

Análise Comparativa de Qualidade do Código-Fonte de Diferentes Classes de Navegadores Web para Sistemas Android

Felipe Augusto Silva Marques¹, Lesandro Ponciano¹

Bacharelado em Engenharia de Software

¹ Instituto de Ciências Exatas e Informática – PUC Minas

Ed. Fernanda. Rua Cláudio Manoel, 1.162, Funcionários, Belo Horizonte – MG – Brasil

{felipe.marques@sga.pucminas.br, lesandrop@pucminas.br}

Abstract. *While there is a wide variety of Web browsers available today that can be used by users, little is known about the quality of the source code of these browsers. The quality of software source code is important because poorly written or designed software can bring inconvenience to users, including security and privacy concerns. This study aims to conduct a comparative analysis of the quality of the source code of browsers for Android that have open source license. The study is conducted by applying source code quality metrics. The motivation of this study is due to the increase in the number of Internet access through mobile devices, in addition to the great diversity of browsers available for Android and the importance of analyzing the quality of the source code of these systems.*

key-words: Quality, Metrics, Source Code, Android

Resumo. *Enquanto existe uma ampla diversidade de navegadores Web disponíveis atualmente e que podem ser usados pelos usuários, pouco se sabe sobre a qualidade do código fonte destes navegadores. A qualidade do código-fonte de um software é importante, pois um software mal escrito ou projetado pode trazer transtornos aos usuários, envolvendo aspectos como segurança e privacidade. Este estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa da qualidade do código-fonte de navegadores para Android que possuem licença open source. O estudo é feito através da aplicação de métricas de qualidade de código-fonte. A motivação deste estudo deve-se ao crescimento no número de acesso à Internet através de dispositivo móveis, além da grande diversidade de navegadores disponíveis para Android e a importância de se analisar a qualidade do código-fonte destes sistemas.*

Palavras: chave: Qualidade, Métricas, Código-Fonte, Android

1. Introdução

Estima-se que o número de usuários de Internet por meio de dispositivos móveis será de 395.400 pessoas em 2020 na América Latina [Equipe Dub Soluções 2017]. Com o crescimento da utilização de dispositivos móveis cresceu juntamente a diversidade de navegadores Web. Navegadores são *softwares* que apresentam páginas Web estáticas e dinâmicas [Tanenbaum 2011]. Há navegadores com diferentes características, porque cada um deles atende uma demanda de mercado específica, como segurança e privacidade. Uma parte destes navegadores são desenvolvidos em código aberto. Exemplos destes navegadores são Mozilla Firefox, Mozilla Firefox Focus e *Tor Browsers*.

Enquanto existe uma ampla diversidade de navegadores que podem ser usados pelos usuários, pouco se sabe sobre a qualidade do código-fonte destes navegadores. **A falta de informações sobre a qualidade do código-fonte desse tipo de *software* é, portanto, o**

problema tratado neste estudo. A qualidade de um sistema é definida como o grau em que o sistema satisfaz os requisitos de suas várias partes interessadas e, portanto, fornece valor a essas partes interessadas ou ao cliente [International Organization for Standardization 2011]. A qualidade de código-fonte de um *software* tem efeito na qualidade de uso que ele oferece. Para que se possa avaliar a qualidade do código-fonte de navegadores, este estudo utiliza métricas que visam quantificar atributos internos do *software* e a partir disso, avaliar a sua qualidade. Tais métricas também possibilitam realizar uma análise comparativa das diferentes classes de navegadores.

A importância deste trabalho deve-se ao fato da qualidade do código-fonte do *software* estar diretamente ligada à qualidade de uso, além do seu custo de desenvolvimento e manutenção. A qualidade do código afeta diretamente a confiabilidade a que o usuário está exposto e a possibilidade de manutenção do *software*, levando-o a ser estendido sem se degradar. O crescimento da diversidade de navegadores que possuem a licença de *software* livre permite verificar a qualidade de código-fonte destes *softwares* e estabelecer critérios de comparação entre eles. O surgimento de diferentes classes de navegadores, como os focados em segurança e os focados em privacidade, mostra a necessidade de uma análise da sua qualidade interna. Considerando este cenário, torna-se necessário medir e comparar a qualidade de cada classe de navegador.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo principal realizar uma análise comparativa da qualidade do código-fonte de diferentes classes de navegadores desenvolvidos para a plataforma de dispositivos *mobile Android*. Para alcançar o objetivo principal, almeja-se atingir os seguintes objetivos específicos i) definir uma abordagem de objetivo, perguntas e métricas (GQM, do inglês *Goal Question Metric*) de avaliação de código-fonte para navegadores; ii) caracterizar dados de navegadores através de aplicações da abordagem; iii) estabelecer critérios que permitam compreender qual classe de navegador apresenta uma melhor qualidade no código-fonte. Ao final deste estudo espera-se que com a análise dos resultados seja possível verificar a qualidade do código-fonte dos navegadores e ter critérios objetivos de comparação entre eles. Além de apresentar uma análise comparativa das classes de navegadores.

