
Um Mapeamento Sistemático sobre Engenharia de Requisitos de Safety na Indústria Abordando Metodologias Ágeis.

Ivan Felipe Alves Costa
Centro de Informática,
Universidade Federal de Pernambuco
Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: ifac@cin.ufpe.br

Carla Taciana Lima Lourenço Silva Schuenemann
Centro de Informática,
Universidade Federal de Pernambuco
Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: ctlls@cin.ufpe.br

Resumo: No passar dos anos, os métodos ágeis se encontram impactando a forma de desenvolvimento dos softwares. Em diversos cenários mostra uma quantidade elevada de benefícios, como a qualidade e a velocidade do desenvolvimento do software. Entretanto, o cenário de sistemas críticos está sendo questionado todos os dias sobre as consequências que suas falhas podem trazer, tanto quanto aos danos ao ambientes e as pessoas, podendo chegar a custar vidas. Para tentar melhorar esse cenário a utilização de metodologias ágeis no desenvolvimento de sistemas críticos se encontra em crescimento. Com isso esse artigo elaborou um mapeamento sistemático da literatura, e tem como ideal entender as abordagens que têm sido propostas para lidar com os requisitos de Safety.

Palavras Chaves: metodologias ágeis, safety, sistemas críticos, engenharia de requisitos.

1 Introdução

Um sistema se torna crítico quando ele pode ocasionar consequências diversas, como perda financeira, danos ao meio ambiente, prejuízo para as pessoas, podendo chegar em alguns casos de morte (Laplante, 2017). O uso de software nesses sistemas tem aumentado em grande número, deixando evidente que onde as falhas aconteceram pode chegar a prejudicar em diversos pontos a integridade do sistema. Podemos observar isso no cenário automotivo, que uma falha pode resultar na morte de diversas pessoas, mas como tudo tem dois lados, as funções que podem ser implementadas e inseridas nesses meios pode, por exemplo, substituir o comportamento do motorista em determinados momentos para evitar que algo grave possa

acontecer, como uma colisão. Também é possível observar casos semelhantes em outras áreas, como no ambiente aviônico (Grant, 2016) ou em estradas de ferro (Provenzano, 2017).

Com esses exemplos poderão ver uma necessidade de regulamentação e certos níveis de exigências para que possamos garantir a qualidade dos sistemas, e um exemplo que já existe para evitar algumas catástrofes são as certificações, como a ISO26262 para o setor automotivo, IEC61513 para o setor nuclear, IEC62304 para o ambiente médico e DO-178B para o setor aviônico que têm como objetivo assegurar que as melhores práticas de engenharia serão seguidas (Notander, 2013).

Embora os métodos ágeis tenham mudado significadamente a maneira de desenvolver software, o ambiente de sistemas críticos foram inicialmente se afastando dessas tendências por conta da relação com a necessidade de documentar casos de segurança e especificar os requisitos de safety.

Com tudo isso foi elaborado um mapeamento sistema com base nos artigos selecionados por Kasauli et al. (2018) com o objetivo de identificar uma forma de lidar com as necessidades que os sistemas críticos. Tenho como contribuição um primeiro passo na síntese de trabalho existente na integração de requisitos de safety em práticas ágeis.

Como resultado será respondido diversos questionamentos, e assim entender quais são as abordagens que têm sido propostas para lidar com os requisitos de safety em projetos de software ágil. Sendo assim, o objetivo é apresentar os resultados das questões de pesquisa que podem ser observadas na Seção 2.4.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Engenharia de Requisitos

Na visão de Pressman et al. (2001), a engenharia de requisitos fornece os mecanismos apropriados para entender o que o cliente quer, analisar necessidades, analisar o que é possível ser feito, negociar uma solução razoável, especificar uma solução não ambígua, validar a especificação e gerenciar os requisitos conforme eles se transformam em um software operante.

2.2 Requisito de Safety

Segundo Kasauli et al. (2018), um sistema crítico de segurança é aquele que sua falha pode causar a perda financeira, danos ao meio ambiente, prejuízo para as pessoas e, em alguns casos, a perda de vidas.

O uso de software em sistemas de segurança crítica tem aumentado continuamente, e com esse crescimento o número de falhas tende a crescer em paralelo, fazendo assim surgir a preocupação da segurança que eles podem oferecer. Com isso ainda existe a insegurança para com a utilização desses sistemas, já que a vida e o bem-estar de todos que se encontram ao redor fica suscetível a essas falhas.

Em contrapartida, já existem alguns padrões de coleta e seleção de requisitos que se encontram em desenvolvimento, que tem como ideal fazer com que esses softwares se tornem mais seguros e com isso se tornando menos propenso a falha, por exemplo, ISO26262 para o setor automotivo, IEC61513 para nuclear, IEC62304 para médicos e outros (Notander, 2013).

