

Principais Desafios e Problemas de Processos de Software no Contexto do Desenvolvimento Global de Software: um Mapeamento Sistemático

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4296

Marcela Gomes Pinheiro - marcela.gomes01@outlook.com
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Gabriel Medeiros Macedo - gabriellmacedo25@hotmail.com
Centro Federal de Educação Tecnológica

Gabriella Castro Barbosa Costa Dalpra - gabriellacbc@gmail.com
CEFET MG

Resumo: O Desenvolvimento Global de Software (DSG) tem como objetivo reduzir os custos e o tempo de desenvolvimento por meio da reutilização de artefatos desenvolvidos por terceiros, da distribuição da carga de trabalho e do compartilhamento de conhecimento. Esses objetivos provocaram mudanças revolucionárias nas práticas e nos processos convencionais de desenvolvimento de software. Considerando o cenário do DSG, os processos de software enfrentam vários desafios e problemas. Este trabalho apresenta uma visão geral da literatura atual sobre os desafios e problemas dos processos de software no contexto do GSD e as principais propostas, soluções e ferramentas que foram adotadas para resolvê-los. A visão geral apresentada foi resultado de um estudo de mapeamento sistemático. Como resultado, foram encontrados 81 estudos e, após a aplicação de três filtros de seleção, foram selecionados 50 estudos. Em resumo, os principais problemas enfrentados são as dificuldades decorrentes de ambientes geograficamente distribuídos, problemas de gerenciamento, falta de um modelo formal e padronizado e a necessidade de realizar melhorias e manutenção durante o processo de software. Além disso, uma lista de ferramentas que podem ser usadas para minimizar esses problemas foi definida com base nos artigos analisados. A principal contribuição do artigo é servir como base motivacional para uma série de desafios e problemas enfrentados ao lidar com processos de software no contexto de DSG que podem ser explorados pela área de engenharia de software, além de mostrar algumas ferramentas e metodologias adotadas para amenizar alguns deles.

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: Desenvolvimento Global de Software, Problemas e Desafios,
Mapeamento Sistemático

Realização:



Organização:



Principais Desafios e Problemas de Processos de Software no Contexto do Desenvolvimento Global de Software: um Mapeamento Sistemático

1 INTRODUÇÃO

Conforme a globalização vem se tornando um aspecto proeminente do desenvolvimento de sistemas, as organizações estão expandindo suas práticas e abordagens em ambientes distribuídos globalmente, experimentando diferentes maneiras de obter os benefícios do Desenvolvimento Global de Software (DGS) (ALI; LAI, 2021). O DGS, também conhecido como Engenharia Global de Software (HERBSLEB, 2007) e, mais recentemente, Ecossistemas de Software – *Software Ecosystems* (SECO) (JANSEN, 2020), tem como objetivo reduzir o tempo e o custo do desenvolvimento de software por meio de fatores como a reutilização de artefatos desenvolvidos por outros, a distribuição da carga de trabalho e o compartilhamento de conhecimento em um ambiente distribuído. O processo de desenvolvimento de software (ou, de forma simplificada, o processo de software) pode ser definido como "um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que as pessoas usam para desenvolver e manter o software e seus produtos associados" (PAULK, 2009).

Embora a DGS tenha impacto em mudanças no desenvolvimento convencional de software e nas práticas e processos de desenvolvimento de sistemas, ele também traz consigo muitos desafios e questões a serem considerados (MOCKUS; HERBSLEB, 2001), abrindo uma ampla gama de possíveis questões que permanecem em aberto e que podem ser abordadas pelo campo dos sistemas de informação. No ambiente distribuído, as diferenças linguísticas, sociais, geográficas, culturais e temporais entre as equipes de desenvolvimento de software criam desafios para as partes interessadas e afetam o processo de desenvolvimento de software. Como resultado, o desenvolvimento e a manutenção de sistemas de software por meio da colaboração com parceiros em diferentes localizações geográficas é um desafio para as organizações (ALI; LAI, 2021).

