

Revisão Sistemática sobre o Retorno Qualitativo da Aplicabilidade das Metodologias Ágeis Sobre o Valor de Negócio dos Projetos de Desenvolvimento de Software

Fernando K. Kamei
Centro de Informática
Universidade Federal
de Pernambuco
fkenjikamei@gmail.com

Eliza S. F. Cardozo
Centro de Informática
Universidade Federal
de Pernambuco
elisa.sattyam@gmail.com

Fabio Q. B. da Silva
Centro de Informática
Universidade Federal
de Pernambuco
fabio@cin.ufpe.br

Alexandre M. L. de
Vasconcelos
Centro de Informática
Universidade Federal
de Pernambuco
amlv@cin.ufpe.br

Resumo:

1. Introdução

Em razão do rápido crescimento da indústria de software, juntamente com o aumento da demanda por soluções cada vez mais robustas e, ainda, com requisitos mutáveis, a busca pela excelência e melhoria contínua da qualidade de software tem sido aprimorada ao longo do tempo (SOMMERVILLE, 2007). Por isso, diversos métodos, técnicas e ferramentas têm sido propostos e utilizados, buscando o aumento da produtividade no desenvolvimento de software (TEIXEIRA e DELAMARO, 2008).

Desse modo, a busca por melhores processos, visando o aumento da qualidade de software e a satisfação do cliente, fez surgir as Metodologias Ágeis, com a dinâmica de processos flexíveis e adaptativos, abraçando as mudanças como parte inseparável do seu processo de desenvolvimento. Segundo Ferreira e Cohen (2008), as metodologias ágeis têm um grande suporte na literatura, que defende que essas diminuem a taxa de insucesso no desenvolvimento de software. No entanto, os autores afirmam que a pesquisa empírica ainda é escassa, pois a maioria é de natureza exploratória, ou com base na aplicação de questionários *online*, como a realizada por Ambler (2008), que constatou que 69,5% das organizações têm utilizado uma ou mais técnicas ágeis. Por isso, Strode *et al.* (2009) afirma que uma rigorosa pesquisa empírica com os métodos ágeis é importante, a fim de comprovar sua eficácia.

Com o objetivo de identificar e apresentar as evidências qualitativas (positivas e negativas) obtidas a partir da adoção das práticas propostas pelas metodologias ágeis nos projetos de desenvolvimento de software, que impactam sobre o valor de negócio dos projetos, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura, onde espera-se que os resultados encontrados sejam importante para todos os envolvidos com desenvolvimento de software, de modo que facilite a compreensão dos valores obtidos com o uso das metodologias ágeis. Além de contribuir para a comunidade acadêmica com pesquisas na área.

O artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 descreve uma visão geral sobre as Metodologias Ágeis, apresentando os principais conceitos, metodologias existentes, a problemática abordada, trabalhos relacionados, e os objetivos da pesquisa. A Seção 3 descreve os métodos de pesquisa utilizado para esta revisão. Por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões a cerca da pesquisa.

2. Background

2.1. Metodologias Ágeis

Os métodos ágeis são abordagens contemporâneas para criação de software com base na colaboração com o cliente, trabalho em equipe, desenvolvimento iterativo e incremental, e com respostas às mudanças (RICO, SAYANI e SONE, 2009). Tais métodos têm emergido nessa última década, se tornando uma alternativa ao desenvolvimento de software tradicional (KTATA e LÉVESQUE, 2009), objetivando eliminar a dependência em realizar um extenso planejamento inicial e documentação de todos os requisitos do sistema (FERREIRA e COHEN, 2008), com propostas que dão ênfase a flexibilidade, comunicação informal e código funcionando (CAPILUPPI *et al.*, 2007).

Cockburn e Highsmith (2001), afirmam que as metodologias ágeis enfatizam talentos e habilidades inerentes aos indivíduos, moldando o processo as pessoas e equipes específicas. Portanto, para uma metodologia se enquadrar nas metodologias ágeis, segundo (ABRAHAMSSON *et al.*, 2002), deve utilizar o desenvolvimento iterativo e incremental, valorizar a colaboração e comunicação entre cliente e toda a equipe, ser adaptativa, com capacidade de responder às mudanças (WILLIAMS *et al.*, 2007).

Baseados nas metodologias ágeis, diversos métodos têm sido propostos, tais como: *Adaptative Software Development*, *Crystal*, *Dynamic Systems Development*, *eXtreme Programming (XP)*, *Feature Driven Development*, e *Scrum* (BOEHM, 2006).

2.2. Problemática

Segundo Ferreira e Cohen (2008), as metodologias ágeis têm um grande suporte na literatura, que defende que essas diminuem a taxa de insucesso no desenvolvimento de software. No entanto, os autores afirmam que a pesquisa empírica ainda é escassa, pois a maioria é de natureza exploratória. Desse modo, pouco se sabe como esses métodos estão sendo conduzidos na prática, e quais são os seus efeitos (DYBA e DINGSOYR, 2008). Por isso, Strode *et al.* (2009) afirmam que uma rigorosa pesquisa empírica com as metodologias ágeis é importante, a fim de comprovar sua eficácia.

3. Métodos da Pesquisa

Baseado no método de revisão sistemática, esta pesquisa foi conduzida em etapas distintas: desenvolvimento do protocolo de revisão, estratégias de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão, processo de busca e seleção dos estudos, avaliação da qualidade, e apresentação dos resultados encontrados.

3.1. Desenvolvimento do Protocolo de Revisão

3.1.1. Foco

A questão de pesquisa visa identificar as evidências qualitativas (positivas e negativas) obtidas a partir da adoção das práticas propostas pelas metodologias ágeis nos projetos de desenvolvimento de software, que impactam sobre o valor de negócio dos projetos.

