

Engenharia de Software em Empresas de Pequeno e Médio Porte: Um Mapeamento Sistemático

Márcio Vitor dos Santos¹, Wesley K. G. Assunção¹, Ivonei Freitas da Silva²

¹COTSI – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Toledo, Brasil.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Cascavel, Brasil.

mvs_designer@hotmail.com, wesleyk@utfpr.edu.br, ivonei.silva@unioeste.br

Resumo. *A engenharia de software (ES) estabelece práticas para auxiliar o desenvolvimento de software com qualidade, custo e prazos controlados. Apesar das práticas da ES serem amplamente conhecidas, pequenas e médias empresas (PMEs) por vezes enfrentam dificuldades em aplicá-las. Para identificar os estudos existentes que abordam a aplicação de práticas da ES no contexto de PMEs, este trabalho descreve um mapeamento sistemático da literatura para um melhor entendimento do corpo de conhecimento de ES no contexto de PMEs. Deseja-se obter uma visão geral desta área e direcionar pesquisas futuras neste tópico. Os resultados apontaram que as PMEs de fato preocupam-se em adotar práticas da ES, mas essas práticas muitas vezes não estão adequadas as suas características. Pode-se concluir que novos estudos devem ser conduzidos em tópicos relacionados à ES para atender as necessidades das PMEs.*

1. Introdução

A produção de software possui uma participação relevante na economia de muitos países. Por exemplo, de acordo com a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), o Brasil é o sétimo maior mercado de tecnologia da informação do mundo, representando aproximadamente 200 bilhões de reais em receita, envolvendo mais de 415000 funcionários empregados na área [SOFTEX 2019]. Um estudo da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES) apontou que em 2019, das 5519 empresas que atuam principalmente com desenvolvimento de software, cerca de 95% são classificadas como micro e pequenas empresas (até 99 funcionários) [ABES 2020]. Essas Pequenas e Médias Empresas (PMEs) têm grande importância no cenário sócio-econômico de qualquer país [de Barros Sampaio et al. 2015].

Apesar da expressividade na quantidade de PMEs, tais empresas possuem portfólio reduzido de produtos, poucos recursos humanos, muitas vezes não empregam processos de produção de software adequados, e apresentam um grande intervalo entre a concepção e a comercialização de seus produtos de software. Apesar das atividades propostas na Engenharia de Software (ES) contornarem esses problemas, ainda existe uma lacuna entre teoria e prática [Sánchez-Gordón and O'Connor 2016].

Há muitas técnicas, métodos, ferramentas, processos e práticas ofertadas pela ES para que as empresas e desenvolvedores possam gerenciar, desenvolver e manter seus produtos com foco nos interesses do mercado. E, como consequência do uso da ES, o desenvolvimento de software poderá ocorrer de forma otimizada, aumentando a produtividade e qualidade do produto final. Contudo, PMEs têm um cenário com características

distintas, como o número limitado de funcionários, a estrutura organizacional plana, uma infraestrutura limitada e a flexibilidade que as governam podem dificultar a aplicação das práticas da ES, inclusive essas PMEs podem não reconhecer as ferramentas e processos adequados para as suas atividades [Degwitz 2014]. Como resultado, as PMEs podem encarar vários desafios. Por exemplo, há poucos recursos para dar suporte ao investimento e crescimento, assim há resistência na adoção da ES, gerando um processo deficitário desde o desenvolvimento até a entrada do produto no mercado [O'Connor and Coleman 2009, Sánchez-Gordón and O'Connor 2016, Moll 2013, Majchrowski et al. 2016].

Com base no cenário exposto, este trabalho tem por objetivo descrever um mapeamento sistemático acerca da ES em PMEs. Deseja-se contribuir para uma melhor compreensão do cenário de utilização de práticas da ES em PMEs e identificar o direcionamento para novas pesquisas na área. O mapeamento sistemático (Seção 2) visa identificar estudos que tem como foco o relato do uso de práticas da ES em PMEs. Foram encontrados 26 estudos que serviram como base para uma análise acerca dos problemas que as PMEs tiveram na adoção de práticas da ES, das barreiras encontradas para esta adoção e dos benefícios que estas empresas tiveram com esta adoção. Os resultados (Seção 3) apontaram que as PMEs de fato preocupam-se em adotar práticas da ES, mas essas práticas muitas vezes não estão adequadas às suas características. Foi possível observar que nossos achados complementam os trabalhos existentes na literatura (Seção 4).