Nesse sentido, o levantamento, a identificação e a análise dos principais problemas do processo de software no contexto do DGS e as soluções propostas apresentadas na literatura por meio de evidências empíricas podem ser benéficos para apoiar as organizações que precisam lidar com esses desafios regularmente, buscando a melhoria contínua de seus processos de software. Este trabalho tem como objetivo **identificar os principais desafios e problemas de processos de software, no contexto do Desenvolvimento Global de Software, e as propostas, soluções e ferramentas adotadas para resolvê-los, a partir de um mapeamento sistemático da literatura**. Considerando esse objetivo, foram definidas 5 questões de pesquisa a serem respondidas a partir da leitura e extração de dados dos trabalhos selecionados por meio do mapeamento sistemático realizado.

Organização do trabalho: A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, considerando outros mapeamentos ou revisões sistemáticas que tratam de DGS, mas com objetivos diferentes do apresentado acima, além de uma breve descrição dos trabalhos de controle considerados para o mapeamento sistemático. A Seção 3 cita o Design de Pesquisa adotado para a realização do presente mapeamento sistemático. A Seção 4 detalha o planejamento do mapeamento, cuja execução é apresentada na Seção 5. A Seção 6 apresenta os resultados, a Seção 7 discute as conclusões obtidas e as considerações finais, seguidas das referências.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Visando estabelecer entendimento inicial sobre os principais problemas e desafios de processos de software no contexto do DGS, foram analisados três trabalhos distintos, apresentados a seguir.

Em *"DKD-S: An Ontology-based Tool for Global Software Development"* (ROCHA et al., 2021), é apresentado como principal desafio do DGS a falta de um modelo padrão e normalizado para auxílio neste tipo de desenvolvimento. Como proposta de solução é detalhada uma ferramenta para gestão que faz uso da ontologia DKD-S para minimizar os desafios encontrados no DGS, como, por exemplo, o ambiente geograficamente distribuído dos envolvidos no processo de desenvolvimento.

O trabalho *"A Proposal of an Ontology-Based System for Distributed Teams"* (ROCHA et al., 2014) também aponta como um dos principais desafios no DGS a falta de um modelo formal. Como forma de reduzir essa problemática é apresentada a DKOnto, uma ontologia para auxiliar os profissionais e clientes no DGS. Além disso, tal proposta só foi possível após um mapeamento sistemático para entender o papel da ontologia e qual sua vantagem no contexto de desenvolvimento de software em cenário distribuído.

Da mesma maneira, o trabalho *"Multilevel ontology framework for improving requirements change management in global software development"* (ALSANAD et al., 2019) foca em analisar o gerenciamento de mudanças de requisitos, propondo um *framework* baseado em ontologia como um fator que pode gerar um suporte às solicitações de mudanças de requisitos no DGS. Nesse viés, está relacionado com o estudo apresentado pelo mapeamento proposto neste trabalho, visto que apresenta os problemas encontrados no DGS e quais são possíveis soluções capazes de minimizar os seus impactos.

Além dos trabalhos apresentados anteriormente, também foram analisadas outras quatro propostas de mapeamentos ou revisões sistemáticas que tratam sobre DGS, mas com objetivos distintos do que foi apresentado anteriormente.

O mapeamento sistemático *"Global Software Development and Capability Maturity Model Integration (CMMI): A Systematic Literature Review"* (HIDAYATI et al., 2018) tem como foco validar a viabilidade do uso do CMMI durante o processo de desenvolvimento de software, no contexto do DGS. Doze trabalhos foram selecionados e analisados, apresentando resultados favoráveis quanto à utilização do CMMI no DGS. Apesar de se caracterizar como um mapeamento sistemático, esse trabalho apresenta uma perspectiva diferente da presente pesquisa, visto que visa a utilização de um modelo de maturidade de capacidade específico, enquanto o mapeamento sistemático abordado neste trabalho possui como objetivo identificar os principais desafios e problemas do DGS e as propostas, soluções e ferramentas que foram adotadas para resolvê-los.

Outro trabalho que apresenta um mapeamento sistemático é o *"Systematic literature review and empirical investigation of barriers to process improvement in global software development: Client-vendor perspective"* (KHAN et al., 2017). Este avalia o contexto do DGS sob uma perspectiva de cliente e fornecedor. Além do mapeamento sistemático da literatura apresentada, foram utilizados formulários para identificar e validar as barreiras encontradas. Como resultados, este trabalho apresenta trabalhos publicados de 1996 a 2015, o que resultou em oitenta e cinco trabalhos incluídos no estudo primário e em vinte e duas barreiras encontradas que podem prejudicar a melhoria do processo de software. O mapeamento sistemático apresentado neste trabalho considerou trabalhos publicados até maio de 2022, totalizando cinquenta trabalhos incluídos para estudo, trazendo como

resultado uma análise dos principais desafios e problemas do DGS, além das ferramentas e propostas de soluções utilizadas neste contexto.