3.1.2. Aplicação

A aplicação deste trabalho é de interesse de todo e qualquer profissional ligado à projetos de desenvolvimento de software, interessados em saber qual o retorno qualitativo obtido a partir do uso das práticas propostas pelas metodologias ágeis.

3.1.3. Questões de Pesquisa

RQ: Quais são as evidências qualitativas (positivas e negativas) que a adoção das práticas propostas pelas metodologias ágeis têm sobre o valor de negócio dos projetos de desenvolvimento de software?

Utilizando a estrutura PICOC proposta por Kitchenham (2007), as questões de pesquisa podem ser detalhadas do seguinte modo;

- **Population (população):** projetos de desenvolvimento de software.
- **Intervention (intervenção):** uso de metodologias ágeis.
- **Context (contexto):** artigos acadêmicos e industriais com foco em estudos de casos e estudos primários com revisões da literatura tradicional.
- **Outcome (resultados):** evidências qualitativas (positivas ou negativas) sobre o valor de negócio dos projetos obtidos a partir do uso de metodologias ágeis em projetos de software.
- **Comparision (comparação):** não se aplica ao trabalho, uma vez que o objetivo do trabalho não inclui comparação entre os tipos de metodologias ágeis existentes.

3.2. Estratégias da Pesquisa

3.2.1. Identificação dos termos de busca

Com base na estrutura PICOC utilizada para as questões de pesquisa definidas anteriormente, a identificação dos termos de busca e suas derivações foram realizadas seguindo os seguintes passos:

1. derivar palavras-chave a partir das questões de pesquisa;
2. identificar sinônimos para os termos de busca;

Os sinônimos para as palavras-chave foram formados na língua inglesa, pois a maioria dos trabalhos científicos publicados na área, e que estão disponíveis nos engenhos de busca selecionados, são predominantes nessa língua.

Abaixo são apresentadas as palavras-chave e seus respectivos sinônimos.

Palavra-chave	Sinônimos
Desenvolvimento de Software	software, development, project, software development, software project, system development, development application.
Metodologias Ágeis	agile, agile method, agile methodology, agile software, agile process, agile development, agile project, agility, scrum, xp, extreme programming, dsdm, crystal, fdd, feature driven development.
Valor de negócio	business value, business impact, return of investment, return on investment, ROI, value delivery.

Tabela 1. Palavras-chave e sinônimos

3.2.2. Estratégia e String de Busca

Com base nas palavras-chave e nos sinônimos definidos, foram utilizadas as seguintes estratégias para formar uma string de busca:

1. Agrupar os termos sinônimos através do identificador de conjunção alternativa "OR";
 - P (sinônimos OR sinônimos) <and> I (sinônimos OR sinônimos) <and> C (sinônimos OR sinônimos) <and> O (sinônimos OR sinônimos)
2. Agrupar cada conjunto de termos com o identificador de conjunção aditiva "AND".
 - P <and> I <and> C <and> O
3. Os sinônimos compostos na string de busca possuem suas variações na construção de palavras no plural.

String de busca formada:

("software" OR "development" OR "project" OR "software development" OR "software project" OR "system development" OR "development application") AND ("agile" OR "agile method" OR "agile methodology" OR "agile methodologies" OR "agile software" OR "agile process" OR

"agile development" OR "agile project" OR "agile projects" OR "agility" OR "scrum" OR xp OR "extreme programming" OR dsdm OR crystal OR fdd OR "feature driven development") AND ("business value" OR "business impact" OR "return of investment" OR "return on investment" OR "ROI" OR "value delivery")

Obs.: Em algumas consultas a string de busca foi adaptada ao critério particular de cada engenho.

3.2.3. Fontes de busca

Foram escolhidas as bibliotecas digitais reconhecidas pela CAPES, e que podem ser acessadas a partir do Centro de Informática (CIn) da UFPE:

- IEEE Explore (<http://ieeexplore.ieee.org>);
- EI Compendex (<http://www.engineeringvillage.com>);
- Scopus (<http://www.scopus.com/home.url>).

3.3. Processo de Busca e Seleção dos Estudos

A pesquisa foi conduzida em 04 estágios, seguindo o fluxo como apresenta a Figura 1.



Figura 1. Estágios do processo de seleção de estudos

No **Estágio 1** da pesquisa foram identificados os estudos retornados através da consulta aos engenhos de busca, utilizando a string de busca anteriormente apresentada (Seção 3.2.2). Os resultados dessa consulta é apresentada na tabela abaixo:

Engenho de Busca	Documentos retornados
El Compendex	288
IEEE Explore	42
Scopus	610
Total de documentos	940

Tabela 2. Resultado da consulta nos engenhos

No **Estágio 2**, o avaliador leu o título e o resumo dos documentos retornados no estágio anterior, onde foram aplicados individualmente os critérios de inclusão e exclusão (Seção 3.5), passando para a próxima etapa apenas os documentos aceitos. Nessa etapa foram retirados os documentos duplicados por base.

Engenho de Busca	Documentos aceitos
El Compendex	94
IEEE Explore	28
Scopus	70
Total	192
Documentos duplicados	75
Documentos aceitos no Estágio 2	117

Tabela 3. Resultado do Estágio 2

No **Estágio 3**, o avaliador leu a introdução e conclusão dos documentos aceitos na etapa anterior, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão (Seção 3.5). Dos 117 (cento e dezessete) documentos aceitos no estágio anterior, apenas 88 (oitenta e oito) foram obtidos na íntegra, e 29 (vinte e nove) não foram obtidos. Dos documentos lidos, 70 (setenta) foram aceitos para o próximo estágio.

