



ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2023



ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^o Dr^o Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^o Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^o Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^o Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^o Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^o Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^o Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0946-5 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.465231601 1. Energia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título. CDD 623.3
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book intitulado “Engenharia elétrica e de computação: Docência, pesquisa e inovação tecnológica” está organizado em 12 capítulos e reúne importantes trabalhos científicos desenvolvido por pesquisadores de Norte a Sul do Brasil, que atuam em renomadas instituições de ensino e pesquisa.

Cada capítulo apresenta uma experiência única, com resultados práticos, consistentes e didáticos. Dessa forma, ao ler este livro, o leitor poderá aprofundar seus conhecimentos em desenvolvimento e teste de softwares, jogos digitais, aprendizagem de máquina, automação, geração de energia, entre outros assuntos relacionados à engenharia elétrica e de computação.

Além de uma base teórica aprofundada, nota-se que os autores de cada capítulo adotaram uma linguagem pedagógica e educativa. Assim, acredito que este livro é um excelente referencial teórico, especialmente para alunos de engenharia elétrica e de computação que estejam desenvolvendo trabalhos de conclusão de curso e que buscam exemplos de aplicações práticas para os conhecimentos teóricos estudados durante o curso. Através da reprodução dos resultados apresentados, é possível por exemplo propor melhorias, apresentar soluções alternativas para os problemas propostos ou desenvolver estudos comparativos. Assim o conhecimento científico avança.

Registro meus sinceros agradecimentos aos autores deste e-book, pelas significativas contribuições e pela parceria com a Atena Editora para tornar o conhecimento científico acessível de forma gratuita.

Aos nossos leitores, desejo um ótimo estudo, repleto de *insights* criativos e inovadores.

Lilian Coelho de Freitas

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O PROCESSO DE REVISÃO EM HOMOLOGAÇÕES DE RELEASES ANDROID	
Pedro Ivo Pereira Lancellotta	
Heryck Michael dos Santos Barbosa	
João Gabriel C. Santos	
Klirssia M. Isaac Sahdo	
Janisley Oliveira De Sousa	
Abda Myrria De Albuquerque	
Roger Porty Pereira Vieira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316011	
CAPÍTULO 2	11
ENGENHARIA DE REQUISITOS E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARE</i>	
Henderson Matsuura Sanches	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316012	
CAPÍTULO 3	21
ALGORITMOS NÃO SUPERVISIONADOS E <i>WEB SCRAPING</i> PARA DESCOBERTA DE CONHECIMENTO DE CONHECIMENTO EM REDES SOCIAIS	
Carlos Daniel de Sousa Bezerra	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316013	
CAPÍTULO 4	38
MODELOS MENTAIS DIFUSOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL EM CIDADES INTELIGENTES USANDO TÉCNICAS COGNITIVAS	
Márcio Mendonça	
Caio Ferreira Nicolau	
Fabio Rodrigo Milanez	
Vicente de Lime Gonogora	
Luiz Henrique Geromel	
Marcio Aurélio Furtado Montezuma	
Rodrigo Henriques Lopes da Silva	
Marcos Antônio de Matos Laia	
Marco Antônio Ferreira Finocchio	
Renato Augusto Pereira Lima	
Edson Hideki Koroishi	
Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin	
André Luís Shiguemoto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316014	
CAPÍTULO 5	57
CUSTOMIZED EXPERIENCE: DIGITAL GAMES POSSIBILITIES BEYOND	

THEIR MECHANICS

Paula Poiet Sampedro
 Nicholas Bruggner Grassi
 Isabela Zamboni Moschin
 Vânia Cristina Pires Nogueira Valente
 Emilene Zitkus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316015>

CAPÍTULO 673**O USO DA AUTOMAÇÃO DIGITAL PARA AGILIZAR PROCESSOS E SUPRIMIR ERROS NA EXECUÇÃO DE ROTINAS**

Geovane Griesang
 Pedro Henrique Giehl
 Mateus Roberto Algayer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316016>

CAPÍTULO 780**HOSPITAL INTELIGENTE: UMA SIMULAÇÃO DE MONITORAMENTO DE PACIENTES UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS**