O restante do texto está organizado como segue. A Seção 2 consiste na fundamentação teórica, onde apresenta-se detalhadamente conceitos e teorias que fundamentam o estudo. Na seção 3 são apresentados trabalhos relacionados ao tema abordado neste estudo. Em seguida, a seção 4 destaca os materiais e métodos.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta conceitos e teorias que fundamentam este trabalho. Dentre os tópicos a serem abordados estão i) Navegadores *Web*; ii) Qualidade de *software*; e iii) Métricas e GQM.

2.1. Navegadores *Web*

Desde o início da Internet os navegadores apresentam um papel importante. Os navegadores *Web* são *softwares* responsáveis por apresentar páginas *Web* [Tanenbaum 2011]. O navegador busca a página solicitada em servidores de Sistema de Nomes de Domínios (DNS, do inglês *Domain Name System*), interpreta seu conteúdo e exibe a página, formatada de modo apropriado, na tela do computador. Com o crescimento da utilização da Internet e consequentemente da utilização de navegadores *Web* surgiram diversos navegadores. Os mesmos podem ser divididos em diferentes classes. Para este estudo os navegadores são classificados em três classes a serem analisados com base no foco de cada navegador.

Na primeira classe encontram-se os *navegadores tradicionais*. Os navegadores tradicionais apresentam funcionalidades tidas como base para os navegadores. São *softwares* que possibilitam aos seus usuários interagirem com documentos escritos em linguagens como a Linguagem de Marcação de Hipertexto (HTML, do inglês *HyperText Markup Language*) [Tanenbaum 2011]. A segunda classe de navegador é a focada em *segurança*. São navegadores que se preocupam com que pessoas mal-intencionadas não leiam ou modifiquem mensagens trocadas através das redes de computadores ou, ainda, que o navegador seja usado para o *download* de programas maliciosos [Tanenbaum 2011]. Por último, a terceira classe de navegador inclui aqueles focados em *privacidade*. A privacidade é o direito das pessoas preservar suas informações pessoais, permitindo o controle da exposição e disponibilidade de informações acerca de si mesmo [Tanenbaum 2011]. Navegadores que se preocupam com privacidade oferecem, por exemplo, a possibilidade de navegação anônima.

2.2. Qualidade de Software

A qualidade no contexto de produção e manutenção de *software* é importante [Pressman e Maxim 2016]. No gerenciamento de qualidade de código-fonte, torna-se necessário quantificar a complexidade de se realizar alterações no código ou acréscimo de novas funcionalidades. Este monitoramento da qualidade do código-fonte pode ser realizado por meio de técnicas de revisão e inspeção de qualidade de código, que tem como objetivo melhorar a qualidade de *software* [Sommerville 2011].

O desenvolvimento de código aberto como uma abordagem de desenvolvimento de *software* baseia-se em publicar o código-fonte de um *software* e voluntários são convidados a participar do processo de desenvolvimento [Sommerville 2011]. Uma das vantagens de projetos de código aberto é o compartilhamento do código fonte, o que pode melhorar a qualidade [Meireles 2013]. Isso se deve ao maior número de desenvolvedores e usuários envolvidos com a revisão e validação do *software*. Em outras palavras, um número maior de desenvolvedores, com diferentes perspectivas e necessidades, é capaz de identificar melhorias e corrigir mais erros em menos tempo e, conseqüentemente, promover refatorações que, geralmente, levam à melhoria da qualidade do código.