Em *"Systematic review of success factors and barriers for software process improvement in global software development"* (KHAN; KEUNG, 2016), tem-se como foco um mapeamento da literatura voltado para a melhoria do processo de software. Apresenta-se quatro fatores críticos de sucesso: comprometimento da administração, envolvimento da equipe, recursos alocados e projetos piloto, além de quatro barreiras críticas, sendo elas: falta de recursos, equipe inexperiente, política organizacional e pressão temporal. Enquanto esse mapeamento traz tanto fatores de sucesso como barreiras para melhoria do processo de software, o foco do presente mapeamento sistemático são as ferramentas e propostas de soluções utilizadas e não os 'fatores' de sucesso.

Um mapeamento sistemático que tem um foco maior em propostas de soluções para o DGS é apresentado no trabalho *"Global Software Development: A Review of its Practices"* (ALI; LAI, 2021). Neste trabalho são apresentadas as descobertas sobre as práticas atuais, benefícios, riscos associados e dificuldades associadas ao DGS de forma geral, a partir da análise de 204 estudos. Diferentemente do que é proposto no mapeamento detalhado a partir da Seção 3 do presente trabalho, essa pesquisa relata as questões relacionadas à diversidade cultural, engenharia de requisitos e arquitetura de software, não tendo como mesmo foco/delimitação, os problemas e desafios específicos de processos de software, tal qual o objetivo principal do presente trabalho.

3 DESIGN DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa apresentada neste trabalho é baseada nas diretrizes apresentadas por Kitchenham e Charters (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), com o objetivo de realizar uma revisão de caracterização, para identificar os principais desafios e problemas dos processos de software no contexto do Desenvolvimento Global de Software, utilizando uma metodologia confiável e auditável. Para tanto, foi planejado e realizado um Mapeamento Sistemático (TRAVASSOS et al., 2008), considerando que este estudo deveria explorar o mesmo rigor e formalismo para as fases metodológicas de desenvolvimento de protocolos e execução de um mapeamento sistemático da literatura, sem realizar algum tipo de comparação. Esse tipo de revisão também pode ser identificado como um mapeamento sistemático (KITCHENHAM et al., 2009).

O método de pesquisa adotado é composto pelas três fases a seguir, com suas respectivas atividades (BRERETON et al., 2007):

- **Fase 1: Planejamento:** Durante essa fase, o pesquisador especifica os objetivos do mapeamento e as perguntas da pesquisa e desenvolve o protocolo que será usado. Depois disso, o protocolo deve ser validado (antes de ser aplicado), estabelecendo sua viabilidade.
- **Fase 2: Execução:** Nessa fase, as sequências de pesquisa são realizadas nas bibliotecas digitais definidas, e os estudos obtidos são avaliados de acordo com os critérios do protocolo. Os dados relevantes dos trabalhos selecionados são extraídos/sintetizados.
- **Fase 3: Documentação:** Durante essa fase, os resultados do mapeamento sistemático são relatados em um formulário de extração e validados pelos pesquisadores.

Essas fases são apresentadas em detalhes nas próximas seções.

4 PLANEJAMENTO DO ESTUDO

O principal objetivo desse mapeamento sistemático é "identificar os principais desafios e problemas do processo de software no contexto do Desenvolvimento Global de Software" para obter uma visão mais detalhada e abrangente desses desafios e problemas e o que tem sido feito para resolvê-los ou abordá-los. Com base nesse objetivo, foram desenvolvidas as cinco Questões de Pesquisa (QP) a seguir: **QP1:** Quais são os desafios ou problemas apresentados? **QP2:** Como esses desafios e problemas foram definidos/descobertos? **QP3:** Considerando os desafios e problemas de DGS apresentados, é proposto o uso de alguma ferramenta para apoiá-los? **QP4:** Considerando os desafios e problemas de DGS apresentados, é proposto o uso de algum modelo de proveniência para apoiá-los? **QP5:** Como a proposta/abordagem foi avaliada? Considerando as perguntas de pesquisa, o escopo do mapeamento foi definido com base na estratégia PICO (PAI et al., 2004):

- **População (P):** processos de software;
- **Intervenção (I):** desenvolvimento global de software;
- **Comparação (C):** como esse mapeamento visa caracterizar o estado da arte, não são realizadas comparações (TRAVASSOS et al., 2008);
- **Resultados (O):** desafios, problemas.

