

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA

2009.2

ENGENHARIA DE REQUISITOS PARA LINHA DE
PRODUTOS DE SOFTWARE: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aluno

George Augusto Valença Santos

gavs@cin.ufpe.br

Orientadora

Carina Frota Alves

cfa@cin.ufpe.br

Recife, Novembro de 2009

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

George Augusto Valença Santos

**ENGENHARIA DE REQUISITOS PARA LINHA DE
PRODUTOS DE SOFTWARE: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

*Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Ciência da
Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.*

Orientador: *Profª Drª Carina Frota Alves*

Recife

2009

À minha mãe Maria das Graças, meu pai José Hamilton e minha irmã Sandra

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me presentear com uma família abençoada e amigos importantíssimos em minha vida, além de me proporcionar oportunidades e força suficiente para que eu alcance meus objetivos.

Dedico este trabalho à minha mãe, por ser minha eterna referência de sabedoria e dedicação; ao meu pai, por me mostrar através de suas atitudes o que significa determinação e força de vontade; e à minha irmã, pelo companheirismo e admiração imensuráveis.

Gostaria de agradecer aos meus amigos pelo apoio e momentos de diversão vividos.

Por fim, agradeço a minha orientadora Carina Alves pela parceria de quase quatro anos, e por ter-me permitido crescer com sua experiência. Uma referência como pessoa e profissional.

Coisas boas acontecem a pessoas de bem
MARINA ZEMPULSKI

ABSTRACT

Software Product Line Engineering (SPLE) is a growing area showing promising results in research and practice. In order to foster its further development and acceptance in industry, it is necessary to assess the quality of the research so that proper evidence for adoption and validity are ensured. This holds in particular for Requirements Engineering (RE) activity within SPLE, where a growing number of approaches have been proposed.

This work focuses on RE within SPLE and has the following goals: assess research quality, synthesize evidence to suggest important implications for practice, and identify research trends, open problems, and areas for improvement.

We adopted the Systematic Literature Review Methodology [4]. Hence, a systematic literature review was carried out with three research questions. We assessed 48 studies, dated from 1990 to 2009.

The evidence for adoption of the methods is not mature. The proposed approaches still have serious limitations in terms of validity of their findings. Additionally, most approaches still lack tool support as well as address only a particular SPLE adoption strategy.

Further empirical studies should be performed with sufficient rigor to enhance the body of evidence in RE within SPLE. In this context, there is a clear need for conducting studies comparing alternative methods. In order to address scalability and popularization of the approaches, future research should be invested in tool support and in addressing combined SPLE adoption strategies.

RESUMO

A Engenharia de Linha de Produtos de Software (SPLE) é um segmento em ascensão que mostra resultados promissores em pesquisa e prática. A fim de promover seu desenvolvimento futuro e aceitação pela indústria, faz-se necessário avaliar a qualidade das pesquisas na área de forma que evidências adequadas para adoção e validade sejam garantidas. Isso é útil principalmente para a atividade de Engenharia de Requisitos (RE) dentro da SPLE, onde uma grande quantidade de abordagens têm sido propostas.

Este trabalho enfoca a ER dentro da SPLE e possui como objetivos: avaliar a qualidade das pesquisas, sintetizar evidências para sugerir importantes implicações para a prática, e identificar tendências de pesquisa, questões em aberto, e áreas de melhoria.

Adotamos a metodologia de Revisão Sistemática da Literatura [4]. Assim, uma revisão sistemática da literatura foi conduzida com três questões de pesquisa. Avaliamos 48 estudos, datados de 1990 a 2009.

As evidências para adoção dos métodos não está madura. As abordagens propostas ainda possuem limitações sérias em termos de validade de seus resultados. Além disso, boa parte delas ainda carece do suporte de ferramentas, bem como trata apenas de estratégias de adoção de SPLE particulares.

Estudos empíricos posteriores deverão ser conduzidos com rigor suficiente, visando aprimorar o conjunto de evidências em RE dentro da SPLE. Nesse contexto, há uma clara necessidade pela condução de estudos que comparem métodos alternativos. De modo a tratar a escalabilidade e a popularização das técnicas, pesquisas futuras devem investir no suporte de ferramentas e na composição de estratégias de adoção de SPLE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estratégia de busca	14
Figura 2 RQ1 (suporte de ferramentas nas abordagens estudadas)	19
Figura 3 RQ1.1 (formatos dos requisitos)	20
Figura 4 RQ1.2 (atividade de RE tratadas pelos métodos)	21
Figura 5 RQ1.3 (estratégias de adoção de SPL)	22
Figura 6 RQ2 (evidências disponíveis para adoção dos métodos propostos)	23
Figura 7 QP 3 (limitações das pesquisas atuais)	25

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Método	11
2.1 Questões de Pesquisa (QP)	11
2.2 Processo de Busca	13
2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	16
2.4 Extração de Dados	16
2.5 Desvios do Protocolo	17
3. Resultados	18
3.1 Há evidências que favoreçam a adoção dos métodos propostos?	18
3.2 Quais as limitações das presentes abordagens de RE para SPL?	21
3.3 Quais as limitações das abordagens de RE para SPL?	22
4. Discussão	24
4.1 Principais Descobertas	24
4.2 Grau das Evidências	27
4.3 Limitações do Estudo	28
5. Trabalhos Relacionados	30
6. Conclusões	32
Referências	34

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Uma linha de produtos de software (SPL) pode ser definida como “um conjunto de sistemas intensivos de software compartilhando um grupo de características comuns e gerenciáveis que satisfazem as necessidades específicas de um segmento de mercado particular ou missão e que são desenvolvidas a partir de um conjunto comum de *core assets* de maneira ordenada” [1]. A Engenharia de Linha de Produtos de Software (SPLE) explora propriedades semelhantes de sistemas de software buscando aumentar o grau de reuso. O objetivo da SPLE é dar suporte ao desenvolvimento sistemático de uma família de sistemas de software a partir da identificação e gerenciamento de suas similaridades e variações. O sucesso na adoção da SPLE requer uma profunda mudança nos hábitos da organização. Todo o processo de Engenharia de Software é afetado, de atividades de requisitos a atividades de manutenção e evolução.

Em particular, argumenta-se que a natureza da SPL é gerenciar as similaridades e variações dos produtos por meio de um processo de “gerência de mudanças de Engenharia de Requisitos (RE)” [1]. A RE se ocupa dos objetivos do mundo real para funções de, e restrições num sistema de software [2]. Diversas decisões importantes são tomadas durante a fase de Engenharia de Requisitos para desenvolvimento de uma linha de produtos de software. Por exemplo, após a definição do escopo da SPL, o engenheiro de domínio estabelece requisitos comuns que são compartilhados por todos os membros da família e os opcionais, pertencentes a um produto específico. Gerenciar requisitos de uma SPL não é trivial, porque eles refletem as perspectivas de diversos *stakeholders*, possuem dependências de configuração complexas (ex.: requerem, excluem), e são expressos em diversos formatos (ex.: textual, *goals*) e em diferentes granularidades (ex.: *features*, qualidades).

A área subjacente de pesquisa e prática da SPLE tem reportado resultados positivos há mais de uma década, incluindo melhorias na qualidade, *time-to-market* reduzido e custos em diferentes domínios. Entretanto seu desenvolvimento futuro requer a avaliação das pesquisas conduzidas de forma que evidências adequadas para adoção e validade sejam garantidas. De fato, como tem ocorrido na Engenharia de Software [3], os estudos conduzidos muitas vezes não são claramente reportados de forma a permitir que pesquisadores obtenham conclusões científicas e identifiquem linhas de pesquisa derivadas. A frequente ausência de evidências

confiáveis em relação à eficácia das abordagens propostas na literatura impede sua ampla adoção pelos praticantes. Em geral também não é claro o grau de confiança que outros devem depositar nos elementos propostos de um novo método, nem se os resultados obtidos com um método em particular podem ser comparados com abordagens similares. Essas questões podem também ocorrer na RE para SPLs, onde um número crescente de abordagens têm sido propostas. Dessa forma, uma avaliação rigorosa da RE na SPLE faz-se necessária para aumentar sua aceitação na prática.

Consequentemente, este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura (SLR) da RE para SPLs de 1990 a 2009. SLR tem se popularizado na Engenharia de Software ao prover uma revisão de estudos de alto rigor metodológico e é o principal método para síntese de evidências [3]. Uma revisão sistemática de estudos pode auxiliar pesquisadores e praticantes a localizar, avaliar, e agregar os resultados de estudos importantes, provendo um resumo objetivo e balanceado das evidências relevantes. Em particular, os objetivos deste estudo são os seguintes:

- Avaliar a qualidade das pesquisas em RE para SPLs;
- Reunir evidências para sugerir importantes implicações para a prática;
- Identificar tendências de pesquisa, problemas em aberto, e áreas de melhoria.

Os resultados de nossa revisão sistemática revelam que, embora existam alguns estudos empíricos avaliando a eficácia dos métodos, o rigor das evidências precisa ser amadurecido em direção a níveis mais confiáveis. Em particular, os métodos ainda possuem sérias limitações em termos de validade de seus resultados. Além disso, há poucas ferramentas disponíveis que deem suporte à utilização dos métodos. De forma a tratar a escalabilidade e a popularização das abordagens de RE para SPL, nossa revisão sugere que o enfoque das pesquisas futuras deve ser no desenvolvimento de ferramentas de suporte confiáveis e de orientações objetivas para adoção dos métodos. O restante deste trabalho está organizado como a seguir. O capítulo 2 explica nossa metodologia de revisão da literatura. O capítulo 3 apresenta e analisa os resultados para responder às nossas questões de pesquisa. O capítulo 4 apresenta uma discussão detalhada dos nossos resultados. Trabalhos relacionados são descritos no capítulo 5, e o capítulo 6 apresenta nossos comentários finais.