Resultados do Estágio 3	Quantidade
Documentos lidos (introdução e conclusão)	88
Documentos não obtidos	29
Total	117
Documentos aceitos no Estágio 3	70

Tabela 4. Resultado do Estágio 3

No **Estágio 4**, os documentos aceitos na etapa anterior, foram lidos na íntegra pelo avaliador, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão (Seção 3.5). Apenas os documentos aceitos nessa etapa que foram realizados o processo de Estratégia de Extração das Informações (Seção 3.6) e foram avaliados seguindo os critérios de avaliação (Seção 3.7).

Resultados do Estágio 3	Quantidade
Documentos não aceitos	20
Documentos aceitos no Estágio 4	50

Tabela 5. Resultado do Estágio 4

3.4. Documentação do Processo de Busca

Abaixo são apresentados para cada engenho de busca, os detalhes de como foi conduzido o processo de busca dos documentos.

Obs.: algumas strings de busca foram adaptadas aos critérios particulares de cada engenho.

El Compendex

Data	String de Busca	Comentários
19/10/2010	(software OR development OR project OR software development OR software project OR system development OR development application) AND (agile OR agile method OR agile methodology OR agile methodologies OR	Tipo de Pesquisa: Expert Search <ul style="list-style-type: none"> • Select Database: All • Search from: 2001 to 2010

	agile software OR agile process OR agile development OR agile project OR agile projects OR agility OR scrum OR xp OR extreme programming OR dsdm OR crystal OR fdd OR feature driven development) AND (business value OR business impact OR return of investment OR return on investment OR ROI OR value delivery)	<ul style="list-style-type: none"> • Sort by Relevance • Autostreaming off: checked
--	--	---

Tabela 6. Processo de Busca no EI Compendex

IEEE Explore

Data	String de Busca Específica	Comentários
19/10/2010		Tipo de Pesquisa: Advanced Search <ul style="list-style-type: none"> • Switch to Command • Publication Year: 2001 to 2010 • Metada Data Only • Sort by Relevance

Tabela 7. Processo de Busca no IEEE Explore

Scopus

Data	String de Busca Específica	Comentários
19/09/2010	("software" OR "development" OR "project" OR "software development" OR "software project" OR "system development" OR "development application") AND ("agile" OR "agile method" OR "agile methodology" OR "agile methodologies" OR "agile software" OR "agile process" OR "agile development" OR "agile project" OR "agile projects" OR "agility" OR "scrum" OR xp OR "extreme programming" OR dsdm OR crystal OR fdd OR "feature driven development") AND ("business value" OR "business impact" OR "return of investment" OR "return on investment" OR "ROI" OR "value	Tipo de Pesquisa: Advanced Search <ul style="list-style-type: none"> • Search from: 2001 to 2010 • Sort by Relevance

delivery") AND (LIMIT-TO(PUBYEAR,2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2009) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2008) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2007) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2006) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2005) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2004) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2003) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2002) OR LIMIT- TO(PUBYEAR,2001))	
--	--

Tabela 8. Processo de Busca no Scopus

3.5. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os documentos foram incluídos e excluídos de acordo com as características apresentadas nas tabelas a seguir. Portanto, a inclusão só poderá ser realizada quando o estudo contemplar todos os critérios de inclusão, e para ser excluído, basta enquadrar-se em apenas um critério de exclusão.

Critério	Descrição
CI-01	Estudo que for apresentado em formato de artigos, pertencente a um journal ou conference.
CI-02	Estudo que for publicado entre os anos de 2001 e 2010. O ano inicial foi escolhido porque corresponde ao ano de divulgação do Manifesto Ágil, considerando-o como o marco inicial das Metodologias Ágeis.
CI-03	Estudo que apresentar alguma evidência do retorno qualitativo obtido com o uso de metodologias ágeis sobre o valor de negócio dos projetos.
CI-04	Estudo que estiver concluído e completo.
CI-05	Estudo que apresentar dados suficientes para a análise e interpretação.
CI-06	Estudo deve ser um ou experimento, ou estudo de caso.
CI-07	Estudo que não for possível obter o acesso completo, mas que apresente no resumo e título, informações relevantes e suficientemente claras para extração de dados.

Tabela 10. Critérios de inclusão

Critério	Descrição
CE-01	Estudo que apresenta apenas uma descrição conceitual sobre as Metodologias Ágeis.
CE-02	Estudos duplicados, que não apresentem nenhuma informação nova relevante.
CE-03	Estudos que se apresentem no formato de editorial, prefácio, entrevista, notícia, resumos de aulas, oficinas, painéis e sessões de posters.
CE-04	Estudo que apresenta evidência qualitativa, mas se for perceptível que os métodos da pesquisa não foram bem conduzidos, ou que não foram adequados.
CE-05	Estudo que apresenta evidência qualitativa, mas se for perceptível que a estrutura ou organização do trabalho não encontra-se adequada.
CE-06	Estudo que não tem relação com o objetivo do estudo.
CE-07	Estudo que não apresenta nenhuma evidência qualitativa.
CE-08	Estudo que não seja da área de informática.
CE-09	Estudo não está completo.

Tabela 11. Critérios de exclusão

3.6. Estratégia de Extração das Informações

As seguintes informações devem ser extraídas (se possível) para cada documento: objetivos do estudo, tipos de estudo (indústria ou acadêmico), características do projeto, características da equipe, tipo de metodologia ágil utilizada, tipo de prática ágil utilizada, evidência qualitativa encontrada.