Qualquer que seja a metodologia de desenvolvimento, monitorar a qualidade do software é fundamental. Em um processo de coleta das métricas é necessário seguir as seguintes etapas i) identificar as metas; ii) identificar o que se deseja aprender; iii) identificar suas submetas; iv) identificar as entidades e atributos relacionados as submetas; v) formalizar suas metas de medição; vi) identificar questões quantificáveis e os indicadores, visando atingir os objetivos; vii) identificar os elementos de dados que vão ser coletados para construir os identificadores; viii) identificar as medidas a serem usadas e tornar essas definições operacionais; ix) identificar as ações que você tomará para implementar as medidas; x) preparar um plano para implantar as medidas [Pressman e Maxim 2016].

2.3. Métricas de Software e QQM

A medição de *software* preocupa-se com a derivação de um valor numérico ou o perfil para um atributo de um componente de *software*, sistema ou processo [Sommerville 2011]. Há uma necessidade de medir e controlar a complexidade do *software* [Pressman e Maxim 2016]. E, se é difícil obter um valor único desta complexidade de um *software*, pode-se desenvolver um modelo de qualidade que agrega diferentes atributos internos do *software*. Com isso, as métricas auxiliam a quantificar a complexidade do *software*. Há diversas métricas de *software*. Elas podem ser categorizadas como: métricas de tamanho, métricas estruturais,

métricas de acoplamento e métricas de grau de coesão. Essas categorias são descritas nos parágrafos a seguir.

As *métricas de tamanho* são métricas que buscam estimar ou verificar o tamanho de um *software* [Pressman e Maxim 2016]. Apesar de nem sempre indicar a complexidade de um *software*, elas possibilitam verificar informações importantes como o percentual do código escrito para interface, qual o módulo com maior número de linhas de código, verificar se o código está bem dividido em métodos, entre outras medições.

As *métricas estruturais* têm como objetivo mensurar questões estruturais do código. Por exemplo, mensurar questões relacionadas às classes no caso da programação orientada a objeto [Meirelles 2013]. Dentre os elementos a serem mensurados por estas métricas estão número de atributos públicos, número de métodos públicos, média do número de parâmetros por método, profundidade da árvore de herança, número de filhos de uma classe, média da complexidade ciclomática por método e número de atributos de uma classe.

Métricas de acoplamento são medidas de como uma classe está ligada a outras classes no *software* [Meirelles 2013]. Altos valores de acoplamento indicam uma maior dificuldade para alterar uma classe do sistema, pois uma mudança em uma classe pode ter um impacto em todas as outras classes que são acopladas a ela [Meirelles 2013]. Em outras palavras, se o acoplamento é alto, o *software* tende a ser menos flexível, mais difícil de se adaptar e modificar e mais difícil de entender. Exemplos de métricas de acoplamento são acoplamento entre objetos (CBO, do inglês *Coupling Between Classes*), fator de acoplamento (COF, do inglês *Coupling Factor*) e conexões aferentes de uma classe (ACC, do inglês *Aferent Connections per Class*).

Métricas de coesão permitem medir a diversidade de assuntos que uma classe implementa [Meirelles 2013]. Altos valores de coesão indicam se o foco de uma classe está em um único aspecto do sistema [Meirelles 2013]. Enquanto uma baixa coesão indica que a classe trata de diferentes aspectos. Tendo em vista essa definição, uma classe deve ser coesa. Exemplos de métricas de coesão são ausência de coesão de métodos (LCOM, do inglês *Lack of Cohesion in Methods*) e complexidade estrutural (SC, do inglês *Structural Complexity*).

O GQM é uma abordagem que auxilia na seleção das métricas. GQM permite identificar métricas significativas para qualquer parte do processo de *software* [Pressman e Maxim 2016]. O GQM enfatiza a necessidade de (1) estabelecer um objetivo de medição explícita que é específico para a atividade do processo ou característica de produto que deve ser avaliada, (2) definir um conjunto de questões que devem ser respondidas para atingir o objetivo e (3) identificar métricas bem formuladas que ajudam a responder a essas questões [Pressman e Maxim 2016].

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são discutidos trabalhos que realizam pesquisas semelhantes ou relacionadas ao tema abordado nesta proposta. Tratam-se, em particular, de estudos sobre métricas de *software* e qualidade de *software*.

Meirelles (2013) apresenta uma abordagem para a observação das métricas de código-fonte, estudando-as através de suas distribuições e associações. Também discutem-se as relações de causalidade e implicações práticas-gerenciais para monitoramento das mesmas. São avaliadas as distribuições e correlações dos valores das métricas de trinta e oito projetos de *software* livre. Dentre as principais contribuições desse estudo, pode-se destacar uma análise detalhada, em relação ao comportamento, valores e estudos de caso de quinze métricas

de código-fonte. O estudo também propõe uma abordagem que visa diminuir as contradições das análises das métricas.

