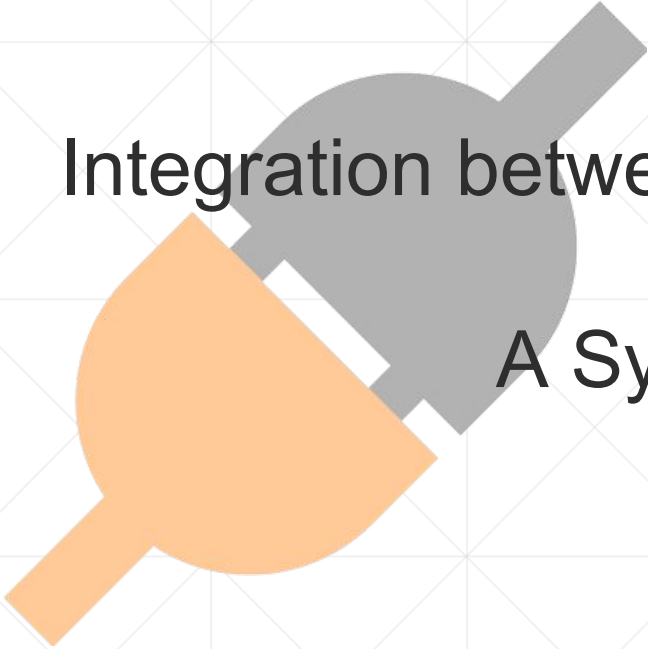




Engenharia de Requisitos

Acadêmica: Sarah Moniky S Ribeiro (smsr)

Orientador: Jaelson Freire Brelaz de Castro (jbc)



Integration between requirements engineering and safety
analysis:

A Systematic Literature Review*

Requirements Communication in Safety-Critical Systems:
A Systematic Literature Review*



*Jéssyka vilela, Jaelson castro, Luiz Eduardo Martins, Tony Gorschek

Comunicação de requisitos em Sistemas Críticos: Uma RLS

Contexto: Engenheiros de requisitos, tradicionalmente, não são familiarizados com análise de segurança do sistema, que comumente é feita por analistas de sistema. Uma das razões é o gap que existe entre o processo tradicional de desenvolvimento e as metodologias, notações e ferramentas usadas em engenharia de segurança

Requirements Communication in Safety-Critical Systems: A Systematic Literature Review

Abstract

Context: Safety-critical systems are mainly controlled by software. Accordingly, the development of these systems must be carefully planned since inadequate or misunderstood requirements have been recognized as the major cause of a significant proportion of accidents and safety-related catastrophes. However, requirements engineers, traditionally, are not familiar with system safety analysis processes which are performed by safety engineers. One reason is the gap that exists among the traditional development processes, methodologies, notations and tools used in safety engineering. **Objective:** This gap regarding the knowledge of these teams motivated us to investigate the integration and requirements communication in the requirements engineering process among different parties when developing safety-critical systems. **Method:** We use a Systematic Literature Review (SLR) as the basis for our work. **Results:** We analyze the challenges and needs involved in the communication, the application context, the research type, the evaluation methods, the type of contribution, the domain, the requirements activity as well as the languages and tools used to specify the safety requirements. Furthermore, we also analyze the stakeholders involved, the communication format, and for what safety standards have the approaches been proposed. We conclude our investigation with open issues. **Conclusions:** We believe the results of such a study will benefit both researchers and practitioners. This kind of information can also be useful for setting up possible collaborative networks and as a reference when developing new research projects.

Keywords: Safety-Critical Systems, Requirements Communication, Requirements Engineering, Safety Engineering, Systematic Literature Review

1. Introduction

Safety-critical systems (SCS) are mainly controlled by software nowadays [1, 2] [3, 92, 93]. New gener-

development [92, 93]. Therefore, these systems must be carefully specified, demanding more rigorous RE approaches [2, 4] [53, 57, 66, 91].

RE focuses on model specification, reactions, but not

Comunicação de requisitos em Sistemas Críticos: Uma RLS

Objetivo: Investigar a comunicação e interação no processo de engenharia de requisitos pelos diferentes times (engenheiros de segurança X engenheiros de requisitos) ao desenvolver sistemas críticos

Requirements Communication in Safety-Critical Systems: A Systematic Literature Review

Abstract

Context: Safety-critical systems are mainly controlled by software. Accordingly, the development of these systems must be carefully planned since inadequate or misunderstood requirements have been recognized as the major cause of a significant proportion of accidents and safety-related catastrophes. However, requirements engineers, traditionally, are not familiar with system safety analysis processes which are performed by safety engineers. One reason is the gap that exists among the traditional development processes, methodologies, notations and tools used in safety engineering. **Objective:** This gap regarding the knowledge of these teams motivated us to investigate the integration and requirements communication in the requirements engineering process among different parties when developing safety-critical systems. **Method:** We use a Systematic Literature Review (SLR) as the basis for our work. **Results:** We analyze the challenges and needs involved in the communication, the application context, the research type, the evaluation methods, the type of contribution, the domain, the requirements activity as well as the languages and tools used to specify the safety requirements. Furthermore, we also analyze the stakeholders involved, the communication formal, and for what safety standards have the approaches been proposed. We conclude our investigation with open issues. **Conclusions:** We believe the results of such a study will benefit both researchers and practitioners. This kind of information can also be useful for setting up possible collaborative networks and as a reference when developing new research projects.

Keywords: Safety-Critical Systems, Requirements Communication, Requirements Engineering, Safety Engineering, Systematic Literature Review

1. Introduction

Safety-critical systems (SCS) are mainly controlled by software nowadays [1, 2] [91, 92, 93]. New gener-

development [92, 93]. Therefore, these systems must be carefully specified, demanding more rigorous RE approaches [2, 4] [53, 57, 66, 91]. RE focuses on good specification practices but has

Comunicação de requisitos em Sistemas Críticos: Uma RLS

Resultados: Foram analisados os desafios e necessidades envolvidas na comunicação, o contexto da aplicação, o tipo de pesquisa, os métodos de avaliação, o tipo de contribuição, o domínio, as atividades de requisitos, bem como as linguagens e ferramentas usadas para especificar requisitos de segurança. Foram também analisados os stakeholders envolvidos, o formato da comunicação e para quais padrões de segurança as abordagens tem sido propostas.

Requirements Communication in Safety-Critical Systems: A Systematic Literature Review

Abstract

Context: Safety-critical systems are mainly controlled by software. Accordingly, the development of these systems must be carefully planned since inadequate or misunderstood requirements have been recognized as the major cause of a significant proportion of accidents and safety-related catastrophes. However, requirements engineers, traditionally, are not familiar with system safety analysis processes which are performed by safety engineers. One reason is the gap that exists among the traditional development processes, methodologies, notations and tools used in safety engineering. **Objective:** This gap regarding the knowledge of these teams motivated us to investigate the integration and requirements communication in the requirements engineering process among different parties when developing safety-critical systems. **Method:** We use a Systematic Literature Review (SLR) as the basis for our work. **Results:** We analyze the challenges and needs involved in the communication, the application context, the research type, the evaluation methods, the type of contribution, the domain, the requirements activity as well as the languages and tools used to specify the safety requirements. Furthermore, we also analyze the stakeholders involved, the communication format, and for what safety standards have the approaches been proposed. We conclude our investigation with open issues. **Conclusions:** We believe the results of such a study will benefit both researchers and practitioners. This kind of information can also be useful for setting up possible collaborative networks and as a reference when developing new research projects.