2.3 Metodologias Ágeis

Segundo Pressman et al. (2011), as metodologias ágeis existem desde a década de 80, mas com o passar dos anos as informações passaram por algumas alterações. Com o passar dos anos os desenvolvedores passaram a compreender o ideal das metodologias, e as vantagens que ela poderia trazer. Inicialmente acreditaram que essas metodologias traziam de diferencial o fato de poder desenvolver sem documentação, sem padrão e sem os devidos cuidados.

Contudo, as metodologias ágeis visam melhorar a produtividade, e tem como foco na comunicação contínua com o cliente, nas entregas constantes e nas equipes de desenvolvimento. Tornando a uma grande tendência para ser utilizado em diversas organizações.

2.4 Trabalhos Relacionados

2.4.1 O artigo “Safety-Critical Systems and Agile Development: A Mapping Study”

Kasauli et al. (2018) realizou um mapeamento sistemático sobre sistemas críticos de safety (SCS) e desenvolvimento ágil, visando mapear potenciais benefícios, desafios e possíveis soluções para orientar futuras pesquisas.

Com isso o artigo respondeu às seguintes perguntas de pesquisa:

Q1: Quais pesquisas existem sobre desenvolvimento ágil de SCS?

Q2: Quais são os principais benefícios da aplicação de métodos e práticas ágeis no desenvolvimento SCS?

Q3: Quais desafios existem no desenvolvimento ágil de SCS?

Q4: O que os candidatos a solução (por exemplo, princípios e práticas) prometem para enfrentar os desafios em relação ao desenvolvimento ágil de SCS?

Essa pesquisa utilizou a seguinte *string* de pesquisa:

TITLE-ABS-KEY(agile OR agility OR “continuous integration” OR “continuous deployment” OR “continuous delivery” OR scrum OR “agile practices” OR xp) AND TITLE-ABS-KEY(“safety-critical systems” OR “safety-critical software” OR safety OR “safety critical” OR regulated OR regulation OR “software intensive”).

Para responder às perguntas de pesquisa foram selecionados 34 artigos. Esses artigos estão descritos no Anexo 1 e serão utilizados para responder às questões de pesquisa sobre requisitos de safety na indústria abordando métodos ágeis.

3 Método de pesquisa

As principais razões para realizar um Mapeamento Sistemático é identificar sistematicamente as lacunas no atual corpo de pesquisa e apoiar a elaboração de novas pesquisas, evitando a duplicação desnecessária de esforços e erros (Kaisti, 2013). Desta forma, será avaliado os resultados obtidos através da utilização de metodologias ágeis sobre cenário de Engenharia de Requisitos em Safety na Indústria.

Para este trabalho, foi seguido as diretrizes propostas por Kitchenham (Kitchenham, 2014) para realizar um mapeamento sistemático. Depois de identificar a necessidade do mapeamento, foram definidas as questões de pesquisa. Não foi aplicada nenhuma estratégia de busca, pois, os artigos tomados de entrada do mapeamento são os mesmos de Kasauli et al. (2018) e apresentados na Tabela 1.

3.1 Questões de pesquisa

Este artigo tem como objetivo responder às seguintes questões de pesquisa:

1. No contexto de quais métodos ágeis as abordagens foram propostas e aplicadas?
Esta questão visa obter uma visão geral e compreensão dos métodos ágeis (por exemplo, Scrum, XP) para os quais foram propostas abordagens de requisitos de safety.
2. Quais etapas do processo de ER as abordagens cobrem?
O objetivo desta questão é identificar a fase do processo de ER específica (de acordo com elicitação, análise, especificação, verificação e validação). Embora não seja a intenção analisar determinadas práticas ER, esta categorização ajuda a compreender a finalidade das abordagens apresentadas.
3. Como os requisitos de safety são lidados em cada abordagem?
Esta questão envolve o fornecimento de uma breve descrição das abordagens, analisando como cada abordagem sugere lidar com o requisito de safety, ou seja, como as opções de solução são normalmente construídas.
4. Que tipos de avaliações empíricas foram realizadas?
O objetivo desta pergunta é identificar quais tipos de estudos empíricos foram utilizados para avaliar as abordagens.

3.2 Extração de dados

Os artigos apresentados na Tabela 1 foram usados como artigos de entrada no processo de seleção e foi utilizado um único critério de seleção, mais precisamente um critério de inclusão. Somente artigos relacionados a Engenharia de Requisitos seriam incluídos na seleção. Vale salientar que foi verificado inicialmente os critérios de inclusão e exclusão do artigo de Kasauli et al. (2018) para verificar se os dados estão de acordo com a pesquisa.

Com isso, foram descartados 22 artigos, restando um total de 12 artigos (Tabela 2) para realizar toda a extração dos dados e responder as perguntas de pesquisa informadas na Seção 3.1.