Júlia Borges Santos
 Vinicius da Rocha Motta
 Saymon Castro de Souza
 Ciro Xavier Maretto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316017>

CAPÍTULO 887**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NO AMBIENTE *APP DESIGNER* DO *SOFTWARE* MATLAB® PARA PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA DO ROBÔ PUMA 560**

Eber Delgado de Souza
 Flávio Luiz Rossini
 Luiz Fernando Pinto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316018>

CAPÍTULO 9110**ANÁLISE DE MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS POR MEIO DE MAPAS COGNITIVOS FUZZY**

Márcio Mendonça
 Angelo Feracin Neto
 Carlos Alberto Paschoalino
 Matheus Gil Bovolenta
 Emerson Ravazzi Pires da Silva
 Marcio Aurelio Furtado Montezuma
 Kazuyochi Ota Junior
 Marcos Antonio de Matos Laia
 Augusto Alberto Foggiato
 Vicente de Lima Gongora

Andre Luis Shiguemoto
Francisco de Assis Scannavino Junior
Nikolas Catib Boranelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316019>

CAPÍTULO 10..... 126

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CONTROLADOR PREDITIVO NÃO-LINEAR BASEADO EM MODELO QUASILINEAR MODIFICADO

Manoel de Oliveira Santos Sobrinho
Adhemar de Barros Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160110>

CAPÍTULO 11 140

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA COM DR PARA ELIMINAR O CHOQUE ELÉTRICO

Eliandro Marquetti
Elielton Christiano de Oliveira Metz
Luciana Paro Scarin Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160111>

CAPÍTULO 12..... 156

PANORAMA DAS FONTES TÉRMICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Bruno Knevez Hammerschmitt
Felipe Cirolini Lucchese
Marcelo Bruno Capeletti
Renato Grethe Negri
Leonardo Nogueira Fontoura da Silva
André Ross Borniatti
Fernando Guilherme Kaehler Guarda
Alzenira da Rosa Abaide

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160112>

SOBRE A ORGANIZADORA 171

ÍNDICE REMISSIVO..... 172

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O PROCESSO DE REVISÃO EM HOMOLOGAÇÕES DE RELEASES ANDROID

Data de aceite: 02/01/2023

Pedro Ivo Pereira Lancellotta

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

Heryck Michael dos Santos Barbosa

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

João Gabriel C. Santos

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

Klirssia M. Isaac Sardo

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

Janisley Oliveira De Sousa

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

Abda Myrria De Albuquerque

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

Roger Porty Pereira Vieira

Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia -
SIDIA, AM - Brasil

complexo. Neste cenário, o sistema Android, um dos maiores softwares Open Source do mundo, possui rigorosos padrões de qualidade. Fabricantes de dispositivos que optem por utilizar o sistema operacional Android devem atender a regras e requisitos, desenvolvido pelo Google. Com o objetivo de atender os requisitos definidos nesta documentação, são realizados testes de qualidade nestes dispositivos para garantir que todos os requisitos foram atendidos devidamente. Este processo, que chamamos como homologação de releases Android, gera uma grande quantidade de artefatos de teste como resultado, tornando a revisão de todos os detalhes, um desafio no processo de garantia da qualidade. Por meio deste artigo, propomos uma metodologia para automatizar a etapa de revisão de resultados da homologação de releases Android com o intuito de mitigar as inconsistências encontradas. Através de resultados preliminares, identificamos um ganho de 52,84% com relação a inconsistências previamente encontradas ao aplicar a metodologia proposta. Para avanço de nossa pesquisa, pretendemos implementar a automação e avaliar seu impacto dentro do contexto real de qualidade de software em nossa empresa.

RESUMO: No atual contexto tecnológico de mercado, assegurar a qualidade de novos produtos tem se tornado um desafio

PALAVRAS-CHAVE: Homologação de releases Android, Dispositivos Móveis, Garantia de qualidade, Qualidade de software, Teste de software.