2. Processo do Mapeamento Sistemático

Um mapeamento sistemático é um método baseado em evidência usado para construir ou classificar um corpo de conhecimento em um tópico de interesse. O objetivo é obter uma visão geral e identificar lacunas e tendências de pesquisa para o tópico em questão [Petersen et al. 2015]. O mapeamento descrito neste artigo seguiu as diretrizes definidas por [Petersen et al. 2015], que são: (1) definição de questões de pesquisa, (2) busca e filtro dos estudos, (3) definição de um esquema de classificação, e (4) coleta e análise dos dados. Esses passos são apresentados em detalhes nas próximas seções.

2.1. Questões de Pesquisa

Deseja-se obter evidências na literatura para responder as seguintes questões de pesquisa:

- **Questão 1:** *Quais práticas de ES são comumente adotadas pelas PMEs?* Deseja-se identificar práticas da ES que as PMEs aplicam durante o desenvolvimento de software. Possivelmente, muitas práticas são adotadas, assim, queremos entender o quadro geral do desenvolvimento de software em PMEs.
- **Questão 2:** *Quais os benefícios/melhorias que são relatados sobre a aplicação das práticas de ES em PMEs?* Deseja-se investigar os benefícios e as melhorias que as práticas da ES podem prover para PMEs, motivando a sua ampla adoção.
- **Questão 3:** *Quais os desafios/barreiras que são relatados sobre a aplicação das práticas de ES em PMEs?* PMEs talvez observam pontos negativos ao adotar práticas da ES. Identificar e discutir esse pontos pode ajudar a motivar ou fortalecer pesquisas em tópicos específicos.

2.2. Busca e Filtro dos Estudos

A partir das questões de pesquisa - e considerando que o termo "software engineering", quando presente no estudo primário, é amplo o suficiente para contemplar também demais

termos como atividade e valor/vantagem, neste caso, sinônimos para práticas e benefícios - estabeleceu-se três palavras-chave. Estas palavras e seus sinônimos que foram usados para a busca são apresentadas na Tabela 1. A partir desses termos, a seguinte consulta foi definida: (*"Software Engineering" OR "SE"*) AND (*"Small and medium-sized enterprises" OR "Small and medium enterprises" OR "SME" OR "SMEs" OR "Small medium enterprises" OR "Small enterprises" OR "Medium enterprises"*) AND (*challenge OR limitation OR constraint OR barrier*).

Palavras-chave	Termos e Sinônimos
Engenharia de Software	Software Engineering, SE.
Pequenas e Médias Empresas	Small and medium-sized enterprises, Small and medium enterprises, SME, SMEs, Small medium enterprises, Small enterprises, Medium enterprises.
Limitações	Challenge, Limitation, Constraint, Barrier.

Tabela 1. Termos usados na busca de estudos

A consulta foi utilizada em três indexadores amplamente utilizados em estudos sistemáticos, como apresentado na Tabela 2. A última coluna desta tabela mostra a quantidade de estudos encontrados ao executar a consulta.

Indexador	URL	Resultado
SCOPUS	https://www.scopus.com	88
IEEE Xplore	https://ieeexplore.ieee.org/	61
ACM Digital Library	https://dl.acm.org/	22

Tabela 2. Indexadores utilizados e quantidade de estudos encontrados

Foram encontrados um total de 171 estudos que passaram por quatro filtros, conforme descritos a seguir: (i) leitura do título, resumo e palavras-chave para remover estudos que não eram relevantes para o objetivo do estudo (*97 mantidos e 74 removidos*), (ii) remoção de estudos repetidos encontrados em diferentes indexadores (*78 mantidos e 19 removidos*), (iii) remoção de literatura cinzenta. Documentos nessa categoria são: cartas editoriais, resumos de palestras, prefácio de conferências, slides de apresentações, propostas e estudos em andamento (*61 mantidos e 17 removidos*), e (iv) leitura da introdução e conclusão para identificar os estudos com informações suficientes para responder as questões de pesquisa (*26 mantidos e 35 removidos*). Ao final, os 26 estudos apresentados na Tabela 3 foram selecionados para análise e classificação dos dados.

