

An adherence analysis of Open Source tools to meet the validation and verification processes adhering to CMMI-DEV and ISO/IEC/IEEE 29119.

ABSTRACT: Currently, the search for quality among software companies is a very important point in their marketing resourcefulness. With the availability of many standards to support the process improvement and quality assurance, companies tend to sometimes use more than one standard to achieve high quality assurance standards for their products. Based on a process adhering to the CMMI-DEV standard and the ISO/IEC/ IEEE 29119 standard, this work aims to present an analysis of tools in order to find the best support for the Verification and Validation processes. For this, the research uses well-defined criteria for the selection of tools, as well as specific structures for capturing and presenting the adherence that the selected tools present in relation to the processes tasks. The main motivation that guides the work is to provide an analysis so that it can detect and indicate the most coherent tool to support the described processes, in such a way that no additional expenses are generated with the use of the tool.

Keywords: Software Validation, Software Verification, Open Source, Process Quality, Adherence Analysis.

Uma análise de aderência de ferramentas *Open Source* para atendimento dos processos de validação e verificação aderentes ao CMMI-DEV e ISO/IEC/IEEE 29119.

RESUMO: Atualmente, a busca por qualidade entre as empresas de software é um ponto muito importante em sua desenvoltura mercadológica. Com a disponibilização de diversos normativos de suporte à melhoria de processos e garantia de qualidade, empresas tendem a utilizar, por vezes, mais de um normativo para atingirem alto padrão de garantia de qualidade aos seus produtos. Tomando como base um processo aderente ao normativo CMMI-DEV e a norma ISO/IEC/IEEE 29119, este trabalho visa apresentar uma análise de ferramentas com o intuito de encontrar o melhor suporte para os processos de Verificação e Validação. Para isso, a pesquisa utiliza-se de critérios bem definidos de seleção de ferramentas, bem como estruturas específicas para a captação e apresentação da aderência que as ferramentas selecionadas apresentam em relação às tarefas dos processos. A principal motivação que orienta o trabalho é fornecer uma análise para que possa detectar e indicar a ferramenta mais coerente de suporte aos processos descritos, de tal forma que não sejam gerados gastos adicionais com o uso da ferramenta.

Palavras-chave: Validação de Software, Verificação de Software, Open Source, Qualidade de Processos, Análise de Aderência.

Agradecimentos: Os autores querem agradecer a CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado institucional ao PPGCC/UFPA. Este trabalho pertence ao projeto SPIDER/UFPA (<http://www.spider.ufpa.br>).

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a necessidade de softwares que apresentem qualidade tornou-se maior, visto que produtos de software tem, cada vez mais, se integrado nas atividades de nossas vidas. Qualidade de software pode ser definida como uma gestão de qualidade efetiva aplicada de modo a criar um produto útil que forneça valor mensurável para aqueles que o produzem e para aqueles que o utilizam (PRESSMAN, 2009).

Para a indústria, a garantia da qualidade é um dos fatores que gera uma grande quantidade de gastos, uma vez que os processos de suporte associados à melhoria de atividades, procedimentos e gestão de negócio são caros. A garantia da qualidade é um dos fatores mais visados pelas empresas, atualmente (MENDONZA, 2018).

Visando alcançar altos padrões de garantia de qualidade para produtos de software, diversas organizações adotam um conjunto de atividades, incorporadas no processo de software, que são agrupadas nos conceitos de Validação & Verificação (V&V) e Teste (DELAMARO; JINO; MALDONADO, 2013).

Atualmente, como forma de auxiliar as empresas a atingirem a qualidade em suas atividades e produtos, existem diversos normativos para a melhoria de processos, tais como as práticas descritas em normativos do MPS.Br (Modelo de Referência MPS para Software) (SOFTEX, 2016), CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) (SEI, 2010) e normas da ISO (*International Organization for Standardization*). Contudo, a aplicação da melhoria de processos pode ir além da escolha e uso de um modelo apenas, fator que faz com que empresas de software optem por adotar o uso de mais de um modelo como forma de melhorar processos e produtos (ARAÚJO, 2004). A dificuldade que reside na aplicação de mais de um modelo são as diferenças existentes entre eles, no que diz respeito à estrutura, às formas de aplicação e aos materiais gerados (GARCIA, 2016).

Tendo este contexto em mente, a etapa inicial deste trabalho propôs-se a criar um processo de suporte à validação e verificação de produtos de software, de tal forma que este material mostrasse-se aderente a dois normativos mundialmente reconhecidos e utilizados, a saber, o CMMI-DEV e a norma ISO/IEC/IEEE 29119 (ISO, 2013). Com a consolidação da primeira etapa, notou-se a necessidade de identificar um apoio ferramental para a aplicação deste processo em um contexto real de desenvolvimento.

Segundo MOTA *et al.* (2016), o uso da tecnologia e de sistemas de informação de apoio à gestão tem sido fundamental para as organizações no sentido de auxiliá-las no cumprimento de seus objetivos. Assim, é de suma importância a presença de uma ferramenta que torne o trabalho de gerenciamento de atividades e tarefas mais facilitado e menos oneroso para a equipe que o executa.

Embora o material de suporte ao processo de validação e verificação, aderente a normativos citados, estivesse pronto, este carece de um apoio ferramental aderente ao objetivo de suas atividades. Neste contexto, este trabalho justifica-se pela necessidade de apresentar uma análise sobre ferramentas popularmente utilizadas para a gestão de atividades relacionadas à validação, verificação e testes de softwares, com o intuito de apontar a ferramenta mais adequada para dar suporte para o processo proposto nesta pesquisa.

Baseado nisto, a principal motivação deste trabalho é solucionar o problema da inexistência de análises ferramentais, no que diz respeito à aderência, para propor um suporte ferramental para o processo de V&V aderente ao CMMI-DEV e a ISO/IEC/IEEE 29119. Portanto, objetiva-se fornecer uma análise de aderência de ferramentas ao processo proposto, apresentando as etapas de seleção, análise e consolidação de resultados.

Para a execução desta pesquisa, inicialmente estabeleceu-se um conjunto de critérios de suporte à seleção das ferramentas que seriam analisadas. Ademais, definiu-se uma estrutura base para a associação e o armazenamento da avaliação executada sobre as ferramentas, de forma que os resultados estivessem diretamente associados com as tarefas do processo proposto.

Além desta seção introdutória, este artigo é formado pelas seções que seguem: a Seção 2 apresenta o processo aderente ao CMMI-DEV e a ISO/IEC/IEEE 29119; a seção 3 relata o processo de seleção das ferramentas avaliadas; a análise de aderência das ferramentas com o processo de V&V é descrita na seção 4; e, por fim, na seção 5 as considerações finais do trabalho são discutidas.

2. PROCESSO ADERENTE AO CMMI-DEV E ISO/IEC/IEEE 29119

Tendo em mente os problemas que ocorrem na aplicação de mais de um modelo de garantia da qualidade de processos, no contexto de uma organização, a etapa inicial do trabalho tratou da definição das atividades para propor uma estratégia de aplicação de validação e verificação, baseadas em práticas constantes no CMMI-DEV e da ISO/IEC/IEEE 29119. A Figura 1 apresenta um fluxo de quais foram as etapas necessárias para o desenvolvimento correto e validado do processo mencionado.

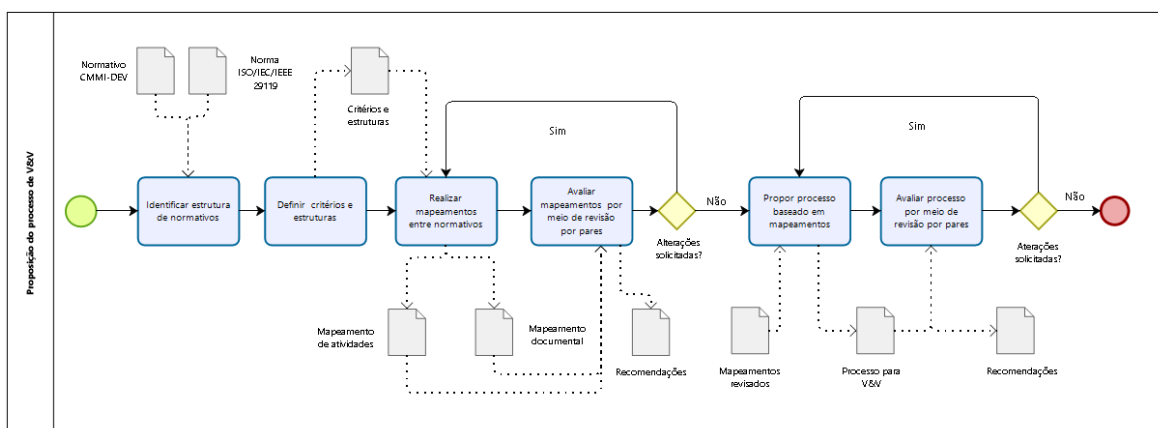


Figura 1 – Processo de concepção do processo para V&V.

Fonte: Autores – 2020

2.1. Atividades de elaboração do processo de V&V

A confecção do processo foi feita por meio de uma estrutura que conta com atividades bem definidas e adaptadas da dissertação de MELLO (2011). As atividades executadas foram seis, a saber: identificar estruturas de normativos, definir critérios e estruturas, realizar mapeamentos entre normativos, avaliar mapeamentos por meio de revisão por pares, propor processos baseados em mapeamentos, avaliar processo por meio de revisão por pares. Esta subseção dedicar-se-á a apresentar uma ideia geral de cada um dos passos associados à produção do material para V&V.

Inicialmente, a estrutura de ambos os normativos foi entendida pelos autores. O objetivo central desta atividade foi identificar a organização das tarefas e dos documentos dentro de cada normativo, para dar suporte à associação que ocorreria em passos futuros. Então, entender formas de execução, especificidades e estratégias de cada um dos guias eram tarefas de suma importância.

A segunda atividade no fluxo teve como função definir quais os critérios utilizados para indicar o grau de semelhança entre as atividades e os documentos que seriam

comparados durante a harmonização dos modelos. Os critérios estabelecidos foram três: totalmente aderente, que indica uma correspondência total entre os normativos; parcialmente aderente, que indica que algumas ou várias tarefas são semelhantes entre os guias; e não aderente, para indicar que não existe correspondência alguma entre as tarefas. Além disso, esta atividade também tinha como objetivo definir uma estrutura de armazenamento do mapeamento, de tal forma que as informações fossem apresentadas e acessadas de maneira eficiente e clara.