Além disso, além de definir os termos usando a estratégia PICO, seus sinônimos foram estabelecidos, e a seguinte *string* de busca foi obtida:

("software process" OR "software development process")
AND ("global software development" OR "global software engineering"
OR "software ecosystems") AND ("challenge" OR "problem")

Para proporcionar uma compreensão inicial dos principais problemas e desafios dos processos de software no contexto da DGS e também para auxiliar no teste/calibração da *string* de busca, foram definidos os três trabalhos de controle, obtidos durante a revisão *ad hoc* anterior da literatura. As buscas foram realizadas em três bases de dados científicas: *Scopus*¹, *IEEE Digital Library*² e *El Compendex*³. Essas bases de dados foram escolhidas porque permitem o uso de expressões lógicas ou um mecanismo similar, estão disponíveis na instituição dos autores e abrangem a área de pesquisa do mapeamento sistemático: ciência da computação.

O mapeamento inclui todos os trabalhos retornados pela *string* de busca que atendem aos critérios de inclusão (CI) e não atendem a nenhuma opção dos critérios de exclusão (CE): **CI1:** A publicação precisa discutir ou analisar problemas ou desafios dos processos de desenvolvimento de software no contexto do desenvolvimento global de software; **CE1:** Publicações não escritas em inglês; **CE2:** Publicações cujo texto integral não esteja disponível para *download*, em sua forma completa, em bibliotecas digitais ou de qualquer outra forma gratuita; **CE3:** Trabalhos que não tenham sido publicados em conferências, periódicos, *workshops* ou seminários; **CE4:** Se o mesmo estudo tiver sido

¹ www.scopus.com

² www.ieeexplore.ieee.org

³ www.engineeringvillage.com

publicado mais de uma vez, será usada a versão mais detalhada (as outras serão excluídas).

O processo de seleção dos resultados relevantes para esse mapeamento foi planejado para ocorrer em seis etapas, como segue: **Etapa 1: Execução da *string* de busca:** nessa etapa, a *string* de busca será executada nas bases de dados citadas e os resultados obtidos serão catalogados para posterior análise; **Etapa 2: Fusão dos resultados:** os resultados obtidos pela execução da *string* de busca em todas as bases de dados utilizadas deverão ser fundidos, utilizando-se uma ferramenta para auxiliar nessa etapa; **Etapa 3: Aplicação do 1º filtro - Remover duplicatas:** Após a fusão dos resultados, os trabalhos/publicações duplicados devem ser removidos; **Etapa 4: Aplicação do 2º filtro - Analisar títulos e resumos:** os resultados obtidos após a aplicação do 1º filtro devem ser analisados com base em seus títulos e resumos, considerando os critérios de inclusão/exclusão. Para reduzir o risco de exclusão de um resultado em um estágio inicial do mapeamento, mais de um pesquisador deve avaliar se o resultado deve ser incluído/excluído; **Etapa 5: Aplicação do 3º filtro - Revisar o texto completo:** os resultados selecionados na etapa anterior devem ser lidos na íntegra e verificados para saber se o artigo deve ser incluído e revisado ou excluído, com base nos critérios de inclusão/exclusão. Para reduzir o risco de exclusão de um resultado relevante, mais de um pesquisador deve avaliar se o resultado deve ser incluído/excluído; **Etapa 6: Extração dos dados do estudo considerando as perguntas da pesquisa:** Todos os trabalhos selecionados após a aplicação do terceiro filtro foram analisados e, a partir deles, foi preenchido o formulário de extração de dados apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Formulário de Extração de dados

Tipo de Informação	Dados Extraídos
Referência Completa da Publicação:	Título da Publicação: Autores: Data da Publicação: Local da Publicação:
Informações referentes à QP1: Quais são os desafios ou problemas do GSD apresentados?	
Informações referentes à QP2: Como esses desafios e problemas foram definidos / descobertos?	
Informações referentes à QP3: Considerando os desafios e problemas do GSD apresentados, é proposto o uso de alguma ferramenta para apoiá-los?	() SIM - Quais? () NÃO
Informações referentes à QP4: Considerando os desafios e problemas do GSD apresentados, é proposto o uso de algum modelo de proveniência para apoiá-los?	() SIM - Qual(is)? () NÃO
Informações referentes à QP5: Como a proposta/abordagem foi avaliada?	Descrição da Avaliação:

5 EXECUÇÃO DO ESTUDO

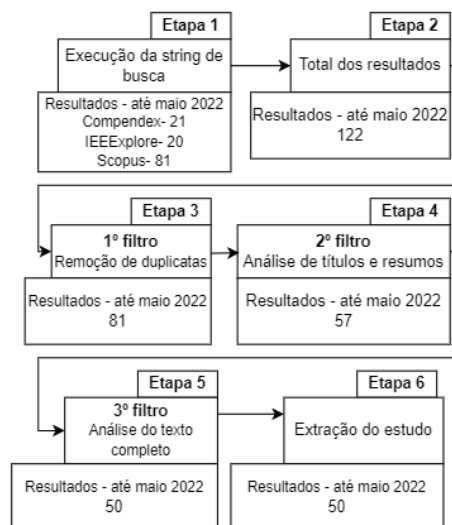
Após o planejamento do mapeamento (Fase 1), foi aplicado o protocolo definido. Os resultados obtidos em cada uma das etapas definidas no protocolo estabelecido estão detalhados nesta seção:

Etapa 1: Nessa etapa, a *string* de busca foi executada nos três bancos de dados escolhidos. A busca foi realizada durante o mês de maio de 2022, obtendo-se os seguintes totais de trabalhos em cada uma delas: *Scopus*: 81; *IEEE Digital Library*: 20 e *El Compendex*: 21; **Etapa 2:** os resultados

obtidos por meio da pesquisa nas bases de dados escolhidas foram mesclados usando o Parsifal⁴, gerando um total de 122 resultados; **Etapa 3: Aplicação do 1º filtro - Remover duplicatas:** Dos 122 resultados obtidos na etapa anterior, foram retirados os trabalhos duplicados, obtendo-se um novo total de 80 resultados⁵; **Etapa 4: Aplicação do 2º filtro - Analisar títulos e resumos:** Os resultados obtidos na etapa anterior foram analisados por dois pesquisadores com base em seus títulos e resumos, considerando os critérios de inclusão/exclusão. Caso um dos pesquisadores sugerisse a inclusão e o outro a exclusão, o resultado era incluído. Após a aplicação desse filtro, 24 resultados foram removidos, restando um total de 57; **Etapa 5: Aplicação do 3º filtro - Analisar o texto completo:** os resultados selecionados após a aplicação do 2º filtro foram lidos na íntegra pelos mesmos pesquisadores da etapa anterior e foi verificado se a pesquisa deveria ser incluída e analisada como um todo. Se um dos pesquisadores sugerisse a inclusão e o outro a exclusão, o resultado era incluído. Dos 57 trabalhos, 7 foram excluídos e 50 foram mantidos; **Etapa 6: Extração dos dados do estudo considerando as perguntas da pesquisa:** Os 50 trabalhos⁶ selecionados após a aplicação do terceiro filtro foram analisados e o formulário de extração de dados específico para essa etapa foi preenchido.

A Figura 2 apresenta, de forma resumida, todas as etapas do processo para seleção das publicações do mapeamento sistemático proposto e os totais de trabalhos obtidos em cada uma das etapas.

Figura 2 - Resultado do processo de seleção dos artigos para a extração dos dados



6 DOCUMENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Esta seção discute a documentação dos dados extraídos e os resultados obtidos por meio da análise das publicações, bem como as respostas às perguntas da pesquisa. Para cada um dos 50 trabalhos analisados neste estudo de mapeamento sistemático, o formulário de pesquisa foi preenchido cuidadosamente, garantindo a extração de dados.

O formulário foi preenchido por um dos pesquisadores envolvidos no estudo e validado pelo outro pesquisador, que também participou da etapa de execução.

⁴ <https://parsif.al/>

⁵ https://drive.google.com/file/d/1O1CDlwvIXrL377pgVM_Fv5hV-Wss2Mwv/view?usp=share_link

⁶ https://drive.google.com/file/d/1z7gWr38184uNpA5wuxkFV6g_v_qTr7/view?usp=share_link

Considerando as perguntas de pesquisa estabelecidas durante o planejamento deste estudo, os resultados obtidos pela consolidação do formulário de extração de dados dos 50 trabalhos analisados são apresentados a seguir.