2.3. Esquema de Classificação

A Tabela 4 apresenta as dimensões e categorias utilizadas para coletar os dados e classificar os estudos identificados como relevantes após a busca de filtro. As categorias foram definidas considerando as descrições nos estudos primários selecionados, focando nas atividades realizadas e não em fases (atividades macros), tais como "desenvolvimento" ou "manutenção". As categorias apresentadas nessa tabela foram utilizadas para as análises quantitativas. Além dessa classificação, também foram coletadas informações sobre como as práticas mencionadas foram aplicadas pelas PMEs, as quais foram usadas para as análises qualitativas.

ID	Referência
AC-003	JANES, Andrea; LENARDUZZI, Valentina; STAN, Alexandru Cristian. A continuous software quality monitoring approach for small and medium enterprises. In: Proceedings of the 8th ACM/SPEC on International Conference on Performance Engineering Companion. ACM, 2017. p. 97-100.
AC-004	HLAD, Nicolas. Facilitating the development of software product lines in small and medium-sized enterprises. In: Proceedings of the 23rd International Systems and Software Product Line Conference-Volume B. ACM, 2019. p. 95.
AC-005	SETH, Ashish; AGARWAL, Himanshu; SINGLA, Ashim Raj. Designing a SOA based model. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, v. 36, n. 5, p. 1-7, 2011.
AC-006	HERING, Dominik et al. Integrating usability-engineering into the software developing processes of SME: a case study of software developing SME in Germany. In: Proceedings of the Eighth International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering. IEEE Press, 2015. p. 121-122.
AC-007	THÖRN, Christer; GUSTAFSSON, Thomas. Uptake of modeling practices in SMES: initial results from an industrial survey. In: Proceedings of the 2008 international workshop on Models in software engineering. ACM, 2008. p. 21-26.
AC-008	BASTOS, Jonatas Ferreira et al. Software product lines adoption: an industrial case study (keynote). In: Proceedings of the Third International Workshop on Conducting Empirical Studies in Industry. IEEE Press, 2015. p. 35-42.
AC-009	JONES, Stephen; NOPPEN, Joost; LETTICE, Fiona. Management challenges for DevOps adoption within UK SMEs. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Quality-Aware DevOps. ACM, 2016. p. 7-11.
AC-017	SELVARANI, R.; MANGAYARKARASI, P. A Dynamic Optimization Technique for Redesigning OO Software for Reusability. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, v. 40, n. 2, p. 1-6, 2015.
IEEE-006	BESROUR, Souhaib; RAHIM, Lukman Bin AB; DOMINIC, P. D. D. A quantitative study to identify critical requirement engineering challenges in the context of small and medium software enterprise. In: 2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS). IEEE, 2016. p. 606-610.
IEEE-012	BUCHAN, Jim; EKADHARMAWAN, Christian Harsana; MACDONELL, Stephen G. Insights into domain knowledge sharing in software development practice in SMEs. In: 2009 16th Asia-Pacific Software Engineering Conference. IEEE, 2009. p. 93-100.
IEEE-013	AKBAR, Rehan; HASSAN, Mohd Fadzil; ABDULLAH, Azrai. A framework of software process tailoring for small and medium size IT companies. In: 2012 International Conference on Computer and Information Science (ICIS). IEEE, 2012. p. 914-918.
IEEE-018	BASHARAT, Iqra et al. Requirements engineering practices in small and medium software companies: An empirical study. In: 2013 Science and Information Conference. IEEE, 2013. p. 218-222.
IEEE-024	RECH, Jörg; BOGNER, Christian; HAAS, Volker. Using wikis to tackle reuse in software projects. IEEE software, v. 24, n. 6, p. 99-104, 2007.
IEEE-030	SULAYMAN, Muhammad; MENDES, Emilia. An extended systematic review of software process improvement in small and medium web companies. In: 15th Annual Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2011). IET, 2011. p. 134-143.
IEEE-031	BORGES, Pedro; MONTEIRO, Paula; MACHADO, Ricardo J. Tailoring RUP to small software development teams. In: 2011 37th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications. IEEE, 2011. p. 306-309.
IEEE-034	BESROUR, Souhaib; RAHIM, Lukman Bin AB; DOMINIC, P. D. D. Investigating requirement engineering techniques in the context of small and medium software enterprises. In: 2016 3rd international conference on computer and information sciences (ICCOINS). IEEE, 2016. p. 519-523.
IEEE-043	KNAUBER, Peter et al. Applying product line concepts in small and medium-sized companies. IEEE Software, v. 17, n. 5, p. 88-95, 2000.
IEEE-045	SCOTT, Louise et al. Practical software process improvement-the IMPACT project. In: Proceedings 2001 Australian Software Engineering Conference. IEEE, 2001. p. 182-189.
IEEE-057	AKBAR, Rehan et al. Software development process tailoring for small and medium sized companies. In: 2014 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS). IEEE, 2014. p. 1-5.
SC-005	NOMAN, Muhammad; TAHIR, Touseef; RASOOL, Ghulam. A systematic mapping study on success factors of implementing measurement processes in SMEs. In: 2018 International Conference on Advancements in Computational Sciences (ICACS). IEEE, 2018. p. 1-8.
SC-008	TAHIR, Touseef; RASOOL, Ghulam; NOMAN, Muhammad. A systematic mapping study on software measurement programs in SMEs. e-Informatica Software Engineering Journal, v. 12, n. 1, 2018.
SC-027	SANCHEZ-GORDON, Sandra; SANCHEZ-GORDÓN, Mary-Luz; LUJÁN-MORA, Sergio. Towards an Engineering Process for Developing Accessible Software in Small Software Enterprises. In: ENASE. 2016. p. 241-246.
SC-032	KOUZARI, Elia et al. Critical success factors and barriers for lightweight software process improvement in agile development: A literature review. In: 2015 10th International Joint Conference on Software Technologies (ICSOFT). IEEE, 2015. p. 1-9.
SC-034	DE BARROS SAMPAIO, Suzana Cândido et al. Reflecting, adapting and learning in small software organizations: an action research approach.
SC-046	MIRNA, Munoz et al. Expected Requirements in Support Tools for Software Process Improvement in SMEs. In: 2012 IEEE Ninth Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference. IEEE, 2012. p. 135-140.
SC-076	CATER-STEEL, Aileen; ROUT, Terry; TOLEMAN, Mark. Short and long-term impacts of SPI in small software firms. In: Proceedings of the 17th Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2006). Australasian Association for Information Systems, 2006.