Keywords: Safety-Critical Systems, Requirements Communication, Requirements Engineering, Safety Engineering, Systematic Literature Review

1. Introduction

Safety-critical systems (SCS) are mainly controlled by software nowadays [1, 2] [91, 92, 93]. New genera-

development [92, 93]. Therefore, these systems must be carefully specified, demanding more rigorous RE approaches [2, 4] [53, 57, 66, 91].

RE focuses on need specification activities but has

Comunicação de requisitos em Sistemas Críticos: Uma RLS

Conclusões: Acredita-se que esse estudo ajudará tanto a indústria como a academia. Esse tipo de informação também pode ser útil para configurar possíveis redes colaborativas e como uma referência quando houver o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa

Requirements Communication in Safety-Critical Systems: A Systematic Literature Review

Abstract

Context: Safety-critical systems are mainly controlled by software. Accordingly, the development of these systems must be carefully planned since inadequate or misunderstood requirements have been recognized as the major cause of a significant proportion of accidents and safety-related catastrophes. However, requirements engineers, traditionally, are not familiar with system safety analysis processes which are performed by safety engineers. One reason is the gap that exists among the traditional development processes, methodologies, notations and tools used in safety engineering. **Objective:** This gap regarding the knowledge of these teams motivated us to investigate the integration and requirements communication in the requirements engineering process among different parties when developing safety-critical systems. **Method:** We use a Systematic Literature Review (SLR) as the basis for our work. **Results:** We analyze the challenges and needs involved in the communication, the application context, the research type, the evaluation methods, the type of contribution, the domain, the requirements activity as well as the languages and tools used to specify the safety requirements. Furthermore, we also analyze the stakeholders involved, the communication format, and for what safety standards have the approaches been proposed. We conclude our investigation with open issues. **Conclusions:** We believe the results of such a study will benefit both researchers and practitioners. This kind of information can also be useful for setting up possible collaborative networks and as a reference when developing new research projects.

Keywords: Safety-Critical Systems, Requirements Communication, Requirements Engineering, Safety Engineering, Systematic Literature Review

1. Introduction

Safety-critical systems (SCS) are mainly controlled by software nowadays [1, 2] [91, 92, 93]. New gener-

development [92, 93]. Therefore, these systems must be carefully specified, demanding more rigorous RE approaches [2, 4] [53, 57, 66, 91].

RE focuses on need specification practices but has

Integração entre engenharia de requisitos e análise de segurança: Uma revisão de literatura sistemática*

*Jéssyka vilela, Jaelson castro, Luiz Eduardo Martins, Tony Gorschek

Sumário

- Informações básicas
- Contexto
- Objetivo
- Introdução
- Background e trabalho relacionado
- Metodologia de pesquisa
- Resultados e Análises
- Conclusões

Informações básicas sobre a RLS

- Link: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121216302333>
- Publicado em: Journal of Systems and Software
Volume 125, Março de 2017, Páginas 68–92
- Recebido: 27/06/2016
- Revisado: 18/10/2016
- Aceito: 21/11/2016
- Disponibilizado: 22/11/2016
- Palavras-chave:
 - Safety-critical systems / Requirements engineering /
Safety analysis / Integration / Communication /
Systematic literature review



Contexto

Sistemas críticos (Safety- Critical Systems - SCS) requerem uma abordagem de engenharia de requisitos mais sofisticada já que requisitos incompletos, inadequados ou mal entendidos são uma das maiores causas de muitos acidentes e catástrofes relacionados à segurança

Objetivo

- Investigação das abordagens propostas para melhorar a comunicação/integração entre ER e engenharia de segurança no desenvolvimento de SC.
- Análise das atividades que deveriam ser realizadas pela ER durante a análise de segurança, as técnicas de riscos/segurança que poderiam ser usadas, o relacionamento entre informação de segurança que deve ser especificada e as ferramentas para apoiar a análise de segurança, bem como a integração entre essas áreas

Introdução

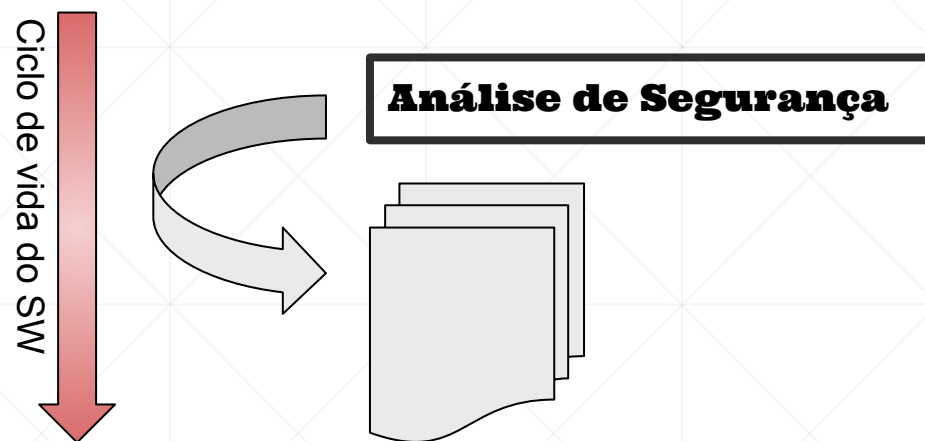
- A análise de segurança deve ter início o mais cedo possível no processo de desenvolvimento do software. Mais que isso, deve ser considerada parte do processo de ER e do desenvolvimento do sistema, além de prover entradas aos processos
- Integração sistemática entre profissionais (segurança e requisitos) e uma linguagem comum.

Introdução

- Como resultados:
 - O início do desenvolvimento de um corpo de conhecimento em questões de segurança relacionadas à fase de engenharia de requisitos na especificação de SC
 - Desenvolvimento de quatro taxonomias*
 - Técnicas usadas na análise de riscos
 - Técnicas usadas na análise de segurança
 - Informações relacionadas a segurança
 - Um conjunto detalhado de informações sobre a especificação de riscos