Capítulo 2

MÉTODO

Com base no conceituado método de revisão sistemática da literatura [4], a revisão dos estudos foi conduzida em diferentes estágios: especificação das questões de pesquisa, desenvolvimento e validação do protocolo de revisão, busca por estudos relevantes, avaliação de qualidade, análise de dados, e síntese. No restante desta seção, descrevemos os detalhes desses estágios e os métodos utilizados.

2.1 QUESTÕES DE PESQUISA (QP)

Este estudo busca tratar das seguintes questões de pesquisa.

- QP1: *Quais métodos e/ou ferramentas de RE para SPL estão disponíveis para os praticantes?*
- QP2: *Há evidências que favoreçam a adoção dos métodos propostos?*
- QP3: *Quais as limitações das presentes abordagens de RE para SPL?*

Responder à QP1 nos permitiu identificar o nome do método, seus objetivos, e se há ferramentas de suporte para os praticantes. De modo a prover um contexto mais completo para compreender e aplicar um método específico, dividimos a QP1 considerando os seguintes pontos:

- *Com quais tipos de artefatos de requisitos o método lida?*
Examinar os formatos (ex. textual, casos de uso, modelos de características, etc.), em termos de entradas e saídas do método, auxilia a organização a alinhar suas práticas atuais e fazer decisões de adoção futuras.
- *Quais atividades de RE o método suporta?*
De acordo com [5], as principais atividades de RE incluem: planejamento e elicitação, modelagem e análise, negociação e acordo, assim como realização e evolução dos requisitos. Ao tratar dessas questões, a organização identifica em quais fases de RE os métodos propostos poderiam ser aplicados.
- *Quais estratégias de adoção de SPL o método segue?*
Essa subquestão foi desenvolvida de maneira a examinar se os métodos seguem uma estratégia de adoção proativa, reativa e/ou extrativa [6]. Com a estratégia

proativa, uma organização faz um investimento inicial para desenvolver artefatos reusáveis. A abordagem extrativa reusa um ou mais produtos de software para a *baseline* inicial da SPL. Na estratégia reativa, uma SPL existente é estendida para incluir os requisitos para um novo produto.

A QP2 avalia o grau de evidência do método proposto. Os resultados são críticos a fim de que pesquisadores identifiquem novos tópicos para pesquisas empíricas, e para praticantes avaliarem a maturidade de um método ou ferramenta em particular. Kitchenham identifica 5 fases de um estudo em Engenharia de Software com base na hierarquia de evidências sugerida pelas pesquisas médicas [4]. Pesquisadores raramente projetam e conduzem experimentos randômicos controlados (RCTs), como notado por [4]. Para tornar nossa avaliação mais prática, revisamos a classificação de Kitchenham e utilizamos a seguinte hierarquia (do mais fraco para o mais forte) em nosso estudo:

1. Nenhuma evidência
2. Evidência obtida a partir de demonstrações ou desenvolvimento de exemplos fictícios.
3. Evidência obtida a partir de opiniões de especialistas ou observações.
4. Evidência obtida a partir de estudos acadêmicos, ex.: experimentos controlados em laboratórios.
5. Evidência obtida a partir de estudos industriais, ex.: estudos de caso causais.
6. Evidência obtida a partir de práticas industriais.

Em particular, adicionamos “nenhuma evidência” e “demonstrações ou exemplos fictícios” ao extremo mais fraco da nossa hierarquia, enquanto no ponto mais forte, substituímos RCTs e pseudo-RCTs por “prática industrial”, como sugerido por [7]. A categoria “prática industrial” indica que o método já foi aprovado e adotado por alguma organização de SPL. Em nossa opinião, essa prática diária de engenharia apresenta uma prova convincente de que algo *funciona*, então a classificamos como a mais forte na hierarquia.

Adotamos os critérios de avaliação de qualidade apresentado em [8] a fim de tratar a QP3, as limitações das presentes abordagens de RE para SPL. Especificamente, refinamos a QP3 em 11 subquestões que cobrem 4 importantes questões: 1) apresentação do fundamento, objetivos e contexto dos estudos, 2) rigor dos métodos de pesquisa empregados para estabelecer a validade e integridade dos resultados, 3) credibilidade dos métodos dos estudos para garantir que os resultados foram válidos e significativos, e 4) ampla relevância do estudo para a indústria de software e comunidade de pesquisa. A tabela 1 lista os critérios de

refinamento.

Tabela 1 – Critérios de Avaliação de Qualidade

Nº	Questão	Assunto
QP3.1	O trabalho é baseado em pesquisa?	Relato
QP3.2	Há uma descrição clara dos objetivos da pesquisa?	Relato
QP3.3	Há uma descrição adequada do contexto no qual a pesquisa foi conduzida?	Relato
QP3.4	O formato da pesquisa foi adequado ao tratamento de seu objetivo?	Rigor
QP3.5	Houve um grupo de controle com o qual fosse possível comparar os tratamentos?	Rigor
QP3.6	A coleta de dados foi feita de forma a tratar o assunto da pesquisa?	Rigor
QP3.7	A análise dos dados foi suficientemente rigorosa?	Rigor
QP3.8	A relação entre pesquisadores e participantes foi adequadamente considerada?	Credibilidade
QP3.9	Há uma apresentação clara dos resultados?	Credibilidade
QP3.10	Há uma maneira explícita de lidar com escopo, similaridade e variabilidade?	Relevância
QP3.11	Há um guia para praticantes?	Relevância

2.2 PROCESSO DE BUSCA

Objetivamos identificar uma lista completa de estudos de RE para SPL reportados a partir de 1990, quando a abordagem de orientação a características (*feature-oriented approach*) para SPLE foi criada [9]. A figura 1a apresenta nossa estratégia de busca original, que consistiu em duas fases: busca automática em bases de dados e busca manual em anais de jornais e conferências.

Durante a primeira fase, utilizamos as seguintes bases de dados: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Science Direct Elsevier, e Wiley Inter Science Journal Finder. O termo empregado na busca consistiu de duas partes: RE AND SPL. Também alternamos um conjunto de palavras-chave ¹ para formar uma pergunta mais expressiva, utilizando **OR** para conectar as palavras-chave alternadas e **AND** para unir as principais partes.

O número de estudos obtidos através das bases ACM, IEEE, Elsevier, e Wiley foram

¹ As palavras-chave de RE alternadas foram: requirement(s), requirement(s) analysis, e conceptual model(s). As palavras-chave de SPL alternadas foram: (software) product line(s), product line engineering, (software) product family/families, variability (management). Além disso, identificamos “domain analysis” e “requirements reuse” como palavras-chave alternativas para RE em SPL.

21, 34, 13 e 9 respectivamente – os resultados presentes nessas listas foram revistos numa etapa posterior de busca manual.

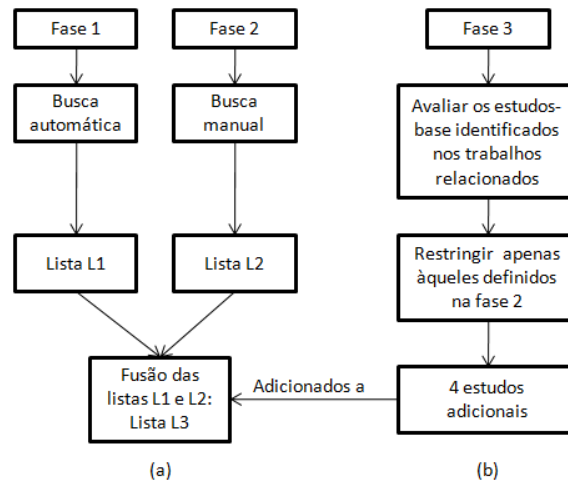


Figura 1 - Estratégia de busca: (a) Estratégia original de duas fases combinando busca automática e manual; (b) Busca adicional em trabalhos relacionados

Uma lista de estudos relevantes foi identificada (*L1*). No entanto, alguns problemas relacionados aos resultados da busca automática foram destacados: 1) Os resultados continham muitas informações irrelevantes. Ex. Resumos de tutoriais ou workshops, e 2) Alguns trabalhos conhecidos importantes (ex.: [10, 11]) não estavam nos resultados. Esses resultados indicaram que a infra-estrutura fornecida pelas bases de dados de Engenharia de Software indexadas é inadequada para suportar buscas booleanas complexas [12]. Assim, ao invés de refinar as restrições ou a expressão de busca, decidimos realizar uma busca manual visando complementar os resultados.

Na fase 2, uma busca manual por anais de conferências e jornais de 1990 a 2009 foi conduzida. Os jornais e conferências selecionados são apresentados na tabela 2. Essas fontes foram escolhidas por incluírem a maioria dos estudos identificados na fase 1 (*L1*) e apresentarem uma coleção abrangente de eventos relevantes. Os anais de cada uma das conferências e jornais foram revisados, aplicando-se critérios de inclusão e exclusão (Seção 2.3), e utilizando-se título, palavras-chave, e resumo para determinar a relevância do trabalho. Quando necessário, o conteúdo do trabalho foi também examinado. Os resultados da busca manual validados foram registrados na lista *L2*.

As duas listas, *L1* e *L2*, foram, então, combinadas – com a eliminação de trabalhos repetidos. O resultado da combinação (*L3*) contém 44 trabalhos (*S1-S44* na tabela 4 do Apêndice).

Tabela 2 – Anais de jornais e conferências selecionados na fase 2.