3.7. Avaliação da Qualidade

A avaliação da qualidade foi aplicada aos estudos que foram selecionados para o Estágio 4 da pesquisa, de forma independente por todos os avaliadores.

Assim, cada documento foi avaliado de acordo com os critérios abaixo:

Critério	Sim	Parcialmente	Não
1. O estudo apresenta uma descrição adequada do contexto na qual a	O artigo deixa explícita a natureza do contexto (indústria ou acadêmico), as características do	Alguns dos itens citados anteriormente não são informados, porém é possível realizar suposições	O artigo não faz nenhuma referência ao contexto no qual a pesquisa foi realizada

pesquisa foi realizada?	projeto.		
2. Os resultados encontrados estão claros?	O artigo apresenta de maneira clara os resultados encontrados	Os resultados são apresentados, mas não são totalmente claros, existindo subjetividade nos resultados	O artigo não apresenta de maneira clara os resultados
3. O estudo é coerente e bem estruturado, permitindo avaliação?	A Introdução, Metodologia e Resultados correspondem a seções do artigo	A Introdução, Metodologia ou Resultados estão misturados com outras seções, sendo de difícil localização	Não é possível identificar a Introdução, Metodologia ou Resultados, dificultando a avaliação estruturada do estudo
4. A pesquisa apresenta comparação de seus resultados?	Os resultados encontrados na pesquisa são comparados a outros estudos	Alguns resultados encontrados foram comparados	Nenhuma comparação de resultados foi apresentada
5. Foram apresentadas ameaças à validade?	O artigo discute detalhadamente as ameaças à validade.	As ameaças à validade são discutidas superficialmente	Nenhuma ameaça é discutida.

Tabela 12. Critérios de Avaliação da Qualidade

Cada pergunta deve ser respondida com "Sim", "Parcialmente" ou "Não", e em caso de divergência nas respostas entre os avaliadores, estes deverão conversar e chegar a um consenso. Caso isso não ocorra, um outro avaliador deve ser convocado para desempatar. Vale salientar que independente das respostas, os documentos não foram excluídos, pois as respostas apenas possibilitam uma melhor análise de qualidade dos documentos.

3.8. Resultado da Avaliação da Qualidade

Os estudos selecionados pelo Estágio 4 foram submetidos ao processo de Avaliação da Qualidade (Seção 3.7) por dois avaliadores. Abaixo segue os resultados da Avaliação da Qualidade dos documentos.

Questão	Sim	Parcialmente	Não
Q1	E1, E2, E3, E4, E5, E6,	E10, E11, E14, E29, E31,	E25

	E7, E8, E12, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E26, E27, E28, E30, E32, E33, E34, E35, E36, E37, E38, E39, E41, E42, E43, E44, E46, E47, E48, E49, E50	E40, E45	
Q2	E1, E2, E3, E5, E6, E7, E8, E10, E11, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E29, E30, E31, E32, E33, E34, E35, E36, E37, E38, E39, E40, E41, E42, E44, E45, E46, E47, E48, E49, E50	E4, E12, E28, E43	E39
Q3	E6, E8, E11, E14, E16, E17, E19, E20, E21, E23, E24, E26, E31, E32, E33, E35, E38, E40, E41, E46, E48, E49	E1, E2, E4, E5, E13, E15, E18, E22, E27, E28, E30, E34, E37, E42, E43, E44, E47	E3, E7, E10, E12, E25, E29, E36, E45, E50
Q4	E6, E8, E12, E15, E16, E20, E31, E33, E35, E38, E41		E1, E2, E3, E4, E5, E7, E10, E11, E13, E14, E17, E18, E19, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30, E32, E34, E36, E37, E39, E40, E42, E43, E44, E45, E46, E47, E48, E49, E50
Q5	E20, E24, E31, E38	E11, E16, E17	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E10, E12, E13, E14, E15, E18, E19, E21, E22, E23, E25, E26, E27, E28, E29, E30, E32, E33, E34, E35, E36, E39, E40, E41, E42, E43, E44, E45, E46, E47, E48, E49, E50

Tabela 13. Resultado da Avaliação da Qualidade

Alguns documentos não passaram pelo processo de avaliação da qualidade (E9), pois não foi possível ler o documento na íntegra. Portanto, os artigos foram mantidos, pois possuíam informações relevantes em seu abstract.

3.9. Resultados

Foram identificados 50 estudos (ver apêndice A) relevantes para a pesquisa, sendo apresentada uma visão geral sobre os estudos.

- **Resultado por Canal de Publicação**

Canal de Publicação	Tipo	Quantidade	Percentual
ACM International Conference Proceeding Series	Conference	1	2,00%
Agile Conference	Conference	14	28%
Agile Development Conference	Conference	2	4,00%
Annual Hawaii International Conference on System Sciences	Conference	1	2,00%
Asia-Pacific Software Engineering Conference	Conference	1	2,00%
Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering	Conference	1	2,00%
Cutter IT Journal	Journal	2	4,00%
Hawaii International Conference on System Sciences	Conference	3	6,00%
IBM Journal of Research and Development	Journal	1	2,00%
IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems	Conference	1	2,00%
IEEE International Conference Global Software Engineering	Conference	1	2,00%
IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics	Conference	1	2,00%
Information and Software Technology	Journal	1	2,00%
Information Systems Research	Journal	1	2,00%
International Conference on Computational Science and its Applications	Conference	1	2,00%
International Conference on Information Science and Engineering	Conference	1	2,00%
International Conference on Software Engineering	Conference	2	4,00%