A terceira atividade relacionada na estrutura apresentou como foco central a execução e o registro tanto do mapeamento de atividades quanto do mapeamento de documentos entre os normativos. Para a conclusão dessa atividade determinou-se um dos guias como ponto de partida e outro como ponto de chegada. Assim, fixou-se as tarefas do normativo mais robusto, que neste contexto foi a norma ISO/IEC/IEEE 29119, enquanto que as práticas do CMMI-DEV poderiam se repetir durante a comparação dos guias.

A quarta etapa da elaboração contou com a realização da técnica de revisão por pares para avaliar e corrigir os mapeamentos que foram gerados. Essa revisão foi executada por um especialista escolhido por meio da sua experiência com os modelos selecionados para o mapeamento, a experiência em testes de software e em modelos de qualidade do processo. A revisão contou com uma estrutura padrão de armazenamento dos problemas encontrados e uma classificação com seis tipos de desvios que poderiam ser registrados. A saber: Técnico Alto, que indicava problemas que poderiam comprometer as considerações que foram feitas no mapeamento; Técnico baixo, que indica desvios em itens que seriam interessante alterar; Editorial, indicando que erros na composição textual foram encontrados; Questionamento, para apontar possíveis dúvidas sobre as considerações que foram feitas; e Geral, para indicar que o comentário cobre as considerações de maneira geral. A classificação foi elaborada e adaptada do trabalho de MELLO (2011).

Após a análise e execução das recomendações geradas pela revisão por pares, a etapa de concepção do processo foi executada. Esta atividade não considerou todas as atividades que apresentaram o critério de inexistência de aderência, todas as outras foram agrupadas e associadas a etapas do processo desenvolvido. Após a organização das atividades na estrutura do processo, os artefatos associados foram inseridos e ajustados.

Por fim, uma segunda revisão por pares, utilizando os mesmos moldes da primeira revisão, foi executada sobre o processo proposto. A finalidade desta foi identificar possíveis inconsistências nas atividades geradas e promover maior correção para o material gerado.

2.2. O processo desenvolvido

O processo, gerado por meio dos mapeamentos de atividades e artefatos do CMMI-DEV e da norma ISO/IEC/IEEE 29119, conta com vinte tarefas e vinte e dois artefatos que são agrupados em uma estratégia de teste de cinco etapas: o planejamento, o projeto, a execução, a análise e a conclusão, como indicado na Figura 2. O processo proposto pode ser aplicado tanto para validação quanto para a verificação.

A tarefa A1 tem por objetivo obter informações de relevância dos *stakeholders* e, com base nesses dados, fazer a seleção dos produtos e componentes de produto que serão posteriormente submetidos aos procedimentos ou de validação ou de verificação. Para a execução da tarefa A2 deve-se selecionar as *features* e requisitos que serão base para a definição do planejamento geral da validação e/ou da verificação. Os requisitos devem ser obtidos por meio das informações geradas na tarefa anterior ou por meio de um diálogo direto com os *stakeholders*.

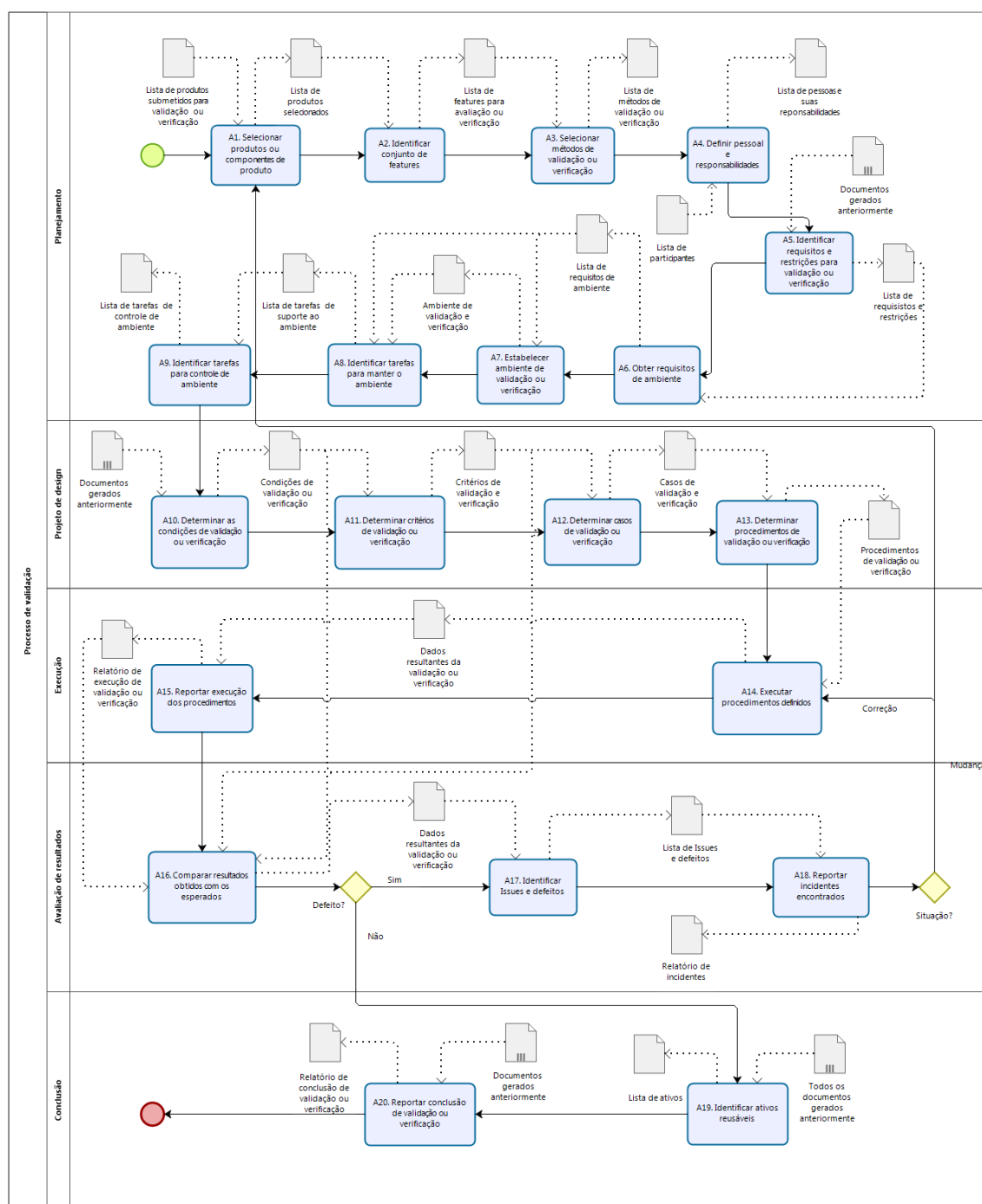


Figura 2 – Processo de V&V aderente ao CMMI-DEV e a ISO/IEC/IEEE 29119.

Fonte: Autores – 2019

A tarefa A3 é destinada para a seleção dos métodos de validação e/ou verificação que serão utilizados para aferir o quão ajustado estão as expectativas do usuário com o produto ou seus componentes, os métodos devem ser escolhidos com base no que se deseja atingir e na forma de apresentação dos resultados.

Assim que se tenha o contexto geral da aplicação da validação e/ou verificação, deve-se definir as pessoas que estarão envolvidas diretamente com a evolução, execução e

análise dos resultados do processo, onde a tarefa A4 tem a função de definir estas informações. Além disso, deve-se definir também as responsabilidades associadas a cada integrante dos procedimentos executados.

A tarefa A5 está voltada para a análise de requisitos e restrições ligadas a toda estrutura até o momento definida. Então, deve-se observar e indicar requisitos e restrições associadas ao grupo de participantes do processo, ao método selecionado e ao produto ou componente escolhidos. Baseado nas informações definidas, a tarefa A6 indica que os requisitos de ambiente devem ser definidos, uma vez que este ambiente será a fonte de coleta de informações e será o meio de replicação e reexecução dos procedimentos associados à avaliação do produto e/ou componente selecionado.

Na tarefa A7 destaca-se a etapa de execução de todos os requisitos levantados para o ambiente de validação ou de verificação, assim como o alinhamento de todos os materiais e recursos para que o ambiente torne-se operante e possa realizar as suas funções frente ao processo executado.

As tarefas A8 e A9 estão diretamente ligadas com a definição de atividades que darão suporte para que o ambiente continue executando suas atividades de maneira correta e eficaz. Além disso, as tarefas visam definir atividades para o controle e a relação das informações providas pelo ambiente com as demais estruturas dentro do processo.

Com a finalidade de indicar o estado inicial do produto, bem como dados que serão utilizados ou aplicados para a execução das avaliações, a tarefa A10 indica este procedimento como inicial para o *design* do processo de validação e/ou verificação. A tarefa A11 está focada na definição dos critérios e cenários que indicarão que um produto ou componente atendeu de forma satisfatória ou não o que era esperado com base na aplicação das condições determinadas anteriormente.

A tarefa A12 destina-se à definição de casos para a execução das avaliações objetivadas sobre os itens selecionados para o processo. Estes casos são pautados tanto nas condições para a execução quanto nos critérios de avaliação que foram definidos em tarefas anteriores. A tarefa A13 tem como objetivo definir e indicar como se deve executar os casos de V&V que foram determinados. Esta tarefa foca em alinhar as informações geradas anteriormente para que erros e inconsistências na execução da avaliação sejam evitados.

A tarefa A14 dirige-se para a etapa de execução do planejamento. Assim, todos os recursos são alinhados e os procedimentos, para a avaliação dos produtos e/ou componentes selecionados, são executados conforme definidos.

A tarefa A15 diz respeito ao registro, nos padrões do projeto ou da equipe de execução do processo, dos resultados gerados pela avaliação dos itens selecionados. O crucial nesta etapa é encontrar uma forma de registrar os dados para que possam ser acessados de forma eficaz posteriormente. Na tarefa A16 deve-se prover uma comparação entre o que se obteve de resultado e o que se esperava, além de se fazer necessário o registro destas análises, a comparação deve ser provida tomando por base os critérios que foram definidos em etapas anteriores.

Caso existam desvios do esperado após a execução da avaliação, a tarefa A17 conta com o processo de separação entre esses desvios. A separação pode ser feita em: defeitos, como *bugs* propriamente ditos, e em *issues* que tratam de questões relacionadas ao desenvolvimento, como melhorias, uma nova requisição ou alteração em algum recurso no processo.

Na tarefa A18 a equipe de execução do processo deve reportar, dentro dos padrões adotados pelo projeto, os defeitos e *issues* encontrados, em forma de relatório. Além disso,

deve-se estabelecer uma comparação para estes itens identificados com defeitos e *issues* que já existem para evitar a repetição e o retrabalho.