Fonte	Sigla
Information and Software Technology	IST
Journal of Systems and Software	JSS
IEEE Transaction on Software Engineering	TSE
	IEEE
IEEE Software	SW
Communications of the ACM	CACM
ACM Computing Surveys	CSUR
ACM Transactions on Software Engineering Methodologies	TOSEM
Software Practice and Experience	SPE
Empirical Software Engineering Journal	EMSE
Requirements Engineering Journal	REJ
IEE Proceedings Software (now IET Software)	IET SW
International Conference on Software Engineering	ICSE
International Conference on Automated Software Engineering	ASE
International Requirements Engineering Conference	RE
International Software Product Line Conference	SPLC
International Conference on Software Reuse	ICSR
International Conference on Aspect-Oriented Software Development	AOSD

É válido mencionar que buscamos trabalhos relacionados em revisões sistemáticas em RE para SPL². Embora o enfoque e as questões de pesquisa de cada trabalho sejam diferentes das definidas neste, fomos cuidadosos com relação à completude dos trabalhos selecionados pelo nosso estudo e procuramos corrigir quaisquer omissões. Para obter tal resultado, conduzimos uma terceira fase de buscas, como apresentado na figura 1b. Identificamos o estudo realizado por Khurum e Gorschek [13] como um dos trabalhos mais recentes e semelhantes ao nosso, e o utilizamos como base para comparações. Em [13], 89 estudos primários foram identificados, entre os quais 8 estão presentes em L3 e 5 possuem variáveis muito próximas (ex.: quase os mesmos autores e o mesmo título) em L3. Observamos que, mesmo com uma lista de 89 trabalhos, Khurum e Gorschek falharam ao não incluir importantes estudos (ex.: S24, S36 e S41 em L3). Identificamos apenas 4 estudos em [13] (S45-S48 na tabela 4) que deveriam ser incluídos na nossa busca. Dessa forma, a lista final contém 48 trabalhos (tabela 4), os quais servem como estudos primários da nossa SLR.

² A Seção 5 discute trabalhos relacionados em detalhes.

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Nossa revisão incluiu trabalhos publicados entre 1º de janeiro de 1990 e 31 de julho de 2009, de acordo com os seguintes critérios de inclusão:

- Engenharia de Requisitos para Linha de Produtos de Software;
- Análise de Domínio para Engenharia de Linha de Produtos;
- Reuso Sistemático de Requisitos.

Os seguintes critérios eliminaram trabalhos da nossa pesquisa:

- Estudos com enfoque na arquitetura de linha de produtos, design de domínio e implementação, e reuso oportuno;
- Artigos curtos, editoriais, resumos, workshops, ou tutoriais;
- Relatos duplicados de um mesmo estudo (quando existem diversos relatos em diferentes fontes, a versão mais completa do estudo foi incluída em nossa SLR).

2.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

Um formulário para extração de dados foi criado para obtenção de informações relevantes dos estudos de forma a responder às questões de pesquisa. Os dados coletados dos estudos foram:

- Fonte (jornal ou conferência), título, e os autores.
- A relação com outros estudos, registrado em dois tipos de relação: 1) versão anterior, na qual a versão anterior foi excluída, e 2) trabalhos relevantes, onde todos os estudos relacionados foram incluídos.
- Nome e breve descrição do método, técnica ou framework proposto para tratar variabilidade de requisitos (direcionado à QP1).
- O grau de suporte por uma ferramenta, variando entre automático, semi-automático e manual (direcionado à QP1).
- Os tipos de artefatos de requisitos envolvidos, a exemplo de entradas e saídas do framework proposto (direcionado à questão QP1.1).
- As atividades de requisitos (planejamento e elicitação, modelagem e análise, negociação e acordo, realização e evolução) suportadas (direcionado à questão QP1.2).

- As estratégias de adoção de SPL (proativa, reativa, extrativa) seguidas (direcionado à questão QP1.3).
- As evidências quantitativas e qualitativas da aplicabilidade do método, utilidade, e eficiência (direcionado à questão QP2).
- O grau de evidência: definimos 6 níveis na seção 2.1 (direcionado à QP2).
- A avaliação da qualidade do estudo; utilizamos classificação binária, ‘Sim’, ou ‘Não’, para avaliar os 11 critérios de qualidade definidos na tabela 1 (direcionado à QP3).

Uma extração de dados piloto foi projetada buscando uma calibração consistente. Os dados dos estudos selecionados foram extraídos de forma randômica. Em seguida, uma reunião foi conduzida visando comunicar a experiência da avaliação realizada de forma a reduzir ambiguidades, clarificar incertezas e discutir aspectos sutis. Em seguida, teve início a etapa de extração de dados real.

2.5 DESVIOS DO PROTOCOLO

Como explicado na Seção 2.2, estendemos o processo de busca de duas fases inicial incorporando os estudos identificados nos trabalhos relacionados (Figura 1b). Embora o exame contínuo da literatura exija atenção especial e trabalho extra, sentimos que o esforço foi bem empregado. Não apenas produzimos uma lista mais completa de estudos primários, como também justificamos melhor nossos critérios de inclusão e exclusão.

Capítulo 3

RESULTADOS

Aplicando o método descrito no capítulo anterior, neste capítulo avaliamos os trabalhos selecionados com relação às questões de pesquisa. As tabelas 5, 6 e 7 (Apêndice) apresentam os resultados, que listamos e analisamos abaixo.

3.1 QP 1: “QUAIS MÉTODOS E/OU FERRAMENTAS DE RE PARA SPL ESTÃO DISPONÍVEIS PARA OS PRATICANTES?”

Todos os trabalhos são a publicação representativa/principal do método correspondente. A tabela 5 apresenta os resultados da QP1. Em termos de suporte ferramental, 26 (54%) estudos oferecem ferramentas semi-automáticas, 1 (2%) oferece suporte automático, e 21 (44%) não oferecem suporte, como mostrado na Figura 2. Algumas ferramentas são descritas como extensões de ambientes de desenvolvimento integrado, enquanto outras são isoladas. É surpreendente perceber que quase metade dos estudos não discute explicitamente o suporte de ferramentas, o que gera problemas de usabilidade, utilidade e escalabilidade a essas abordagens. Isso mostra que os estudos encontravam-se ainda em um estágio inicial, não estando prontos para uma validação e adoção em larga escala.

A única ferramenta automática em S22 é originada de Modelos de Espaços Vetoriais (*Vector Space Models*) [14] num processo de determinação de similaridade entre requisitos, onde cada um representa um vetor e a similaridade entre eles é medida através do ângulo dos dois vetores respectivos. No entanto, como o autor destaca, é necessário conhecimento do domínio e intervenção humana para melhorar a precisão das comparações e definir configurações durante o *merge* [10].

3.1.1 QP1.1: “COM QUAIS TIPOS DE ARTEFATOS DE REQUISITOS O MÉTODO LIDA?”

Os trabalhos descrevem abordagens que manipulam requisitos de variadas formas: texto, texto estruturado, casos de uso, características, *goals*, agentes, pontos de vista, modelos de variabilidade ortogonal, máquinas de estado, lógica temporal, objetos e eventos (Figura 3).

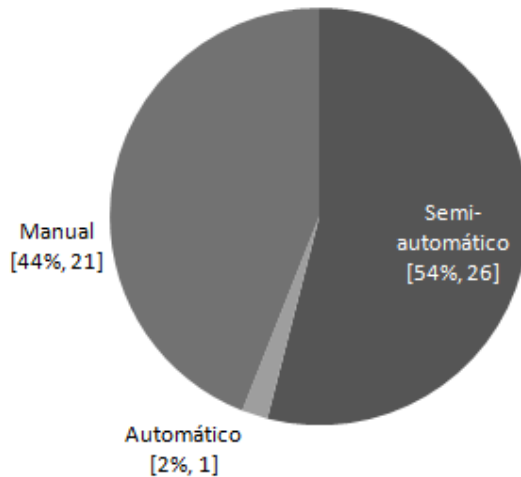


Figura 2 - RQ1 (suporte de ferramentas nas abordagens estudadas).

Dessa lista, “textual” e “características” são os principais formatos para expressar requisitos. Isso mostra o papel importante dos modelos de características na descrição de variabilidade de SPL e é consistente com o fato de que requisitos são, em sua maioria, textuais [15]. É importante que um conjunto amplo de artefatos de requisitos tenha sido considerado, permitindo aos praticantes selecionar as abordagens mais adequadas para diferentes problemas.

Vinte e um (44%) trabalhos especificaram, ainda, os modelos de requisitos de entrada e saída. Os primeiros (ex.: requisitos textuais) estão num nível de abstração mais baixo do que últimos (ex.: características, *goals*, pontos de vista, agentes). 7 trabalhos (15%) relacionam características com casos de uso, enquanto 6 trabalhos (12%) associam características a requisitos textuais. No primeiro caso, S42 é o estudo pioneiro na associação entre características e casos de uso. Em particular, apresenta FeatRSEB, que integra FODA [9] e RSEB [16]. Com relação aos estudos que associam características a requisitos textuais, eles se baseiam no fato de que “características” é um nível mais alto de abstração em comparação com “requisitos textuais”, ex.: um conjunto de requisitos pode originar uma característica/funcionalidade. Nesse contexto, o estudo seminal S30 define inicialmente uma relação de similaridade manual entre requisitos baseado na noção de recursos, e então executa um algoritmo de agrupamento (*clustering algorithm*) sobre essa relação para extrair características.