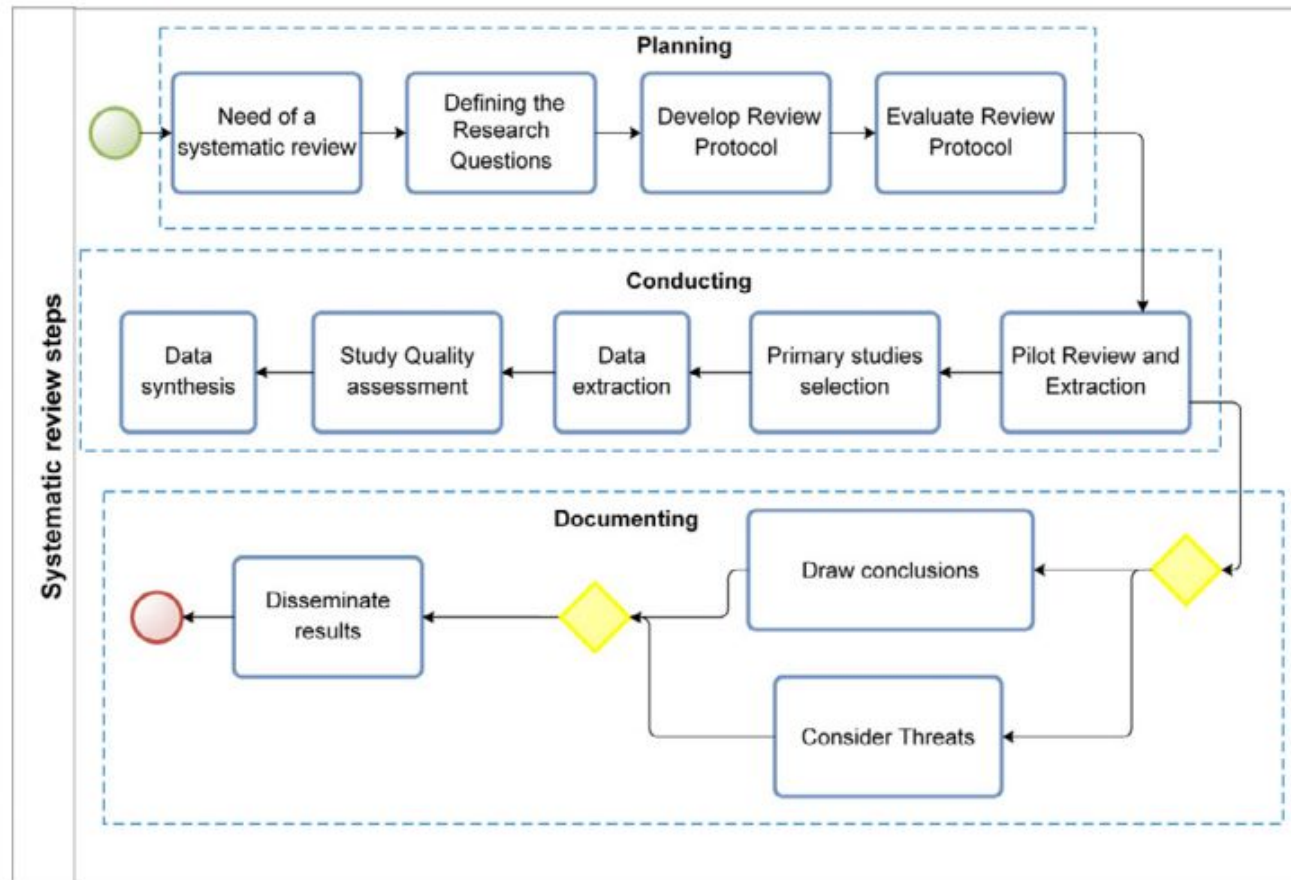
“Taxonomia é o estudo científico responsável por determinar a classificação sistemática de diferentes coisas em categorias.”

Background e trabalho relacionado



- ER + Análise de Segurança = Desejo da academia/indústria
- Engenheiro de segurança X Engenheiro de requisitos

Metodologia de pesquisa



Passos para o SLR. Adaptado de Martins e Gorschek (2016) e Kitchenham e Charters (2007)

- Engenhos de busca usados: ACM, Springer, IEEE e Google Scholar (Setembro, 2015)

Metodologia de pesquisa - Questões de pesquisa

- RQ1: Quais são as abordagens propostas para melhorar a integração e comunicação entre RE e engenharia de segurança no processo de engenharia de requisitos de sistemas críticos?
- RQ1.1: Quais são as atividades que podem ser realizadas por engenheiros de requisitos como parte da análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança?
- RQ1.2: Quais são as técnicas que podem ser usadas por engenheiros de requisitos durante a análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de segurança e de requisitos?

Metodologia de pesquisa - Questões de pesquisa

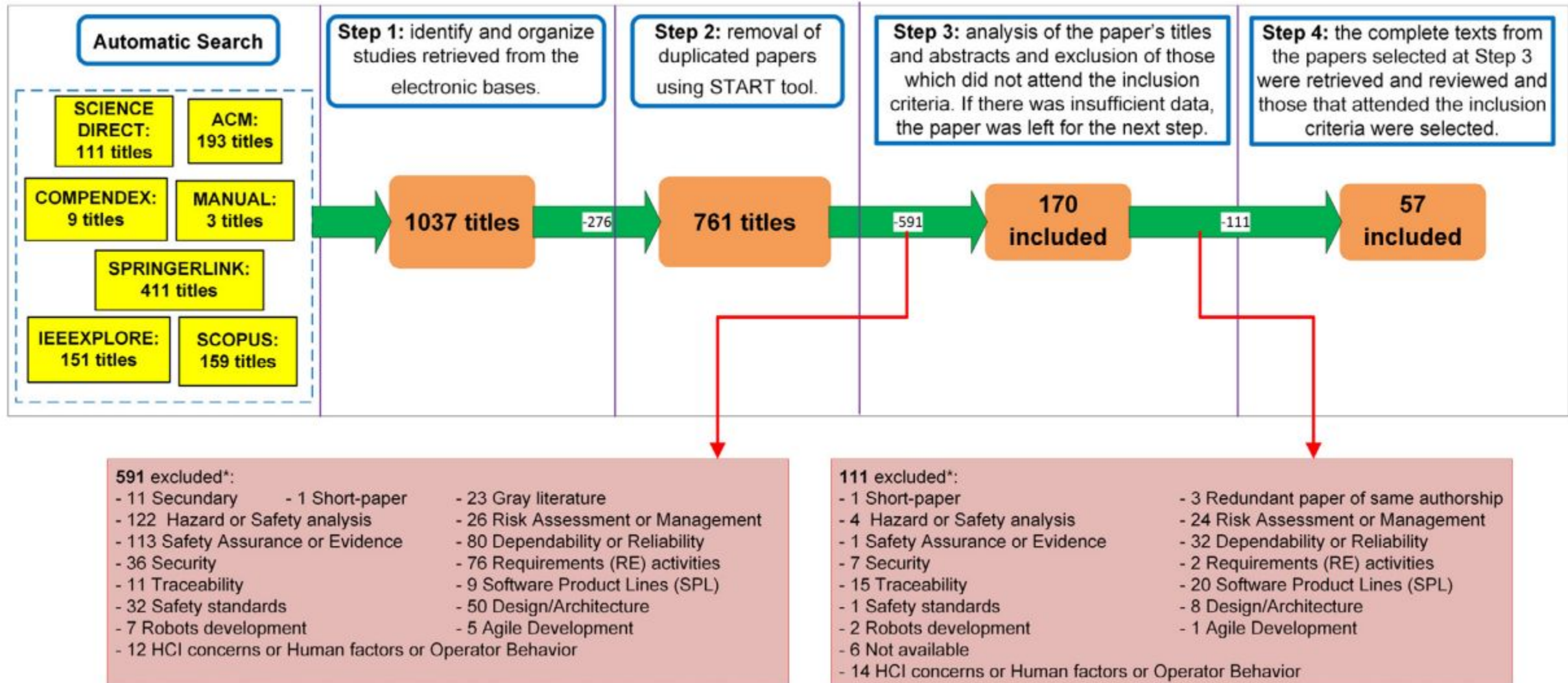
- RQ1.3: Quais artefatos de dados/informações podem ser criados por engenheiros de requisitos na análise e especificação de SCs nas abordagens que integram as engenharias de segurança e de requisitos?
- RQ1.4: Quais são as ferramentas usadas pelas abordagens que integram as engenharias de segurança e requisito em análise de segurança?
- RQ1.5: Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?
- RQ2: Quais desafios/problemas foram identificados na pesquisa de literatura relacionados a SCs e ER?