Com o crescimento da utilização de métodos ágeis, faz-se necessário definir uma forma eficaz de aplicação de métricas nestes métodos. Sato (2007) cita que a Programação Extrema (XP, do inglês *Extreme Programming*) propõe uma atividade para guiar a equipe em direção à melhoria, a atividade é conhecida como *tracking*. O papel do *tracker* é coletar métricas para auxiliar a equipe a entender o andamento do projeto. O estudo investiga o uso de métricas no acompanhamento de projetos utilizando métodos ágeis de desenvolvimento de *software*. Um estudo de caso da aplicação de XP em sete projetos válida algumas dessas métricas e avalia o nível de aderência às práticas propostas, com o objetivo de auxiliar o *tracker* de uma equipe ágil. Algumas das métricas consideradas nesse estudo também serão utilizadas no presente estudo.

Júnior (2015) apresenta um estudo cujo o objetivo é o monitoramento de métricas estáticas de código fonte na interface de programação de aplicações (API, do inglês *Application Programming Interface*) do sistema operacional *Android*. Também é apresentado um estudo da evolução de seus valores nas diferentes versões da API, realizando uma apresentação entre as semelhanças com aplicativos do sistema.

Amara e Rabai (2017) apresentam um estudo onde o objetivo foi propor uma análise completa dos processos de medição de confiabilidade de software. São apresentadas tendências de medição *software* atuais, métricas de *software*, sendo proposto um novo quadro de medição de confiabilidade com base em métricas de *software*. O estudo apresenta as etapas do processo básico e do processo proposto para medição de confiabilidade, além de suas respectivas vantagens e desvantagens. No processo proposto, são duas etapas principais, a primeira é a de aplicação e teste, que consiste na utilização de modelos de confiabilidade, métricas semânticas. A segunda fase é a de validação de confiabilidade que visa verificar se o objetivo da confiabilidade foi atingido.

A predição de módulos propensos a falhas atrai muito interesse, devido ao impacto significativo na garantia de qualidade de software. Um dos objetivos mais importantes de tais técnicas é prever os módulos onde as falhas tendem a se esconder e busca-se fazer essa previsão o mais cedo possível no ciclo de vida de desenvolvimento. Tendo em vista este cenário Jiang et al. (2008) realizam um estudo comparativo do desempenho entre os modelos preditivos que usam métricas de nível de *design*, métricas no nível do código, e aquelas que usam os dois. Analisa-se um conjunto de treze dados do programa de métricas da NASA que oferecem modelos de métricas de código e de *design*. Ambos tipos de modelos provam ser úteis, pois podem ser utilizados em diferentes fases do processo de desenvolvimento.

Pantiuchina, Lanza e Bavota (2018) apresentam um estudo que visa investigar empiricamente se as métricas de qualidade são capazes de capturar a melhoria da qualidade do código conforme a percepção dos desenvolvedores. Para estabelecer um comparativo de qualidade a partir da percepção dos desenvolvedores e a aplicação das métricas, foi realizado perguntas aos usuários e medição de qualidade, através de aplicação das métricas. O estudo mostra que há casos em que métricas de qualidade não são capazes de capturar a melhoria da qualidade conforme percebida pelos desenvolvedores. Um exemplo disto foi quando o

desenvolvedor afirma que “melhorou a coesão da classe C”, mas não foi constatada a melhoria de qualidade através da aplicação da métrica.

Souza et al. (2017) apresentam um estudo que visa verificar a eficácia dos valores de referências das métricas para detecção de *bad smells*. No estudo são utilizados dezoito métricas e seus valores de referências para detecção de cinco *bad smells* em doze *softwares*. O resultado destas métricas é comparado com os resultados obtidos pelas ferramentas *JDeodorant* e *JSPiRIT*, usados para identificar *bad smells*. Com base nos resultados obtidos, pode-se dizer que as métricas foram significativamente eficazes no apoio à detecção de *bad smells*.