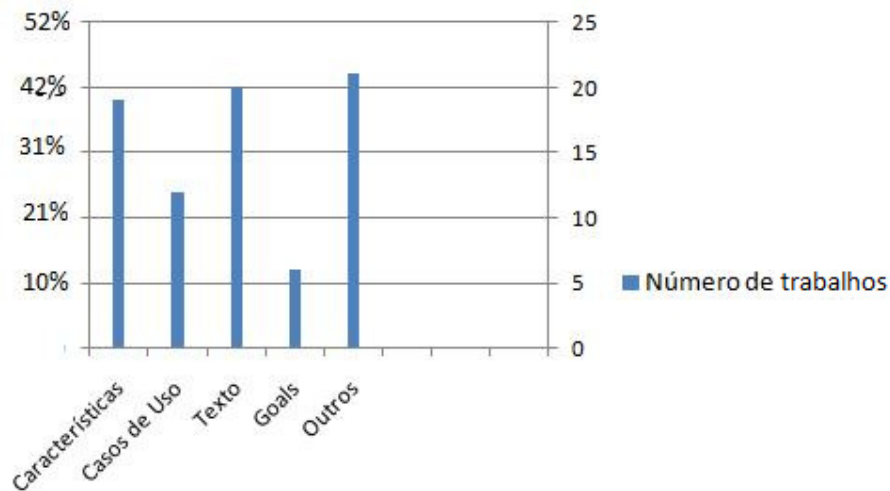


Figura 3 - RQ1.1 (formatos dos requisitos).

3.1.1 QP1.2: “QUAIS ATIVIDADES DE RE O MÉTODO SUPORTA?”

Em termos de atividades de requisitos, Planejamento e Elicitação é tratada por 21 (44%) trabalhos, Modelagem e Análise por 47 (98%) trabalhos, Negociação e Acordo em 11 (23%), e Realização e Evolução em 14 (29%) trabalhos. Esses resultados são apresentados na Figura 4. A ênfase na Modelagem e Análise é importante para tratar a variabilidade, que está no núcleo da SPLE. No entanto, o suporte comparativamente menor às outras atividades levanta uma preocupação com relação à adequação dessas abordagens: a miríade de documentos formatos de RE tornam o planejamento e a elicitação mais difíceis, principalmente em termos de escalabilidade. O número maior de *stakeholders* conflitantes em SPLs complica a atividade de Negociação e Acordo. Por fim, apenas dois estudos (S11 e S23) cobrem todas as atividades da Engenharia de Requisitos.

3.1.1 QP1.3: “QUAIS ESTRATÉGIAS DE ADOÇÃO DE SPL O MÉTODO SEGUE?”

Com relação a estratégias de adoção, 27 (56%) abordagens são proativas, 19 (40%) são extrativas, e apenas 5 (10%) são reativas. Apenas uma abordagem (S33) combina as três estratégias. 4 (8%) estudos combinam modelos extrativos e reativos, enquanto 8 (17%) combinam as estratégias extrativa e proativa.

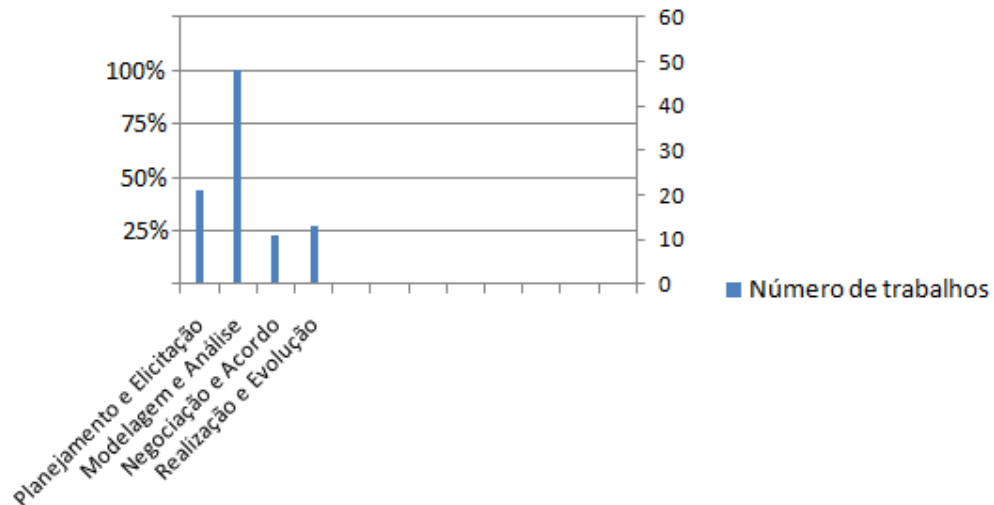


Figura 4 - RQ1.2 (atividade de RE tratadas pelos métodos).

Os outros estudos não se encaixam na classificação estabelecida. A Figura 5 apresenta os resultados.

Os dados são consistentes com os resultados da QP1.2, uma vez que a ênfase na estratégia proativa indica esforço primário na Modelagem e Análise, e menos preocupação com relação à estratégia reativa se reflete em menor ênfase na Realização e Evolução. A ênfase moderada na estratégia extrativa corresponde ao esforço moderado no Planejamento e Elicitação.

Segundo Krueger [6], a abordagem proativa é mais propícia a riscos do que as outras duas, uma vez que requer, em geral, um investimento inicial. Além disso, a combinação das estratégias extrativa e reativa é considerada uma abordagem viável para a maioria das organizações que estão na transição do desenvolvimento de um só tipo de sistema para uma engenharia de linha de produtos. Assim, os resultados da QP1.3 indicam que as abordagens apresentadas nos estudos avaliados precisam de uma melhor performance com relação a esse critério, de modo a atingir uma maior taxa de adoção de SPLE na prática.

3.2 QP2: “HÁ EVIDÊNCIAS QUE FAVOREÇAM A ADOÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS?”

Os resultados da QP2 são apresentados na Tabela 6 e sumarizados na Figura 6. As principais estratégias para avaliação empírica são Demonstração/Exemplos Fictícios (42%),

Estudos industriais (35%), e estudos de observação/opiniões de especialistas (27%). “Nenhuma evidência” ocorreu em 4 (8%) das abordagens. Além disso, 31% das abordagens empregam mais de um tipo de avaliação. Dessa forma, apresentamos os dados num gráfico de barras ao invés de utilizarmos um gráfico tipo “pizza”, e os dados somam mais de 100%. De posse desses resultados, e segundo nosso esquema de classificação para avaliação da QP2 (Seção 2.1), observamos que a maioria dos estudos possui alguma forma de avaliação preliminar. No entanto, com a crescente difusão da adoção de SPL e seu potencial impacto e investimento requerido, os resultados mostram que é preciso desenvolver essa área para prover melhores evidências no que tange à qualidade e conformidade dos métodos propostos, como discutido na Seção 4.1.

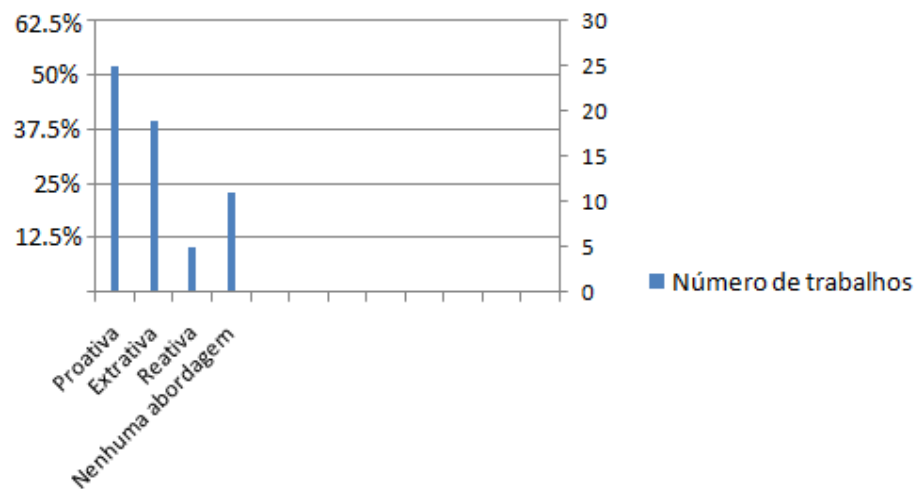


Figura 5 - RQ1.3 (estratégias de adoção de SPL).

3.3 QP 3: “*QUAIS AS LIMITAÇÕES DAS ABORDAGENS DE RE PARA SPL?*”

Os resultados da QP3 são apresentados na tabela 7 e resumidos na Figura 7, de acordo com os critérios de avaliação da qualidade apresentados na Tabela 1. Em termos de relato, (QP 3.1 – QP 3.3 na Tabela 1), a maioria das abordagens tem um desempenho satisfatório. Justificamos esse resultado com base nos padrões de qualidade exigidos pelos eventos/jornais onde os estudos foram publicados.

No entanto, no que diz respeito a rigor e credibilidade (QP 3.4 – QP 3.9 na Tabela 1), a maioria das abordagens tem um desempenho fraco, em particular, com resultados piores para

‘grupos de controle’ (QP 3.5), que é considerado por apenas 2 (4%) abordagens, e ‘rigor da análise de dados’ (QP 3.7), que é satisfatório em 6 (12%) métodos. Esses resultados são esperados dada a maneira informal como os métodos são avaliados empiricamente. Isso indica que a área precisa amadurecer no que concerne à validade e credibilidade de seus resultados, um ponto chave na Engenharia de Software Empírica (*Empirical-Based Software Engineering*).

Por fim, em termos de relevância, 90% das abordagens possuem uma forma explícita de lidar com escopo, similaridade e variabilidade (QP 3.10), embora apenas 33% proponham uma lista de diretrizes dirigida aos praticantes (*practitioner-based guidelines* – QP 3.11). Os resultados citados são justificados pela natureza dos objetivos da pesquisa (refletidos nos critérios de inclusão e exclusão, Seção 2.3). Os próximos resultados demonstram uma necessidade de evolução da área em direção a orientações mais práticas, de forma a aumentar a adoção por parte da indústria.