International Conference on Software Engineering Research	Conference	1	2,00%
International Symposium on Empirical Software Engineering	Conference	1	2,00%
International Symposium on Software Metrics	Conference	1	2,00%
International Workshop on Test and Analysis of Component Based Systems	Conference	1	2,00%
Joint European Software Engineering Conference and SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering	Conference	1	2,00%
Journal of Enterprise Information Management	Journal	1	2,00%
Journal of Systems and Software	Journal	2	4,00%
Journal of Systems Architecture	Journal	1	2,00%
Lecture Notes in Business Information Processing	Journal	1	2,00%
Lecture Notes in Computer Science	Journal	2	4,00%
Software Engineering and Advanced Applications	Conference	1	2,00%
Software, IEEE	Journal	1	2,00%
Systems and Software Technology	Conference	1	2,00%

Tabela 14. Distribuição dos estudos por canal de publicação e ocorrência

- **Resultado por Tipo de Método Ágil:** alguns estudos não foi possível extrair essa informação.
- **Resultado por Tipo de Prática Ágil utilizada:** alguns estudos não foi possível extrair essa informação.
- **Resultado por Classificação do Estudo (Indústria ou Acadêmico):** alguns estudos não foi possível extrair essa informação.

Classificação do Estudo	Quantidade
Indústria	33 (94,28%)
Acadêmico	02 (5,72%)

3.10.1. Retorno Qualitativo Positivo

Nessa seção são apresentados os resultados das evidências qualitativas (positivas) encontradas nos estudos.

ID	Evidência Positiva	Estudos
RQP1	Aumento na entrega de valor de negócio	E2, E3, E5, E9, E10, E12, E22, E25, E31, E38, E41, E49
RQP2	Aumento da motivação da equipe	E1, E2, E9, E16, E19, E23, E34
RQP3	Aumento de confiança da equipe	E34
RQP4	Aumento na coesão entre a equipe	E23
RQP5	Aumento na colaboração entre membros	E19, E47
RQP6	Aumento na produtividade da equipe	E29, E33
RQP7	Aumento na satisfação da equipe	E16, E23, E28, E36
RQP8	Aumento na satisfação do cliente	E1, E10, E16, E17, E19, E23, E47, E48
RQP9	Distribuição do conhecimento	E2, E36
RQP10	Documentação reflete do domínio do sistema	E3
RQP11	Entrega de software no prazo	E3
RQP12	Entrega frequente de software	E16, E23, E34, E42, E44, E50
RQP13	Facilidade de desenvolvimento do projeto	E18
RQP14	Facilidade de entendimento dos requisitos do sistema	E2, E4, E11, E13, E28
RQP15	Facilidade de evolução do software	E43
RQP16	Facilidade de gerenciamento	E6
RQP17	Facilidade de manutenção do software	E32, E43
RQP18	Feedback constante do andamento do projeto	E2, E9, E45
RQP19	Maior comprometimento da gestão do projeto	E8
RQP20	Maior participação da equipe nas decisões do projeto	E3
RQP21	Maior participação do cliente no projeto	E2, E10, E23
RQP22	Maior visibilidade do projeto	E8, E12, E17, E19, E21, E25, E27, E34, E43
RQP23	Maior visibilidade dos riscos do projeto	E8
RQP24	Melhoria contínua do processo	E2, E10
RQP25	Melhoria do desempenho da equipe	E19
RQP26	Melhoria na comunicação	E2, E3, E6, E8, E18, E21, E31, E34, E42

RQP27	Melhoria na priorização de requisitos	E21
RQP28	Melhoria na qualidade do produto	E2, E13, E15, E16, E23, E29, E30, E32, E34, E35, E37, E38, E39, E42, E45
RQP29	Melhoria no gerenciamento de desperdícios	E12
RQP30	Melhoria no Gerenciamento de Riscos	E12
RQP31	Melhoria no gerenciamento do projeto	E14
RQP32	Melhoria no planejamento do projeto	E13
RQP33	Rastreabilidade de impacto de mudanças	E13
RQP34	Redução da rotatividade dos funcionários	E1
RQP35	Redução de custos	E2, E6, E17, E23, E37, E38, E39
RQP36	Redução de defeitos/falhas	E1, E2, E15, E16, E18, E19, E20, E24, E29, E30, E32, E37, E38, E50
RQP37	Redução de documentação desnecessária e em excesso	E2
RQP38	Redução de esforço	E20
RQP39	Redução de Riscos	E14, E16, E45
RQP40	Redução do tempo de desenvolvimento	E1, E2, E15, E16, E18, E27, E35, E45
RQP41	Requisitos mais simples	E4
RQP42	Responder as mudanças	E5, E6, E13, E23, E26, E31, E50
RQP43	Tomadas de decisões mais seguras	E8

Tabela 15. Resultados das evidências qualitativas positivas

3.10.2. Retorno Qualitativo Negativo

Nessa seção são apresentados os resultados das evidências qualitativas (negativas) encontradas nos estudos.