Caso não existam desvios associados à execução da avaliação sobre o produto e/ou seus componentes, na tarefa A19 deve-se realizar uma análise sobre todos os recursos gerados com o objetivo de identificar potenciais ativos reusáveis, tanto no contexto do projeto quanto para outros projetos da equipe.

Por fim, na tarefa A20 deve-se estabelecer uma forma de comunicação para indicar a todos os envolvidos e interessados a conclusão do processo de validação e/ou verificação. A tarefa tem o caráter de conclusão geral do processo. Logo, este é considerado finalizado.

3. SELEÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO

Após a definição do processo para V&V aderente aos normativos citados, a pesquisa passou para a fase de busca por apoio ferramental, devido à grande variedade de ferramentas de suporte à garantia de qualidade associados aos processos de validação, verificação e testes. A principal motivação da busca por apoio ferramental reside no fato de que diversas empresas utilizam ferramentas para administrar seus dados, processos e atividades, logo o uso de uma ferramenta para a aplicação do processo proposto reduziria a quantidade de esforço associada.

3.1. Ferramentas de caráter *Open Source*

Segundo EGHBAL (2016), a população tem tendência maior a adotar softwares que possuem caráter livre para uso e modificação em detrimento de softwares que custam caro para a obtenção de licença de uso e que são desenvolvidos de forma desconhecida dos usuários. Neste contexto, a seleção das ferramentas pautou-se nos princípios de que não deveria gerar nenhum ônus adicional aos usuários da plataforma, bem como apresentasse a possibilidade de edição de código para que possíveis adaptações fossem realizadas conforme a necessidade e contexto dos usuários.

3.2. Estratégia de Seleção das Ferramentas

Para que a seleção fosse executada obedecendo um conjunto de critérios especificados, optou-se por realizar uma análise sobre uma única plataforma de compartilhamento de código que se acoplasse de forma satisfatória às necessidades da pesquisa. Existem diversas plataformas que dão suporte para a criação, compartilhamento e gerência de código e projetos, tais como SourceForge, GitLab, Google Code e BitBucket.

Entre todas as plataformas existentes, o GitHub é uma das mais populares dentre as empresas, desenvolvedores e estudantes, e uma das plataformas com um dos maiores conteúdos de softwares *Open Source*, contando com mais de 44 milhões de repositórios de código e mais de 40 milhões de usuários (GITHUB, 2020). Este foi um dos fatores-chave que levou a plataforma de compartilhamento de código a ser escolhida como principal motor de busca, mas não se limitando apenas a isso.

Os outros fatores que deram suporte na seleção da plataforma Github foram a presença mais forte do caráter social da ferramenta, para além do compartilhamento de código, uma vez que os usuários podem manifestar o interesse e a satisfação em determinado repositório de projeto, permitindo a captura da popularidade de determinadas ferramentas (BORGES, 2016). Além disso, é possível acompanhar a atividade de projetos por meio da lista de *commits* que a plataforma apresenta, lista de *issues* abertas e solucionadas e a documentação associada ao projeto por meio do *README*.

As informações geradas e apresentadas no Github, que poderiam ser usadas como base para a identificação da popularidade de um repositório, eram o número de estrelas (*stars*), o número de observadores (*watchers*) e o número de *forks*, visto que esses dados são exibidos na tela principal do projeto e independem da vontade do dono do repositório. O trabalho de BORGES (2018) apontou que a forma mais eficiente para se indicar a popularidade de um projeto no Github é o número de estrelas associadas, logo este dado foi utilizado como critério para a realização da busca de ferramentas.

Além da licença e do número de estrelas associados ao projeto, a estratégia de seleção das ferramentas adotou critérios relacionados ao ano de atualização e disponibilização de documentação da ferramenta observada. Assim, os critérios foram:

1. **Licença associada:** estabeleceu-se que as ferramentas analisadas deveriam ter licenças associadas à iniciativa de código aberto e a possibilidade de livre adaptação da ferramenta;
2. **Número de estrelas:** a busca na ferramenta tomou como base o número de 100 estrelas. Logo, apenas projetos com este número, ou mais, foram analisados;
3. **Tipo de repositório:** tomando como base o trabalho de MONBACH (2018), repositórios que não se tratavam de sistemas de software, tais como livros, tutoriais, entre outros, não foram considerados na análise;
4. **Ano da última atualização:** para garantir que a ferramenta é regularmente atualizada, definiu-se que somente seriam consideradas ferramentas que possuíam atualizações realizadas dentro dos últimos cinco anos;
5. **Disponibilidade de documentação:** definiu-se que seriam analisadas ferramentas que apresentassem instruções de uso e documentação básica tanto dentro do repositório, quanto em *links* e documentos associados. Ferramentas que não apresentaram documentação mínima não foram analisadas.

Para a realização da busca, o trabalho focou, inicialmente, em um grupo de quatro palavras-chave que foram inseridas manualmente na busca da plataforma, a saber: “*software validation*”, que retornou como resultado inicial 424 projetos; “*software verification*”, retornando como resultado inicial 342 projetos “*testing management*”, apresentando o total inicial de 3147 resultados; e, por fim, “*test management*”, que retornou o total inicial de 3927 repositórios.

A análise dos repositórios iniciou-se tomando como base o uso das palavras-chave destacadas anteriormente em conjunto com o filtro de número de estrelas que foi descrito nos critérios da estratégia de busca. Assim, a busca por *software validation* retornou 3 repositórios, por *software verification* retornou 8 projetos, por *testing management* retornou 26 projetos e, por fim, *test management* retornou 25 repositórios.

3.3. Ferramentas Selecionadas

Após a definição dos critérios e aplicação destes aos resultados encontrados, o trabalho obteve um conjunto de 4 ferramentas que seriam avaliadas por meio de análise de aderência com o processo proposto. As demais ferramentas foram retiradas principalmente em virtude de sua natureza, mais relacionada com a automação de teste e verificação de código, e em virtude da falta de documentação básica de instalação e operação.

Em princípio, as 4 ferramentas selecionadas para análise foram Kiwi TCMS, Nitrate, MozTrap e TestLink. Contudo, ocorreram problemas de login na ferramenta MozTrap, o que inviabilizou a sua análise nessa pesquisa. Para que o número de análise não fosse prejudicado, o trabalho optou por inserir a extensão Testopia da ferramenta de rastreamento de *bugs* Bugzilla.

A extensão Testopia dá à ferramenta Bugzilla a capacidade de operar como um gerenciador de testes de produtos e fazer o rastreamento automático dos erros encontrados com a execução desses testes.

A extensão enquadra-se em todos os demais critérios que foram levantados para a pesquisa, exceto o número de estrelas necessários. Optou-se por analisar a Testopia pois apresenta associação a um projeto muito popular na plataforma de busca, que conta com mais de 300 estrelas. Assim, a lista de análise continuou com 4 ferramentas, mas passou por atualizações, a saber: Kiwi TCMS, Nitrate, TestLink e Testopia.

- **Kiwi TCMS:** A ferramenta teve sua origem em fevereiro de 2009 e é mantida pelo Kiwi TCMS *team*. A ferramenta tem como principal missão a de auxiliar o processo de teste, tornando-o mais organizado, transparente e responsável. A Kiwi TCMS está construída majoritariamente na linguagem Python e opera sob a licença GPL 2.0 (LICENSE, 1989);
- **Nitrate:** A ferramenta nasceu no ano de 2009 e é mantida pelos integrantes da organização Nitrate do Github. Vale ressaltar que o código fonte do Nitrate só foi aberto para a comunidade em 2014, quando teve seu código adicionado ao Github. A ferramenta tem como principal objetivo facilitar a criação, o gerenciamento de ciclos de vida de teste com planos, casos e execuções. A ferramenta foi concebida majoritariamente sobre a linguagem Python e opera sobre a licença GPL 2.0 (LICENSE, 1989);
- **TestLink:** A ferramenta TestLink foi criada em 2005 e é mantida pelo Testlink Team, construída majoritariamente em PHP e operando sob a licença GPL 2.0 (LICENSE, 1989). O objetivo central da ferramenta é de ajudar a manter o processo de teste sobre controle, uma vez que a ferramenta organiza requisitos de produto e casos de teste em repositórios e os associa a equipes determinadas que gerenciam de forma total essas informações;
- **Testopia:** A ferramenta foi criada em 2001, mas ganhou o nome que apresenta hoje em 2006. A Testopia é mantida por um grupo de desenvolvedores da Mozilla e opera sob a licença MPL 2.0 (LICENSE, 2013). O objetivo da ferramenta Testopia foi projetado para ser uma ferramenta de rastreamento de testes, que organizações integrem o relatório de erros com o resultado da execução de testes, para tal ela utiliza pontos de integração com o a ferramenta Bugzilla.

Baseado na estrutura de comparação ferramental apresentada por AMORIN (2016), um conjunto de informações gerais foram levantadas e utilizadas para realizar uma breve comparação entre as ferramentas selecionadas. O Quadro 1 apresenta essa comparação feita entre as ferramentas.

Quadro 1 – Comparação de características gerais entre as ferramentas selecionadas.

Ferramenta \ Procedimento	Kiwi TCMS	Nitrate	TestLink	Testopia
Geração de relatórios	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta
Plataforma web	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta
Controle de acesso de usuários	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta
Integração com bug trackers	Não apresenta	Não apresenta	Apresenta	Apresenta com particularidades

Procedimento	Ferramenta			
	Kiwi TCMS	Nitrate	TestLink	Testopia
Especificação de requisitos	Não apresenta	Não apresenta	Apresenta	Não apresenta
Importação e exportação de conteúdo	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta

Fonte: Autores (2020)

4. ANÁLISE DE ADERÊNCIA DAS FERRAMENTAS AO PROCESSO

Para que as informações geradas fossem organizadas e armazenadas de maneira adequada, definiu-se um conjunto de níveis que indicariam o quão aderente a ferramenta é às tarefas do processo proposto. O conjunto foi criado tomando como base uma adaptação sobre os critérios criados no mapeamento entre os modelos. Os níveis especificados foram 5, a saber:

- 1. Total:** este nível indica que a ferramenta apresenta nativamente todas as funções necessárias para a execução de todos os objetivos associados às tarefas do processo proposto;
- 2. Parcial – 80%:** utilizado quando apresenta funções que atendem a maioria dos objetivos da tarefa relacionada;
- 3. Parcial – 50%:** este nível indica que a ferramenta apresenta um conjunto de funções que atendem a tarefa do processo de maneira incompleta;
- 4. Parcial – 20%:** este nível indica que a ferramenta apresenta um pequeno conjunto de suporte à tarefa e apresenta uma aderência limitada aos objetivos relacionados.
- 5. Não aderente:** nível que indica que a ferramenta não apresenta nenhuma função de suporte para a execução da tarefa do processo proposto.