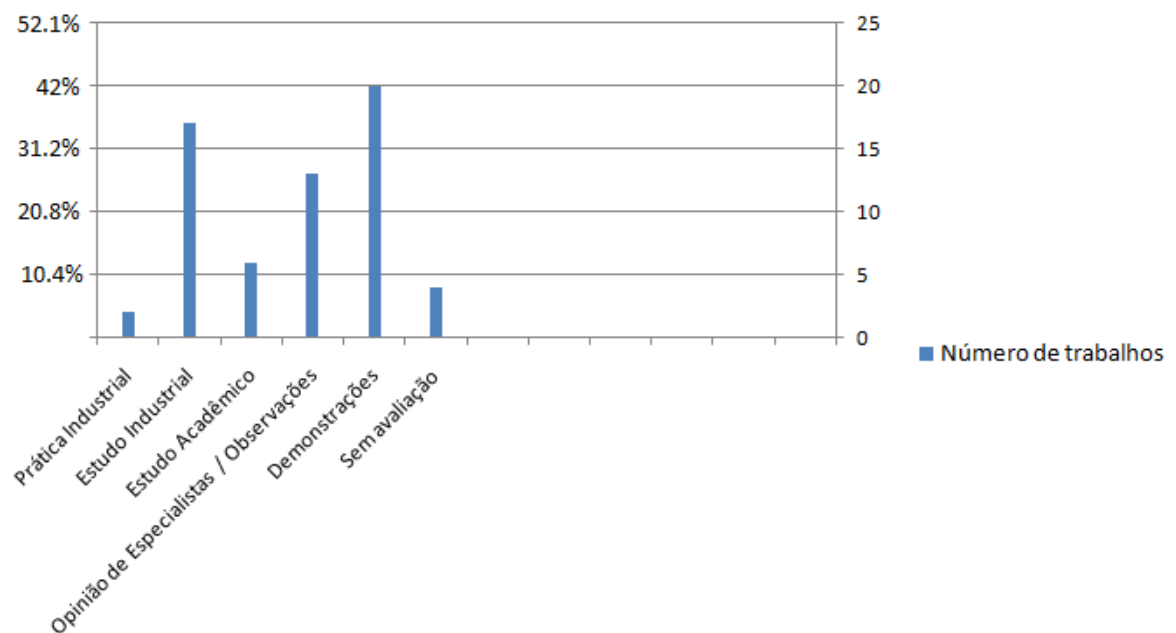


Figura 6 – RQ2 (evidências disponíveis para adoção dos métodos propostos).

Capítulo 4

DISCUSSÃO

Esta seção resume as principais descobertas deste estudo (Seção 4.1) e discute a relevância das evidências reunidas para a comunidade de Engenharia de Software.

4.1 PRINCIPAIS DESCOBERTAS

Um dos principais objetivos deste trabalho foi investigar o estado da pesquisa e da prática na área de RE para SPLs. As principais implicações para pesquisa incluem os seguintes pontos:

- **Questões relacionadas à escalabilidade.** Como reportado na Seção 3.1.1, algumas abordagens possuem modelos de entrada e saída, sendo os primeiros requisitos em vários formatos e os últimos, alguma(s) abstração(ões) sobre os requisitos, tais como características (*features*) nos estudos S22, S23 e S30. Essa abstração é essencial para prover um modelo útil da SPL, por exemplo, sua visão de configuração. Entretanto ela também impõe alguns desafios em virtude da natureza heterogênea e predominantemente textual dos requisitos subjacentes. Logo, no contexto de SPL, escalabilidade é um problema, uma vez que não apenas cada documento de requisitos de aplicação é extenso, como também há um número significativo de documentos que se referem a várias aplicações no domínio.
- **Necessidade de envolvimento dos praticantes.** A área de RE para SPL tem atraído diversas iniciativas de pesquisa nas duas últimas décadas. Enquanto isso, estudos são frequentemente conduzidos com parceiros industriais e alegam que seus métodos tratam de necessidades da indústria. No entanto, o que observamos nessa revisão é que a maioria dos métodos resultou de propostas de pesquisa em vez de surgir a partir de práticas industriais estabelecidas. Consequentemente, acreditamos que os pesquisadores devem desenvolver seus métodos em parceria com praticantes, no lugar de os envolverem apenas ao testarem suas propostas de pesquisa.

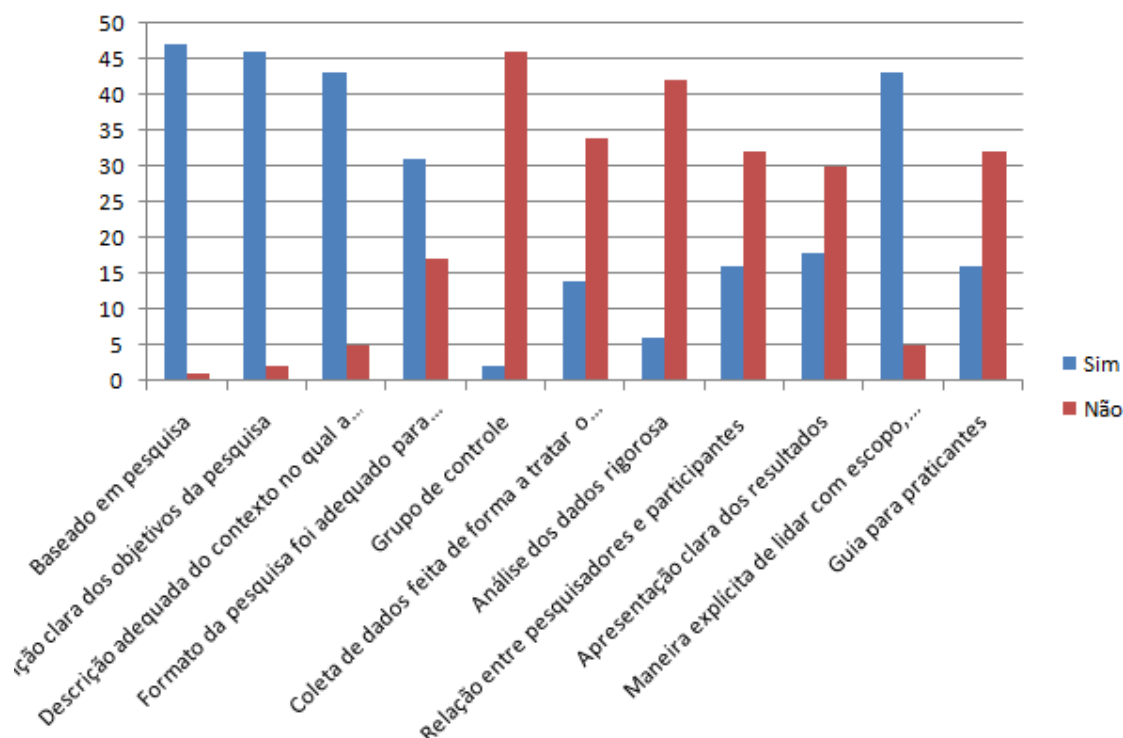


Figura 7 – QP 3 (limitações das pesquisas atuais).

- **Incompletude das atividades de RE.** De acordo com resultados presentes na Seção 3.1.2, muito poucos trabalhos cobrem todas as atividades de RE. Isso é um resultado aceitável, pois esperamos que trabalhos em andamento cuidem de tópicos específicos em substituição a amplas áreas de pesquisa. Uma razão possível para que isso ocorra é o fato de que artigos de conferências reportam pesquisas em progresso que serão detalhadas e melhoradas futuramente. Outro motivo é que dar suporte a todas as atividades de RE para SPLs é um problema difícil que demanda a cooperação de diversos pesquisadores trabalhando juntos. Dessa forma, o resultado sugere a necessidade de integrar abordagens fragmentadas de modo a definir uma solução compreensível e que trate de todo o processo de RE.
- **Poucas evidências e validações.** Com relação à qualidade da validação das pesquisas (Seção 3.3), os estudos não apresentam avaliações quantitativas e qualitativas bem definidas. Nenhum dos métodos foi avaliado seguindo um design de pesquisa apropriado, com uma estratégia de seleção rigorosa e análise

crítica dos resultados. Desse modo, argumentos que defendem a adequação dos métodos são suportados por evidências fracas, baseadas principalmente na experiência dos autores, utilizando os métodos em estudos de caso informais. Para aumentar a adoção das técnicas propostas por parte da indústria, as pesquisas deveriam aumentar o rigor das validações empíricas e apresentar argumentos sólidos, de forma a demonstrar a adequação dos métodos à situações específicas.

No que diz respeito ao estado da prática na área, obtivemos os seguintes resultados:

- **Ausência de estudos comparativos.** Nenhum dos estudos revisados reportou um estudo comparativo de técnicas de RE para SPL. Esse tipo de estudo é muito relevante para informar os tomadores de decisão interessados na adoção de novos métodos. Avaliar métodos alternativos utilizando a mesma base de comparação facilita a seleção da melhor abordagem para uma situação particular. Os estudos não enfatizam a adequação de suas propostas para uma situação particular nem indicam se o método não é adequado para um caso específico. Por exemplo, não fica claro se a abordagem é escalável, em quais domínios e ambiente organizacionais o método pode ser aplicado, como os praticantes podem conduzir uma adoção passo a passo, qual será o retorno sobre investimento, e assim por diante. Compreender as características das situações onde um método é apropriado auxilia os praticantes a identificar outras similares onde o método pode ser aplicado.
- **Suporte ferramental limitado.** Outro problema comum é a disponibilidade limitada de ferramentas que suportem a utilização dos métodos. Embora boa parte dos estudos alegue possuir suporte de ferramentas, não conseguimos achá-las na web. O resultado de uma pesquisa na web identificou apenas duas ferramentas disponíveis para *download* (uma ferramenta *open-source* e outra proprietária). Sem uma ferramenta pronta e disponível, os métodos podem ser considerados uma ideia interessante, mas dificilmente serão escaláveis ou adotados na prática.
- **Orientação limitada.** Com base nos resultados reportados na seção 3.3, observamos que uma das principais limitações dos estudos é o fato de não

fornecerem orientação suficiente para os praticantes interessados em adotar os métodos propostos. A ausência de diretrizes pode impedir o uso de um novo método por aqueles que possuem pouco ou nenhum conhecimento na área de SPL. Além disso, os praticantes podem ter problemas para avaliar os benefícios, limitações e riscos de métodos imaturos. Em domínios complexos, que são frequentemente os que poderiam receber altos ganhos com a adoção de uma solução de SPL, praticantes devem ter forte confiança de que um novo método irá funcionar conforme prometido pelos proponentes.