Metodologia de pesquisa

- Critérios de Inclusão/Exclusão

#	Inclusion Criterion
1	Primary studies
2	Studies that address in the objectives the integration and communication between RE and safety engineering
3	Study published in any year until September 2015
4	Studies that relate Requirements and Safety
5	Studies that relate Design and Safety
#	Exclusion Criterion
1	Secondary studies
2	Short-papers (≤ 3 pages)
3	Duplicated studies (only one copy of each study was included)
4	Non English written papers
5	Studies clearly irrelevant to the research, taking into account the research questions
6	Gray literature
7	Redundant paper of same authorship
8	Publications whose text was not available (through search engines or by contacting the authors)
9	Studies whose focus was not the integration and communication between RE and safety engineering or safety requirements specification (they addresses specific issues of safety-critical systems such as safety/hazard analysis, risk assessment/management, safety assurance or evidence, dependability/reliability, security, RE activities, traceability, software product lines, safety standards, design/architecture, human computer interaction concerns or human factors or operator behavior, robots development, and agile development)

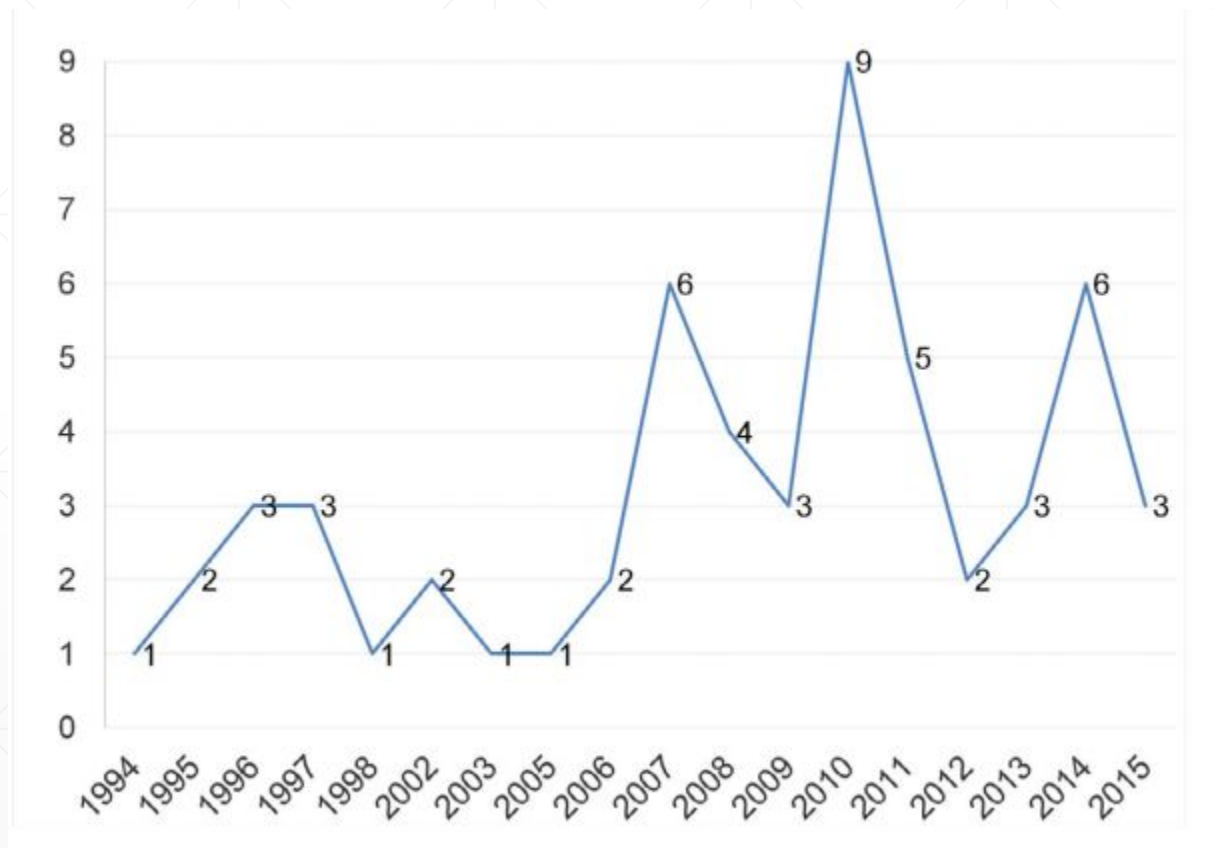
Metodologia de pesquisa



Fluxograma de seleção de paper

Resultados e Análise

- No total, 57 estudos foram selecionados



Visão temporal dos estudos

Resultados e Análise

- Estudos conduzidos por/na indústria: 27 (47%)
- Estudos conduzidos por/na academia: 10 (17.54%)
- Estudos conduzidos em ambos contextos: 20 (35.09%)

Tipo de Pesquisa	Quant.	%
Proposta de Solução	46	85.19%
Pesquisa de Avaliação	7	12.96%
Pesquisa de validação	4	7.41%
Paper de Opinião	2	3.7%
Paper de Experiência	2	3.7%

Resultados e Análise

- Países que mais contribuem
 - Reino Unido
 - EUA
 - França
 - Alemanha
 - Noruega
 - Suécia
 - China