- **RQ1: Quais são os desafios ou problemas apresentados?**

Pode-se afirmar que 49% dos trabalhos consideram que o principal problema dos processos de software no contexto de DGS são as questões decorrentes de um ambiente geograficamente distribuído, envolvendo distância física, temporal, cultural, de confiança e de comunicação, tornando os processos de software em DGS mais complexos, pois há menos interação ao vivo entre as equipes. Problemas na gestão de processos de software, como a dificuldade de liderar e realizar reuniões com equipes dispersas e a falta de um acompanhamento direto da equipe de gestão, são citados por 19% dos trabalhos analisados. Esses problemas fazem com que o uso de metodologias/*frameworks* ágeis, ou seja, práticas como **Scrum e XP**, são utilizadas para padronizar e controlar os processos realizados pela equipe. Entretanto, o monitoramento remoto não é suficiente para minimizar o impacto na gestão dos processos de desenvolvimento de software. As dificuldades em realizar melhorias e manutenção de software são citadas em 16% dos trabalhos analisados. É apresentado que isso ocorre principalmente devido à falta de: organização, planejamento, padronização de processos e implementação de melhorias nos processos de software. A falta de um modelo formal e padronizado para lidar com dados e artefatos do processo de software: a ausência de um modelo capaz de mapear, organizar e garantir um histórico de todo o processo de software também é citada como um desafio de DGS por 6% dos trabalhos analisados. Acredita-se que o correto armazenamento, captura e tratamento desses dados é extremamente importante para garantir a melhoria contínua do processo de software. Esse desafio pode tornar a manutenção e a melhoria dos processos mais complexas do que o esperado, e um modelo formal capaz de lidar com os dados e artefatos do processo pode ajudar a descobrir erros e até mesmo processos obsoletos.

- **RQ2: Como esses desafios e problemas foram definidos/descobertos?**

Ao fazer uma análise dos dados extraídos para responder a essa pergunta de pesquisa, trinta e cinco trabalhos (**70% dos trabalhos selecionados**) afirmam claramente que os problemas abordados foram descobertos por meio de revisões sistemáticas, estudos relacionados ao tópico ou com a ajuda de profissionais da área. Por outro lado, quinze trabalhos (**30%**) não especificam como chegaram a esses desafios/problemas relacionados à DGS.

- **RQ3: Considerando os desafios e problemas do DGS apresentados, é proposto o uso de alguma ferramenta para apoiá-los?**

Pode-se afirmar que 64% das publicações analisadas utilizam alguma ferramenta para minimizar os impactos/problemas do DGS. Apenas 36% dos trabalhos analisados não mencionaram o uso de nenhuma ferramenta para apoiar os desafios e problemas encontrados. Dentre as ferramentas apresentadas, nota-se o uso de ferramentas com finalidades diversas, como ferramentas de apoio à comunicação e reuniões virtuais remotas (como o **MeetRoom**), bem como, em sua maioria, ferramentas que visam minimizar o impacto causado na gestão de processos. Ferramentas para coleta de dados/opiniões, como o **Google Forms** e **SurveyGizmo**, voltadas para a validação de perguntas ou dados específicos. Há também *softwares* voltados para a criação e/ou representação de gráficos de dados/informações, como o **Gnuplot 4.0**. Além disso, vale a pena mencionar as ferramentas apresentadas para manipulação e/ou criação de ontologias (**Protegé, DKD-S, DKDOnto, Multilevel Ontology Framework**). Essas ferramentas são usadas para ajudar a minimizar os impactos causados pela falta de um modelo formal e padronizado para

capturar e documentar dados durante o processo de desenvolvimento. A Figura 3 apresenta todas as ferramentas extraídas da literatura⁷, separadas por categorias.