- **Maturidade limitada.** Finalmente, do ponto de vista dos praticantes, é difícil determinar a maturidade de um método de RE para SPL. O grau de evidências fornecido pelos estudos é fraco e, dessa maneira, é difícil avaliar objetivamente a qualidade e a utilidade global de um método particular. Favorecer a maturidade das abordagens propostas pelas pesquisas é um passo fundamental para promover a popularização das tecnologias.

4.2 GRAU DAS EVIDÊNCIAS

Como recomendado por [8], adotamos a abordagem GRADE (*Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluation*) [17] para avaliar o grau de evidência dos estudos selecionados. O sistema GRADE estabelece a seguinte escala para avaliar a intensidade das evidências dos estudos empíricos: <alta, moderada, baixa, muito baixa>. De acordo com GRADE, a intensidade da evidência é determinada a partir de quatro critérios: projeto do estudo, qualidade do estudo, consistência e clareza.

Para avaliar a intensidade das evidências em nossa SLR, consideramos os seguintes aspectos. Com relação ao projeto do estudo e segundo os resultados da Seção 3.2, os estudos foram principalmente exemplos fictícios. Adicionalmente, apenas 4% dos trabalhos apresentaram estudos de caso reportando práticas industriais. Assim, consideramos as evidências fornecidas pelo projeto do estudo muito baixas. Os trabalhos enfrentaram sérios problemas no que diz respeito à qualidade dos estudos empíricos. Os métodos não foram descritos claramente, a coleta e análise dos dados não foi rigorosa, e questões relacionadas à validade não foram tratadas pelos autores dos estudos primários. A consistência dos estudos remete [17] à “similaridade das estimativas de efeito através dos estudos”. Devido ao fato de

que não houve estudos comparáveis em nossa revisão, não pudemos avaliar o critério de consistência. Por fim, como definido em [17], clareza é “a extensão na qual os assuntos, ambiente, tratamentos, e medidas dos resultados são semelhantes às aquelas de interesse”. Constatamos que pouco esforço foi feito para apresentar estudos industriais relevantes e procedimentos orientados aos praticantes. Desse modo, argumentamos que os estudos podem ter efeito insignificante na prática industrial. No entanto, os trabalhos são, em sua maioria, orientados à pesquisa e tratam de questões relevantes para a comunidade de pesquisa. Nossa opinião é que clareza pode ser classificada como moderada. Consequentemente, dadas as limitações identificadas nos estudos primários, julgamos a intensidade das evidências dos trabalhos avaliados em nossa revisão sistemática como baixa. Esse resultado sugere que a área de RE para SPL necessita de esforços futuros para que possa ser considerada uma disciplina madura.

4.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As principais limitações da revisão conduzida foram eventuais omissões de artigos no processo de pesquisa e tendências/inclinações na extração de dados. Com relação ao processo de busca, iniciamos com uma estratégia de busca automática utilizando as principais bases de dados eletrônicas de Engenharia de Software. Confirmando lições reportadas em [12], devido a limitações dos engines de busca, percebemos que a busca automática não foi capaz de indexar todos os artigos relevantes da área. Para minimizar esses problemas, resolvemos conduzir uma busca manual a fim de melhorar a qualidade dos resultados obtidos. Após conduzida tal etapa, informamo-nos da existência do artigo [13], que apresenta uma revisão sistemática de soluções em análise de domínio. Como discutimos na seção 2.5, essa SLR revisou 89 trabalhos, além de quatro artigos adicionais que foram também relevantes para nosso estudo. Assim, decidimos alterar nosso protocolo de busca inicial para incluir esses trabalhos em nossa revisão. Procuramos nos esforçar ao máximo para garantir a completude de nossa seleção. Outro provável risco que nos fez perder alguns trabalhos foi devido à ausência de uma terminologia consistente na área de SPL. Isso indica que nossa seleção de palavras-chave pode não ter englobado o conjunto completo de artigos publicados em nossa área de interesse (ex. métodos de RE para SPL). Conforme apresentado nos critérios de exclusão, descartamos artigos curtos publicados em workshops, tutoriais e resumos. Acreditamos que a eliminação desses artigos

não tem impacto no resultado geral obtido, em razão de ser pouco provável que essa literatura apresente informações relevantes de métodos sólidos de RE para SPL.

Com relação à extração de dados, tivemos certa dificuldade para filtrar informações relevantes dos trabalhos. A maioria dos artigos não apresentava detalhes objetivos com relação a vários aspectos de que queríamos tratar nas questões de pesquisa. Por exemplo, inúmeros artigos não mencionam explicitamente qual estratégia de adoção de SPL eles suportam nem indicam em quais fases de requisitos eles podem ser empregados. Em diversos momentos, tivemos de interpretar as informações subjetivas fornecidas pelos trabalhos. Outro problema frequente foi a falta de informações a respeito dos métodos empíricos empregados por esses estudos para conduzir a avaliação. Descobrimos que, em alguns estudos primários, a coleta e análise de dados foram fracamente descritas. Além de tudo, os estudos empíricos não foram conduzidos de maneira rigorosa. Essa situação pode ter comprometido a precisão dos dados coletados com relação ao critério de avaliação da qualidade. Desse modo, informamos ser possível a existência de equívocos na maneira como extraímos os dados dos estudos primários.

Capítulo 5

TRABALHOS RELACIONADOS

Revisões sistemáticas têm sido conduzidas por pesquisadores de modo a reunir e avaliar as evidências disponíveis na área de RE para SPL. Identificamos três SLRs: soluções de análise de domínio (DA) para SPLs [13], ferramentas de DA [18], e RE para SPLs apresentadas no capítulo 3 de [19]. A tabela 3 resume a comparação.

Em [13], os autores buscaram avaliar a aplicabilidade e utilidade das soluções de DA propostas, especialmente a viabilidade nas configurações da indústria. Em oposição, buscamos avaliar a qualidade (relato, rigor, credibilidade, relevância) e o grau de evidências, e caracterizar as abordagens em termo de suporte de ferramentas, atividades de RE, e estratégias de adoção. Os autores de [13] não conseguiram prover respostas conclusivas para 3 das 4 questões, devido à ausência de estudos com estrutura e análise rigorosos. Obtivemos resultados semelhantes em nosso estudo. Quanto à seleção de estudos primários, cobrimos 1990-2009, um conjunto superior à faixa de tempo de 1997-2008 considerada por [13]. No entanto, 89 trabalhos foram selecionados em [13], o que mostra um escopo significativamente maior e um critério de exclusão menos rígido. Ao comparar a seleção deles com a nossa, descobrimos 12 intersecções e 5 artigos quase idênticos. As distinções refletem enfoques diferentes entre DA em SPL e RE para SPL. Por exemplo, RE para SPL discute *viewpoints* e *goals*, enquanto DA investiga *releasing* e configurações.

Lisboa et al. analisaram o suporte de ferramentas em DA [18]. Eles observaram que dificilmente existe um processo genérico para todas as ferramentas de DA, boa parte das ferramentas enfocam no suporte à fase de modelagem, e a maioria delas foram desenvolvidas e utilizadas em ambientes acadêmicos. É interessante observar que, devido à disponibilidade de executáveis e outros fatores, os autores selecionaram 19 dos 31 estudos possivelmente relevantes [18].

No capítulo 3 de [19], o autor forneceu uma revisão da literatura a fim de definir um processo unificado de RE para SPLs. A revisão foi baseada em 16 estudos primários, cujos artigos foram todos incluídos em nossa lista. Note-se que a palavra de busca definida em [19] foi bastante semelhante à nossa. O número relativamente pequeno de estudos resultante da busca automática esteve de acordo com nossa experiência. As questões de pesquisa em [19] foram também um subconjunto das nossas. Além disso, refinamos as questões de alto nível

num conjunto de subquestões mais concretas, clarificando os critérios utilizados para respondê-las.

Tabela 3 – Comparação de revisões sistemáticas relacionadas.

SLR	Questão de Pesquisa	Resposta
[13] (89 estudos primários identificados entre 1998 e 2007)	As soluções de DA são baseadas em necessidades industriais?	A maioria das propostas é.
	As soluções de DA são aplicadas e/ou validadas?	Inconclusiva devido à ausência de resultados detalhados ou estudos replicados.
	As soluções de DA são utilizáveis?	Inconclusiva devido à ausência de análise de dados qualitativa e quantitativa.
	As soluções de DA são úteis?	Inconclusiva devido à ausência de análise de dados qualitativa e quantitativa.
[18] (19 estudos primários identificados, nenhum período de tempo especificado)	As ferramentas de DA dão suporte a um processo específico ou genérico?	A maioria das ferramentas (> 78%) foi desenvolvida para suporte a processos específicos.
	Quais são as principais características das ferramentas?	As ferramentas são focadas principalmente na etapa de modelagem.
	Onde as ferramentas foram desenvolvidas e utilizadas?	A maioria foi desenvolvida e utilizada na academia.
[19] (16 estudos primários identificados, nenhum período de tempo especificado)	Quais atividades de RE são suportadas?	Comum: elicitação, análise e especificação. Menos comum: verificação, gerenciamento.
	Quais técnicas de RE são propostas?	Classificadas em 9 categorias: características, <i>goals</i> , casos de uso, pontos de vista, etc.
	Como a variabilidade é tratada?	Todas as abordagens pesquisadas dão suporte ao gerenciamento da variabilidade.