Tabela 2. Artigos selecionados

# ID	Referencias
[AETO15]	A.A. Abdelaziz, Y. El-Tahir, and R Osman. Adaptive software development for developing safety critical software. In Proc. of Int. Conf. on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Eng. (ICCNEEE), pages 41–46, Khartoum, Sudan, 2015.
[GEI+11]	Kevin Gary, Andinet Enquobahrie, Luis Ibanez, Patrick Cheng, Ziv Yaniv, Kevin Cleary, Shylaja Kokoori, Benjamin Muffih, and John Heidenreich. Agile methods for open source safety-critical software. Journal of Software: Practice and Experience (SPE), 41(9):945–962, 2011.
[GPM10]	Xiaocheng Ge, Richard F Paige, and John A McDermid. An iterative approach for development of safety-critical software and safety arguments. In Proc. of AGILE Conf., pages 35–43, Nashville, TN, USA, 2010. IEEE.
[HHS+16]	Geir K Hanssen, Børge Haugset, Tor Stålhane, Thor Myklebust, and Ingar Kulbrandstad. Quality assurance in scrum applied to safety critical software. In Proc. of Int. Conf. on Agile Software Development (XP), pages 92–103, Edinburgh, Scotland, UK, 2016.
[HWS17]	Geir K. Hanssen, Gosse Wedzinga, and Martijn Stuij. An assessment of avionics software development practice: Justifications for an agile development process. In Proc. of Int. Conf. on Agile Software Dev. (XP), pages 217–231, Cologne, Germany, 2017.
[JLP12]	H. Jonsson, S. Larsson, and S. Punnekkat. Agile practices in regulated railway software development. In Proc. of 23rd Int. Symp. on Software Reliability Engineering, Workshops (ISSREW WS), pages 355–360, Dallas, TX, USA, 2012.
[MMC14]	Martin McHugh, Fergal McCaffery, and Garret Coady. An agile implementation within a medical device software organisation. In (SPICE), pages 190–201, 2014.
[RR08]	Pieter Adriaan Rottier and Victor Rodrigues. Agile development in a medical device company. In Proc. of AGILE Conf., pages 218–223, Toronto, ON, Canada, 2008.
[VW17]	S. Vost and S. Wagner. Keeping continuous deliveries safe. In Proc. of 39th Int. Conf. on SW Eng. (ICSE), Buenos Aires, Argentina, 2017.

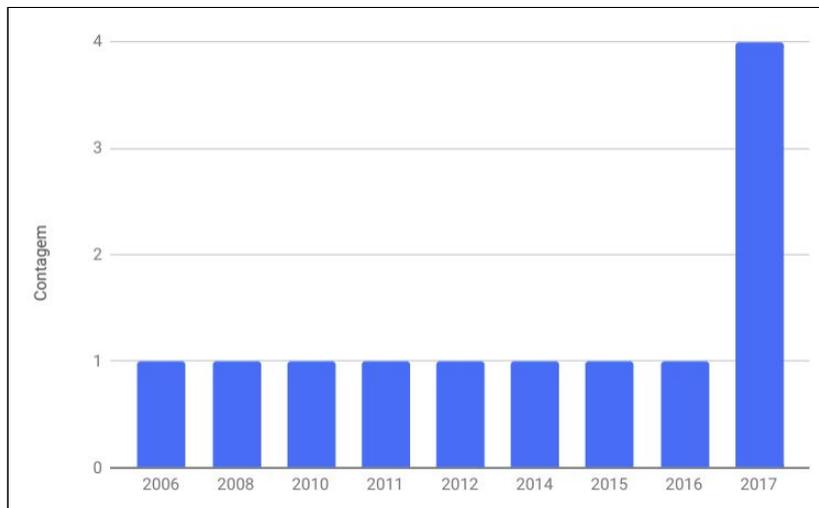
[WBHV06]	Andrew Wils, Stefan Van Baelen, Tom Holvoet, and Karel De Vlamincx. Agility in the avionics software world. In Proc. of (XP), pages 123–132, 2006.
[WBW17]	Yang Wang, Ivan Bogicevic, and Stefan Wagner. A study of safety documentation in a scrum development process. In Proc. of XP Scientific Workshops (XP WS), 2017.
[WRW17]	Yang Wang, Jasmin Ramadani, and Stefan Wagner. An exploratory study on applying a scrum development process for safety-critical systems. In Proc. of Int. Conf. on Product-Focused Software Process Improvement (PROFES), pages 324–340, 2017.

Para realizar a extração de dados, cada artigo está detalhado em uma Planilha Google (link: https://drive.google.com/open?id=1fLcL_RFnUZUfdw_BWiqMotsBPc3f9oeJK_cBvUe_PTC). Os campos contidos na planilha são: Identificador; Ano; Resumo; Respostas das Questões de Pesquisa (4 colunas). A próxima seção mostra em detalhes os resultados coletados nesta revisão.

4 Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos através da revisão. Vale a pena mencionar quantos artigos foram selecionados de cada ano, detalhados na Figura 1.

Figura 1. Número de trabalhos selecionados por ano.