Tabela 3. Lista dos estudos primários selecionados.

Dimensão	Categorias
Práticas da ES	Engenharia de Requisitos. Design de software. Teste. Codificação. Métricas. Gestão. Processo. Reutilização.
Benefícios	Produtividade. Qualidade. Custos. Maturidade.
Limitações	Burocracia. Custo. Esforço. Complexidade. Irreal para a empresa. Sem suporte de ferramenta.

Tabela 4. Esquema de classificação utilizado para a coleta de dados dos estudos

3. Resultados e Análises

Este artigo apresenta os resultados com uma análise quantitativa (Seção 3.1) e qualitativa (Seção 3.2) dos 26 estudos primários. Essas análises fornecem as respostas às questões de pesquisas previamente mencionadas neste artigo.

3.1. Análise Quantitativa

Esta análise compreende a categorização dos 26 estudos primários em quatro dimensões, conforme apresentado na Tabela 4.

3.1.1. Práticas da Engenharia de Software

As oito categorias desta dimensão obtiveram o seguinte resultado: *Processo de Software*, com 11 (42,3%) estudos mapeados; *Reutilização de Software*, com cinco (19,2%) estudos mapeados; *Engenharia de Requisitos*, com quatro (15,4%); *Design de Software*, com três (11,5%) estudos mapeados; *Métricas*, com dois (7,7%) estudos mapeados; *Codificação*, com um (3,8%) estudo mapeado; e, por fim, *Teste de Software* e *Gestão de Software* que não tiveram estudos mapeados. É possível observar que o foco dos trabalhos analisados está em processo de software. Esses estudos apontam a relevância de um processo bem definido e sistemático para o desempenho e motivação das equipes. A reutilização é justificada pela redução dos custos à longo prazo, principalmente na produção das variantes de um mesmo produto de software.