SLRs têm ganhado muita importância na Engenharia de Software por auxiliarem na avaliação e agregação de resultados e evidências de um número crescente de estudos empíricos num tópico específico. Elas são superiores a revisões da literatura tradicionais em termo de rigor, completude e repetitividade. Diretrizes e experiências sobre SLRs têm sido reportadas, ex. [4, 12, 8]. A partir de nossa comparação com trabalhos relacionados, percebemos que nenhuma SLR individualmente reuniu todos os estudos primários relevantes. A combinação da busca manual com a automática ofereceria resultados melhores. Acima de tudo, SLRs são, por si próprias, estudos empíricos. Estudos terciários (ex. [20]) ou estudos de mapeamento (ex. [21]) podem apoiar a avaliação e agregação de resultados de SLRs relacionadas.

Capítulo 6

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma SLR de RE no contexto de SPLE. Assim, a qualidade global das pesquisas na área necessita de melhorias em termos de validação empírica. Resultados relevam que, embora haja certo grau de evidências para adotar os métodos propostos, este é gerado por afirmações e argumentações sem provas. Além disso, essas abordagens ainda possuem sérias limitações em termos de validade e credibilidade de seus resultados, ex., poucas possuem um grupo de controle para comparar os tratamentos, ou realizam uma análise de dados rigorosa, ou lidam com ameaças à validade. Consequentemente, esperamos que estudos empíricos futuros sejam conduzidos com rigor suficiente, de modo a melhorar o corpo de evidências no campo de RE para SPL. Nesse contexto, há uma necessidade clara pela condução de estudos que comparem métodos alternativos.

Adicionalmente, um ponto fraco dos estudos é o fato de não fornecerem diretrizes suficientes para praticantes interessados em adotar os métodos propostos, limitando sua utilização no contexto industrial. Em particular, há poucas ferramentas comerciais ou *open-source* disponíveis. Buscando lidar com essa questão, sugerimos que um enfoque promissor para pesquisas futuras seria no desenvolvimento de um suporte ferramental confiável e orientações objetivas para adoção de métodos de RE para SPL.

Como uma tendência de pesquisa que efetivamente conduza análises de domínio escaláveis, esperamos a evolução das abordagens que lidam com a natureza textual dos requisitos de SPL de forma mais automática através da utilização crescente do Processamento de Linguagem Natural e de Técnicas de Recuperação de Informação, ex.: S22, S23, S29, S30. Outro resultado notável é que a estratégia proativa é a mais comum dentre os métodos. No entanto, de acordo com [6], é também a abordagem mais dispendiosa e sujeita a riscos. Assim sendo, acreditamos que trabalhos futuros combinando a estratégia extrativa e a reativa têm o potencial de aumentar o grau de adoção de SPL na prática. Outra tendência esperada é a realização de estudos comparativos de métodos de RE para SPL, uma vez que esse tipo de estudo é altamente importante para informar os tomadores de decisão interessados em adotar um novo método.

Dado o estado presente da pesquisa de RE para SPL, deveriam ser consideradas

oportunidades de estendê-la e melhoramento desta atual por meio de uma abordagem de integração em vez de conduzir estudos desconexos. Acreditamos que esforços conjuntos da academia e da indústria são cruciais para fomentar a RE na SPLE. Isso trará a responsabilidade adicional para os pesquisadores de mostrar que novas ideias não são apenas promissoras, mas também eficazes – o que é a base necessária para disseminar resultados da pesquisa na prática.

REFERÊNCIAS

- [1] P. Clements, L. Northrop, *Software Product Lines: Practices and Patterns*, Addison-Wesley, 2001.
- [2] P. Zave, Classification of Research Efforts in Requirements Engineering, *ACM Computing Surveys* 29 (4) (1997) 315–321.
- [3] B. A. Kitchenham, T. Dybå, M. Jorgensen, Evidence-Based Software Engineering, *Int'l Conference on Software Engineering*, 273–281, 2004.
- [4] B. Kitchenham, Procedure for Undertaking Systematic Reviews, Technical Report TR/SE-0401, Computer Science Department, Keele University, 2004.
- [5] B. Nuseibeh, S. Easterbrook, Requirements Engineering: A Roadmap, *The Future of Software Engineering*, 35–46, 2000.
- [6] C. W. Krueger, Easing the Transition to Software Mass Customization, in: 4th International Workshop on Software Product-Family Engineering, PFE 2001, Bilbao, Spain, 3-5 Outubro, 282–293, 2001.
- [7] J. Nicolás, A. Toval, On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review, *Information and Software Technology* 51 (2009) 1291–1307.
- [8] T. Dybå, T. Dingsøyr, Strength of Evidence in Systematic Reviews in Software Engineering, *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, 178–187, 2008.
- [9] K. C. Kang, S. G. Cohen, J. A. Hess, W. E. Novak, A. S. Peterson, Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study, Technical Report CMU/SEI-90-TR-21, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1990.
- [10] V. Alves, C. Schwanninger, L. Barbosa, A. Rashid, P. Sawyer, P. Rayson, C. Pohl, A. Rummler, An Exploratory Study of Information Retrieval Techniques in Domain Analysis, *International SPL Conference*, Limerick, Ireland, 67–76, 2008.
- [11] M. Mannion, B. Keepence, D. Harper, Using viewpoints to define domain requirements, *IEEE Software* 15 (1) (1998) 95–102.
- [12] P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, M. Khalil, Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain, *Journal of Systems and Software* 80 (2007) 571–583.
- [13] M. Khurum, T. Gorschek, A systematic review of domain analysis solutions for product lines, *Journal of Systems and Software* in press.

- [14] G. Salton, A. Wong, C. S. Yang, A Vector Space Model for Automatic Indexing, *Communications of the ACM* 18 (11) (1976) 613–620.
- [15] M. Luisa, F. Mariangela, N. I. Pierluigi, Market research for requirements analysis using linguistic tools, *Requirements Engineering Journal* 9 (1) (2004) 40–56.
- [16] I. Jacobson, M. Griss, P. Jonsson, *Software Reuse: Architecture, Process, and Organization for Business Success*, Addison-Wesley, 1997.
- [17] D. Atkins, D. Best, P. A. Briss, M. Eccles, Y. Falck-Ytter, S. Flottorp, G. H. Guyatt, R. T. Harbour, M. C. Haugh, D. Henry, S. Hill, R. Jaeschke, G. Leng, A. Liberati, N. Magrini, J. Mason, P. Middleton, J. Mrukowicz, D. O’Connell, A. D. Oxman, B. Phillips, H. J. Schünemann, T. T. Edejer, H. Varonen, G. E. Vist, J. W. Williams, S. Zaza, , Grading quality of evidence and strength of recommendations., *BMJ* 328 (7454).
- [18] L. B. Lisboa, V. C. Garcia, D. Lucrédio, E. S. de Almeida, S. R. de Lemos Meira, R. P. de Mattos Fortes, A systematic review of domain analysis tools, *Information and Software Technology* in press.
- [19] D. F. S. Neiva, *RiPLE-RE: A Requirements Engineering Process for Software Product Lines*, M.Sc. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Brazil, 2009.
- [20] B. A. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman, Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review, *Information and Software Technology* 51 (2009) 7–15.
- [21] M. Jørgensen, M. Shepperd, A systematic review of software development cost estimation studies, *IEEE Transactions on Software Engineering* 33 (1) (2007) 33–53.

Tabela 4: Estudos primários selecionados.