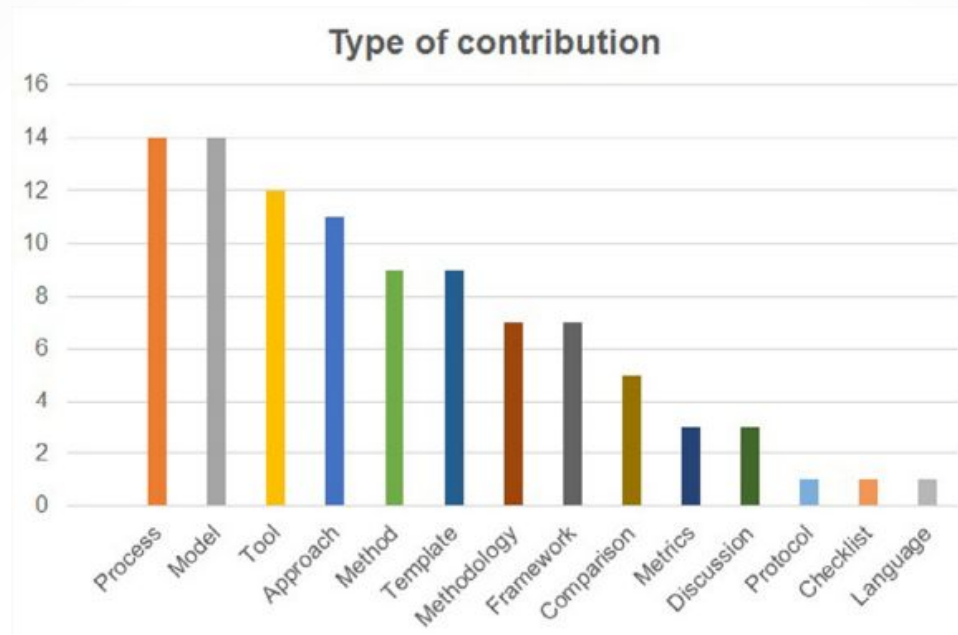
Algumas definições

Harm: Dano

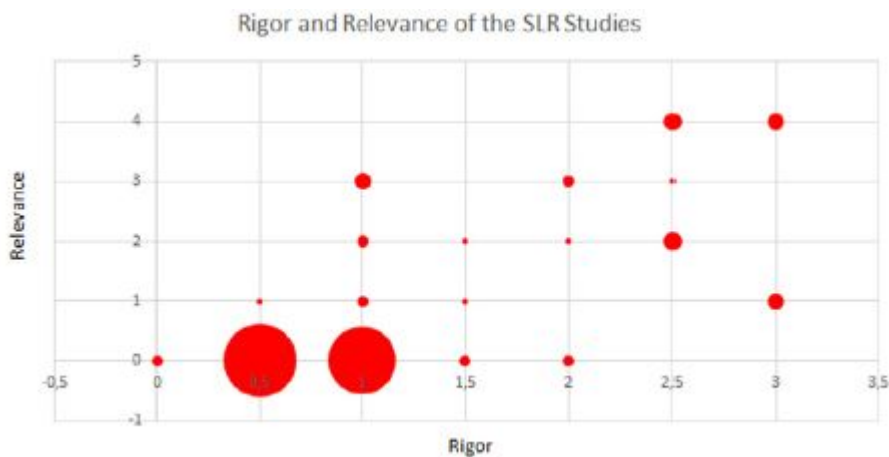
Hazard: Alguma coisa que pode causar danos

Risk: A probabilidade de ocorrer o risco (Hazard)+ gravidade do risco (Hazard)

Failure: Qualquer evento que leve a um comportamento inesperado do sistema



Petersen et al. (2008)



Ivarsson e Gorschek (2011)

Resultados e Análise

RQ1. Quais são as abordagens propostas para melhorar a integração e comunicação entre RE e engenharia de segurança no processo de engenharia de requisitos de sistemas críticos?

Type	Rigor				Relevance				
	C	SD	V	Sum - Rigor	CO	RM	U	S	Sum - Relevance
Approach	0.36	0.23	0.50	1.09	0.18	0.09	0.09	0.00	0.36
Framework	0.64	0.36	0.64	1.64	0.29	0.29	0.29	0.29	1.14
Method	0.44	0.33	0.50	1.28	0.33	0.33	0.22	0.22	1.11
Tool	0.42	0.25	0.54	1.21	0.33	0.17	0.17	0.17	0.83
Process	0.61	0.39	0.50	1.50	0.50	0.29	0.50	0.43	1.71
Model	0.43	0.32	0.57	1.32	0.36	0.14	0.21	0.14	0.86
Methodology	0.36	0.07	0.57	1	0.14	0	0.14	0	0.29
Template	0.56	0.22	0.56	1.33	0.33	0.11	0.22	0.22	0.89
Comparison	1	1	0.90	2.90	1	1	0.40	0.40	2.80
Metrics	0.33	0	0.33	0.67	0.33	0	0.33	0.33	1
Protocol	1	1	0.5	2.5	1	1	1	1	4
Checklist	0.5	0	0.5	1	0	0	0	0	0
Language	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0
Discussion	0.50	0.33	0.50	1.33	0.33	0.33	0.33	0.33	1.33

Média de rigor/relevância por tipo de contribuição na indústria
0=Fraco 0.5=Médio 1=Forte

Rigor:

(C) Contexto descrito

(SD) Desenvolvimento do estudo descrito

(V) Validade discutida

Relevância:

(CO) Contexto

(RM) Método de pesquisa

(U) Usuário/Sujeito

(S) Escala

Resultados e Análise

RQ1. Quais são as abordagens propostas para melhorar a integração e comunicação entre RE e engenharia de segurança no processo de engenharia de requisitos de sistemas críticos?

- Atividades que podem ser realizadas em análise de segurança

Safety Activity	Count	%
Safety analysis	31	54.39%
Assessing Safety	2	3.51%
Safety verification	2	3.51%
Safety Assessment	2	3.51%
Hazard analysis	24	42.11%
Hazard Identification	6	10.53%
Risk analysis	9	15.79%
Risk assessment	5	8.77%
Risk identification	2	3.51%
Risk evaluation	1	1.75%
Risk management	1	1.75%
Dependability analysis	3	5.26%
Safety requirements specification	3	5.26%
It does not cite	3	5.26%
Reliability analysis	2	3.51%
Simulation	2	3.51%
Deviation analysis	2	3.51%
Verification of the completeness of requirements criteria	2	3.51%

Resultados e Análise

RQ1.1. Quais são as atividades que podem ser realizadas por engenheiros de requisitos como parte da análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança?

- Atividades que podem ser realizadas em análise de segurança

Safety Activity	Count	%
Safety case generation	2	3.51%
Cause-consequence analysis	1	1.75%
Vulnerability analysis	1	1.75%
Robustness analysis	1	1.75%
Mode Confusion Analysis	1	1.75%
Human Error Analysis	1	1.75%
Timing and other analysis	1	1.75%
Operational Analysis	1	1.75%
Performance Monitoring	1	1.75%
Periodic Audits	1	1.75%
Incident and accident analysis	1	1.75%
Change Analysis	1	1.75%
Definition of System Level Requirements	1	1.75%
Definition of Safety Measures	1	1.75%
Definition of 1st Level System Architecture	1	1.75%
Refinement of Architecture	1	1.75%
System use modeling & task analysis	1	1.75%
Common cause, common mode and zonal analysis	1	1.75%

Resultados e Análise

RQ1.1. Quais são as atividades que podem ser realizadas por engenheiros de requisitos como parte da análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança?