3.1.2. Benefícios para as PMEs

Os resultados para as categorias desta dimensão são: *Produtividade*, com dez (38,5%) estudos mapeados; *Qualidade*, com nove (34,6%) estudos mapeados; *Custos*, com seis (23,1%) estudos mapeados; e, por fim, *Maturidade*, com um (3,8%) estudo mapeado. Nota-se que produtividade, qualidade e custos representam mais de 96% dos estudos.

3.1.3. Desafios/Barreiras para as PMEs

As sete categorias desta dimensão obtiveram o seguinte resultado: *Custo*, com 11 (42,3%) estudos mapeados; *Complexidade*, com sete (26,9%) estudos mapeados; *Esforço* e *Irreal para a empresa*, com um (3,8%) estudo mapeado para cada categoria; e, por fim, *Burocracia* e *Sem Suporte de Ferramenta* não foram citadas nos estudos. Nota-se que as barreiras

relacionadas ao custo e complexidade das atividades de ES para PMEs dominam ($\approx 70\%$ dos estudos) a preocupação dessas organizações quanto a sua adoção.

3.2. Análise Qualitativa

A análise qualitativa apresenta uma descrição textual sobre as discussões dos autores dos estudos considerando as três questões de pesquisa apresentadas na seção 2.1.

3.2.1. Práticas da Engenharia de Software

Em quase todos os estudos primários foi possível identificar a adoção de técnicas, métodos, ferramentas, processos ou soluções adaptadas da ES. O que chama a atenção é a ausência de atividades relacionadas aos testes e gestão de software. Um levantamento de dados em campo através de um *survey* com as PMEs fornecerá mais evidências para caracterizar as atividades realizadas, mas principalmente, o motivo da não adoção de atividades relacionadas ao testes ou gestão de software, por exemplo. Para as atividades adotadas, os autores deixam claro a necessidade de adaptações para as características das PMEs.

3.2.2. Benefícios da Engenharia de Software para as PMEs

Redução do custo de desenvolvimento é citado como benefício dado pela ES às PMEs (AC-004, AC-005, AC-006, AC-017, IEEE-024 e IEEE-043). Alguns autores associam redução do custo de desenvolvimento à rápida recuperação dos recursos investidos (AC-008 e SC-032) que pode estar associado à redução no tempo de comercialização (IEEE-030) ou no aumento da produtividade (IEEE-012 e IEEE-018). Os autores que tratam de Linha de Produto de Software (LPS) associam como benefícios a facilidade de gerar novas variantes de produtos (AC-004 e AC-008), distribuindo o custo e esforço de desenvolvimento em vários sistemas e não em um único sistema (IEEE-043), por promover uma reutilização em larga escala ao desenvolver componentes ou funcionalidades comuns ou similares em vários sistemas.

Outro benefício apontado é a diminuição com gastos de manutenção (AC-003, AC-009, AC-017 e IEEE-018). A baixa manutenção é um pré-requisito para melhora na qualidade, mencionada por vários estudos (AC-004, AC-008, AC-009, AC-017, IEEE-012, IEEE-024, IEEE-030, IEEE-057, SC-005, IEEE-006, IEEE-031 e SC-027). A Engenharia de Requisitos (ER) é tratado em quatro estudos primários desta amostragem (IEEE-006, IEEE-012, IEEE-018 e IEEE-034) todavia o tema também surge em documentos cujo o foco da pesquisa não seja especificamente a ER (AC-007) onde os autores afirmam que requisitos bem elaborados são fundamentais para as demais etapas do desenvolvimento, aumentando qualidade e gestão de riscos, em especial àquelas que estão iniciando suas atividades.

Em relação à melhoria nos processos, autores relatam que esta torna a atividade de desenvolvimento mais visíveis para as equipes (SC-034), oferece estabilidade ao progresso das atividades (IEEE-057) de forma mais planejada e estruturada, conscientizando sobre a importância de processos bem definidos (IEEE-045 e AC-008), produzindo uma abordagem mais disciplinada com tarefas bem definidas e distribuídas (IEEE-031).