4.1 No contexto de quais métodos ágeis as abordagens foram propostas e aplicadas?

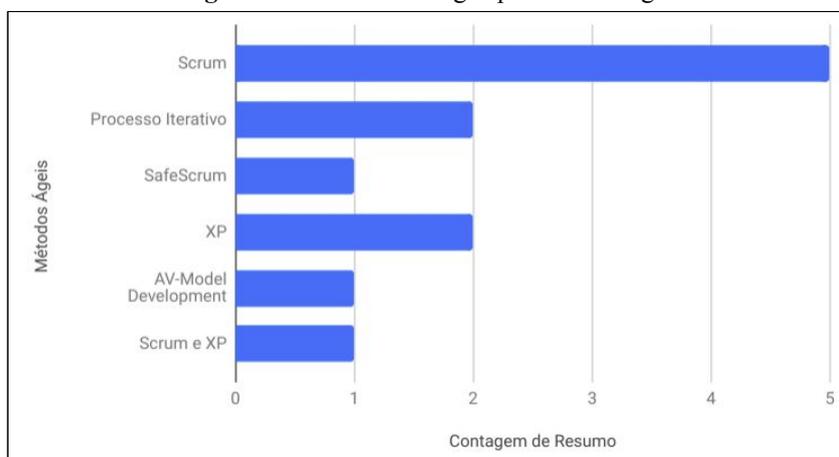
A metodologia ágil que mais foi citada na pesquisa foi a de Scrum (6 de 12 estudos). Outros métodos ágeis também foram mencionados, foram eles: XP (3 estudos), SafeScrum (1 estudo), AV-Model Development. (1 estudo) e Processo Iterativo (2 estudo).

Foi observado na leitura que os autores propõem como solução o uso parcial das metodologias, para que com isso consiga as melhores vantagens na indústria. Em alguns casos fazendo uso de ferramentas de software.

Tabela 4. Resumo de métodos ágeis abordados nos artigos.

Identificador	Ano	Resumo
AETO 15	2015	Scrum
GEI +11	2011	Processo Iterativo
GPM 10	2010	Processo Iterativo
HHS +16	2016	SafeScrum
HWS 17	2017	Scrum
JLP 12	2012	XP
MMC 14	2014	AV-Model Development
RR 08	2008	Scrum e XP
VW 17	2017	Scrum
WBHV06	2006	XP
WBW 17	2017	Scrum
WRW 17	2017	Scrum

Figura 2. Número de artigos por metodologia.



4.2 Quais etapas do processo de ER as abordagens cobrem?

Os trabalhos selecionados dizem respeito, em sua grande maioria, à especificação ou validação. É importante notar que diversos artigos tratam de temas que compreende mais de uma fase, um total de 8 dos 12 artigos encontrados. Contudo, um foco recai sobre a especificação, aonde a questão de documentação é bastante mencionado nos artigos.

Tabela 5. Resumo das etapas do processo de ER nos artigos

Identificador	Ano	Resumo
AETO 15	2015	Validação
GEI +11	2011	Especificação e Validação
GPM 10	2010	Análise
HHS +16	2016	Validação
HWS 17	2017	Especificação e Validação
JLP 12	2012	Elicitação e Análise
MMC 14	2014	Especificação e Validação
RR 08	2008	Especificação e Validação
VW 17	2017	Análise e Especificação
WBHV06	2006	Especificação e Validação
WBW 17	2017	Especificação
WRW 17	2017	Especificação e Validação

4.3 Como os requisitos de safety são lidados em cada abordagem?

Durante a análise das abordagens foi possível identificar e agrupar tipos semelhantes de opções de soluções que permitem entender melhor como os Requisitos de Safety são tratados nos métodos ágeis. Ao todo, foram identificados cinco tipos diferentes, que são descritos a seguir:

- *Modificando métodos ágeis*: Uma das maneiras mais comuns para lidar com os requisitos de safety no contexto de métodos ágeis, que é propor modificações aos métodos ágeis.
- *Apresentando novos artefatos*: Que envolvem a criação de novos artefatos, como a extensão do conceito de história de usuário, que são muitas vezes escritas a partir da perspectiva de um usuário final.
- *Inserção de técnicas de desenvolvimento*: Nesse caso, as abordagens envolvem orientações específicas a serem seguidas pelas partes interessadas.
- *Propor um quadro conceitual*: Nesse caso, o objetivo é de construir uma estrutura conceitual para lidar com os requisitos de safety, e que poderia ser adaptado e aplicado a qualquer método ágil.
- *Fornecendo suporte da ferramenta*: Por fim, essa abordagem tem como ideia tratar o modo de como os requisitos são lidados no contexto de métodos ágeis com a abordagem conceitual que foi implementada como uma solução de software.

Tabela 6. Resumo de como os requisitos de safety são lidados nos artigos.