Figura 3 – Resultado do processo de extração das ferramentas apresentadas na literatura

		Software/Ferramenta
Ferramentas para uso de ontologias	1	Protegé
	2	DKD-S
	3	Multilevel Ontology Framework
	4	DKDOnto
Ferramentas para representação gráfica	5	Sirius
	6	Gnuplot 4.0 graphical tool
	7	Jena
Ferramentas para coleta de 'dados/opinião'	8	Cause-Effect Diagram
	9	SurveyGizmo
	10	Google Forms
Ferramentas para Gerenciamento de Processos	11	ARCA tool
	12	Scrum
	13	XP
	14	Global teaming model
	15	SDaaS
	16	Venture
	17	Global Teaming Decision Support System
	18	DSS from the Global Teaming Model
	19	Global Teaming Process
	20	Analytic Hierarchy Process (AHP)
	21	Hybrid model combining sistem dynamics (SD) and discrete-event (DES) paradigms
	22	IBM Rational DOORS
	23	eRequirements
	24	Rational Requirements Composer
	25	Hypothetical framework for implementing SPI
	26	Method Association Approach
Metamodelos para manipulação de dados	27	COLlaborative Software Engineering Framework
	28	Modelo Orientado a Blockchain (BOMO)
	29	SPIIMM
Ferramentas de comunicação	30	MeetRoom
	31	IBM Lotus
	32	BSCW system
	33	Spatial Hypertext Wiki
	34	Groove
	35	GroupSystems
	36	SourceCast
	37	SharePoint
	38	SourceForge
	39	Rational Suite Enterprise

- **RQ4: Considerando os desafios e problemas da DGS apresentados, é proposto o uso de algum modelo de proveniência para apoiá-los?**

Nenhuma das publicações incluídas neste mapeamento sistemático cita o uso de modelos de proveniência de dados para apoiar a DGS, evidenciando que o uso de modelos para capturar dados de proveniência de processos de software não aparece como uma possível solução para os problemas apresentados.

- **RQ5: Como a proposta/abordagem foi avaliada?**

Por meio da análise dos trabalhos, verifica-se que 46% das publicações avaliam suas abordagens para minimizar os impactos do DGS de alguma forma e entre as práticas mais utilizadas estão: *feedback*, questionários, estudos de caso e análise de especialistas. Além disso, há práticas não convencionais que devem ser citadas, como o uso de *frameworks*, tabelas e sistemas de apoio à decisão. Em contrapartida, 16% dos trabalhos afirmam que

⁷ https://drive.google.com/file/d/1gr_aP7TKx6UUUV6ul8cZ1e1DN-7vM-Amq/view?usp=share_link

a validação será feita em trabalhos posteriores e 26% não mencionam se validaram ou pretendem validar de alguma forma.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição deste trabalho consiste em apresentar diversos desafios e problemas enfrentados ao lidar com processos de software no contexto da DGS que podem ser explorados pela área de engenharia de software, uma vez que a maioria deles ainda está em aberto. Além disso, vale ressaltar que o levantamento dos problemas mais comuns na literatura é importante para propor formas de minimizá-los e, por essa razão, o estudo de mapeamento sistemático apresentado torna-se extremamente relevante para os pesquisadores da área. Outro fator importante a ser destacado é o mapeamento das ferramentas utilizadas pelos trabalhos analisados, pois, por meio delas, é possível encontrar formas de minimizar/mitigar alguns dos problemas do DGS.

Também é importante considerar as ameaças à validade e as limitações desse estudo de mapeamento sistemático. Os resultados apresentados nesse mapeamento podem ter sido influenciados por certas limitações incontroláveis. Com relação às ameaças internas à validade, deve-se mencionar que, nos filtros de avaliação dos trabalhos, apenas dois pesquisadores analisaram os resultados e, quando houve discordância entre as opiniões, os trabalhos foram incluídos para análise na etapa seguinte. Outro ponto que deve ser considerado é que a extração de dados foi realizada por apenas um pesquisador (o outro apenas revisou os formulários de extração depois de preenchidos), o que pode acarretar algum risco de viés. Além disso, a *string* de busca pode não conter todas as palavras-chave relevantes, causando a perda de alguns estudos valiosos. No entanto, a *string* de busca foi avaliada usando trabalhos para controlar os resultados obtidos. Além disso, todos os trabalhos encontrados em uma revisão informal anterior da literatura foram retornados e analisados neste estudo de mapeamento sistemático, gerando evidências sobre a correção da *string* de busca.

Alguns bancos de dados eletrônicos, como *Springer Link* e *ACM Digital Library*, não foram considerados neste trabalho, levando em conta os critérios expostos na Seção 3, portanto, é possível que estudos relevantes não tenham sido indexados pela nossa seleção. No entanto, acreditamos que as bases de dados eletrônicas selecionadas foram suficientes para obter uma visão dos principais problemas e desafios dos processos de software no contexto da DGS.