Melhoria na documentação após a adoção de práticas da ES (AC-007, AC-008, IEEE-045, SC-076) é destacada por alguns autores. Estes mencionam que a documentação bem elaborada evita erros, previne problemas, traz uma estimativa de prazo mais precisa e ajuda a definir processos mais adequados para as fase do desenvolvimento.

Benefícios aos recursos humanos das empresas oriundos da ES são citados por autores em sete estudos primários. É dito que a aplicação de práticas de ES melhora as atividades organizacionais da empresa (IEEE-045), fazendo com as equipes busquem o aperfeiçoamento (SC-046) ampliando seus conhecimentos e os horizontes da empresa. As equipes sentem-se mais motivadas (IEEE-024), pois há uma melhoria significativa no planejamento (SC-076) e na comunicação (SC-046), aumentando assim a autoestima e confiança (SC-032), minimizando os riscos (IEEE-057), aumentando a maturidade e a satisfação dos clientes (IEEE-030).

3.2.3. Problemas/Barreiras/Limitações da Engenharia de Software para as PMEs

Dezesseis estudos primários citam a limitação de recursos (humanos, temporal, físicos, tecnológicos ou monetários) como principal obstáculo para as PMEs adotarem as soluções da ES. Por exemplo, SC-046 os autores citam “um orçamento muito limitado”; AC-007 mencionam restrições em termos de “tempo, dinheiro e equipe” além de ausência de “ferramentas e métodos apropriados” que possam ser rapidamente adotados de forma correta; AC-003, AC-007, IEEE-013, IEEE-57, SC-005, SC-032, SC-046 e IEEE-030 mencionam limitações monetárias pois elas têm economia vulnerável. Esta vulnerabilidade pode ser potencializada nas novas PMEs, onde ainda não há receitas e os investimentos são limitados. Três estudos primários (AC-004, AC-008 e SC-005) destacam o “investimento inicial” como uma barreira para adoção de práticas da ES. Em AC-017 o estudo indica “custo elevado”, porém ele se refere a todo o custo de adoção das atividades da ES.

Recursos humanos é uma barreira tratada como “equipe pequena”, “acúmulo de funções pelos colaboradores”, “falta de experiência”, “resistência às mudanças por parte dos experientes” e “imaturidade dos profissionais”, mencionada nos estudos AC-003, AC-004, AC-005, AC-007, AC-017, IEEE-057, SC-008, SC-032, SC-034, SC-046 e SC-076. Em SC-076 vale salientar que os autores citam como barreiras o comprometimento da alta administração e o envolvimento, tempo e treinamento da equipe.

Outra barreira identificada na amostragem desta pesquisa é o fato de existirem poucos estudos e pesquisas do meio científico voltados às características especiais das PMEs (AC-005). Esta barreira pode-se associar também à falta de ferramentas e/ou técnicas adequadas para a realidade delas (IEEE-031 e IEEE-034). Temos ainda autores afirmando que as soluções da ES foram elaboradas para grandes empresas e não contemplam as necessidades das PMEs (IEEE-043, IEEE-045 e SC-032).

Alguns autores ainda citam como barreira a “dificuldade no entendimento” e “aplicabilidade das soluções de ES”. Em AC-006 os autores associam essa dificuldade ao fato das PMEs necessitarem de processos de ES ágeis e dinâmicos para um retorno rápido do investimento. Essa falta de compreensão das soluções da ES acaba que gerando outras barreiras, como o de “processos mal planejados”. Por exemplo, os autores de IEEE-013 apresentam que este problema afeta negativamente a empresa em termos de tempo,

dinheiro e demais recursos. Em IEEE-043 é afirmado que os processos foram desenvolvidos para as grandes empresas e em AC-008 cita como barreira o fato das PMEs não possuírem processos bem definidos. É possível ainda identificar a dificuldade das PMEs de possuírem documentação completa e bem elaborada (IEEE-024 e SC-008), em alguns casos foi possível identificar que a empresa nem ao menos possuía documentação de seus produtos (AC-008 e AC-009). Esse fator pode amplificar a dificuldade de adaptar sistemas legados para soluções da ES (AC-009).

Outro problema observado, é quando as PMEs não adotam as soluções da ES durante o levantamento de requisitos (IEEE-018), erros nos requisitos exigem muito re-trabalho, esforço e despesas adicionais (IEEE-006). Requisitos mal elicitados ou mal compreendidos causam elevado custo de detecção de erros e correção tardia (IEEE-012).