- Técnicas que poderiam ser usadas na análise de segurança pelos times de ER e segurança

Technique	Class.	Count	%
Fault Tree Analysis (FTA)	D	18	31.58%
Preliminary Hazard Analysis (PHA)	I	18	31.58%
It does not cite		15	26.32%
HAZOPS (Hazard and Operability Studies)	Both	9	15.79%
Risk analysis (RA)	G	8	14.04%
Code hazard analysis (CoHA)	I	8	14.04%
System Hazard Analysis (SHA)	I	6	10.53%
Preliminary System Safety Assessment (PSSA)	I	6	10.53%
Deductive safety technique	D	5	8.77%
Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)	I	5	8.77%
Misuse case (MUC)	G	5	8.77%
Guide-words	Both	5	8.77%
System safety analysis (SSA)	I	5	8.77%
Functional Hazard Analysis (FuHA)	I	4	7.02%

*D = Dedutivo: Análise de relação causal que começa com fatos e razões gerais para o mais particular

I = Indutivo : Análise de relação causal que começa com um conjunto de fatos e razões para o mais geral

G = Geral

Resultados e Análise

RQ1.2. Quais são as técnicas que podem ser usadas por engenheiros de requisitos durante a análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de segurança e de requisitos?

- Técnicas que poderiam ser usadas na análise de segurança pelos times de ER e segurança

Technique	Class.	Count	%
Functional Hazard Analysis (FuHA)	I	4	7.02%
Inductive safety technique	I	4	7.02%
Scenario-based analysis	G	3	5.26%
Cause-consequence analysis (Cause-ConA)	Both	3	5.26%
Failure Modes Effects and Criticality Analysis (FMECA)	I	2	3.51%
Forward simulation (ForSim)	I	2	3.51%
Mind storms and historical information	G	2	3.51%
Interface analysis and human error analysis	G	2	3.51%
Deviation Analysis (DevA)	I	2	3.51%
Preliminary controller task analysis (PTA)	G	1	1.75%
Software Hazard Analysis (SwHA)	I	1	1.75%
Safety Requirements/Criteria Analysis (SRCA)	G	1	1.75%
Requirement Risk Assessment (RRAM)	D	1	1.75%
Risk Modes and Effect Analysis (RMEA)	I	1	1.75%
Event Tree Analysis (ETA)	I	1	1.75%
Indirect Control Path Analysis (ICPA)	G	1	1.75%
Preliminary Safety Analysis (PSA)	I	1	1.75%
Software safety design analysis (SSDA)	I	1	1.75%

*D = Dedutivo

I = Indutivo

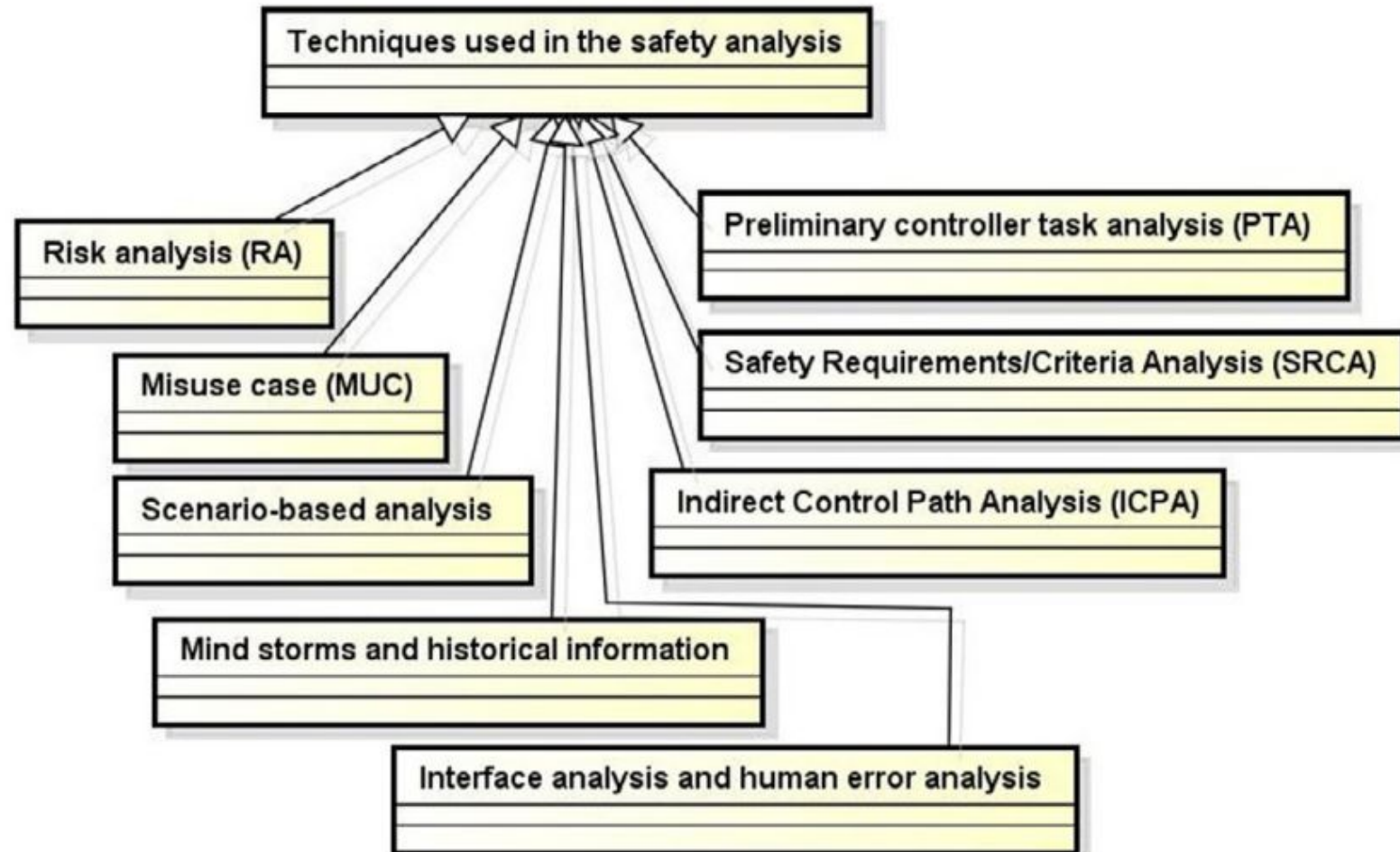
G = Geral

Resultados e Análise

RQ1.2. Quais são as técnicas que podem ser usadas por engenheiros de requisitos durante a análise de segurança nas abordagens que integram as engenharias de segurança e de requisitos?