STUDY AND DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE REVIEW PROCESS IN ANDROID RELEASE HOMOLOGATION

ABSTRACT: In the current technology market context, assuring the quality of new products has become a complex challenge. In this scenario, the Android system, one of the most significant Open-Source software in the world, has rigid quality standards. Device manufacturers who choose to use Android operating system must comply with rules and contract requirements, developed by Google. In order to meet the requirements defined in this documentation, quality tests are performed on these devices to ensure that all requirements have been properly met. This process, which we call Android release approval, generates a great amount of test artifacts as a result, hence making the analysis regarding all the details a challenge in the quality assurance process. In this paper, we propose a methodology to automate the review step for approval of Android releases in order to mitigate the inconsistencies found. As a preliminary result, we identified 52.84% of improvement in relation to found inconsistencies applying the proposed methodology. In advance of this research, we intend to implement the automation and evaluate its impact within the real context of software quality in our company.

KEYWORDS: Android Release Homologation, Mobile, Quality Assurance, Software Quality, Software Testing.

1 | INTRODUÇÃO

Qualidade é um fator presente em todo e qualquer cenário de processo ou serviço prestado. No contexto de engenharia de software não é diferente. A qualidade desempenha um papel fundamental para a garantia de um produto estável e íntegro [Mishra and Otaiwi 2020]. O processo de aplicação e revisão de testes de software é uma importante etapa durante seu ciclo de vida, uma vez que a adoção desta prática apresenta ganhos diante de uma remoção de erros em fases prévias e a redução de tempo em processos de manutenção futuros [Hassan et al. 2019]. A aplicação de um processo de qualidade efetivo em software grandes e complexos ainda é um desafio [Shibl et al. 2021]. Como exemplo de cenário de aplicação citamos o sistema operacional Android, que é um dos maiores softwares Open Source do mundo, que conta com cerca de 71.93% de aderência em aparelhos mobile em janeiro de 2021 [Laricchia 2022]. Devido o Android ser utilizado tanto por empresas quanto por usuários comuns, deve-se atender rigorosos padrões de qualidade.

Neste cenário, os Original Equipment Manufacturers (OEMs) desenvolvem seus modelos particulares e em fabricas próprias [Possemato et al. 2021]. Caso estes fabricantes optem por utilizar o Android e os serviços Google Mobile Service (GMS) em seus dispositivos, deve-se atender um conjunto de regras e requisitos definidos em uma documentação disponibilizada pelo Google chamada Compatibility Definition Document (CDD) [Developers 2022], além disso existem definições sobre como os aplicativos

do Google devem vir instalados na release, este é conhecido como Mobile Application Distribution Agreement (MADA). Assim, os fabricantes realizam contratos com o Google de forma a estipular e atender as condições necessárias para manter a utilização do Android em seus aparelhos, como por exemplo, aplicando manutenções regulares e lançamentos de novas versões de software.

Com relação ao processo de homologação de releases Android, a partir do momento em que estiver pronta e o aparelho preparado, é possível embarcar o firmware para que os testes predefinidos pelo Google e pelo próprio OEM sejam aplicados e homologados. Tais validações são responsáveis por verificar a segurança, o desempenho e a compatibilidade do dispositivo com o sistema operacional Android e aplicativos pertencentes ao Google. Em nossa empresa, trabalhamos com releases da America Latina, aplicando manutenções e testes de builds para mais de 172 modelos, com customizações para mais de 60 operadoras. Alguns destes testes realizados tem um tempo de execução muito alto, visto a quantidade de casos que precisam ser executados para validação. Por exemplo, um plano completo de Testes de Compatibilidade (CTS) para validar o Android 12 pode possuir mais de 2 milhões de casos de teste, com tempo de execução de aproximadamente 14 horas, se executados em vários dispositivos mobile em paralelo. Considerando que para cada operadora são gerados mais de 10 artefatos de teste, necessitamos que um testador consiga revisar mais de 500 artefatos por teste ao fim do processo, no mínimo. Uma vez que dentro destes artefatos possuímos um conjunto de regras e grande quantidade de pontos de revisão, temos um imenso esforço e a necessidade de maior atenção para que nenhuma inconsistência venha a passar no resultado.