Em resumo, observa-se o Custo e a Complexidade como principais barreiras, os quais podem causar maior Esforço e, inclusive, tornar a atividade Irreal para as características da PMEs. Nenhum estudo apontou Burocracia ou Falta de Ferramentas como problema para aplicar alguma prática da ES.

4. Trabalhos Relacionados

Sánchez-Gordón e O’connor conduziram um estudo com gerentes e desenvolvedores de três PMEs para entender as lacunas entre as práticas para o processo de software e as práticas adotadas. Eles identificaram que PMEs tem seu próprio processo adaptado para seu ambiente particular sem adotar programas formais de melhoramento de processo de software. Quase toda documentação é omitida, com exceção das questões relacionadas à comunicação com o cliente. As PMEs investigadas não adotavam padrões para processo de software pois elas não se sentem prontas para implementá-los [Sánchez-Gordón and O’Connor 2016].

Berg *et al.* conduziram um mapeamento sistemático analisando 74 artigos sobre ES em Startups. As áreas de modelos, métodos, qualidade, gerenciamento de configuração e testes têm recebido pouca atenção da comunidade de pesquisa entre 1994 e 2017. Eles indicam que mais evidências são necessárias para generalizar as práticas de trabalho e o contexto de engenharia para as Startups [Berg et al. 2018]. Tegegne *et al.* também descrevem um mapeamento sistemático sobre as práticas e metodologias de desenvolvimento de software adotadas em Startups. 37 estudos primários, publicados de 2006 a 2017, indicaram que metodologias ágeis e *Lean startup* foram as mais adotadas, assim como, um total de 144 práticas de desenvolvimento de software. Eles destacam que a natureza flexível e a facilidade de empacotamento dessas metodologias e práticas justificam sua adoção nas Startups [Tegegne et al. 2019].

Laport *et al.* fornecem uma visão geral do padrão ISO/IEC 29110. Este padrão é um guia sobre a engenharia e o gerenciamento de software para entidades muito pequenas (empresas, times, departamentos de desenvolvimento de software até 25 pessoas). No artigo, uma introdução à parte central da configuração básica de engenharia de software é apresentada, assim como, casos de sucessos de adoção do padrão. Eles mencionam que é preciso acelerar a transferência do conhecimento do padrão para as PMEs [Laporte et al. 2018]. Fayad *et al.* argumentam sobre as limitações da engenharia de software para pequenas empresas, desde que a grande maioria dos estudos científicos, técnicos e práticos foram realizados com grandes times, departamentos ou empresas em

mente. Eles, portanto, concluem que engenharia de software para pequenas empresas não é apenas um caso degenerado da engenharia de software para grandes empresas, mas uma área relevante para futuras pesquisas [Fayad et al. 2000]. Kouzari *et al.* resumem os resultados de uma revisão de literatura informal sobre os fatores de sucesso e barreiras críticos em pequenas e médias empresas em melhorias de processos de software. Eles destacam que processos “leves” não são suficientes para garantir o sucesso em PMEs. Eles observaram que a maioria dos fatores críticos e barreiras estão relacionados ao custo e ao retorno do investimento [Kouzari et al. 2015].

Estes trabalhos relacionados contribuem para entender como as PMEs executam práticas, metodologias, e técnicas da ES. Porém, dado que os estudos concentram-se em um período do tempo ou em sub-áreas específicas, torna-se necessário novos estudos para ratificar ou ajustar o corpo de conhecimento de como as PMEs estão adotando as práticas da engenharia de software. Neste sentido, este mapeamento busca ampliar essa compreensão através do mapeamento sistemático.

5. Conclusão

PMEs representam uma grande parcela das empresas que desenvolvem software. Ao passo que a ES é a disciplina responsável por guiar o desenvolvimento de software, este trabalho apresentou um mapeamento sistemático para identificar como a ES atende as PMEs, levando em consideração a suas características específicas.