4. Materiais e Métodos

Esta seção apresenta os materiais e métodos utilizados neste estudo. A pesquisa proposta neste documento é do tipo quantitativa. Este estudo é quantitativo porque busca realizar uma análise comparativa da qualidade do código-fonte de diferentes classes de navegadores desenvolvidos para a plataforma de dispositivos *mobile Android*. A medição da qualidade se dá através da aplicação de métricas quantitativas de código-fonte.

4.1. Procedimentos

GQM é utilizado para auxiliar na seleção das métricas. Com a aplicação do GQM chegamos ao objetivo de analisar a qualidade de código fonte de diferentes classes de navegadores com a finalidade de realizar uma análise comparativa da qualidade destas classes com relação a qualidade do *software* do ponto de vista dos envolvidos com o desenvolvimento e manutenção destes *softwares* no contexto de *softwares* livres. Com base neste objetivo foram levantadas as seguintes questões:

1. Qual a classe de navegador apresenta uma melhor qualidade das classes e funções?
2. Qual classe de navegador possui melhores resultados em relação a qualidade das classes e funções?
3. Qual classe de navegador apresenta uma melhor distribuição do código por pacotes?
4. Qual classe de navegador apresenta uma melhor coesão?
5. Qual classe de navegadores apresenta um melhor acoplamento?

Com base no objetivo e questões definidos, pode-se selecionar as métricas candidatas, sendo que as mesmas são apresentadas na Tabela 1. As métricas apresentadas nesta tabela são candidatas a serem utilizadas na avaliação dos navegadores. Para seleção métricas candidatas foi utilizado como referência o estudo realizado por Meirelles (2013), onde este estudo realiza um levantamento de métricas a serem utilizadas para avaliação de qualidade de código-fonte em *softwares* livre.

Tabela 1. Lista de Métricas Candidatas

Métricas	Descrição	Classes das Métricas	Perguntas do GQM a serem respondidas

CBO - <i>Coupling Between Objects</i>	Mede quantas classes são utilizadas pela classe analisada;	Métrica de Acoplamento	1, 2 e 5;
CF - <i>Coupling Factor</i>	Acoplamento é uma indicação das conexões entre elementos do projeto orientado a objeto;	Métrica de Acoplamento	1 e 2;
LCOM - <i>Lack of Cohesion between Methods</i>	Número de métodos que acessam um ou mais dos mesmos atributos;	Métrica de Coesão	1 e 4;
NOC - <i>Number Of Children</i>	Número total de filhos de uma classe;	Métrica Estruturais	1 e 2
RFC - <i>Response For a Class</i>	Número de métodos dentre todos os métodos que podem ser invocados em resposta a uma mensagem enviada por um objeto de uma classe;	Métricas Estruturais	1 e 2;
WMC - <i>Weighted Methods per Class</i>	Soma ponderada de todos os métodos da classe;	Métrica Estruturais	1 e 2;
LOC - <i>Lines Of Code</i>	Número de linha que não seja linha em branco ou comentário, independentemente do número de declarações por linha;	Métrica de Tamanho	3;

LOC por pacote - <i>Lines Of Code per package</i>	Número de linhas médias por pacote;	Métrica de Tamanho	3;
LOC por linguagem - <i>Lines Of Code per programming language</i>	Número de linhas por Linguagens;	Métrica de Tamanho	3;
DIT - <i>Depth of Inheritance Tree</i>	Mede o número de ancestrais de uma classe;	Métrica Estruturais	1 e 2;
AHF - <i>Attribute Hiding Factor</i>	Razão entre a soma de todos os atributos herdados de todas as classes do sistema em consideração ao número total de atributos das classes disponíveis;	Métrica Estruturais	1 e 2;
AIF - <i>Attribute Inheritance Factor</i>	Razão entre a soma dos atributos herdados em todas as classes do sistema e o número total de atributos disponíveis na classe;	Métrica Estruturais	1 e 2;
MHF - <i>Method Hiding Factor</i>	Razão entre a soma de todos os métodos invisíveis em todas as classes em relação ao número total de métodos definidos em um determinado sistema;	Métrica Estrutural	1 e 2;

MIF - <i>Method Inheritance Factor</i>	Razão entre a soma dos métodos herdados em todas as classes e o número total de métodos disponíveis em todas as classes;	Métrica Estrutural	1 e 2;
PF - <i>Polymorphism Factor</i>	Razão entre o número atual de possibilidades de polimorfismos de uma classe e o número máximo de possíveis polimorfismos distintos da referida classe;	Métrica Estrutural	1 e 2;

A Tabela 2 apresenta os navegadores candidatos a serem utilizados neste estudo, juntamente do repositório do código-fonte de cada navegador. Foi realizado um levantamento dos navegadores de cada classe, onde foram selecionados os dez navegadores que obtiveram maior número de *downloads* de cada categoria. Durante a seleção dos navegadores foi realizado um levantamento dos navegadores na plataforma *Google Play*, plataforma responsável por disponibilizar *softwares*, onde após este levantamento foram selecionados os dez navegadores com maior número de *downloads*.