ID	Evidência Negativa	Estudos
RQN1	Aumento de esforço por cada membro	E29
RQN2	Aumento no custo de desenvolvimento com o Pair Programming	E15, E24, E29, E35
RQN3	Aumento no tempo de desenvolvimento com o Pair	E20, E32

	Programming	
RQN4	Dificuldade de aceitação das práticas ágeis por todos os membros	E10
RQN5	Dificuldade em selecionar prioridades	E11
RQN6	Dificuldade em trabalhar com outras equipes não ágeis	E1
RQN7	Dificuldade na comunicação em projetos distribuídos	E42, E46
RQN8	Envolvimento em excesso do cliente durante o projeto	E23
RQN9	Equipes grandes dificultam a comunicação	E34
RQN10	Falta de entendimento do cliente sobre o processo ágil	E1
RQN11	Falta de explicação em como fazer uma documentação em ambiente ágil	E2
RQN12	Falta de medições objetivas para avaliação de risco do projeto	E8
RQN13	Falta de métricas de gerenciamento (quantitativas e mensuráveis)	E7, E22, E33, E44
RQN14	Pair programming em excesso tira um pouco o foco na atividade, e eficácia	E40

Tabela 16. Resultados das evidências qualitativas negativas

3.11. Análise e Discussão

A partir da condução da pesquisa, foram identificados 43 fatores obtidos a partir da adoção de Metodologias Ágeis em projetos de desenvolvimento de software, que impactam positivamente sobre o valor de negócio dos projetos.

Alguns **fatores positivos** foram destacados no resultado da pesquisa, como:

- **RQP1 (Aumento na entrega de valor de negócio):** esse fator é o conjunto de vários retornos qualitativos positivos, que são obtidos devido a algumas práticas propostas pelas Metodologias Ágeis, como: devido a algumas práticas utilizadas pelas Metodologias Ágeis, como: desenvolvimento iterativo e incremental, envolvimento do cliente durante todo o projeto, e a rápida respostas as mudanças.
- **RQP8 (Aumento na satisfação do cliente):** esse fator foi destacado, sendo o conjunto de algumas práticas adotadas, como o desenvolvimento iterativo e incremental, maior participação do cliente no projeto.
- **RQP22 (Maior visibilidade do projeto):** esse fator é obtido devido a práticas ágeis dar ênfase a comunicação entre todos os envolvidos no projeto, desenvolvimento iterativo e

incremental, que permite decompor o projeto em pequenas iterações, facilitando o seu gerenciamento.

- **RQP28 (Melhoria na qualidade do produto):** esse fator é obtido a partir de algumas práticas, como a melhor comunicação entre os membros da equipe, aumento na motivação dos membros, e algumas práticas de desenvolvimento de software, como TDD.

Quanto aos fatores negativos, os que tiveram maiores destaques foram:

- **RQN2 (Aumento no custo de desenvolvimento com o Pair Programming):** esse fator tem sido ocasionado devido a dois programadores trabalharem juntos em um mesmo computador. Porém, alguns estudos indicaram que estão olhando apenas o custo homem/hora de trabalho no momento, não sendo analisado ao longo prazo. Pois com o Pair Programming, a maioria dos estudos que tratam dessa prática afirmam que ela propõe melhorias na qualidade do produto, reduzindo assim o número de erros e defeitos.
- **RQN13 (Falta de métricas de gerenciamento):** esse fator foi destacado, pois em muitos estudos foi afirmado que as Metodologias Ágeis carecem de métricas de gerenciamento, para avaliar quantitativamente o andamento do projeto.

Com relação a avaliação da qualidade dos 50 estudos, um destaque está na falta de estudos comparativos, e apresentarem também as ameaças à validade e as limitações da pesquisa.

3.12. Ameaças à Validade e Limitações da Pesquisa

Como ameaça a validade do trabalho, está a não inclusão de busca manual aos anais dos principais eventos que envolvem as Metodologias Ágeis. Além da não inclusão dos estudos que não puderam ser obtidos na íntegra, podendo desse modo faltar alguma evidência qualitativa importante.

Uma das limitações na busca automática é o uso da String de busca, que foi gerada a partir das palavras-chave selecionadas, podendo ser um risco que estudos importantes não tenham sido retornados na consulta.

3.13. Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, pretende-se estender essa pesquisa procurando obter informações quantitativas sobre quais são as práticas ágeis que mais tem contribuído

para cada tipo de retorno qualitativo obtido. Além de estender a pesquisa a outros engenhos de busca, e realizar a busca manual aos principais eventos de Métodos Ágeis.

4. Conclusões

Este estudo foi conduzido por uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de responder a seguinte questão de pesquisa: “*Quais são as evidências qualitativas (positivas e negativas) que a adoção das práticas propostas pelas metodologias ágeis têm sobre o valor de negócio dos projetos de desenvolvimento de software?*”, onde foram encontrados 50 estudos relevantes que reportam as evidências qualitativas, sejam elas positivas ou negativas, obtidas a partir da adoção das Metodologias Ágeis no desenvolvimento de software.

Com base no estudo, foram identificados na literatura que existem mais evidências qualitativas positivas, do que negativas, que são obtidas a partir uso das Metodologias Ágeis em projetos de desenvolvimento de software.

Referências

Abrahamsson, P.; SALO, O.; Ronkainen, J. & Warsta, J. **Agile software development methods: Review and analysis**. *VTT Publications 478*. Oulu, Finland: VTT Publications, 2002.

Ambler, S. W. **Agile Adoption Rate Survey Results: February 2008**. Disponível em: <<http://www.ambyssoft.com/surveys/agileFebruary2008.html>>. Acessado em Novembro de 2010.

Boehm, B. **A View of 20th and 21st Century Software Engineering**. *28th International Conference on Software Engineering, ICSE'06*. ACM, New York, NY, 2006 , 12-29.

Capiluppi, A. Fernandez-Ramil, J.; Higman, J.; Sharp, H. C. & Smith, N. **An Empirical Study of the Evolution of an Agile-Developed Software System**. *29th International Conference on Software Engineering, ICSE'07*. *IEEE Computer Society*, Washington, 2007, 511-518.

Cockburn, A. & Highsmith, J. **Agile Software Development: The People Factor**. *IEEE Computer*, v. 34, n. 11, 2001, 131-133.