Identificador	Ano	Resumo
AETO 15	2015	Inserção de técnicas de desenvolvimento
GEI +11	2011	Modificando metodologias ágeis
GPM 10	2010	Propor um quadro conceitual
HHS +16	2016	Modificação de métodos ágeis, apresentados novos artefatos e suporte de ferramentas
HWS 17	2017	Modificação de métodos ágeis e suporte de ferramentas
JLP 12	2012	Modificação de métodos ágeis
MMC 14	2014	Propor um quadro conceitual
RR 08	2008	Modificação de métodos ágeis e fornecendo suporte de ferramentas
VW 17	2017	Fornecendo suporte de ferramentas
WBHV06	2006	Modificação de métodos ágeis
WBW 17	2017	Modificação de métodos ágeis
WRW 17	2017	Modificação de métodos ágeis e apresentado novos artefatos

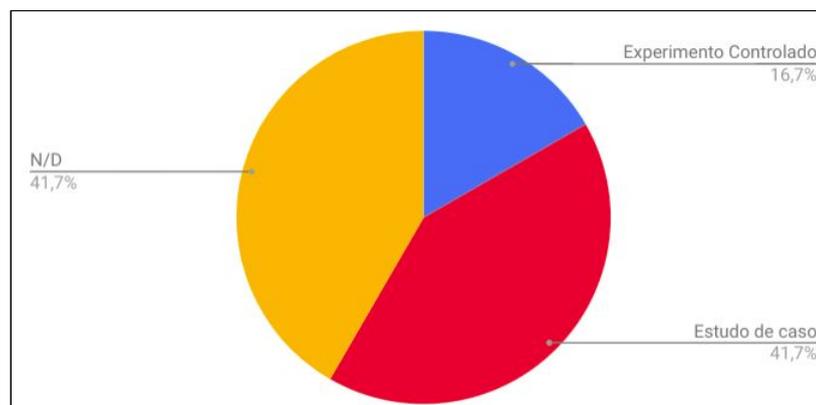
4.4 Que tipos de avaliações empíricas foram realizadas?

Ao analisar os artigos selecionados, foi possível verificar quais deles realizaram algum tipo de avaliação empírica, e com isso identificar qual o tipo da avaliação. Como resultado foi visto que entre os 12 artigos, 7 deles tenham realizado avaliações empíricas (5 estudos de casos e 2 experimentos controlados). Por outro lado, mesmo 5 estudos não contendo nenhum tipo de avaliação empírica seja um número alto, isto já era esperado, já que existem desafios na integração de requisitos de safety com as práticas ágeis.

Tabela 7. Relação dos tipos de avaliações empíricas.

Identificador	Ano	Resumo
AETO 15	2015	Experimento Controlado
GEI +11	2011	Estudo de caso
GPM 10	2010	N/D
HHS +16	2016	Estudo de caso
HWS 17	2017	Estudo de caso
JLP 12	2012	N/D
MMC 14	2014	N/D
RR 08	2008	Estudo de caso
VW 17	2017	N/D
WBHV06	2006	Experimento Controlado
WBW 17	2017	Estudo de caso
WRW 17	2017	N/D

Figura 3. Mostra os tipos de avaliações empíricas usadas nos artigos em formato de gráfico.



5 Ameaças à validade

É necessário apontar algumas ameaças à validade deste documento, como que os artigos foram selecionados por apenas um pesquisador, não havendo, então, uma segunda opinião sobre se um artigo deveria ser incluído ou não.

Em segundo lugar, todos os dados foram extraídos manualmente, embora tenham sido verificados duas vezes, podem ainda ser imprecisos.

Por fim, não obtive tempo suficiente para fazer uma investigação profunda nos locais das referências dos artigos (periódicos, conferências, livros, teses e assim por diante), caso essa análise tivesse sido realizada seria possível fornecer melhores resultados, e por consequência poderia gerar mais impacto na comunidade acadêmica.

6 Trabalhos relacionados

O trabalho identificado pela sua semelhança, foi o desenvolvido em 2018 intitulado “A Systematic Mapping Study on Security in Agile Requirements Engineering” de Villamizar et al. (2018), onde seu foco é Segurança, enquanto esse artigo tem como contraproposta um foco do ponto de vista de Safety. Com isso o artigo usou das mesmas perguntas de pesquisas que esse artigo mencionou na Seção 3.1.

Essa pesquisa identificada utilizou a seguinte *string* de busca: “((Agility OR Agile OR Scrum OR Extreme Programming) AND (Security AND Requirements))”. Com a utilização da *string* com o método de pesquisa selecionado pelo autor foi possível selecionar 21 artigos, com isso alcançar ótimos resultados nas suas questões de pesquisa, para compreender melhor os resultados foi elaborado a Tabela 8, que tem como intuito comparar algumas das perguntas mais relevantes, para assim observar as peculiaridades e similaridades que os dois temas possuem.