Tabela 2. Lista de Navegadores Candidatos

Navegador	Classes	Repositório do Código Fonte
FILIOSS Browser	Tradicional	https://github.com/scoute-dich/browser.git
Firefox	Tradicional	https://hg.mozilla.org/mozilla-central
Lightning Browser	Tradicional	https://github.com/anthonycr/Lightning-Browser.git
<i>Midori Web Browser</i>	Tradicional	https://github.com/midori-browser/midori-android.git
Zirco	Tradicional	https://github.com/darvin/zirco-browser.git
Chromium	Tradicional	https://github.com/chromium/chromium.git

Kiwi Browser	Tradicional	<a href="https://github.com/kiwibrows
er/android.git">https://github.com/kiwibrows er/android.git
Lucid Browser	Tradicional	<a href="https://github.com/powerpoint4
5/Lucid-Browser.git">https://github.com/powerpoint4 5/Lucid-Browser.git
Pale Moon	Tradicional	<a href="https://github.com/Moonchil
dProductions/Pale-Moon.git">https://github.com/Moonchil dProductions/Pale-Moon.git
JumpGo Browser	Tradicional	<a href="https://github.com/JTechMe/
JumpGo.git">https://github.com/JTechMe/ JumpGo.git
Keepass2Android	Privacidade	<a href="https://github.com/PhilippC/
keepass2android.git">https://github.com/PhilippC/ keepass2android.git
Lynket Browser	Privacidade	<a href="https://github.com/arunkuma
r9t2/lynket-browser.git">https://github.com/arunkuma r9t2/lynket-browser.git
Opera com VPN gratuita	Privacidade	<a href="https://operasoftware.github.i
o/upstreamtools/">https://operasoftware.github.i o/upstreamtools/
Privacy Browser	Privacidade	<a href="https://git.stoutner.com/?p=P
rivateBrowser.git;a=summar
y">https://git.stoutner.com/?p=P rivateBrowser.git;a=summar y
Tor-Browser	Privacidade	<a href="https://github.com/n8fr8/tor-
android.git">https://github.com/n8fr8/tor- android.git
IceCatMobile	Privacidade	<a href="https://f-droid.org/en/packag
es/org.gnu.icecat/">https://f-droid.org/en/packag es/org.gnu.icecat/
Waterfox	Privacidade	<a href="https://github.com/MrAlex94
/Waterfox.git">https://github.com/MrAlex94 /Waterfox.git
Firefox Focus	Privacidade	<a href="https://github.com/mozilla-m
obile/focus-android">https://github.com/mozilla-m obile/focus-android
Yuzu Browser	Privacidade	<a href="https://github.com/hazuki0x0
/YuzuBrowser.git">https://github.com/hazuki0x0 /YuzuBrowser.git
Cliqz	Privacidade	<a href="https://github.com/cliqz-oss/
browser-android.git">https://github.com/cliqz-oss/ browser-android.git
Fennec F-Droid	Segurança	<a href="https://github.com/f-droid/fdr
oidclient.git">https://github.com/f-droid/fdr oidclient.git
Ungoogled Chromium	Segurança	<a href="https://github.com/Eloston/u
ngoogled-chromium.git">https://github.com/Eloston/u ngoogled-chromium.git
Firefox Nightly	Segurança	<a href="https://hg.mozilla.org/mozill
a-central/">https://hg.mozilla.org/mozill a-central/

Iridium Browser	Segurança	https://github.com/iridium-browser/iridium-browser-dev.git
Kiwi Browser - Fast & Quiet	Segurança	https://github.com/kiwibrowser/android.git
Orfox Browser	Segurança	https://github.com/guardianproject/Orfox.git
Brave	Segurança	https://github.com/brave/browser-android-tabs.git
<i>UFO Web Browser</i>	Segurança	https://github.com/anthonycr/Lightning-Browser.git
Smart Browser - Free, Fast, Secure Private Browser	Segurança	https://github.com/scoute-dich/browser.git
Ducky Browser - Safe Browsing	Segurança	https://github.com/duckduckgo/android