Neste sentido, os fabricantes oferecem o catálogo de seus modelos disponíveis e operadoras de telefonia, por sua vez, negociam quais irão comprar de acordo com seu público e demanda. Com a negociação, podem ser incluídas customizações de acordo com a região e necessidades da operadora, que constroem um firmware do sistema que possa ser aplicado nos modelos, também conhecidos como builds ou releases [Alure and Puri 2021]. As regras particulares das operadoras e fabricantes, como aplicativos próprios são customizações que devem ser validadas também no processo de homologação, por isso ele é composto por uma grande quantidade de arquivos, demandando um esforço significativo para análise e validação. Em conformidade, este processo de homologação será o objeto de estudo deste artigo, com o objetivo de tornar esse processo mais ágil e assertivo.

Este artigo é uma versão estendida do trabalho publicado em que foi realizado um estudo de caso da indústria [Lancellotta et al. 2022], onde visamos detalhar melhor sobre o processo e resultados encontrados durante aplicações iniciais de nossa metodologia. Como principais contribuições deste artigo podemos citar: o desenvolvimento de uma metodologia organizacional para revisão de testes durante a homologação de releases Android e o planejamento de uma arquitetura para a construção de uma automação da

revisão dos testes de acordo com as regras necessárias para aprovação do Google e OEMs. Constatamos um ganho de 52,84% na identificação de inconsistências ao utilizar nossa metodologia quando aplicados em um conjunto de testes reais de nossa empresa.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, iremos abordar sobre os trabalhos relacionados; na seção 3, apresentamos a nossa metodologia e como ela foi aplicada, apontando os pontos técnicos pertinentes; e na seção 4, revelamos nossas conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Os problemas relacionados a grande quantidade de customizações do Android foram analisados em estudos anteriores por meio de diferentes pontos de vista. Os fabricantes podem introduzir graves problemas de segurança dentro dos seus sistemas durante o desenvolvimento de novos componentes dentro do framework Android [Aafer et al. 2016]. Por meio de outra perspectiva, estudos mostraram como as personalizações no sistema operacional podem ser uma causa direta nas releases de manutenção, demonstrando como os fabricantes, por vezes, falham no processo de implementação de todos os patches de segurança advindos do Google em um tempo hábil [Dai et al. 2020]. Ainda neste tópico, outro trabalho relaciona a demora no processo de entrega das atualizações diante o grande número de entidades envolvidas na cadeia de aprovação, que devem trabalhar em conjunto para que as devidas atualizações cheguem nos aparelhos [Thomas et al. 2015].

Atualmente, existem poucas pesquisas de engenharia de software que cobrem a etapa de homologação de releases, e tão pouco para o Android. Dentre elas, há duas pesquisas relevantes que merecem destaque: uma automação para detecção de problemas em Builds Android através de análise de Screenshots, substituindo a antiga tarefa manual realizada pelos testes [de Figueiredo et al. 2022]; e, uma proposta de melhoria na homologação de releases Android, só que por sua vez, implementando um novo processo chamado internal review, com objetivo de reduzir inconsistências nos resultados [Bernardon et al. 2022]. Ambos os trabalhos se referem a garantia da qualidade em um escopo complexo de resultados, visto a grande quantidade de artefatos de teste gerados para revisão, sendo este um cenário representativo para os profissionais de qualidade de software. Nossa proposta visa expandir essas soluções, não se limitando apenas as análises em screenshots, mas cobrindo todos os artefatos de testes e automatizando o processo de internal review.

3 | METODOLOGIA PARA HOMOLOGAÇÃO DE RELEASES ANDROID

Nesse trabalho iremos focar na etapa de homologação das builds. Para que possamos introduzir o conceito de como realizar a homologação e as validações pré-submissão ao Google, é necessário que detalhemos como são os artefatos de teste para,

de fato, considerar uma release como testada. Por fim, iremos identificar a abordagem atualmente utilizada e onde uma ferramenta de automação de testes se encaixa como sugestão de melhoria do processo.

3.1 Artefatos de Teste

A partir do momento em que o produto estiver pronto e com o sistema operacional Android embarcado, uma gama de testes pré-definidos pelo Google é requerido. Os testes são baseados no Tradedfed - Trade Federation, um framework contínuo desenvolvido para testes em aparelhos Android. A Tabela 1 lista e descreve os conjuntos de testes realizados durante o processo de homologação de releases Android. Todas essas suítes de teste são consideradas como testes automatizados, já que são executadas através de uma aplicação Java, porém ainda há parte do escopo que atende testes manuais e testes específicos dos OEMs.