Tabela 8. Comparação do trabalho atual com o trabalho produzido por Villamizar (2018)

No contexto de quais métodos ágeis as abordagens foram propostas e aplicadas?	
Para Safety	Para Segurança (Villamizar et al., 2018)
<p><i>Método ágil mais mencionado: Scrum (6 de 12 estudos).</i></p> <p><i>Outros métodos ágeis citados:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>XP (3 estudos)</i> • <i>SafeScrum (1 estudo)</i> • <i>AV-Model Development (1 estudo)</i> • <i>Processo Iterativo (Scrum e XP) (2 estudos).</i> 	<p><i>Método ágil mais mencionado: Scrum (9 de 21 estudos).</i></p> <p><i>Outros métodos ágeis citados:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>XP (2 estudos)</i> • <i>Característica Driven Development (1 estudo)</i> • <i>Método de Desenvolvimento Dinâmico (1 estudo).</i>
Quais etapas do processo de ER as abordagens cobrem?	
Para Safety	Para Segurança (Villamizar et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> • <i>A maioria dos trabalhos selecionados dizem respeito a especificação (7 artigos) ou validação (8 artigos);</i> • <i>Trata de mais de uma fase: 8 dos 12 artigos;</i> • <i>Foco: Especificação</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A maioria dos trabalhos selecionados requisitos dizem respeito a práticas de especificações (12 em 21);</i> • <i>Trata de mais de uma fase: 2 artigos;</i> • <i>Foco: Especificação</i>
Como os requisitos de safety/segurança são lidados em cada abordagem?	
Para Safety	Para Segurança (Villamizar et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Modificando métodos ágeis;</i> • <i>Apresentando novos artefatos;</i> • <i>Inserção de técnicas de desenvolvimento;</i> • <i>Propor um quadro conceitual;</i> • <i>Fornecendo suporte de ferramenta.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Modificando métodos ágeis;</i> • <i>Apresentando novos artefatos;</i> • <i>Inserção de técnicas de desenvolvimento;</i> • <i>Propor um quadro conceitual;</i> • <i>Fornecendo suporte de ferramenta;</i> • <i>Apresentando diretrizes para lidar com as questões de segurança.</i>

7 Conclusão e trabalhos futuros

Este artigo apresenta os resultados de um estudo de Mapeamento Sistemático sobre ER sendo relacionado com Safety no contexto de métodos ágeis. Nesta avaliação, um total de 12 artigos publicados entre 2006 e 2017 foram identificados e analisados.

Os artigos foram classificados nos seguintes pontos: Quais as metodologias ágeis abordadas, as etapas do processo de ER, tipos de solução de abordagem, e por fim, os tipos de avaliações empíricas realizadas.

Nos resultados foi mostrado que a maioria das abordagens se relacionam como o método Scrum. Em relação ao tipo de fase do processo de ER, a Especificação foi a fase mais abordada. No que diz respeito como os requisitos de safety são lidados as opções que mais se aplicam é modificando os métodos ou adicionando novos artefatos.

Com isso foi elaborado um estudo comparativo com o artigo de Villamizar et al. (2018), para assim concluir que existem similaridades nos resultados que foram encontrados em ambos os cenários, em Safety como em Segurança.

Sendo assim, as principais lacunas identificadas no mapeamento, foram elas: a falta de pesquisas sobre os pontos de verificação e validação, a constatação que o suporte a ferramenta é bem limitada, e por fim, o número escasso de avaliações empíricas relacionada a pesquisa.

Entretanto, o campo parece estar a crescer e evoluir com o passar dos anos, como visto na Figura 1, e com isso o interesse sobre ER nas metodologias ágeis no ambiente de SCS.

Como sugestão para futuras pesquisas é possível ainda realizar estudos que tenham como objetivo investigar mais profundamente toda as questões de Engenharia de Requisitos quando aplicados das metodologias ágeis dentro da indústria, conseguindo assim apontar de forma precisa os pontos positivos e negativos.

Espero que esse estudo possa ajudar a todos que tenham interesse em realizar pesquisas sobre esse tema tão promissor.

8 Referências

P. Diebold and M. Dahlem. Agile practices in practice: a mapping study. In Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, page 30. ACM, 2014.

E. S. Grant. Requirements engineering for safety critical systems: An approach for avionic systems. In 2nd Int. Conf. on Computer and Communications (ICCC), 2016, pages 991–995. IEEE, 2016.

J. Hatcliff, A. Wassyng, T. Kelly, C. Comar, and P. Jones. Certifiably safe software-dependent systems: challenges and directions. In Proceedings of the on Future of Software Engineering, pages 182–200. ACM, 2014.

M. Kaisti, V. Rantala, T. Mujunen, S. Hyrynsalmi, K. Könnölä, T. Mäkilä, and T. Lehtonen. Agile methods for embedded systems development—a literature review and a mapping study. EURASIP Journal on Embedded Systems, 2013(1):15, 2013.

B. Kitchenham. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004):1–26, 2004.

B. Kitchenham and S. Charters. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In Technical report, Ver. 2.3. EBSE. sn, 2007.

M. Kuhrmann, P. Diebold, and et al. Hybrid software and system development in practice: Waterfall, scrum, and beyond. In ICSSP, pages 30–39, 2017.

P. A. Laplante and J. F. DeFranco. Software engineering of safety-critical systems: Themes from practitioners. IEEE Transactions on Reliability, 66(3):825–836, 2017.

B. Meyer. Agile! The Good, the Hype and the Ugly. Springer, 2014.

P. Pelliccione, E. Knauss, and et al. Automotive architecture framework: the experience of volvo cars. Journal of systems architecture, 2017.