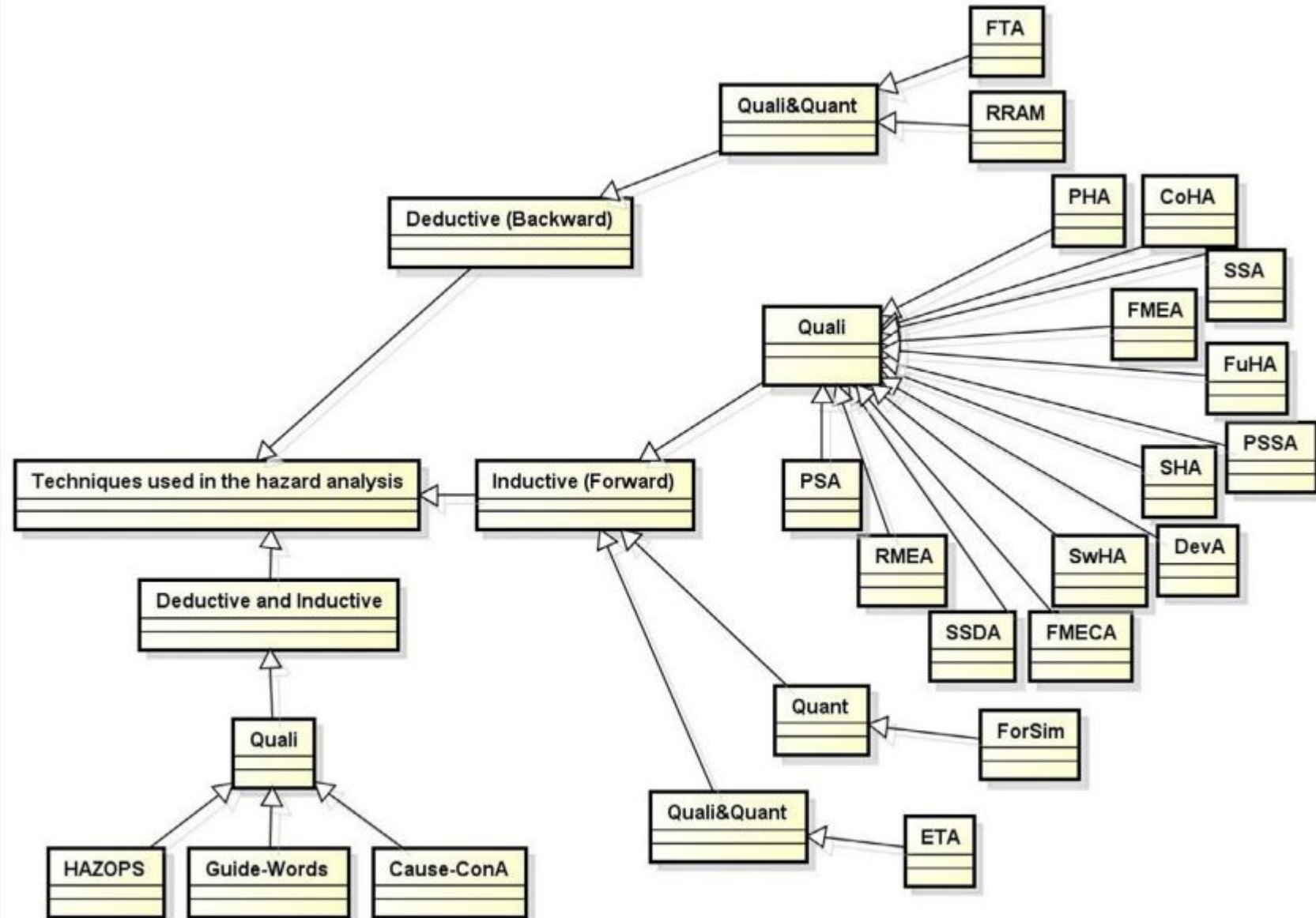
Resultados e Análise (RQ1.2)

- Taxonomia de técnicas gerais usadas na análise de segurança de acordo com os estudos selecionados



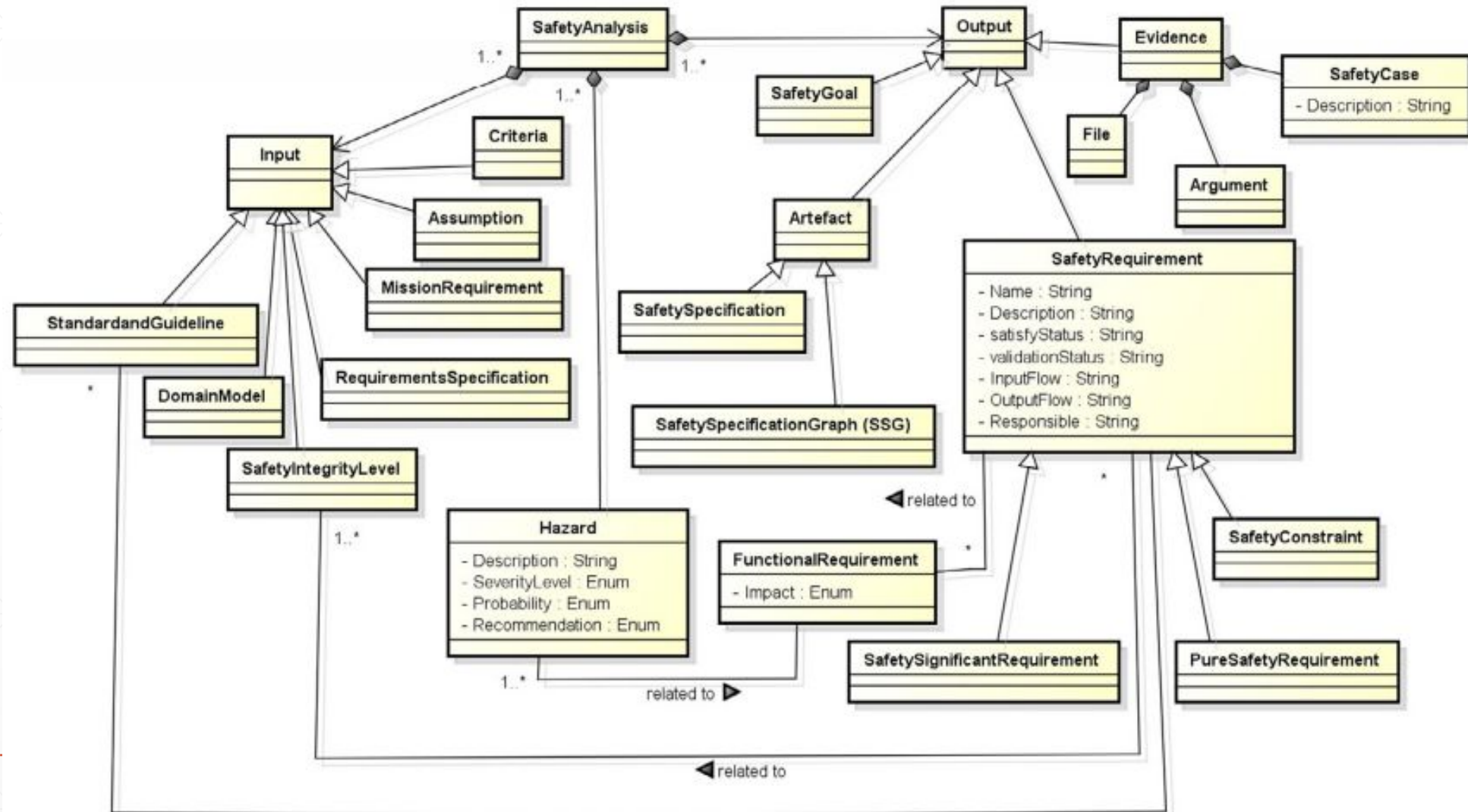
Resultados e Análise (RQ1.2)

- Taxonomia de técnicas usadas na análise de riscos de acordo com os estudos selecionados