Além disso, uma estrutura, apresentada no Quadro 2, para captura das informações da análise foi gerada. Essa estrutura foi concebida também por meio de uma adaptação da estrutura utilizada nesta pesquisa para a elaboração dos mapeamentos entre os normativos já citados.

Quadro 2 – Estrutura de armazenamento da análise de aderência ferramental.

Tarefa do processo	Nome da ferramenta	Procedimentos para executar a tarefa	Nível de atendimento	Justificativa
Identificador e nome da tarefa do processo aderente ao CMMI-DEV e ISO/IEC/IEEE 29119.	Elemento que indica presença ou ausência de funções de suporte à tarefa do processo.	Descrição passo-a-passo de como se utiliza as funcionalidades da ferramenta para a execução da tarefa.	Nível de aderência entre as funcionalidades e os objetivos das tarefas do processo.	Uma justificativa indicando o porquê da atribuição do nível de aderência.

Fonte: Autores (2020)

Tendo as estruturas-base definidas, o processo de análise teve início. Para a execução da análise as ferramentas foram instaladas em uma máquina Lenovo Ideapad 330 e a partir da instalação e execução de suas funcionalidades pode-se gerar os resultados e então indicar a ferramenta mais aderente ao processo de validação e verificação proposto.

4.1. Resultados Obtidos

Tomando como base principal todo o fluxo do processo, as ferramentas foram avaliadas uma a uma no que diz respeito à aderência aos objetivos centrais de cada uma das tarefas listadas. Para tanto, todas as tarefas foram fixadas e por meio de análise exploratória as funcionalidades das ferramentas foram analisadas e testadas. Por fim, foi feita uma consolidação das informações geradas pela análise individual das ferramentas, fator que culminou na seleção do produto de software mais adequado para dar suporte para o processo de V&V.

A seguir estão os resultados obtidos e registrados das ferramentas na ordem em que foram testadas.

4.1.1. Kiwi TCMS

A ferramenta foi selecionada para a análise pois apresenta funções que facilitam o seu uso por equipes diversas e distantes geograficamente. Apresenta funções específicas da gerência de processos de teste, tais como registro de produtos, planos e casos de teste e gerar vários relatórios associados. O Quadro 3 apresenta os resultados obtidos com a análise deste produto de software.

Quadro 3 – Análise da ferramenta Kiwi TCMS.

Tarefa do processo	Kiwi TCMS	Procedimento	Nível	Justificativa
A1 - Selecionar produtos ou componentes de produto	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de gerenciamento. 2 - Entrar nas funções de gerência. 3 - Selecionar a opção <i>products</i> . 4 - Cadastrar o produto com as informações necessárias. 5 - Especificar a versão do produto cadastrado. 6 - Na área de <i>test plans</i> , cadastrar um novo plano de teste. 7 - Selecionar o produto especificado.	Parcial - 50%	A ferramenta não permite uma comunicação direta com o usuário para a definição de fatores mais relevante para o processo de validação ou verificação, além disso, a ferramenta não apresenta uma função para a seleção de componente de produto na criação do plano de teste.
A2 - Identificar conjunto de features	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de plano de teste. 2 - Entrar na área de <i>test plan</i> . 3 - Cadastrar um novo plano de teste. 4 - Na área do plano destinada a escrita das informações gerais, registrar as features e/ou requisitos selecionados.	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta uma função específica para o registro e manutenção de <i>features</i> e requisitos, assim, é impossível consultar essas informações de forma automática, relacionar esses dados a mais de um plano e reutilizar esses dados. A única forma de identificar os requisitos e <i>features</i> a serem avaliadas é por meio do registro destes no plano de avaliação.
A3 - Selecionar métodos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes. 2 - Entrar na área de <i>test plan</i> . 3 - Cadastrar um novo plano de teste. 4 - Criar uma seção para registro dos métodos de validação ou verificação.	Parcial - 20%	A ferramenta não dá um suporte para o registro prévio de métodos de V&V e, assim, também não dá suporte para uma seleção automatizada desses métodos para o processo de validação e/ou verificação.

				A única forma de prover acesso a esses métodos é registra-los no plano de avaliação, de uma maneira estática.
A4 - Definir pessoal e responsabilidades	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para adição de usuários.</p> <p>2 - Cadastrar o usuário com as informações iniciais.</p> <p>3 - Atribuir um grupo ao usuário.</p> <p>4 - Atribuir permissões ao usuário criado.</p>	Parcial - 50%	Ainda que a ferramenta permita o cadastro e definição das pessoas associadas ao processo de validação e verificação, não existe espaço, na ferramenta, algum para a descrição de suas responsabilidades.
A5 - Identificar requisitos e restrições para validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Entrar na área de <i>test plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro dos requisitos e restrições de validação ou verificação.</p>	Parcial - 50%	Nesse ponto é possível identificar requisitos e restrições por meio do registro desses no plano de projeto, porém esses requisitos e restrições podem não levar em consideração os componentes do produto que podem ter sido selecionados Uma vez que a ferramenta não dispõe da função de seleção de componente de produto forma prévia.
A6 - Obter requisitos de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Entrar na área de <i>test plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro dos requisitos de ambiente.</p>	Parcial - 50%	Por não considerar componentes de produto na construção do plano, a ferramenta não possibilita um levantamento de requisitos de ambiente de forma ajustada e eficiente. Além disso, a ferramenta não apresenta uma função específica para tratamento de ambiente, de uma forma geral, portanto, a única forma de registrar os requisitos de ambiente é escrevê-los no próprio plano de V&V.
A7 - Estabelecer ambiente de validação ou verificação	Não Possui	-	-	-
A7 - Identificar tarefas para manter ambiente	Não possui	-	-	-
A8 - Identificar tarefas para controle de ambiente	Não possui	-	-	-
A10 -	Possui	1 - Logar na ferramenta com	Parcial	Por não apresentar uma

Determinar condições de validação e verificação		permissão para criar casos de teste. 2 - Registrar as condições de validação e/ou verificação no campo da escrita de cenários de aceitação (Given-When-Then)	- 80%	função de seleção de ambiente estabelecido e operante para o processo de V&V nem um a seleção de um componente de produto, a ferramenta não permite o alcance desta atividade em sua totalidade, uma vez que o ambiente e a possível seleção de um componente devem ser fatores levados em conta nesta etapa.
A11 - Determinar critérios validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para criar casos de teste. 2 - Registrar os critérios de validação e verificação na área indicada como <i>expected results</i> .	Parcial - 80%	Ainda por não apresentar funções de especificação de possíveis componentes de produtos selecionados e não observar um ambiente para os processos de validação e/ou verificação, a ferramenta não atende essa atividade de maneira completa, uma vez que, esses fatores são de extrema influência nessa etapa.
A12 - Determinar casos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para criar casos de teste. 2 - Cadastrar um documento de caso de teste com todas as informações referentes ao processo de validação ou verificação.	Total	A ferramenta propicia grande apoio no registro dos casos de V&V uma vez que essa possui um espaço específico, com informações relevantes para o registro de tais atividades e dados.
A13 - Determinar procedimentos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para reorganizar os casos de teste. 2 - Pressionar o botão <i>Re-order cases</i> . 3 - Utilizar o sistema <i>drag n' drop</i> para reorganizar os casos. 4 - Gerar uma organização baseada no procedimento de V&V.	Parcial - 80%	Embora a ferramenta consiga organizar a ordem de execução dos casos registrados, essa não provê funções para o alinhamento dessa execução com um ambiente definido e operante, fator que pode prejudicar o andamento do processo definido.
A14 - Executar procedimentos definidos	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para criar execuções de teste. 2 - Criar execução de teste baseada nos casos de teste ordenados. 3 - Indicar testador responsável pela execução dos casos com base no que foi descrito. 4 - Logar na ferramenta com permissão de executar os casos de teste. 5 - Observar as orientações descritas no caso.	Total	A ferramenta registra temporalmente a execução das avaliações que são providas e o momento em que elas são finalizadas. Ainda apresenta espaço para a inserção de links e documentos com informações das execuções dos casos. É importante notar que todas essas tarefas são inseridas de forma manual na ferramenta, além disso, para otimizar o processo de V&V recomendasse que seja utilizado ferramentas de teste em conjunto.

A15 - Reportar execução dos procedimentos	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de executar casos de teste. 2 - Selecionar a opção <i>Add CC</i> . 3 - Adicionar o e-mail de envio da execução de casos de teste. 4 - É possível adicionar mais de um e-mail selecionando a opção "+".	Total	A ferramenta atende totalmente esta atividade uma vez que dispõem do envio de e-mails, para os principais envolvidos na atividade de V&V, referentes à atualizações na execução dos casos de teste.
A16 - Comparar resultados obtidos com os esperados	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de executar casos de teste. 2 - Selecionar a opção <i>Adicionar bugs</i> . 3 - Adicionar um nome para o bug e um <i>link</i> que faz referência a esse bug.	Total	A atividade de comparar os resultados é possível uma vez que a ferramenta apresenta ao testador, por meio de texto indicativo, todos os resultados esperados e, na mesma tela, disponibiliza espaço para a inserção de um bug que pode ter sido identificado.
A17 - Identificar <i>Issues</i> e defeitos	Não possui	-	-	-
A18 - Reportar incidentes encontrados	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de visualizar execução de casos de testes. 2 - Selecionar o botão <i>report</i> .	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta funções para suporte na localização e tratamento de incidentes iguais ou parecidos, uma vez que os incidentes estão contidos apenas nos relatórios de execução de teste. Ainda que apresente uma área que disponibiliza todas as informações da execução dos casos de teste.
A19 - Identificar ativos reusáveis	Não possui	-	-	-
A20 - Reportar conclusão de validação ou verificação	Não possui	-	-	-

Fonte: Autores (2020)

4.1.2. Nitrate

A Nitrate foi selecionada visto as suas funcionalidades relacionadas ao processo de teste, tais como controle de acesso por meio de perfis, capacidade de cadastro de planos, ambientes, casos e execução de testes, além de gerar diversos relatórios sobre os dados. O Quadro 4 apresenta os resultados obtidos com a análise deste produto de software.

Quadro 4 – Análise da ferramenta Nitrate.