K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson. Systematic mapping studies in software engineering. In EASE, volume 8, pages 68–77, 2008.

L. Provenzano and K. Hänninen. Specifying software requirements for safety-critical railway systems: An experience report. In Int. Working Conf. on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, pages 363–369. Springer, 2017.

M. Vuori. Agile development of safety-critical software. Tampere University of Technology, 14, 2011.

C. Wohlin. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering, page 38. ACM, 2014.

Jesper Pedersen Notander, Martin anfitrião, e Per Runeson. desafios no desenvolvimento de software de segurança crítica flexível - uma pesquisa qualitativa industrial. Dentro Proc. de Int. Conf. no produto focado Melhoria de Processo de Software (PROFES), páginas 283- 297 de 2013.

Kasauli, Rashidah, et al. "Safety-Critical Systems and Agile Development: A Mapping Study." 2018 44th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). IEEE, 2018.

Villamizar, Hugo, et al. "A Systematic Mapping Study on Security in Agile Requirements Engineering." arXiv preprint arXiv:1806.01366 (2018).

Prikladnicki, Rafael. "Padrões de evolução na prática de desenvolvimento distribuído de software em ambientes de internal offshoring: um modelo de capacidade." (2009).

Pressman, Roger S. Engenharia de Software: Uma abordagem profissional, Bookman, Porto Alegre, 2011;

Anexo A - Artigos selecionados por Kausali et al. (2018)

# ID	Referencias
[AETO15]	A.A. Abdelaziz, Y. El-Tahir, and R Osman. Adaptive software development for developing safety critical software. In Proc. of Int. Conf. on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Eng. (ICCNEEE), pages 41–46, Khartoum, Sudan, 2015.
[CWR10]	Oisín Cawley, Xiaofeng Wang, and Ita Richardson. Lean/agile software development methodologies in regulated environments state of the art. In Proc. of Conf. on Lean Enterprise Software and Systems (LESS), pages 31–36, Helsinki, Finland, 2010.
[DK16]	Osama Doss and Tim Kelly. Addressing the 4+1 software assurance processes within scrum. In Proc. of XP Scientific Workshops, Edinburgh, Scotland, UK, 2016. 5 pages.
[DKS+17]	Osama Doss, Tim Kelly, Tor Stålhane, Børge Haugset, and Mark Dixon. Integration of the 4+1 software safety assurance principles with scrum. In Proc. of European Conf. on Software Process Improvement (EuroSPI), pages 72–82, Ostrava, Czech Republic, 2017.
[FSOO13]	Brian Fitzgerald, Klaas-Jan Stol, Ryan O’Sullivan, and Donal O’Brien. Scaling agile methods to regulated environments: An industry case study. In Proc. of 35th Int. Conf. on Software Engineering (ICSE), pages 863–872, 2013.
[GEI+11]	Kevin Gary, Andinet Enquobahrie, Luis Ibanez, Patrick Cheng, Ziv Yaniv, Kevin Cleary, Shylaja Kokoori, Benjamin Muffih, and John Heidenreich. Agile methods for open source safety-critical software. Journal of Software: Practice and Experience (SPE), 41(9):945–962, 2011.
[GL12]	Janusz Górski and Katarzyna Łukasiewicz. Assessment of risks introduced to safety critical software by agile practices a software engineer’s perspective. Computer Science (CSCI), 13(4):165–182, 2012.
[GL13]	J. Górski and K. Łukasiewicz. Towards agile development of critical software. In In Proc. of Int. Workshop on Software Engineering for Resilient Systems (SERENE), pages 48–55, 2013.
[GPM10]	Xiaocheng Ge, Richard F Paige, and John A McDermid. An iterative approach for development of safety-critical software and safety arguments. In Proc. of AGILE Conf., pages 35–43, Nashville, TN, USA, 2010. IEEE.
[Hee14]	Lise Tordrup Heeager. How can agile and documentation-driven methods be meshed in practice? In (XP), pages 62–77, Rome, Italy, 2014.
[HHS+16]	Geir K Hanssen, Børge Haugset, Tor Stålhane, Thor Myklebust, and Ingar Kulbrandstad. Quality assurance in scrum applied to safety critical software. In Proc. of Int. Conf. on Agile Software Development (XP), pages 92–103, Edinburgh, Scotland, UK, 2016.
[HWS17]	Geir K. Hanssen, Gosse Wedzinga, and Martijn Stuij. An assessment of avionics software development practice: Justifications for an agile development process. In Proc. of Int. Conf. on Agile Software Dev. (XP), pages 217–231, Cologne, Germany, 2017.