A ferramenta a ser utilizada é o *Android Studio*, onde esta ferramenta é Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, do inglês *Integrated Development Environment*) para desenvolver para a plataforma *Android*, onde auxilia na medição das métricas. Com esta IDE e o *plugin MetricsReloaded* é possível a coleta das métricas utilizadas neste estudo. Por último, o *MetricsReloaded* é ferramenta que fornece métricas de código automatizadas para as plataformas de desenvolvimento baseadas em *IntelliJ IDEA* e *IntelliJ*. Esta ferramenta é utilizada para coleta das métricas selecionadas.

4.2. Etapas

Esta seção apresenta as etapas a serem executadas no TCC 2, visando atingir o objetivo definido na introdução deste estudo. As etapas são listadas a seguir:

i. **Coleta dos códigos nos repositórios:** é realizada a coleta do código-fonte dos navegadores selecionados para realização deste estudo. Os códigos fontes são coletados e armazenados para apuração dos valores das métricas.

ii. **Preparação do ambiente:** realiza a instalação e configuração *Android Studio* e do *plugin MetricsReloaded*. Os códigos obtidos na etapa anterior são importados para o *Android Studio* e realizado testes iniciais.

iii. **Processamento do código para obtenção dos valores das métricas:** são realizados os cálculos das métricas através das ferramentas *Android Studio* e o *plugin MetricsReloaded*, sendo estas ferramentas apresentadas na etapa anterior. Nesta etapa gera-se um arquivo *Excel* com os valores das métricas por navegador.

iv. **Análise estatística:** os dados são analisados através da geração dos gráficos, onde será possível realizar a análise comparativa dos navegadores. Com isso será possível verificar qual das classes analisadas possui uma melhor qualidade de código fonte. Para realização da análise estatísticas será feito um levantamento de técnicas estatísticas a serem utilizadas, posteriormente será feita uma análise separada de cada classe de navegadores, buscando

identificar diferentes resultados dentro de uma mesma classe de navegadores, após isto será realizado um comparativo entre as classes.

v. **Escrita do documento:** Após a análise dos dados, será realizado a documentação da análise e conclusão do estudo no texto a ser gerado neste estudo. O texto será atualizado, com o objetivo reforçar os resultados, as discussões e conclusões.

4.3. Cronograma

Na Tabela 3 está organizado o cronograma para realização das etapas definidas na Seção 4.2, durante a execução do Trabalho de Conclusão de Curso II:

Tabela 3. Cronograma Previsto para Execução da Pesquisa Proposta

Etapas	Quinzena do Mês							
	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Coleta dos códigos nos repositórios	X							
Preparação do ambiente		X						
Processamento do código para obtenção dos valores das métricas		X	X					
Análise estatística			X	X	X	X		
Escrita do documento	X	X	X	X	X	X	X	X

Referências

ALBESON, E. Frank. SEAN, Robi. ORTIZ, C. Erique. *Android em Ação*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

Android Studio (2019) “Android Studio” Disponível em:
<<https://developer.android.com/studio/?hl=pt-br>> Acesso em: 24/04/2019

AMARA, Dalila. RABAI, Latifa Ben Arfa. 2017 “Towards a new framework of software reability measurement based on software metrics" *Procedia Computer Science* 2017. pp. 81-90.

AMRUTKAR, Chaitrali. Traynor, Patrick. Oorschot, Paul C. van (2010) "*An Empirical Evaluation of Security Indicators in Mobile Web Browsers*" in *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 14, no. 5, pp. 889-903, May 2015.

Ó Cinnéide, M., Hemati Moghadam, I., Harman, M. (2017) "*An experimental search-based approach to cohesion metric evaluation*" *Empir Software Eng* 22: 292–329.

DE FIGUEIREDO, João Pedro Pacheco. "Indicadores de Desempenho em Equipes de Desenvolvimento de *Software*". 2018. 103f. Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2018.

Equipe Dub Soluções. (2017) “Estatísticas de uso de aplicativos no Brasil”, Disponível em:
<<https://www.dubsolucoes.com/single-post/estatisticas-de-uso-de-aplicativos-no-Brasil>>
Acesso em: 24 fev. 2019.