Dyba, T. & Dingsoyr, T. **Empirical Studies of Agile Software Development: A Systematic Review**. *Information and Software Technology*, vol. 50, nos. 9–10, 2008, 833-859.

Ferreira, C. & Cohen, J. **Agile systems development and stakeholder satisfaction: a South African empirical study**. *Annual Research Conference of the South African institute of Computer Scientists and information Technologists on IT Research in Developing Countries: Riding the Wave of Technology, SAICSIT '08*, vol. 338. ACM, New York, NY, 2008, 48-55.

Kitchenham, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in Software Engineering.** *Software Engineering Group, School of Computer Sciences and Mathematics, Keele University, and Department of Computer Science, University of Durham, 2007.*

Ktata, O. & Lévesque, G. **Agile development: issues and avenues requiring a substantial enhancement of the business perspective in large projects.** *Canadian Conference on Computer Science and Software Engineering, C3S2E'09*, vol. 02. ACM, Montreal, Quebec, Canada, 2009, 59-66.

Rico, D. F.; Sayani, H. H. & Sone, S. **The Business Value of Agile Software Methods: Maximizing ROI with Just-in-Time Processes and Documentation.** J. Ross Publishing, 2009, 01-03.

Strode, D. E.; Huff, S. L. & Tretiakov, A. **The Impact of Organizational Culture on Agile Method Use.** *42nd Hawaii international Conference on System Sciences, HICSS'09. IEEE Computer Society, Washington, DC, 2009, 1-9.*

Sommerville, I. **Engenharia de Software.** Tradução de Selma Shin Shimizu Melnikoff, 8a ed., São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

Williams, L.; Layman, L.; Slaten, K. M.; Berenson, S. B. & Seaman, C. **On the Impact of a Collaborative Pedagogy on African American Millennial Students in Software Engineering.** *29th International Conference on Software Engineering, ICSE'07. IEEE Computer Society, Washington, 2007, 667-687.*

Teixeira, V. S. & Delamaro, M. E. **Geração de Metadados para o Apoio ao Teste Estrutural de Componentes.** VII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, SBQS'08, Florianópolis, SC, Brasil, 2008, 406-419.

Apêndice A

E1. Ahmed, E.-M. & Sidky, A. **25% ahead of schedule and just at "step 2" of the SAMI.** *Proceedings - 2009 Agile Conference, AGILE 2009, 2009, 162–169.*

E2. Qumer, A. & Henderson-Sellers, B. **A framework to support the evaluation, adoption and improvement of agile methods in practice.** *Journal of Systems and Software, 81, 2008, 1899-1919.*

E3. Heimgartner, S. & Locke, M. **A tale of two writing teams.** *Proceedings - AGILE Conference, 2006, 295-304.*

E4. Robinson, Nick. **A Technical Story.** *Proceedings of the AGILE 2007, IEEE Computer Society, 2007, 339-343.*

- E5.** Little, T.; Greene, F.; Phillips, T.; Pilger, R. & Poldervaart, R. **Adaptive agility.** *Proceedings of the Agile Development Conference, ADC 2004*, 2004, 63-70.
- E6.** Xu, B.; Yang, X.; He, Z. & Maddineni, S. R. **Achieving high quality in outsourcing reengineering projects throughout extreme programming.** *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 2004, 3, 2131-2136.
- E7.** Gilb, T. **Adding stakeholder metrics to agile projects.** *Cutter IT Journal*, 2004, 17, 31-35.
- E8.** Concha, M., V. M. A. H. **Agile commitments: Enhancing business risk management in agile development projects.** *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2007, 4536 LNCS, 149-152.
- E9.** Woodward, E. V.; Bowers, R.; Thio, V. S.; Johnson, K.; Srihari, M. & Bracht, C. J. **Agile methods for software practice transformation.** *IBM Journal of Research and Development*, 2010, 54, 3:1 -3:12.
- E10.** Baker, S. W. & Thomas, J. C. **Agile principles as a leadership value system: How agile memes survive and thrive in a corporate IT culture.** *Proceedings - AGILE 2007*, 2007, 415-420.
- E11.** Logue, K. & McDaid, K. **Agile Release Planning: Dealing with Uncertainty in Development Time and Business Value.** *Engineering of Computer Based Systems, 2008. ECBS 2008. 15th Annual IEEE International Conference and Workshop on the*, 2008, 437-442.
- E12.** Barton, B. **All-out organizational scrum as an innovation value chain.** *Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS*, 2009.
- E13.** Andrea, J. **An agile request for proposal (RFP) process.** *Agile Development Conference, 2003. ADC 2003. Proceedings of the*, 2003, 152-161.
- E14.** Shi, T.; Chen, J. & Fang, D. **Analyse changing risk of organizational factors in agile project management.** *1st International Conference on Information Science and Engineering, ICISE 2009*, 2009, 4188–4193.
- E15.** Padberg, F. & Muller, M. **Analyzing the cost and benefit of pair programming.** *Software Metrics Symposium, 2003. Proceedings. Ninth International*, 2003, 166–177.
- E16.** Racheva, Z.; Daneva, M.; Sikkil, K. & Buglione, L. **Business value is not only dollars - Results from case study research on agile software projects.** *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2010, 6156 LNCS, 131–145.