[JLP12]	H. Jonsson, S. Larsson, and S. Punnekkat. Agile practices in regulated railway software development. In Proc. of 23rd Int. Symp. on Software Reliability Engineering, Workshops (ISSREWWS), pages 355–360, Dallas, TX, USA, 2012.
[KKK14]	Wolfgang Kuchinke, Christian Krauth, and Töresin Karakoyun. Agile software development requires an agile approach for computer system validation of clinical trials software products. In Proc. of eChallenges Conf., pages 1–8, Belfast, UK, 2014.
[LG16]	K Łukasiewicz and J. Górski. Agilesafe - a method of introducing agile practices into safety-critical software development processes. In Proc. of Federated Conf. on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), pages 1549–1552, 2016.
[McM16]	Paul E. McMahon. Cmmi the agile way in constrained and regulated environments. Journal of Defense Software Engineering (Crosstalk), JulAug:10–15, 2016.
[MMC12]	M. McHugh, F. McCaffery, and V. Casey. Barriers to adopting agile practices when developing medical device software. In Proc. of Int. Conf. on SW Process Impr. and Capability Determ. (SPICE), pages 141–147, Palma de Mallorca, Spain, 2012.
[MMC14]	Martin McHugh, Fergal McCaffery, and Garret Coady. An agile implementation within a medical device software organisation. In (SPICE), pages 190–201, 2014.
[MSL16]	Thor Myklebust, Tor Stålhane, and Narve Lyngby. An agile development process for petrochemical safety conformant software. In Proc. of Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), Tucson, AZ, USA, 2016.
[NHR13]	Jesper Pedersen Notander, Martin Höst, and Per Runeson. Challenges in flexible safety-critical software development – an industrial qualitative survey. In Proc. of Int. Conf. on Product Focused Software Process Improvement (PROFES), pages 283–297, 2013.
[PGC+11]	Richard F. Paige, Andy Galloway, Ramon Charalambous, Xiaocheng Ge, and Phillip J. Brooke. High-integrity agile processes for the development of safety critical software. Int. Journal of Critical Computer-Based Systems (IJCCBS), 2(2):181–216, 2011.
[RHJS09]	Rod Rasmussen, Tim Hughes, J.R. Jenks, and John Skach. Adopting agile in an fda regulated environment. In Proc. of AGILE Conf., pages 151–155, Chicago, IL, USA, 2009.
[RR08]	Pieter Adriaan Rottier and Victor Rodrigues. Agile development in a medical device company. In Proc. of AGILE Conf., pages 218–223, Toronto, ON, Canada, 2008.
[SHMH14]	Tor Stålhane, Geir Kjetil Hanssen, Thor Myklebust, and Børge Haugset. Agile change impact analysis of safety critical software. In Proc. of Int. Conf. on Computer Safety, Reliability, and Security (SAFECOMP), pages 444–454, Firenze, Italy, 2014.
[SM16a]	Tor Stålhane and Thor Myklebust. The agile safety case. In Proc. of Int. Conf. on Computer Safety, Reliability, and Security (SAFECOMP), pages 5–16, 2016.
[SM16b]	Tor Stålhane and Thor Myklebust. Early safety analysis. In Proc. of XP Scientific Workshops (XP WS), Edinburgh, Scotland, UK, 2016. 6 pages.

[SW13]	John Schmidt and Kelly Weyrauch. Getting agile with medical device development. <i>Biomedical Instrumentation & Technology</i> , 47(3):221–223, 2013.
[TMLB16]	Kitija Trektete, Fergal McCaffery, Marion Lepmets, and Grainne Barry. Tailoring mdevspice R for mobile medical apps. In <i>Software and System Processes (ICSSP)</i> , pages 106–110, Austin (TX), USA, 2016.
[VW17]	S. Vost and S. Wagner. Keeping continuous deliveries safe. In <i>Proc. of 39th Int. Conf. on SW Eng. (ICSE)</i> , Buenos Aires, Argentina, 2017.
[WBHV06]	Andrew Wils, Stefan Van Baelen, Tom Holvoet, and Karel De Vlaminck. Agility in the avionics software world. In <i>Proc. of (XP)</i> , pages 123–132, 2006.
[WBW17]	Yang Wang, Ivan Bogicevic, and Stefan Wagner. A study of safety documentation in a scrum development process. In <i>Proc. of XP Scientific Workshops (XP WS)</i> , 2017.
[Wol12]	Sune Wolff. Scrum goes formal: Agile methods for safety-critical systems. In <i>Formal Methods in Software Engineering: Rigorous and Agile Approaches (FormSERA)</i> , pages 23–29, Zurich, Switzerland, 2012.
[WRW17]	Yang Wang, Jasmin Ramadani, and Stefan Wagner. An exploratory study on applying a scrum development process for safety-critical systems. In <i>Proc. of Int. Conf. on Product-Focused Software Process Improvement (PROFES)</i> , pages 324–340, 2017.
[WW16]	Yang Wang and Stefan Wagner. Toward integrating a system theoretic safety analysis in an agile development process. In <i>Proc. of Software Engineering (Workshops)</i> , pages 156–159, Wien, Austria, 2016.

Assinaturas

Ivan Felipe Alves Costa
Orientando

Carla Taciana Lima Lourenço Silva Schuenemann
Orientador