Tarefa do processo	Nitrate	Procedimento	Nível	Justificativa
A1 - Selecionar produtos ou componentes de produto	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de gerenciamento. 2 - Na aba Admin, selecionar a opção <i>management</i> . 3 - Selecionar <i>add</i> na linha <i>products</i> .	Parcial - 50%	A ferramenta não permite uma comunicação direta com o usuário para a definição de fatores mais relevante para o processo de validação ou

		<p>4 - Criar ou selecionar uma classificação para produto.</p> <p>5 - Especificar a versão do produto cadastrado.</p> <p>6 - Na aba de <i>planing</i>, selecionar a opção <i>new plan</i></p> <p>7 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>8 - Selecionar o produto especificado.</p>		<p>verificação, além disso, a ferramenta não apresenta uma função para a seleção de componente de produto na criação do plano de teste.</p>
A2 - Identificar conjunto de features	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de plano de teste.</p> <p>2 - Na aba <i>planning</i>, selecionar a opção <i>new plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Na área do plano destinada a escrita das informações gerais, registrar as features e/ou requisitos selecionados.</p>	Parcial - 20%	<p>A ferramenta não apresenta uma função específica para o registro e manutenção de <i>features</i> e requisitos e <i>features</i> selecionados. A única forma de identificar os requisitos e <i>features</i> a serem avaliadas é por meio do registro destes no plano de avaliação.</p>
A3 - Selecionar métodos de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Na aba <i>planning</i>, selecionar a opção <i>new plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro dos métodos de validação ou verificação.</p>	Parcial - 20%	<p>A ferramenta não apresenta uma função específica para de suporte ao registro prévio de métodos de V&V e, assim, também não dá suporte para a seleção desses métodos para o processo de Validação e/ou verificação. A única forma de prover acesso a esses métodos é registra-los no plano de avaliação, de uma maneira estática.</p>
A4 - Definir pessoal e responsabilidades	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para adição de usuários.</p> <p>2 - Cadastrar o usuário com as informações iniciais.</p> <p>3 - Atribuir um grupo ao usuário.</p> <p>4 - Atribuir permissões ao usuário criado.</p>	Parcial - 50%	<p>Ainda que a ferramenta permita o cadastro e definição das pessoas associadas ao processo de validação e verificação, não existe espaço, na ferramenta, para a descrição de suas responsabilidades.</p>
A5 - Identificar requisitos e restrições para validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Entrar na área de <i>test plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro dos requisitos e restrições de validação ou verificação.</p>	Parcial - 50%	<p>A ferramenta não apresenta função específica para o registro e tratamento de informações relacionadas a requisitos e restrições do processo de avaliação. A única forma de prover essa informação é registra-la no plano de teste.</p>
A6 - Obter requisitos de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Na aba de <i>planning</i>, selecionar a opção <i>new plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro dos requisitos de ambiente.</p>	Parcial - 80%	<p>Por não considerar componentes de produto na construção do plano, a ferramenta não possibilita um levantamento de requisitos de ambiente de forma ajustada e eficiente.</p>
A7 - Estabelecer	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com</p>	Parcial	<p>A ferramenta não apresenta</p>

ambiente de validação ou verificação		<p>permissão para cadastrar ambientes.</p> <p>2 - Na aba <i>environments</i>, selecionar a opção <i>groups</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>add new group</i>.</p> <p>4 - Cadastrar um grupo com o nome específico.</p> <p>5 - Selecionar, em <i>available propriets</i>, as propriedades que já existem para ambiente; ou criar novas propriedades de ambiente na opção <i>edit</i>.</p>	- 80%	funções para seleção de componentes de produto no momento do planejamento geral, portanto os requisitos de ambiente não levam em consideração tal fator, fazendo assim com que o ambiente levantado não esteja totalmente ajustado ao processo.
A7 - Identificar tarefas para manter ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Na aba de <i>planning</i>, selecionar a opção <i>new plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro de tarefas de manutenção de ambiente.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste.
A8 - Identificar tarefas para controle de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Na aba de <i>planning</i>, selecionar a opção <i>new plan</i>.</p> <p>3 - Cadastrar um novo plano de teste.</p> <p>4 - Criar uma seção para registro de tarefas de controle de ambiente.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste.
A10 - Determinar condições de validação e verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar planos de teste.</p> <p>2 - Em um plano de teste específico, na aba <i>cases</i>, selecionar a opção <i>write new case</i>.</p> <p>3 - Na janela de criação de casos de teste, registrar na parte <i>setup</i> as condições de validação ou verificação.</p>	Total	Neste ponto a ferramenta conta com um espaço específico para o registro de condições para execução do que é descrito no caso. A ferramenta ainda permite, nessa etapa, selecionar os componentes do produto que farão parte do caso de teste, bem como consultar o ambiente associado ao processo levantado.
A11 - Determinar critérios validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar planos de teste.</p> <p>2 - Em um plano de teste específico, na aba <i>cases</i>, selecionar a opção <i>write new case</i>.</p> <p>3 - Na janela de criação de casos de teste, registrar na parte <i>expected results</i> as condições de validação ou verificação.</p>	Total	A ferramenta apresenta um ponto específico para o registro dessas condições uma vez que conta com um espaço denominado <i>expected results</i> . A ferramenta ainda permite, nessa etapa, selecionar os componentes do produto que farão parte do caso de teste, bem como consultar o ambiente associado ao processo levantado.
A12 - Determinar casos de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar planos de teste.</p> <p>2 - Em um plano de teste específico, na aba <i>cases</i>, selecionar a opção <i>write new case</i>.</p>	Total	A ferramenta propicia grande apoio no registro dos casos de V&V uma vez que essa possui um espaço específico e organizado, com informações relevantes para o registro de

		3 - Na janela de criação de casos de teste, preencher todas as informações necessárias e relevantes. (ações, tipo de teste, responsável principal, <i>breakdowns</i> , etc).		tais atividades e dados.
A13 - Determinar procedimentos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para reorganizar os casos de teste. 2 - Pressionar o botão <i>Re-order cases</i> . 3 - Utilizar o sistema drag n' drop para reorganizar os casos. 4 - Gerar uma organização baseada no procedimento de V&V.	Total	A ferramenta tem a função de reorganizar os casos de teste da maneira que se deseja executá-los e ainda conta com a associação dos principais elementos orientadores dessa etapa. (ambiente, componentes, métodos, entre outros.)
A14 - Executar procedimentos definidos	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para criar execuções de teste. 2 - Na tela do plano de teste, na aba <i>test run</i> , selecionar a opção <i>create new run</i> . 3 - Indicar testador responsável pela execução dos casos com base no que foi descrito. 4 - Logar na ferramenta com permissão de executar os casos de teste. 5 - Observar as orientações descritas no caso. 6 - Selecionar a opção <i>runnig</i> para atribuir ao teste o status de iniciado.	Total	A ferramenta registra temporalmente a execução das avaliações que são providas e o momento em que elas são finalizadas. Ainda apresenta espaço para a inserção de links e documentos com informações das execuções dos casos. É importante notar que todas essas tarefas são inseridas de forma manual na ferramenta.
A15 - Reportar execução dos procedimentos	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de executar casos de teste. 2 - Na aba <i>testing</i> , selecionar a opção <i>my runs</i> . 3 - Na tela de execução de casos, selecionar a opção <i>Add CC</i> . 4 - Adicionar o e-mail de envio da execução de casos de teste. 5 - É possível adicionar mais de um e-mail selecionando a opção "+".	Total	A ferramenta atende totalmente esta atividade uma vez que dispõem do envio de e-mails, para os principais envolvidos na atividade de V&V, referentes as atualizações na execução dos casos de teste.
A16 - Comparar resultados obtidos com os esperados	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de executar casos de teste. 2 - Na aba <i>testing</i> , selecionar a opção <i>my runs</i> . 3 - Na tela de execução de casos, selecionar a opção <i>add</i> na área destina ao <i>test log</i> . 4 - Registrar uma ocorrência com nome e um link para mais informações.	Total	A atividade de comparar os resultados é possível uma vez que a ferramenta apresenta ao testador, por meio de texto indicativo, todos os resultados esperados e, na mesma tela, disponibiliza espaço para a inserção de um bug que pode ter sido identificado.
A17 - Identificar <i>Issues</i> e defeitos	Não possui	-	-	-
A18 - Reportar incidentes encontrados	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de visualizar execução de casos de testes. 2 - Na aba <i>testing</i> , selecionar a opção <i>my runs</i> . 3 - Na tela de execução de casos,	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta função que dê suporte para a localização e tratamento de incidentes iguais ou parecidos, uma vez que os incidentes estão contidos

		selecionar o botão <i>report</i> .		apenas nos relatórios de execução de teste. Ainda que apresente uma tela com todas as informações relevantes da execução dos casos de teste.
A19 - Identificar ativos reusáveis	Não possui	-	-	-
A20 - Reportar conclusão de validação ou verificação	Não possui	-	-	-

Fonte: Autores (2020)

4.1.3. Testlink

Os principais fatores que deram suporte para a seleção da ferramenta Testlink foram, além das funcionalidades para a gestão do processo de testes, apresentar funcionalidades relacionadas com a especificação de requisitos, funções para a definição de ambiente e funções de customização de dados inseridos durante o planejamento e execução da estratégia de testes. O Quadro 5 apresenta os resultados obtidos com a análise deste produto de software.

Quadro 5 – Análise da ferramenta Testlink.

Tarefa do processo	Testlink	Procedimento	Nível	Justificativa
A1 - Selecionar produtos ou componentes de produto	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de gerenciamento. 2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção gerenciar campos personalizados. 3 - Selecionar a opção criar. 4 - Adicionar as informações para registro de produtos e associá-las ao plano de teste. 5 - Repetir o procedimento para cadastrar componente de produto. 6 - Selecionar a opção <i>Acrescentar e atribuir</i> . 7 - De volta ao menu principal, selecionar a opção <i>Gerenciar plano de teste</i> . 8 - Na tela de gerencia de plano, selecionar a opção <i>Criar</i> . 9 - Preencher o campo de produto e componente.	Parcial - 80%	A ferramenta não permite uma comunicação direta com o usuário para a definição de fatores mais relevante para o processo de validação ou verificação, além disso, o registro do produto e de seus componentes não é uma funcionalidade nativa da ferramenta.
A2 - Identificar conjunto de features	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de especificação de requisitos. 2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção <i>Especificar requisitos</i> . 3 - Selecionar a opção <i>Adicionar nova especificação de requisito</i> . 4 - Preencher com as informações de categorização de requisitos necessária. 5 - No menu à esquerda, selecionar a categoria cadastrada. 6 - Selecionar a opção de Ações.	Parcial - 50%	Embora a ferramenta apresente funções específicas para registro e manipulação de features, a sua seleção e associação com o processo de validação ou verificação só é possível no momento de criação dos casos de teste.