- E17.** Vidgen, R.a, W. X. **Coevolving Systems and the Organization of Agile Software Development.** *Information Systems Research*, 2009, 20, 355-376.
- E18.** Hunter, Z., S. D. **Creating agile streams for business & technical value.** *Proceedings - Agile 2008 Conference*, 2008, 144-147.
- E19.** Ktata, O., L. G. **Designing and implementing a measurement program for scrum teams: What do agile developers really need and want?** *ACM International Conference Proceeding Series*, 2010, 101-107.
- E20.** Vanhanen, J., L. C. **Effects of pair programming at the development team level: An experiment.** *2005 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE 2005*, 2005, 336-345.
- E21.** Greening, D. **Enterprise scrum: Scaling scrum to the executive level.** *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2010.
- E22.** Thomas, J. C. & Baker, S. W. **Establishing an agile portfolio to align IT investments with business needs.** *Proceedings - Agile 2008 Conference*, 2008, 252–258.
- E23.** Ribeiro, F.L.a, F. M. **Exploring agile methods in construction small and medium enterprises: A case study.** *Journal of Enterprise Information Management*, 2010, 23, 161-180.
- E24.** Choi, K. S.; Deek, F. P. & Im, I. **Exploring the underlying aspects of pair programming: The impact of personality.** *Information and Software Technology*, 2008, 50, 1114–1126.
- E25.** McMahon, P. b. **Extending agile methods: A distributed project and organizational improvement perspective.** *CrossTalk*, 2005, 16-19.
- E26.** Steindl, C. **From agile software development to agile businesses.** *Software Engineering and Advanced Applications, 2005. 31st EUROMICRO Conference, 2005*, 258-265.
- E27.** Cloke, G. **Get your agile freak on! Agile adoption at Yahoo! Music.** *Proceedings - AGILE 2007*, 2007, 240–248.
- E28.** Judy, K. H. & Krumins-Beens, I. **Great scrums need great product owners: Unbounded collaboration and collective product ownership.** *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2008.
- E29.** Jeffries, R., M. G. **Guest editor's introduction: TDD - The art of fearless programming.** *IEEE Software*, 2007, 24, 24-30.

- E30.** Mujeeb-u-Rehman, M., Y. X. D. J. G. M. **Heterogeneous and homogenous pairs in pair programming: An empirical analysis.** *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2005, 2005, 1116-1119.
- E31.** Racheva, Z., D. M. **How do real options concepts fit in agile requirements engineering?** *8th ACIS International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, SERA 2010*, 2010, 231-238.
- E32.** Padberg, F., M. M. **Modeling the impact of a learning phase on the business value of a pair programming project.** *Proceedings - Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC*, 2004, 142-149.
- E33.** Layman, L.; Williams, L. & Cunningham, L. **Motivations and measurements in an agile case study.** *Journal of Systems Architecture*, 2006, 52, 654–667.
- E34.** Jain, N. **Offshore agile maintenance.** *Proceedings - AGILE Conference, 2006*, 2006, 2006, 327-333.
- E35.** Muller, M. M. & Padberg, F. **On the economic evaluation of XP projects.** *Proceedings of the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering*, 2003, 168-177.
- E36.** Srinivasan, J. & Lundqvist, K. **Organizational enablers for agile adoption: Learning from gameDevCo.** *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2009, 31 LNBIP, 63-72.
- E37.** Sutherland, J. & Altman, I. **Organizational transformation with scrum: How a venture capital group gets twice as much done with half the work.** *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2010, Shidler College of Business; University of Hawai'i -
- E38.** Damm, L.-O.a b, L. L. **Results from introducing component-level test automation and Test-Driven Development.** *Journal of Systems and Software*, 2006, 79, 1001-1014.
- E39.** Sheth, B. **Scrum 911! using scrum to overhaul a support organization.** *Proceedings - 2009 Agile Conference, AGILE 2009*, 2009, 74-78.
- E40.** Lehto, I. & Rautiainen, K. **Software development governance challenges of a middle-sized company in agile transition.** *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Development Governance, SDG 2009*, 2009, 36-39.
- E41.** Hashmi, S. I. & Baik, J. **Software quality assurance in XP and spiral - A comparative study.** *Proceedings - The 2007 International Conference on Computational Science and its Applications, ICCSA 2007*, 2007, 367-374.

- E42.** Cohen, B. & Thias, M. **The failure of the off-shore experiment: A case for collocated agile teams.** *Proceedings - 2009 Agile Conference, AGILE 2009*, 2009, 251-256.
- E43.** Chung, M.-W.; Nugroho, S. & Unson, J. **Tidal Wave: The Games Transformation.** *Agile, 2008. AGILE '08. Conference*, 2008, 102 -105.
- E44.** Kalliney, M. **Transitioning from Agile Development to Enterprise Product Management Agility.** *Agile Conference, 2009. AGILE '09.*, 2009, 209 -213.
- E45.** Rooney, D. **Traversing Software's "Last Mile": XP Meets Corporate Reality.** *Cutter IT Journal*, 2003, 16, 34-38.
- E46.** Cristal, M.; Wildt, D. & Prikladnicki, R. **Usage of SCRUM practices within a global company.** *Proceedings - 2008 3rd IEEE International Conference Global Software Engineering, ICGSE 2008*, 2008, 222-226.
- E47.** Rico, D. F. a, S. H. **Use of agile methods in software engineering education.** *Proceedings - 2009 Agile Conference, AGILE 2009*, 2009, 174-179.
- E48.** Klein, H.a, C. S. **Using opinion polls to help measure business impact in agile development.** *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 2008, 25-31.
- E49.** Rundle, P.J., D. R. **Using return on investment to compare agile and plan-driven practices in undergraduate group projects.** *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 2006, 2006, 649-654.
- E50.** Yap, M. **Value based extreme programming.** *Proceedings - AGILE Conference, 2006*, 2006, 2006, 175-182.