 – Interação do desenvolvedor com o plugin



Como podemos ver na figura ??, o desenvolvedor interage com o plugin através da IDE, que por sua vez executa a análise estática do código fonte da aplicação desenvolvida com Flutter. O plugin então marca o código fonte baseado nas regras de acessibilidade definidas e sugere correções automáticas. Isso torna todo o processo de desenvolvimento mais eficiente e permite que regras de acessibilidade sejam aplicadas desde o início do desenvolvimento sem a necessidade de compilar e executar a aplicação.

Entretanto o diagrama da figura ?? não mostra a interação do plugin com as regras de acessibilidade, para isso foi criado o diagrama de sequência da figura ??:

Figura 7 – Interação do plugin com as regras de acessibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Como é possível identificar na figura ??, o ponto de partida é o LSP que envia o código fonte do desenvolvedor para o Plugin, que então irá processar o código fonte aplicando todas as regras de acessibilidade definidas de uma forma sequencial. Cada regra de acessibilidade é aplicada ao código fonte e, caso uma inconsistência seja encontrada, o plugin marca o código fonte e sugere correções automáticas.

## REFERÊNCIAS

- AHO MONICA S. LAM, Revi Sethi Jeffrey D. Ullman Alfred V. **Compiladores: Princípios, Técnicas e Ferramentas**. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison-Wesley, 2008. ISBN 978-85-88639-24-9. Citado na página 21.
- BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004: Regulamenta as leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 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. **Diário Oficial da União**, 2004. Citado na página 20.
- BRASIL. Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014: Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da internet no brasil. **Diário Oficial da União**, 2014. Citado na página 20.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015: Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). **Diário Oficial da União**, 2015. Citado na página 20.
- GOOGLE. Flutter: Kit de desenvolvimento de software de interface de usuário. 2023. Disponível em: <https://docs.flutter.dev>. Acesso em: 23 mai. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- GROUSSET, Gilles. Sonarqube flutter: Plugin para análise estática de código flutter. 2023. Disponível em: <https://github.com/insideapp-oss/sonar-flutter>. Acesso em: 29 jul. 2023. Citado na página 23.
- IBGE. Censo demográfico 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 23 mai. 2023. Citado na página 18.
- KALBAG, Ela/Dela Laura. **Accessibility for Everyone**. 1. ed. New York, NY: A Book Apart, 2017. Citado na página 19.
- MOHR, Danton Kriek. Validaweb: Uma ferramenta para suporte ao desenvolvimento de software atendendo aos requisitos não funcionais de acessibilidade w3c. **Universidade do Estado de Santa Catarina**, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- NYSTROM, Robert. **Crafting Interpreters**. 1. ed. Seattle, WA: Self-published, 2021. ISBN 978-0-9905829-4-6. Citado na página 21.
- SONARSOURCE. Sonarqube: Plataforma de análise estática de código. 2023. Disponível em: <https://www.sonarqube.org>. Acesso em: 27 jul. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- TROSHKOV, Alexabder. accessibility\_tools: Ferramenta de análise de acessibilidade para flutter. 2023. Disponível em: [https://github.com/rebelappstudio/accessibility\\_tools](https://github.com/rebelappstudio/accessibility_tools). Acesso em: 04 ago. 2023. Citado na página 24.



## GLOSSÁRIO

**Árvore Sintática Abstrata:** É uma representação abstrata (simplificada) da estrutura semântica de um código fonte escrito em uma certa linguagem de programação.

**Análise Estática:** Tem por objetivo encontrar vulnerabilidades e demais problemas na aplicação, e normalmente é executada durante a fase de revisão de código dentro do ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas. Idealmente, tais ferramentas encontrariam falhas de segurança automaticamente e com alto grau de confiança.

**Framework:** É um conjunto de bibliotecas, APIs e ferramentas que auxiliam o desenvolvedor a criar aplicações de forma mais rápida e eficiente.

**pub.dev:** É o repositório oficial de pacotes Dart e Flutter, onde desenvolvedores podem publicar e compartilhar pacotes com a comunidade.

**LSP:** Language Server Protocol, é um protocolo de comunicação entre editores de código e servidores de linguagem que permite a execução de análises estáticas e outras funcionalidades de forma mais eficiente.