		<p>7 - Selecionar a opção <i>Criar novo requisito</i>.</p> <p>8 - Preencher as informações e selecionar a opção <i>Gravar</i>.</p> <p>9 - Durante a criação de casos de teste, selecionar a opção <i>Atribuir Requisitos</i>.</p>		
A3 - Selecionar métodos de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Selecionar, no menu direito, a opção <i>Gerenciar Plano de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>Criar</i> (ou editar para um plano já existente).</p> <p>4 - Na descrição, criar uma seção para o registro dos métodos que serão usados.</p>	Parcial - 50%	A ferramenta não apresenta uma função específica para o registro prévio de métodos de V&V e, assim, também não dá suporte para a seleção desses métodos para o processo de validação e/ou verificação. Mas, é possível forçar o registro dessas informações por meio da função de campo personalizável.
A4 - Definir pessoal e responsabilidades	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para adição de usuários e gerenciamento de perfis.</p> <p>2 - No menu esquerdo, selecionar a opção <i>Permissão de usuário</i>.</p> <p>3 - No menu de permissões, selecionar a aba <i>Ver usuários</i>.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Criar</i>.</p> <p>5 - Cadastrar o usuário com as informações iniciais.</p> <p>6 - Selecionar a aba <i>Atribuir papéis</i> do projeto.</p> <p>7 - Atribuir o papel de cada usuário utilizando o sistema de <i>dropdown</i>.</p>	Total	A ferramenta apresenta um sistema de registro de perfis, que garante permissões às funcionalidades específicas da ferramenta. Ainda conta com um espaço para a descrição dos perfis, espaço esse que pode ser utilizado para especificação das responsabilidades do perfil.
A5 - Identificar requisitos e restrições para validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Selecionar, no menu direito, a opção <i>Gerenciar Plano de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>criar</i> (ou editar para um plano já existente).</p> <p>4 - Na descrição, criar uma seção para o registro das restrições da validação ou verificação.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro e tratamento de informações relacionadas a requisitos e restrições do processo de avaliação. A única forma de prover essa informação é registra-la no plano de teste. É possível forçar o registro dessas informações por meio da função de campo personalizável.
A6 - Obter requisitos de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Selecionar, no menu direito, a opção <i>Gerenciar Plano de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>criar</i> (ou editar para um plano já existente).</p> <p>4 - Na descrição, criar uma seção para o registro dos requisitos de ambiente.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta uma funcionalidade específica para registro e consulta dos requisitos de ambiente. Só sendo possível registrá-lo de uma maneira estática. É possível forçar o registro dessas informações por

				meio da função de campo personalizável.
A7 - Estabelecer ambiente de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastrar plataformas.</p> <p>2 - No menu esquerdo, selecionar a opção gerenciamento de plataforma.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>Criar</i> (ou editar para as plataformas já existentes).</p> <p>4 - Prover as informações necessárias para o cadastro.</p> <p>5 - Selecionar a opção gravar.</p> <p>6 - Na tela principal do projeto, no menu a direita, selecionar a opção <i>Adicionar/Remover Plataforma</i>.</p> <p>7 - Selecionar o ambiente necessário para a execução do processo de V&V.</p>	Total	A ferramenta apresenta função de adição de plataformas dando a possibilidade de descrição do ambiente de forma livre e ainda leva em conta tanto os produtos selecionados quanto os componentes de produto, uma vez que foram definidos no plano de teste.
A7 - Identificar tarefas para manter ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Selecionar, no menu direito, a opção <i>Gerenciar Plano de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção criar (ou editar para um plano já existente).</p> <p>4 - Na descrição, criar uma seção para o registro das tarefas de manutenção de ambiente.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste. É possível forçar o registro dessas informações por meio da função de campo personalizável.
A8 - Identificar tarefas para controle de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para criar plano de testes.</p> <p>2 - Selecionar, no menu direito, a opção <i>Gerenciar Plano de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção criar (ou editar para um plano já existente).</p> <p>4 - Na descrição, criar uma seção para o registro das atividades de controle.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste. É possível forçar o registro dessas informações por meio da função de campo personalizável.
A10 - Determinar condições de validação e verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste.</p> <p>2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção <i>Especificar casos de teste</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>Adicionar novo suíte de teste</i>.</p> <p>4 - Preencher com as informações para o cadastro de suíte necessárias.</p> <p>5 - No menu à esquerda, selecionar o suíte cadastrado.</p> <p>6 - Selecionar a opção <i>Ações</i>.</p> <p>7 - Selecionar a opção <i>Criar caso de teste</i>.</p> <p>8 - Nas informações solicitadas para o cadastro, preencher a seção Pré-</p>	Total	Neste ponto a ferramenta conta com um espaço específico para o registro de condições para execução do que é descrito no caso. E ainda as exibe durante a execução do caso.

		condições. 9 - Selecionar a opção <i>Criar</i> .		
A11 - Determinar critérios validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste. 2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção <i>Especificar casos de teste</i> . 3 - No menu esquerdo, selecionar o caso de teste que se deseja adicionar critérios. 4 - Selecionar a opção <i>Adicionar passo</i> . 5 - Preencher a seção <i>Resultados esperados</i> . 6 - Selecionar a opção <i>gravar</i> .	Total	A ferramenta apresenta um ponto específico para o registro dessas condições uma vez que conta com um espaço denominado <i>resultados esperados</i> .
A12 - Determinar casos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste. 2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção <i>Especificar casos de teste</i> . 3 - Selecionar a opção <i>Adicionar novo suíte de teste</i> . 4 - Preencher com as informações para o cadastro de suíte necessárias. 5 - No menu à esquerda, selecionar o suíte cadastrado. 6 - Selecionar o menu de ações. 7 - Selecionar a opção <i>Criar caso de teste</i> . 8 - Nas informações solicitadas para o cadastro, preencher todas as informações necessárias. (ações, pré-condições, resultados esperados, requisitos associados e anexos). 9 - Na página inicial, no meu direito, selecionar a opção <i>Adicionar/Remover Casos</i> . 10 - Selecionar suíte de casos associados ao plano de teste. 11 - Selecionar o testador responsável 12 - Selecionar a opção <i>Salvar ordem</i> .	Total	A ferramenta propicia grande apoio no registro dos casos de V&V uma vez que essa possui um espaço específico e organizado, com informações relevantes para o registro de tais atividades e dados.
A13 - Determinar procedimentos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste. 2 - Selecionar, no menu esquerdo, a opção <i>Especificar casos de teste</i> . 3 - No menu esquerdo, selecionar e arrastar os casos de teste conforme a ordem de execução.	Total	A ferramenta tem a função de reorganizar os casos de teste da maneira que se deseja executá-los e ainda conta com a associação dos principais elementos orientadores dessa etapa. (ambiente, componentes, métodos, entre outros.)
A14 - Executar procedimentos definidos	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para executar casos de teste. 2 - No menu direito da tela inicial, selecionar a opção <i>Executar testes</i> . 3 - Na tela de execução, no menu da esquerda, selecionar a configuração da execução do caso. 4 - Ainda no menu esquerdo, selecionar o caso de teste a ser executado. 5 - Para cada passo listado no caso, preencher as informações de execução.	Total	A ferramenta registra a execução das avaliações que são providas e o momento em que elas são finalizadas. Ainda apresenta espaço para a inserção de links e documentos com informações das execuções dos casos. É importante notar que todas essas tarefas são

				inseridas de forma manual na ferramenta, incluindo o tempo de execução.
A15 - Reportar execução dos procedimentos	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para visualizar execução de teste.</p> <p>2 - No menu da direita, selecionar a opção <i>Executar teste</i>.</p> <p>3 - Na tela de execução, no menu da esquerda, selecionar o caso de teste que se deseja analisar.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Passos de teste executados</i>.</p> <p>5 - Analisar as informações fornecidas na forma de relatório.</p>	Parcial - 50%	A ferramenta não apresenta a função de apresentação de resultados de execução em tempo real e também não trabalha com o sistema de envio de mensagens ou e-mail para sinalizar a conclusão dos procedimentos.
A16 - Comparar resultados obtidos com os esperados	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para visualizar execução de teste.</p> <p>2 - No menu da direita, selecionar a opção <i>Executar teste</i>.</p> <p>3 - Na tela de execução, no menu da esquerda, selecionar o caso de teste que se deseja analisar.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Passos de teste executados</i>.</p> <p>5 - Analisar as informações fornecidas na forma de relatório.</p>	Total	A atividade de comparar os resultados é possível uma vez que a ferramenta apresenta ao testador, por meio de texto indicativo, todos os resultados esperados e, na mesma tela, e ainda disponibiliza, em forma de relatório, as percepções do testador para cada passo executado e cada comparação obtida.
A17 - Identificar <i>Issues</i> e defeitos	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para executar casos de teste.</p> <p>2 - No menu direito da tela inicial, selecionar a opção <i>Executar testes</i>.</p> <p>3 - Na tela de execução, no menu da esquerda, selecionar a configuração da execução do caso.</p> <p>4 - Ainda no menu esquerdo, selecionar o caso de teste a ser executado.</p> <p>5 - No registro das informações de execução, especificar se o que foi encontrado foi um defeito ou uma <i>issue</i>.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta uma função nativa para o tratamento da categorização dos problemas encontrados, mas apresenta integração com ferramentas que apresentam essa funcionalidade (bugtrackers).
A18 - Reportar incidentes encontrados	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão de visualizar os relatórios gerados a partir da execução dos casos.</p> <p>2 - No menu direito da tela inicial, selecionar a opção <i>Relatórios e Métricas</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção de relatório desejada.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta uma função nativa para o tratamento de incidentes parecidos ou relacionados, porém, apresenta integração com ferramentas que possuem essa funcionalidade (bugtrackers). A ferramenta ainda conta com documentos muito bem estruturados com todas as informações relevantes da execução dos casos de teste.
A19 - Identificar ativos reusáveis	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar palavras-chave e casos de</p>	Parcial - 80%	É possível identificar somente os casos de

		<p>teste.</p> <p>2 - No menu esquerdo da tela inicial, selecionar a opção <i>Gerenciar palavras-chave</i>.</p> <p>3 - Selecionar a opção <i>Criar</i>.</p> <p>4 - Inserir as informações solicitadas e selecionar a opção <i>Gravar</i>.</p> <p>5 - De volta ao menu inicial, selecionar no menu esquerdo a opção <i>Especificar casos de teste</i>.</p> <p>6 - Ao selecionar o caso de teste desejado, clicar no campo <i>Palavra-chave</i>.</p> <p>7 - Adicionar a palavra-chave que indica que aquele elemento é recusável.</p>		<p>teste que podem ser reutilizados por meio da funcionalidade de palavras-chave. Mas, a ferramenta permite a reutilização de diversos elementos de um projeto e plano de testes por meio do sistema de importação/exportação de elementos.</p>
A20 - Reportar conclusão de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar plano de testes.</p> <p>2 - No menu direito da tela inicial, selecionar a opção <i>Gerenciar plano de teste</i>.</p> <p>3 - Na aba de <i>Ativo</i>, clicar no ícone de lâmpada e inativar o plano.</p>	Total	<p>O sistema associa ao plano de teste a função de atividade/inatividade assim, é possível alterar um plano de ativo para inativo quando se quer indicar que o processo de V&V foi concluído.</p>

Fonte: Autores (2020)

4.1.4. Testopia

A ferramenta foi selecionada pois, além de estar associada à uma plataforma bastante popular no rastreamento de *bugs*, ela apresenta funções de gerência e administração do processo de planejamento de testes, criação de casos, definição de ambientes de execução e diversas funções de gerenciamento da execução dos casos de teste. O Quadro 6 apresenta os resultados obtidos com a análise deste produto de software.