International Organization for Standardization (2011). *ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models, International Organization for Standardization*.

JIANG, Yue. CUKI, Bojan. MENZIES, Tim. BARTLOW, Nick. 2008. “*Comparing Design and Code Metrics for Software Quality Prediction*" In *Proceedings of the Fourth International Workshop on Predictor Models in Software Engineering*. New York, NY, pp. 11-18

JÚNIOR, Marcos Ronaldo Pereira. "Estudo de métricas de código fonte no sistema *Android* e seus aplicativos" 82f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia de *Software* - Universidade de Brasília, Brasília

KAF, Ali Al. ISMAIL, Talal Al. Baggili, Ibrahim. Marrington, Andrew. (2018) "*Portable web browser forensics: A forensic examination of the privacy benefits of portable web browsers*" 2012 International Conference on Computer Systems and Industrial Informatics, Sharjah, 2012, pp. 1-6.

PANTIUCHINA, Jevgenija. LANZA, Michele. BAVOTA Gabriele. 2018 “*Improving Code: The (Mis) Perception of Quality Metrics*” *IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution*. Madrid. pp. 80-91.

PRESSMAN, Roger S. MAXIM, R. Bruce. *Engenharia de Software: uma abordagem*

- profissional. 8. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2016.
- ROSHAN, Shashi. KUMAR, S Vinay. KUMAR, Manish. (2017) "Performance evaluation of web browsers in iOS platform" *2017 Third International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)*, Kolkata, 2017, pp. 74-78.
- MDN WEB DOC. (2018) "Firefox" Disponível em:
<<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Mozilla/Firefox>> Acesso em: 20 abr. 2019
- MEIRELLES, Paulo R. Miranda. "Monitoramento de métricas de código-fonte em projetos de *software* livre". 2013. 161f. Tese de Doutorado em Ciência da Computação Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013
- MENDIVELSO, Luis F. Garcés, Kelly Casallas, Rubby (2018) "*Metric-centered and technology-independent architectural views for software comprehension*" *Journal of Software Engineering Research and Development*, 2018
- MOHAN, Michael. (2018) "*A survey of search-based refactoring for software maintenance*" Disponível em: <<https://jserd.springeropen.com/articles/10.1186/s40411-018-0046-4>> Acesso em: 24 fev. 2019
- Mozilla Firefox Focus. (2017) "O que é o Firefox Focus?", Disponível em:
<<https://support.mozilla.org/pt-BR/kb/o-que-e-o-firefox-focus>> Acesso em: 24 fev. 2019.
- SATO, Danilo Toshiaki. "Uso Eficaz de Métricas em Métodos Ágeis de Desenvolvimento de *Software*". 2007.155f. Dissertação de Mestrado em Ciências - Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de *Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011.
- Souza, Priscila P. and Sousa, Bruno L. and Ferreira, Kecia A. M. and Bigonha, Mariza A. S. 2017. "Applying Software Metric Thresholds for Detection of Bad Smells" In *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Software Components, Architectures, and Reuse (SBCARS '17)*. ACM, New York, NY, USA, Article 6, 1-10 pp.
- STATCOUNTER. (2019) "Website analytics made easy." Disponível em:
<<https://statcounter.com/>> Acesso em: 20 abr. 2019
- STATCOUNTER STATISTICS. (2019) "Mobile & Tablet Browser Market Share Worldwide" Disponível em:
<<http://gs.statcounter.com/browser-market-share/mobile-tablet/worldwide/#yearly-2018-2018-bar>> Acesso em: 20 mar. 2019
- STERLING, C. Managing Software Debt: Building for Inevitable Change. 1. Ed. New Jersey: Addison-Wesley, 2010.

TANENBAUM, A. S. Redes de Computadores 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2011.

Tor. (2017) "What is Tor Browser?", Disponível em:
<<https://www.torproject.org/projects/torbrowser.html.en>> Acesso em: 24 fev. 2019.

TOURE, Fadel. (2018) "A metrics suite for JUnit test code: a multiple case study on open source *software*" Journal of Software Engineering Research and Development, 2018 2ª ed.

W3COUNTER "Browser & Platform Market Share" Disponível em:
<<https://www.w3counter.com/globalstats.php>> Acesso em: 20 mar. 2019

YE, Peng. (2010) "Research on mobile browser's model and evaluation" 2010 IEEE 2nd Symposium on Web Society, Beijing, 2010, pp. 712-715.