ID	Título	Autor(es)	Conteúdo
S1	An approach to developing domain requirements as a core asset based on commonality and variability analysis in a product line	M. Moon, K. Yeom, and H. S. Chae	TSE 31(7): 553-569, 2005
S2	Ten steps towards systematic requirements reuse	W. Lam, J. A. McDermid, and A. J. Vickers	REJ 2(2): 63-113, 1997
S3	Structuring product family requirements for n-dimensional and hierarchical product lines	J. M. Thompson and M. P. E. Heimdahl	REJ 8(1): 42-54, 2003
S4	Analogy-based domain analysis approach to software reuse	C.-H. Lung, J. E. Urban, and G. T. Mackulak	REJ 12(1): 1-22, 2007
S5	Multi-level feature trees	M.-O. Reiser and M. Weber	REJ 2(2): 57-75, 2007
S6	Managing requirements inter-dependency for software product line derivation	D. Sellier, M. Mannion and J. X. Mansell	REJ 13(4): 299-313, 2003
S7	An integrated domain analysis approach for teleoperated systems	J. Nicolas, J. Lasheras, A. Tovar, F. J. Ortiz, and B. Alvarez	REJ 14(1): 27-45, 2009
S8	Reusable software requirements and architectures for families of systems	H. Gomaa	JSS 28(3): 189-202, 1995
S9	Achieving requirements reuse: a domain-specific approach from avionics	W. Lam	JSS 38(3): 197-209, 1997
S10	Domain analysis for software reuse	A. Sutcliffe	JSS 50(3): 175-199, 2000
S11	Goal and scenario-based domain requirements analysis environment	J. Kim, M. Kim, and S. Park	JSS 79(7): 926-938, 2006
S12	CEAMA: A framework for domain requirements analysis and modeling architectures in software product lines	J. Kim, S. Park, and V. Sugumaran	JSS 79(7): 926-938, 2006
S13	Managing requirements specifications for product lines – an approach and industry case study	M. Eriksson, J. Bostler, and K. Borg	JSS 82(3): 435-447, 2009
S14	Capturing quality requirements of product family architecture	E. Niemela and A. Immonen	IST 46(11-12): 1107-1120, 2007
S15	Rigorous engineering of product-line requirements: a case study in failure management	C. Snook, M. Poppleton, and I. Johnson	IST 50(1-2): 112-125, 2008
S16	Approach to modelling feature variability and dependencies in software product lines	H. Ye and H. Liu	JET SW 15(3): 301-109, 2005
S17	Addressing quality attributes in domain analysis for product lines	S. Jarzabek, B. Yang, and S. Yoo	JET SW 15(3): 301-109, 2005
S18	Multiple-view modelling and meta-modelling of software product lines	H. Gomaa and M. E. Shin	JET SW 2(2): 94-122, 2008
S19	Using viewpoints to define domain requirements	M. Mannion, B. Keepence, and D. Harper	IEEE SW 15(1): 95-102, 1998
S20	Feature-oriented product line engineering	K.-C. Kang, Jaapoon Lee, and P. Dorohoe	IEEE SW 19(4): 58-55, 2002
S21	A framework for constructing semantically composable feature models from natural language requirements	Weston, Chirchyan, Rashid	SPIC'09
S22	An exploratory study of information retrieval techniques in domain analysis	V. Alves, C. Schwanninger, L. Barbosa, A. Rashid, P. Sawyer, P. Raygor, C. Pohl, and A. Rummler	SPIC'08: 67-75
S23	On-demand cluster analysis for product line functional requirements	N. Niu and S. Easterbrook	SPIC'08: 87-95
S24	Automating mappings between use cases diagrams and feature models for software product lines	A. Bregana and R. Machado	SPIC'07: 3-12
S25	A methodology for the derivation and verification of use cases for product lines	A. Fantechi, S. Gnesi, G. Lamand E. Nesti	SPIC'04: 255-285
S26	Requirements management for product lines extending professional tools	K. Schmidt, K. Kremrich, and M. Eisenbarth	SPIC'06: 122-131
S27	Model-based requirements engineering for product lines	G. Buttke	SPIC'00: 193-204
S28	Dynamic consistency checking of domain requirements in product line engineering	K. Lavenroth and K. Pohl	RE'08: 193-202
S29	Extracting and modeling product line functional requirements	N. Niu and S. Easterbrook	RE'08: 155-154
S30	An approach to constructing feature models based on requirements clustering	K. Chen, W. Zhang, H. Zhao, H. Mei	RE'08: 31-40
S31	Modelling requirements variability across product lines	S. Buhne, K. Lavenroth, and K. Pohl	RE'08: 31-40
S32	On goal-based variability acquisition and analysis	S. Liaskos, A. Lapoumcian, Y. Yu, E. Yu, and J. Mylopoulos	RE'08: 76-85
S33	Consistency management of product line requirements	J. Savolainen and J. Kuusela	RE'01: 40-47
S34	Requirements engineering for product families	J. Kuusela and J. Savolainen	ICSE 00: 61-69
S35	Reusing single system requirements from application family requirements	M. Mannion, H. Kaindl, J. Wheadon and B. Keepence	ICSE 99: 453-462
S36	The domain analysis concept revisited: a practical approach	E. Almeida, et al.	ICSR06: 46-57
S37	Performing domain analysis for model-driven software reuse	D. Lucic et al.	ICSR08: 200-211
S38	Feature-oriented analysis and specification of dynamic product reconfiguration	J. Lee and D. Muthig	ICSR08: 154-165
S39	Supporting software variability by reusing generic incomplete models at the requirements specification stage	R. P. Redondo et al.	ICSR04: 1-10
S40	Requirements reuse using GPCSD: component-based development of process control systems	I. A. M. El-Madadi and T. S. E. Maibaum	ICSR04: 313-328
S41	FODACm: an experience with domain analysis in the Italian telecom industry	A. Di Vito	ICSR98: 155-175
S42	Integrating feature modeling with the FSEB	M. L. Griss, J. Favaro, and M. d'Alessandro	ICSR98: 76-85
S43	Object-oriented technology and domain analysis	S. Cohen and L. M. Northrop	ICSR98: 85-93
S44	Concept analysis for product line requirements	N. Niu and S. Easterbrook	AOSD'09: 137-148
S45	Product-line requirements specification (PRS): an approach and case study	S. R. Faulk.	RE'01: 48-55
S46	Safety analysis of requirements for a product family	R. R. Lutz et al.	RE'08: 24
S47	COVAMOF: a framework for modeling variability in software product families	M. Sinnema, S. Deelstra, J. Nijhuis, and J. Bosch	SPIC'04: 197-213
S48	Tool-supported verification of product line requirements	P. Padmanabhan, R. R. Lutz	ASE'05: 467-465

Tabela 5: resultados QP1

A: automático S: semi-automático M: manual	I: Input O: output	Estudo	Suporte de ferramentas	QP1.1: Formato dos requisitos	QP1.2: Atividades de RE-suportadas				QP1.3: Estratégia de adoção de SPL			
					P/E	M/A	N/A	R/E	Pr	Ex	Re	
				P/E: Planejamento e Elaboração M/A: Modelagem e Análise								
				N/A: Negociação e Acordo R/E: Realização e Evolução								
				Pr: Proativo Re: Reativo Ex: Extrativo								
\$1	S		O: domain usecase model	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
\$2	S		N/A	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
\$3	M		O: venn diagrams, configuration diagram	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
\$4	M		features, use cases	Sim	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$5	S		features	Não	Sim	Sim	Não	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A
\$6	S		I: textual, O: decision model	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
\$7	M		features, use cases	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
\$8	S		O: graphical domain models	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
\$9	S		I: textual, O: structured textual	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
\$10	M		objects, agents, goals, events	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
\$11	S		I: textual, O: goal, use cases	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
\$12	S		goals, scenarios	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
\$13	S		I: textual, use cases, O: feature models	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	N/A	Sim	Sim	Não
\$14	M		I: textual, O: UML models	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$15	S		I: textual, O: UML-B models	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
\$16	M		features	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
\$17	M		features, goals	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
\$18	S		I: use cases, O: multiple-view meta-model	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
\$19	S		I: textual, O: domain dictionary, viewpoints	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$20	M		features	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$21	S		I: textual, O: feature models	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
\$22	A		I: textual, O: feature models	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
\$23	S		I: textual, O: feature models	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
\$24	M		I: use cases, O: feature models	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$25	M		I: use cases, O: use cases with variability tags	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
\$26	S		I: textual, O: structured text	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$27	S		I: structured text, O: use cases	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$28	M		OVm, state-machines	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$29	S		I: textual, O: OVM	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$30	S		I: textual, O: feature models	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$31	S		graphical, structured text	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$32	S		goal tree, variability labels	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$33	M		definition hierarchy	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
\$34	S		definition hierarchy	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$35	S		I: textual, O: configurations	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$36	M		features	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$37	M		features	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$38	M		features	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$39	M		graphical models, temporal logic formulas	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$40	S		state machines, KAOS goals	Não	Sim	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A
\$41	M		features, use cases, textual	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
\$42	S		features, use cases	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
\$43	M		features, use cases	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$44	S		I: textual, O: concept lattices	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
\$45	M		I: textual, O: hierarchy of objects	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
\$46	M		I: textual, O: textual	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
\$47	M		O: graphical models	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
\$48	S		features	Não	Sim	Sim	Não	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabela 6: resultados QP2.

	Nível 1: Sem evidências	Nível 2: Demonstrações	Nível 3: Opiniões de especialistas	Nível 4: estudos acadêmicos	Nível 5: Estudos industriais	Nível 6: Prática industrial
Estudo	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
S1			Sim		Sim	
S2			Sim			Sim
S3		Sim		Sim		
S4				Sim		
S5					Sim	
S6					Sim	
S7					Sim	
S8	Sim					
S9			Sim		Sim	
S10				Sim		
S11		Sim				
S12				Sim		
S13			Sim		Sim	
S14		Sim	Sim			
S15	Sim					
S16		Sim				
S17		Sim				
S18		Sim				
S19			Sim		Sim	
S20		Sim				
S21		Sim				
S22			Sim		Sim	
S23		Sim	Sim			
S24						
S25	Sim					
S26		Sim				
S27	Sim					
S28		Sim				
S29			Sim	Sim		
S30		Sim				
S31		Sim	Sim			
S32			Sim			
S33		Sim				
S34					Sim	
S35					Sim	
S36					Sim	
S37	Sim					
S38					Sim	
S39		Sim				
S40		Sim				
S41					Sim	
S42						Sim
S43		Sim	Sim			
S44					Sim	
S45					Sim	
S46					Sim	
S47		Sim			Sim	
S48		Sim		Sim		

Tabela 7: resultados QP3.

Estudo	QP3.1	QP3.2	QP3.3	QP3.4	QP3.5	QP3.6	QP3.7	QP3.8	QP3.9	QP3.10	QP3.11
S1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
S2	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S3	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S4	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
S5	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S6	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
S7	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
S8	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S9	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
S10	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
S11	Sim	Sim	Não	N/A	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S12	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
S13	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
S14	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
S15	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
S16	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
S17	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
S18	Sim	Sim	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S19	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
S20	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S21	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S22	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
S23	Sim	Sim	Não	N/A	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
S24	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S25	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S26	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
S27	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S28	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
S29	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
S30	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
S31	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
S32	Sim	Sim	Não	N/A	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
S33	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S34	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
S35	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
S36	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
S37	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
S38	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
S39	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S40	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
S41	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
S42	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S43	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
S44	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
S45	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S46	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
S47	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
S48	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não