Com mapeamento sistemático, foi possível observar nos estudos primários que as PMEs em grande parte preocupam-se com o Processo de Software, citado como fator para aumentar produtividade e qualidade dos produtos de software. Contudo, se observa que é sempre necessário a adaptação dos processos para atender as características das PMEs. Outra prática adotada refere-se ao reúso de software, em que se observou uso de linhas de produtos de software para facilitar o desenvolvimento e reduzir o tempo de entrega. Em relação aos problemas, a falta de recursos é evidente. Sobre os recursos aqui cabe ressaltar que não se trata apenas de valores monetários, mas engloba recursos humanos, físicos, de tempo e de materiais. Outra limitação observada é a necessidade que as PMEs têm em adaptar ou criar suas próprias ferramentas e métodos. Sobre as barreiras, foi observado que PMEs possuem equipes limitadas, com pouca experiência ou maturidade e em muitos casos os profissionais desempenham mais de uma função. Ainda é possível identificar o baixo comprometimento dos próprios administradores, ou resistência deles, em relação à adoção de práticas da ES. Além das dificuldades, foi possível identificar uma variedade de benefícios que as PMEs podem obter com as atividades da ES. Um processo sistemático de desenvolvimento gera produtos mais rapidamente, com menos erros, exigindo menos manutenção. O produto final tem mais qualidade e atende as expectativas dos clientes. Se a adoção da ES eleva os custos iniciais, as PMEs recuperam este investimento de forma mais rápida daquelas que não a adotaram.

Um trabalho futuro é conduzir entrevistas com profissionais de PMEs para observar se as atividades, os benefícios e os desafios mapeados são observados na prática. Assim, os benefícios e desafios poderão ser atrelados às atividades identificadas. Além disso, pretende-se identificar outros benefícios e desafios enfrentados durante o desenvolvimento ou a manutenção de seus sistemas. Por exemplo, atividades fundamentais para a qualidade do software, como testes, refatoramentos e inspeção de código.

Referências

- ABES (2020). Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências. <http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados> Acessado: 26-Set-2020.
- Berg, V., Birkeland, J., Nguyen-Duc, A., Pappas, I. O., and Jaccheri, L. (2018). Software startup engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 144:255–274.
- de Barros Sampaio, S. C., Marinho, M. L. M., de O. Luna, A. J. H., and Moura, H. P. (2015). Reflecting, adapting and learning in small software organizations: an action research approach. In *27th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)*, pages 632–637.
- Degwitz, L. T. N. (2014). Software engineering in small projects: The most essential processes. Master's thesis, University of Miami.
- Fayad, M. E., Laitinen, M., and Ward, R. P. (2000). Thinking objectively: Software engineering in the small. *Communications of the ACM*, 43(3):115–118.
- Kouzari, E., Gerogiannis, V. C., Stamelos, I., and Kakarontzas, G. (2015). Critical success factors and barriers for lightweight software process improvement in agile development: A literature review. In *10th International Joint Conference on Software Technologies (ICSOFT)*, volume 1, pages 1–9. IEEE.
- Laporte, C. Y., Munoz, M., Mejia Miranda, J., and O'Connor, R. V. (2018). Applying software engineering standards in very small entities: From startups to grownups. *IEEE Software*, 35(1):99–103.
- Majchrowski, A., Ponsard, C., Saadaoui, S., Flamand, J., and Deprez, J.-C. (2016). Software development practices in small entities: An iso29110-based survey. *Journal of Software: Evolution and Process*, 28.
- Moll, R. (2013). Being prepared -a bird's eye view of smes and risk management. *ISO Focus+*. *The Magazine of the Intern. Organization for Standardization*, 4(2):16–18.
- O'Connor, R. and Coleman, G. (2009). Ignoring "best practice": Why irish software smes are rejecting cmmi and iso 9000. *Australasian J. of Inf. Systems*, 16.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1–18.
- Sánchez-Gordón, M.-L. and O'Connor, R. V. (2016). Understanding the gap between software process practices and actual practice in very small companies. *Software Quality Journal*, 24(3):549–570.
- SOFTEX (2019). Associação para promoção da excelência do software brasileiro. relatório das atividades 2019. <https://softex.br/booksoftex/>. Acessado: 26-Set-2020.
- Teegne, E. W., Seppänen, P., and Ahmad, M. O. (2019). Software development methodologies and practices in start-ups. *IET Software*, 13:497–509(12).