Suite de Testes	Validação
CTS	Conjunto de Testes de Compatibilidade
CTS Verifier	Complemento ao CTS com APIs Manuais
VTS	Aprimoramento da Confiabilidade e Conformidade do Sistema
GTS	Aplicativos de GMS e Quesitos Contratuais da Google
STS	Conjunto de Testes de Segurança para CTS
Testes Caixa Preta	Testes Específicos para Aplicativos Exclusivos ao Fabricante

Tabela 1. Testes Suite do processo de homologação Android mobile

Os testes são aplicados a começar pelo conjunto de Testes de Compatibilidade (CTS). Os testes de CTS abrangem um conjunto de testes que garantem a compatibilidade das implementações da estrutura do Android entre parceiros de desenvolvimento de produtos que fazem o uso do Android pelas OEMs e entre versões de plataforma. Em algumas versões do Android, o CTS pode chegar a ter mais de 2 milhões de casos de testes executados [Possemato et al. 2021]. O CTS Verifier, por sua vez, é um complemento do CTS ele fornece testes para Interfaces de Programação de Aplicação (APIs) e funções que não podem ser testadas em um dispositivo estacionário sem entrada manual, testes estes que não podem ser automatizados, consequentemente executados no Dispositivo em Teste (DUT) como: a qualidade de áudio, display, sensores, câmera, entre outros.

Além do CTS, há o Vendor Test Suite (VTS), um conjunto de atividades e casos de teste voltados a ajudar o aprimoramento da confiabilidade e a conformidade do sistema Android, como também de software de sistemas de baixo nível [Possemato et al. 2021]. Além desses, existem outros que OEMs só poderão obter por meio do Google, pois não se encontram disponíveis com código aberto no mercado. A começar pelo GMS Test Suite

(GTS), responsável por englobar um conjunto de verificações automatizadas pertencente ao Google, direcionado a validar a presença, ausência e funcionamento dos aplicativos de GMS integrados nos dispositivos, além de verificar se quesitos contratuais alinhados entre OEMs e as operadoras foram atendidos. O Security Test Suite (STS) é um novo conjunto de testes de segurança para testes do CTS, com atualizações mensais, auxilia OEMs a validar se os dispositivos não estão vulneráveis, verificando se foram corretamente corrigidos e se os testes de segurança foram devidamente aplicados.

Todas essas suítes de teste são consideradas como testes automatizados. Além destes, existem os testes manuais, ou seja, possuem casos de teste que precisam de interação humana para realizar etapas de processo, assim como algumas análises que não podem ser avaliadas automaticamente. Como por exemplo, verificação de imagens como o fundo de tela específico de alguma operadora, tirar fotos relacionadas a imagem de inicialização do modelo, sensores, giroscópios e entre outros. Alguns testes são específicos dos OEMs, classificados na Tabela 1 como testes de caixa preta onde são testados os aplicativos exclusivos destes fabricantes, sem levar em conta a estrutura do código-fonte, os detalhes de implementação ou os cenários de execução [Kong et al. 2018].

3.2 Inconsistências de Resultados

As inconsistências são definidas como não conformidades de um conjunto de atributos e regras necessárias em cada teste específico. A ocorrência de uma ou mais dessas inconsistências é nomeada como feedback. Caso algum resultado do conjunto de artefatos de teste que homologam a release contenha alguma inconsistência, a release será rejeitada pela Google, de tal forma que se deve responder o feedback com todos os resultados corretos. Em muitos casos, o procedimento de resposta do feedback pode gerar um atraso na aprovação de uma release e sua disponibilidade para os usuários finais, por consequência comprometendo prazos definidos em contrato com as operadoras, afetando economicamente os fabricantes e deteriorando a experiência do usuário com relação a qualidade do produto.