Quadro 6 – Análise da ferramenta Testopia.

Tarefa do processo	Testopia	Procedimento	Nível	Justificativa
A1 - Selecionar produtos ou componentes de produto	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão de gerenciamento de produtos.</p> <p>2 - Selecionar a aba de administração.</p> <p>3 - Na lista disposta, selecionar a opção <i>Product</i>.</p> <p>4 - Na região inferior da tela de produtos, selecionar a opção <i>Add</i>.</p> <p>5 - Preencher os campos de cadastro e selecionar a opção <i>Add</i>.</p> <p>6 - Na tela de exibição das informações do produto, selecionar a opção <i>Edit component</i>.</p> <p>7 - Na tela de componentes associados ao produto, selecionar a opção <i>Add</i>.</p> <p>8 - Preencher os campos de cadastro de componentes e selecionar a opção <i>Add</i>.</p>	Parcial - 80%	<p>A ferramenta não permite uma comunicação direta com o usuário para a definição de fatores mais relevante para o processo de validação ou verificação, além disso, o registro do produto e de seus componentes não é uma funcionalidade nativa da ferramenta.</p>
A2 - Identificar conjunto de features	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i>.</p> <p>3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro dos</p>	Parcial - 20%	<p>A ferramenta não apresenta função específica para o registro e manutenção das features relacionadas ao</p>

		métodos que serão utilizados. 4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i> .		processo de V&V portanto, esse registro só pode ser feito no plano de teste de maneira estática.
A3 - Selecionar métodos de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste. 2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i> . 3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro do conjunto de features. 4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i> .	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro e manutenção dos métodos do processo de V&V portanto, esse registro só pode ser feito no plano de teste de maneira estática.
A4 - Definir pessoal e responsabilidades	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão de gerenciamento de usuários e de grupos. 2 - Selecionar a aba de administração. 3 - Na lista disposta, selecionar a opção <i>Groups</i> . 4 - Na região inferior da tela de produtos, selecionar a opção <i>Add Group</i> . 5 - Preencher os campos de cadastro e selecionar a opção <i>Add</i> . 6 - De volta para a tela de administração, selecionar a opção <i>Users</i> . 7 - Na tela de usuários, selecionar a opção <i>Add a new user</i> . 8 - Preencher os campos de cadastro de usuário e associá-lo a um grupo. 9 - Selecionar a opção <i>Add</i> .	Total	A ferramenta apresenta um sistema de registro de grupos, que garante permissões às funcionalidades específicas da ferramenta e contam com um espaço de descrição do grupo, que pode ser utilizado para indicar a responsabilidade dos integrantes do grupo.
A5 - Identificar requisitos e restrições para validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste. 2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i> . 3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro de dos requisitos e restrições da validação e verificação. 4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i> .	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro e tratamento de informações relacionadas a requisitos e restrições do processo de avaliação. A única forma de prover essa informação é registra-la no plano de teste.
A6 - Obter requisitos de ambiente	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste. 2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i> (ou selecionar um plano já existente). 3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro dos requisitos de ambiente. 4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i> .	Parcial - 50%	A ferramenta não apresenta uma funcionalidade específica para registro e consulta dos requisitos de ambiente. Só sendo possível registrá-lo de uma maneira estática.
A7 - Estabelecer ambiente de validação ou verificação	Possui	1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastrar ambientes. 2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i> . 3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado. 4 - No menu central, selecionar a aba <i>Environments</i> . 5 - Selecionar a opção <i>Add new</i>	Total	A ferramenta apresenta função de adição de plataformas dando a possibilidade de descrição do ambiente de forma livre e ainda leva em conta tanto os produtos selecionados

		<p><i>Environment.</i></p> <p>6 - Preencher as informações solicitadas e selecionar a opção <i>Add</i>.</p> <p>7 - Na tela de ambiente, no menu à direita, fornecer as informações de hardware e software.</p>		quanto os componentes de produto, uma vez que foram definidos no plano de teste.
A7 - Identificar tarefas para manter ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i> (ou selecionar um plano já existente).</p> <p>3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro de tarefas para manutenção de ambiente.</p> <p>4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i>.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste.
A8 - Identificar tarefas para controle de ambiente	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para cadastro de planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Plan</i> (ou selecionar um plano já existente).</p> <p>3 - Na região para descrição do plano, criar uma seção para o registro de tarefas para controle de ambiente de ambiente.</p> <p>4 - Na região inferior do plano, selecionar a opção <i>Submit</i>.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta não apresenta função específica para o registro dessas tarefas e não as relaciona diretamente com o ambiente levantado. Portanto, só é possível essa associação por meio do plano de teste.
A10 - Determinar condições de validação e verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Case</i>.</p> <p>3 - Selecionar na lista de planos o plano de teste que o caso será associado.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Use selected</i>.</p> <p>5 - Selecionar a aba <i>setup procedures</i>.</p> <p>6 - Registrar as condições na área de texto indicada como <i>Setup</i>.</p>	Total	Neste ponto a ferramenta conta com um espaço específico para o registro de condições para execução do que é descrito no caso. E ainda as exibe durante a execução do caso.
A11 - Determinar critérios validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Case</i>.</p> <p>3 - Selecionar na lista de planos o plano de teste que o caso será associado.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Use selected</i>.</p> <p>5 - Selecionar a aba <i>actions</i>.</p> <p>6 - Registrar os critérios na área de texto indicada como <i>Expected results</i>.</p>	Total	A ferramenta apresenta um ponto específico para o registro desses critérios uma vez que conta com um espaço denominado <i>resultados esperados</i> .
A12 - Determinar casos de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Case</i>.</p> <p>3 - Selecionar na lista de planos o plano de teste que o caso será associado.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Use selected</i>.</p> <p>5 - Preencher as informações iniciais do caso de teste.</p> <p>6 - Navegar nas abas da área inferior e preencher com as informações solicitadas.</p> <p>7 - Selecionar a opção <i>Submit</i>.</p>	Total	A ferramenta propicia grande apoio no registro dos casos de V&V uma vez que essa possui um espaço específico e organizado, com informações relevantes para o registro de tais atividades e dados.
A13 - Determinar procedimento	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos e planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p>	Parcial - 20%	A ferramenta apresenta a função de reorganizar os casos de teste da

s de validação ou verificação		<p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test cases</i>.</p> <p>5 - Selecionar, na região superior, o botão <i>Sort</i>.</p> <p>6 - Selecionar a opção de organizar os casos de teste.</p>		<p>maneira precária, contendo poucas opções de reorganização além disso, não apresenta uma obrigatoriedade de execução da ordem dos casos. Mas, ainda conta com a associação dos principais elementos orientadores dessa etapa. (ambiente, componentes, métodos, entre outro.)</p>
A14 - Executar procedimentos definidos	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para executar casos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>New Run</i>.</p> <p>3 - Selecionar na lista de planos o plano de teste que o caso será associado.</p> <p>4 - Selecionar a opção <i>Use selected</i>.</p> <p>5 - Selecionar os casos de teste associados ao plano que serão executados.</p> <p>6 - Preencher as informações necessárias na parte inferior do cadastro de execução.</p> <p>7 - Selecionar a opção <i>submit</i>.</p> <p>8 - Na tela de execução de caso, selecionar o caso que será executado.</p> <p>9 - Navegar nas abas disponíveis para registro de informações sobre a execução do caso de teste.</p>	Total	<p>A ferramenta registra a execução das avaliações que são providas e o momento em que elas são finalizadas. Ainda apresenta espaço para a inserção de links e documentos com informações das execuções dos casos. É importante notar que todas essas tarefas são inseridas de forma manual na ferramenta.</p>
A15 - Reportar execução dos procedimentos	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para visualizar os relatórios de plano de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test plan</i>.</p> <p>5 - Selecionar o plano de teste que se deseja visualizar.</p> <p>6 - Na região superior do plano, selecionar o dropdown <i>view</i>.</p> <p>7 - Selecionar o dropdown <i>reports</i>.</p> <p>8 - Selecionar a opção <i>new run status report</i>.</p>	Parcial - 50%	<p>Embora apresente telas elegantes de relatório, estes não são gerados em tempo real, além disso, não conta com nenhuma função de envio de notificações relacionadas a execução dos casos de teste. A menos que essa notificação esteja associada a um bug descrito.</p>
A16 - Comparar resultados obtidos com os esperados	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para visualizar os relatórios de plano de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test run</i>.</p> <p>5 - Selecionar a execução de teste que se deseja visualizar.</p> <p>6 - Selecionar primeiramente a aba de <i>actions</i> e analisar as informações de resultados esperados.</p> <p>7 - Logo após, selecionar a aba de notas</p>	Parcial - 80%	<p>A ferramenta, embora disponibilize a função de comparar o esperado com o obtido, é uma função que é empregada de forma custosa. O que pode tornar a atividade difícil.</p>