Por fim, são propostos os seguintes trabalhos futuros:

- O estabelecimento de categorias de ferramentas e a classificação de cada uma das ferramentas encontradas de acordo com essas categorias, estabelecendo uma relação direta delas com o desafio/problema que se propõem a resolver;
- A realização da avaliação da qualidade dos estudos selecionados (avaliação da qualidade do estudo);
- A execução do processo de *snowballing*, revisando as referências de todos os trabalhos selecionados para encontrar outros estudos primários em potencial.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CEFET-MG pelo apoio financeiro parcial para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALI, N.; LAI, R. **Global Software Development: A Review of Its Practices**. Malaysian Journal of Computer Science, v. 34, n. 1, p. 82–129, 29 jan. 2021.
- ALSANAD, A. A.; CHIKH, A.; MIRZA, A. **Multilevel ontology framework for improving requirements change management in global software development**. IEEE access: practical innovations, open solutions, v. 7, p. 71804–71812, 2019.
- BRERETON, P. et al. **Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain**. Journal of Systems and Software, v. 80, p. 571–583, 2007.
- HERBSLEB, J. **Global software engineering: The future of socio-technical coordination**. FoSE 2007: Future of Software Engineering. Anais...IEEE jun. 2007.
- HIDAYATI, A. et al. **Global software development and capability maturity model integration: A systematic literature review**. 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC). Anais...2018.
- JANSEN, S. **A focus area maturity model for software ecosystem governance, Information and Software Technology**. Information and Software Technology, v. 118, 2020.
- KHAN, A. et al. **Systematic literature review and empirical investigation of barriers to process improvement in global software development: Client– vendor perspective**. Information and Software Technology, v. 87, mar. 2017.
- KHAN, A.; KEUNG, J. **Systematic review of success factors and barriers for software process improvement in global software development**. IET Software, v. 10, abr. 2016.
- KITCHENHAM, B. et al. **Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review**. Information and Software Technology, v. 51, p. 7–15, 2009.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Keele University and Durham University Joint Report.
- MOCKUS, A.; HERBSLEB, J. **Challenges of global software development**. 2001.
- PAI, M. et al. **Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide**. The National medical journal of India, v. 17, p. 86–95, 2004.
- PAULK, M. C. **A history of the capability maturity model for software**. ASQ Software Quality Professional, v. 12, p. 5–19, 2009.
- ROCHA, R. et al. **DKD-S: An ontology-based tool for global software development**. 2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).

ROCHA, R. G. C.; AZEVEDO, R.; MEIRA, S. **A proposal of an ontology-based system for distributed teams**. 2014 40th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications. Anais. 2014.

TRAVASSOS, G. H. et al. **An environment to support large scale experimentation in software engineering**. 13th IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS 2008). Anais. IEEE, 2008.

CHALLENGES AND PROBLEMS OF SOFTWARE PROCESSES IN THE CONTEXT OF GLOBAL SOFTWARE DEVELOPMENT: A SYSTEMATIC MAPPING STUDY

Abstract: *Global Software Development (GSD) aims to reduce costs and development time by reusing artifacts developed by third parties, workload distribution, and knowledge sharing. These goals have made revolutionary changes in conventional software development practices and processes. Considering the GSD scenario, software processes faced several challenges and problems. This paper reports an overview of the current literature on challenges and problems of software processes in the context of GSD and the main proposals, solutions, and tools that have been adopted to solve them. The overview presented has resulted from a systematic mapping study. As a result, we found 81 studies and, after applying three selection filters, 50 studies were selected. In summary, the main problems faced are difficulties due to geographically distributed environments (49% of the selected papers mentioned it), management problems (19%), lack of a formal and standardized model (6%), and the need to carry out improvements and maintenance during the software process (16%). In addition, a list of tools that can be used to deal with these problems was defined based on the analyzed papers. The main contribution of the paper is to serve as a motivating background for a series of challenges and problems faced when dealing with software processes in the GSD context that can be explored by the software engineering area, in addition to showing some tools and methodologies adopted to mitigate some of them.*

Keywords: *Global Software Development, challenges and issues, systematic mapping.*