Devido ao volume de resultados, prazo para execução e alta demanda de testes, é passível de ocorrer inconsistências que passem despercebidas pelo tester que a certificou. Um levantamento foi feito e obtivemos a quantidade de releases submetidas com e sem feedbacks durante o ano de 2021 e durante o primeiro semestre de 2022 representados pelas Figuras 1 e 2, respectivamente. Nestas figuras pudemos observar a recorrência da incidência de problemas nos testes durante um período de 1 ano e meio dentro de nossa empresa.

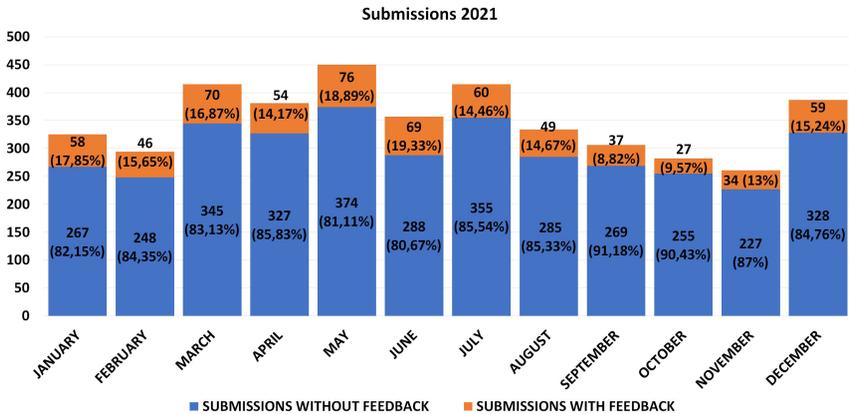


Figura 1. Submissões com e sem feedback do ano 2021.

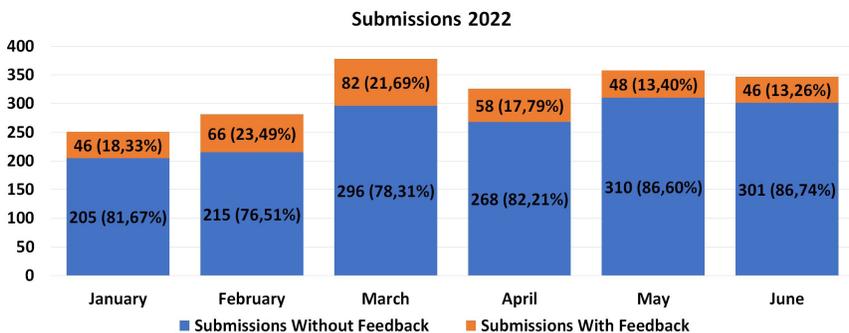


Figura 2. Submissões com e sem feedback no primeiro semestre de 2022.

3.3 Nossa abordagem: a revisão de testes por meio de uma plataforma automatizada

No contexto apresentado, com relação ao volume de artefatos de teste e recorrência de inconsistências observadas ao longo de 2021 e 2022, propomos neste artigo uma melhoria no processo de homologação de releases Android: a automatização da revisão dos artefatos de teste. Ela auxiliará na interpretação da informação contida nestes artefatos e irá comparar seus valores esperados de acordo com as regras corretas.

Em síntese, a automação irá conter um conjunto de regras para validar as informações contidas nos arquivos de artefatos de teste, advertindo ao testador através de um relatório simples, quaisquer inconsistências identificadas. Por exemplo, persistimos quais as versões mais atuais das ferramentas de teste que precisam ser executadas e comparamos com os artefatos de teste para checar se, de fato, todos foram executados nas ferramentas pertinentes, assim como outras regras mais complexas, como por exemplo a assinatura do serviço de voz, página do browser, entre outros. Uma vez informadas as inconsistências, esperamos que o testador possa resolver o problema e corrigir o resultado o mais breve possível, com o objetivo de eliminá-las antes da submissão de resultados.

Nossa proposta é de que essa ferramenta seja disponibilizada como uma interface web com arquitetura de micro serviços, facilitando o uso interno da empresa e a disponibilização para setores terceiros que necessitem de utilizá-lo. A Figura 3 representa um fluxo visual da metodologia proposta neste artigo.



Figura 3. Methodology process.