		e analisar as informações registradas pelo testador.		
A17 - Identificar <i>Issues</i> e defeitos	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar os relatórios de plano de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test run</i>.</p> <p>5 - Selecionar a execução de teste que se deseja gerenciar.</p> <p>6 - Selecionar primeiramente a aba de <i>bugs</i>.</p> <p>7 - Logo após, selecionar a opção <i>file a new bug</i>.</p> <p>8 - Na ferramenta Bugzilla, fazer o registro do bug e identificá-lo da devida forma.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta uma função nativa para o tratamento da categorização dos problemas encontrados, mas, apresenta integração com ferramenta que apresenta essa funcionalidade.
A18 - Reportar incidentes encontrados	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar os relatórios de plano de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test run</i>.</p> <p>5 - Selecionar a execução de teste que se deseja gerenciar.</p> <p>6 - Selecionar primeiramente a aba de <i>bugs</i>.</p> <p>7 - Logo após, selecionar a opção <i>file a new bug</i>.</p> <p>8 - Na ferramenta Bugzilla, fazer o registro do bug e identificá-lo da devida forma.</p>	Parcial - 80%	A ferramenta não apresenta uma função nativa para o tratamento de incidentes parecidos ou relacionados, porém, apresenta integração com ferramenta que possui essa funcionalidade.
A19 - Identificar ativos reusáveis	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos e planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test cases</i>.</p> <p>5 - Selecionar o caso de teste desejado.</p> <p>6 - No campo <i>tag</i> preencher com uma indicação de que o elemento é reusável.</p>	Parcial - 80%	É possível identificar somente os casos de teste e execução de teste que podem ser reutilizados por meio da funcionalidade de <i>tag</i> . Mas, a ferramenta permite a reutilização de diversos elementos de um projeto e plano de testes por meio do sistema de exportação e clonagem de elementos.
A20 - Reportar conclusão de validação ou verificação	Possui	<p>1 - Logar na ferramenta com permissão para gerenciar casos e planos de teste.</p> <p>2 - Selecionar a aba <i>Product Dashboard</i>.</p> <p>3 - No menu esquerdo, selecionar a categoria e o produto desejado.</p> <p>4 - No menu central, selecionar a aba <i>test plans</i>.</p> <p>5 - Selecionar o plano de teste desejado.</p> <p>6 - Na região superior do plano, selecionar o dropdown <i>file</i>.</p>	Total	O sistema associa ao plano de teste a função de conclusão assim, é possível alterar um plano de teste para alcançado quando se quer indicar que o processo de V&V foi concluído.

Fonte: Autores (2020)

4.2. Consolidação dos Resultados

Como etapa final da análise, foi executada uma consolidação final dos resultados de aderência obtidos. Nesta consolidação foram comparados todos os níveis de aderência de cada uma das ferramentas, bem como o número de ocorrência. Para além desses dados, a seleção da ferramenta contou com questões de cunho subjetivo, como facilidade de instalação, formato de notificações e facilidade na execução dos procedimentos listados.

A ferramenta Kiwi TCMS apresentou uma baixa aderência ao processo proposto, uma vez que deixou de atender 6 atividades apresentadas pelo material proposto. As atividades que não foram atendidas estão diretamente relacionadas com o levantamento, controle e manutenção do ambiente; as atividades relacionadas à conclusão do processo de validação e verificação e a tarefa que condiz com a categorização e comparação de incidentes encontrados durante a execução do processo. Além disso, a ferramenta apresentou poucos casos de total aderência com o processo de validação e verificação, fator que não a qualifica para o uso e a aplicação em um contexto real de suporte às tarefas do processo apresentado. Utilizando os níveis apresentados, a ferramenta indicou 4 casos totalmente aderentes, 4 casos parciais em 80%, 4 casos parciais em 50%, 2 casos parciais em 20% e 6 casos não aderentes.

A ferramenta Nitrate apresentou uma aderência superior a Kiwi TCMS, porém ainda continua apresentando uma baixa aderência ao processo. A ferramenta Nitrate, por sua vez, deixa de atender 3 das 20 atividades especificadas no processo. As atividades que não foram atendidas estão ligadas com a ausência de funcionalidades para a categorização de incidentes identificados durante a execução do processo de V&V e com a ausência de funcionalidades de suporte à conclusão do processo. A Nitrate apresentou um grau de aderência maior, visto que contou com 7 atividades totalmente aderentes, porém é uma performance inferior quando comparada com as outras ferramentas analisadas. Utilizando os níveis apresentados, a ferramenta indicou 7 casos totalmente aderentes, 3 casos parciais em 80%, 3 casos parciais em 50%, 4 casos parciais em 20% e 3 casos não aderentes.

A ferramenta Testopia apresentou uma aderência superior e bem mais relevante ao processo de V&V proposto pela pesquisa, quando comparada com as duas anteriores. A ferramenta Testopia não apresentou nenhum caso de aderência nula com o processo para Validação e Verificação, dando, portanto, a possibilidade de executar o processo por inteiro, ainda que algumas atividades de forma parcialmente baixa. Embora tenha demonstrada aderência relevante ao processo, a Testopia apresentou uma quantidade elevada de atividades que são executadas de forma parcial, porém com uma baixa relação na execução dessas tarefas com as funcionalidades da ferramenta. Assim, a ferramenta não foi a melhor a operacionalizar o processo proposto pela pesquisa. As atividades que apresentam uma baixa aderência com a ferramenta em questão são as relacionadas à etapa de planejamento do processo de validação e verificação, manutenção e controle de ambiente e especificação dos procedimentos para V&V. Utilizando os níveis apresentados, a ferramenta indicou 7 casos totalmente aderentes, 5 casos parciais em 80%, 2 casos parciais em 50%, 6 casos parciais em 20% e nenhum caso não aderente.

A ferramenta Testlink apresentou uma aderência satisfatória ao processo proposto pela pesquisa, apresentando poucas atividades com o grau de correspondência parcialmente baixo e não apresentou nenhuma atividade não aderente. A análise da ferramenta Testlink apontou o maior número de atividades do processo totalmente aderente e os melhores índices nas atividades caracterizadas como parcialmente aderentes. As

atividades que se alinham de uma forma parcial baixa estão diretamente relacionadas com o controle e a manutenção do ambiente para validação e verificação. Por apresentar os melhores resultados de aderência e, quando comparada às outras ferramentas, apresentar a melhor performance, a ferramenta Testlink foi selecionada para dar apoio ferramental à aplicação e execução do processo de V&V proposto pela pesquisa. Utilizando os níveis apresentados, a ferramenta indicou 9 casos totalmente aderentes, 6 casos parciais em 80%, 3 casos parciais em 50%, 2 casos parciais em 20% e nenhum caso não aderente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada teve como principal objetivo apresentar uma seleção e análise ferramental para auxiliar a execução de um processo para validação e verificação aderentes à norma ISO/IEC/IEEE 29119 e ao modelo CMMI-DEV. Para tal, foram estabelecidos um conjunto de atividades bem definidas que ajudaram na criação de critérios e estruturas para a execução da análise pretendida. A análise foi feita sobre quatro ferramentas que foram selecionadas mediante o atendimento dos critérios estabelecidos, assim como em suas principais *features*.

Este trabalho deixa como contribuição a análise ferramental executada tomando como base o processo para V&V proposto, partindo de uma estrutura bem definida que explicita a aderência de cada ferramenta aos objetivos centrais de cada tarefa especificada no processo. Ademais, a pesquisa entrega a consolidação dos resultados da análise com a indicação de qual, entre das ferramentas analisadas, é a mais indicada para dar suporte à execução do processo de V&V definido.

Ainda que o trabalho apresente um conjunto de atividades bem definidas, este ainda não apresenta o uso da ferramenta em contexto real, fator que pode ocultar alguma inconsistência na aderência realizada. Assim, como trabalho futuro, pretende-se descrever o uso da ferramenta quando utilizada como suporte na execução do processo de validação e verificação proposto. Ademais, objetiva-se aplicar o processo, utilizando a ferramenta selecionada, no contexto de uma empresa desenvolvedora de software que pretenda implementar as atividades de validação e verificação de seus produtos. Pretende-se, ainda, realizar uma avaliação qualitativa tomando por base os resultados que serão obtidos da execução do processo. Esta avaliação será obtida por meio da aplicação de questionários aos participantes do processo de validação e verificação e os dados serão consolidados utilizando atividades bem estruturadas e fundamentadas.

Referências Bibliográficas

de Amorim, D. G., de Farias Júnior, I., Júnior, N. L., & Mendonça, M. (2016). Gerenciamento de Teste de Software: Um comparativo entre Ferramentas Open Source. *GESTÃO. Org: Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 14.

SEI - Software Engineering Institute (2010). CMMI® for Development, Version 1.3, Improving processes for developing better products and services. *no.* CMU/SEI-2010-TR-033. Software Engineering Institute.

Borges, H., Hora, A., & Valente, M. T. (2016). Understanding the factors that impact the popularity of GitHub repositories. In *2016 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)* (pp. 334-344). IEEE.

Borges, H. S. (2018). Characterizing and predicting the popularity of github projects. (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Delamaro, M., Jini, M., & Madonado, J. (2013). *Introdução ao teste de software*. Elsevier Brasil.

Eghbal, N. (2016). *Roads and bridges: The unseen labor behind our digital infrastructure*. Ford Foundation.

GARCIA, F. D. S., OLIVEIRA, S. R. B., SALVIANO, C. F., & VASCONCELOS, A. M. L. (2016) Uma abordagem para a implementação multi-modelos de qualidade de software adotando a CERTICS e o CMMI-DEV. Dissertação de Mestrado, PPGCC/UFGA, Belém, Pará, Brasil.

Github (2020). Built for developers. Disponível em: <https://github.com/>

ISO – International Organization for Standardization, (2013). I. O. for Standardization., International Electrotechnical Commission., and Institute of Electrical and Electronics Engineers., “ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013 - Software and systems engineering -- Software testing -- Part 2: Test processes.”

License, G. G. P. (1989). GNU General Public License. *Retrieved December, 25, 2014.*

Initiative, O. S. (2013). Mozilla Public License 2.0 (MPL-2.0); 2013 .

de Mello, M. S. (2011). *Melhoria de processos de software multi-modelos baseada nos modelos MPS e CMMI-DEV* (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Mendoza, I., Kalinowski, M., Souza, U., & Felderer, M. (2019). Relating verification and validation methods to software product quality characteristics: results of an expert survey. In *International Conference on Software Quality* (pp. 33-44). Springer, Cham.

Mombach, T., Valente, M. T., Chen, C., Bruntink, M., & Pinto, G. (2018). Open source development around the world: A comparative study. *arXiv preprint arXiv:1805.01342*.

Mota, T. B., de Oliveira Júnior, A. M. C., & de Freitas, A. F. (2016). Desenvolvimento e uso de um software de gestão sob a ótica das dimensões organizacional, tecnológica e humana em empresas públicas. *Navus-Revista de Gestão e Tecnologia*, 6(3), 70-87.

Pressman, R. S. (2009). *Engenharia de software – uma abordagem profissional* (7ª ed.). Porto Alegre: Amgh Editora.