Para realizar a validação com nossa metodologia, necessitamos que os testers anexem os arquivos de artefatos de teste para que nosso processo extraia as informações e crie um arquivo com os pontos essenciais de revisão. Em seguida, comparamos os campos do arquivo obtido no passo anterior com as regras corretas. Por fim, geramos um relatório de saída que indique para o usuário todas as inconsistências encontradas com relação a regra correta e o campo encontrado nos artefatos de teste. Ao apresentá-las, o próprio testador deverá corrigi-las e se atentar para que não surjam outros erros novamente neste conjunto de teste.

Um dos grandes desafios é avaliar, dentro dos artefatos de teste, quais campos serão revisados de acordo com as regras em vigor. Tais regras podem ser adequadas sem um prazo definido, de acordo com novas atualizações providas pelo Google para as ferramentas de suíte ou testes de fabricante. Cada novo sistema Android lançado carrega consigo inovações, melhorias, e com isso os testes são adaptados para atender os novos requisitos de validação. A atualização de resultados esperados nessas novas regras é uma consulta que realizamos manualmente, devido à falta de centralização das informações sobre esses artefatos de validação. Para resolver esse problema, aplicamos os novos requisitos a partir de documentos técnicos fornecidos pelo Google e OEMs. Com isso, são realizados os processos de filtragem e criação das novas regras de revisão.

4 | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste artigo, apresentamos uma abordagem para automatizar a revisão de artefatos de teste ao final do processo de homologação de releases Android. Atualmente, nossa empresa não possui mecanismos automatizados que possam auxiliar os testadores na revisão dos arquivos destes resultados, desta forma a automação proposta atua como um agente facilitador, a fim de mitigar inconsistências observadas ao final do processo de

homologação. Como resultado preliminar de avaliação de nossa abordagem, identificamos um ganho de 52,84% com relação a inconsistências identificadas na revisão ao utilizar nossa metodologia. Notamos que, pela identificação destes feedbacks com antecipação, os projetos têm um ganho de aproximadamente 1 dia na etapa de aprovação, culminando em uma maior agilidade do processo de homologação. Para realizar esta avaliação, testamos a aplicação da validação de regras em um pequeno conjunto de testes de homologação e comparamos com uma revisão puramente manual.

Como principal contribuição deste artigo, citamos a criação de uma metodologia de automação do processo de revisão de artefatos de teste em homologação de releases Android, propondo uma ferramenta que auxilie o tester a maximizar a garantia de qualidade do produto, colaborando com questões estratégicas na redução de custos, prazos e inconsistências. Como trabalhos futuros, sugerimos: a criação dessa automação proposta em nossa metodologia, validando-se sua implementação no ambiente de nossa empresa através de um experimento, permitindo analisar melhor a eficácia da metodologia; a inclusão de recursos capazes de revisar os testes baseados em interpretação de imagens.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sidia Instituto de Ciência e Tecnologia que possibilitou a realização desta pesquisa por meio de suas instalações e equipamentos laboratoriais. Este trabalho foi parcialmente apoiado pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda., sob os auspícios da Lei de Informática nº 8.387/91.

REFERÊNCIAS

Aafer, Y., Zhang, X., and Du, W. (2016). Harvesting inconsistent security configurations in custom android {ROMs} via differential analysis. In *25th USENIX Security Symposium (USENIX Security 16)*, pages 1153–1168.

Alure, S. and Puri, R. (2021). Firmware designing for android mobile. *INTERNATIONAL JOURNAL*, 5(12).

Bernardon, C., Lemos, D., Garcia, M., Souto, T., and Bonifacio, B. (2022). Improving the software homologation process through peer review: An experience report on android development environment. *International Journal of Computer and Systems Engineering*, 16(3):54–60.

Dai, J., Zhang, Y., Jiang, Z., Zhou, Y., Chen, J., Xing, X., Zhang, X., Tan, X., Yang, M., and Yang, Z. (2020). {BScout}: Direct whole patch presence test for java executables. In *29th USENIX Security Symposium (USENIX Security 20)*, pages 1147–1164.

de Figueiredo, L. P., Gomes, J. P., de S. Santos, F., Queiroz, G. M., Giuntini, F. T., and Sales, J. E. (2022). An automatic approach to detect problems in android builds through screenshot analysis. In *Proceedings of the 37th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing*, pages 926–932.

Developers, A. (2022). Android source documentation. <https://source.android.com/docs/compatibility/cdd>. Accessed: 2022-12-05.

Hassan, M., Hussain, M., Irfan, M., et al. (2019). A policy recommendations framework to resolve global software development issues. In *2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC)*, pages 1–10. IEEE.

Kong, P., Li, L., Gao, J., Liu, K., Bissyande, T. F., and Klein, J. (2018). Automated testing of android apps: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Reliability*, 68(1):45–66.

Lancellotta, P. I. P., Barbosa, H. M. D. S., Santos, J. G. C., Sahdo, K. M. I., and De Sousa, J. O. (2022). An industry case study: Methodology application to the reviewing process on android releases homologation. In *Anais Estendidos do XIII Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática*, pages 13–16. SBC.

Laricchia, F. (2022). Market share of mobile operating systems worldwide 2012-2022. *Statista*.

Mishra, A. and Otaiwi, Z. (2020). Devops and software quality: A systematic mapping. *Computer Science Review*, 38:100308.

Possemato, A., Aonzo, S., Balzarotti, D., and Fratantonio, Y. (2021). Trust, but verify: A longitudinal analysis of android oem compliance and customization. In *2021 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, pages 87–102. IEEE.

Shibl, M. A., Helal, I., and Mazen, S. A. (2021). System integration for large-scale software projects: Models, approaches, and challenges. In *International Conference on Emerging Technologies and Intelligent Systems*, pages 99–113. Springer.

Thomas, D. R., Beresford, A. R., and Rice, A. (2015). Security metrics for the android ecosystem. In *Proceedings of the 5th Annual ACM CCS Workshop on Security and Privacy in Smartphones and Mobile Devices*, pages 87–98.

A

Algoritmo doc2vec 30, 34, 35

Aterramento 140, 141, 142, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154

C

Choque elétrico 140, 141, 142, 143, 144, 149, 152, 155

Cidades inteligentes 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 48, 53

Clusterização 37

Controle preditivo não-Linear 127

D

Design 40, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 71, 72, 138

Digital games 57, 58, 68, 69, 70

Dispositivo residual 140

Dispositivos móveis 1

E

Energia eólica 111, 114, 117, 157

Energias não renováveis 157

Energia solar 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 123, 124, 125

Energias renováveis 114, 157, 158, 167

Energia térmica 157, 158, 159

Engenharia de requisitos 11, 12, 13, 16, 17, 20

F

Fontes térmicas 156, 157, 158, 159, 160, 163, 167, 168

Fuzzy cognitive maps 39, 40, 49, 53, 54, 55, 56, 112, 125

G

Game customization 58

Garantia de qualidade 1, 8, 14

H

Homologação de releases Android 1

Hospital inteligente 80, 82, 85

I

Inserção automática 73

Interligação de programas 73

ISO/IEC 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20

L

Layout de inclusão facilitada 73

M

Mapas cognitivos fuzzy 39, 110, 111, 118

Matlab 87, 88, 95, 108, 109

Modelos bilineares 126, 127, 128

P

Painéis fotovoltaicos 111, 113, 117, 122

Processos 2, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 47, 73, 75, 88, 89, 90, 127, 137, 159, 161, 162, 164, 166

Puma 560 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 107, 108

Q

Qualidade de software 1, 4, 17, 20

R

Robô 49, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 99, 101, 102, 104, 107, 108, 109

Robótica 87, 88, 89, 90, 93, 107, 108, 109, 120

S

Satisfação do cliente 111, 122

Sistemas inteligentes de computação 39

Software 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 41, 54, 61, 73, 74, 76, 77, 78, 83, 87, 89, 90, 95, 96, 99, 107, 118, 122

T

Teste de software 1

U

UML 11, 12, 18, 19, 20

User experience (UE) 58, 59, 61, 62, 64, 70, 72

V

Virtual things 80

W

Web of things 80, 81, 83, 86

Web scraping 21, 22, 37

ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br