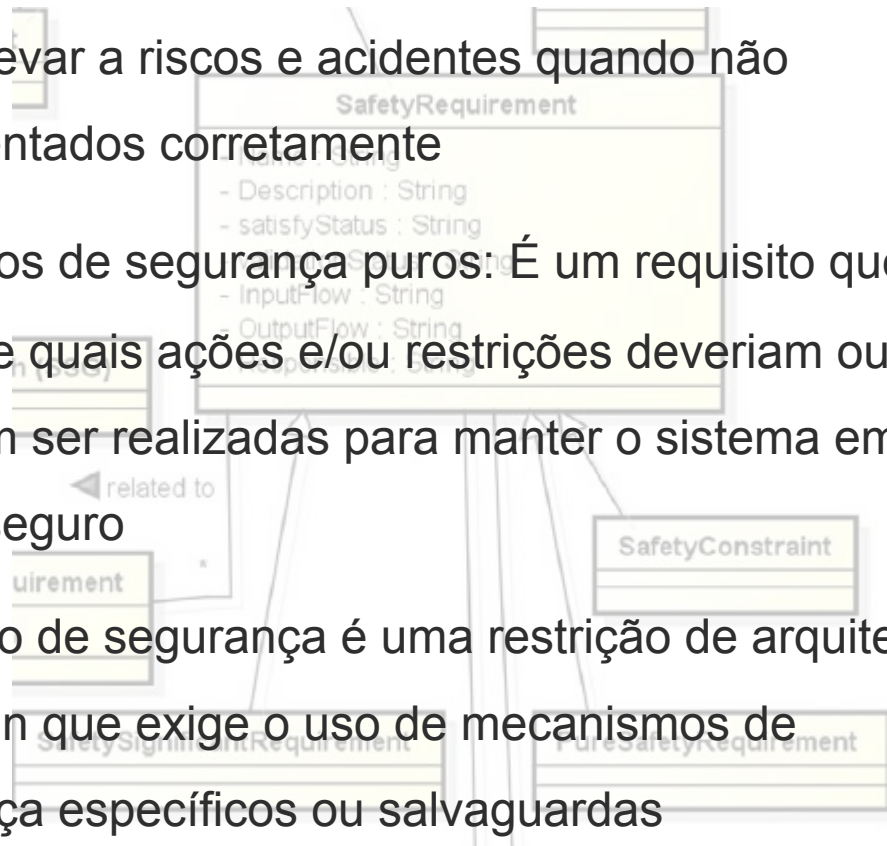
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de segurança de acordo com os estudos selecionados



- Tipos de requisitos de segurança

- Requisito de segurança significativa: São aqueles que podem levar a riscos e acidentes quando não implementados corretamente
- Requisitos de segurança puros: É um requisito que descreve quais ações e/ou restrições deveriam ou não deveriam ser realizadas para manter o sistema em um estado seguro
- Restrição de segurança é uma restrição de arquitetura ou design que exige o uso de mecanismos de segurança específicos ou salvaguardas

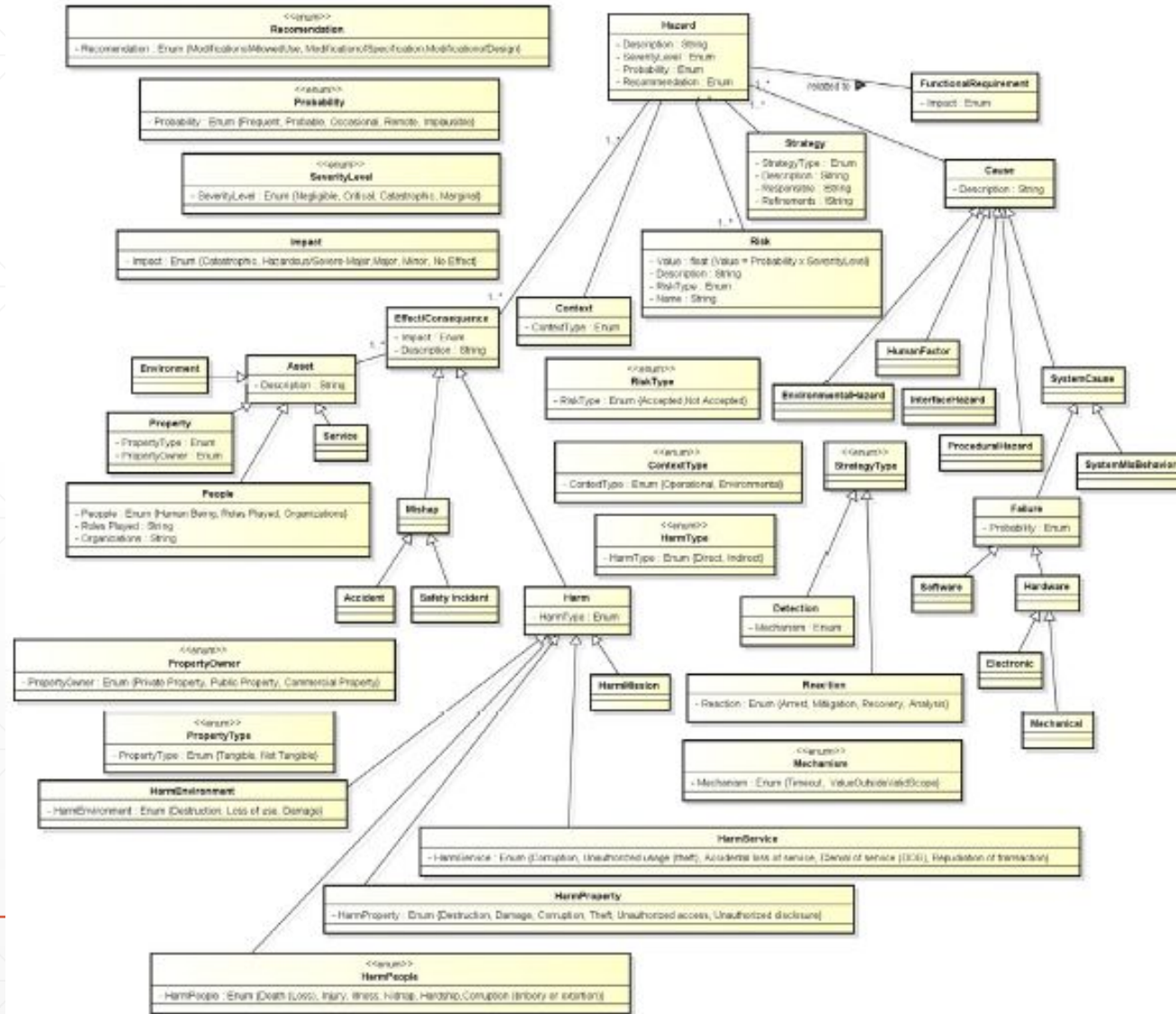


Resultados e Análise

RQ1.3. Quais artefatos de dados/informações podem ser criados por engenheiros de requisitos na análise e especificação de SCs nas abordagens que integram as engenharias de segurança e de requisitos?

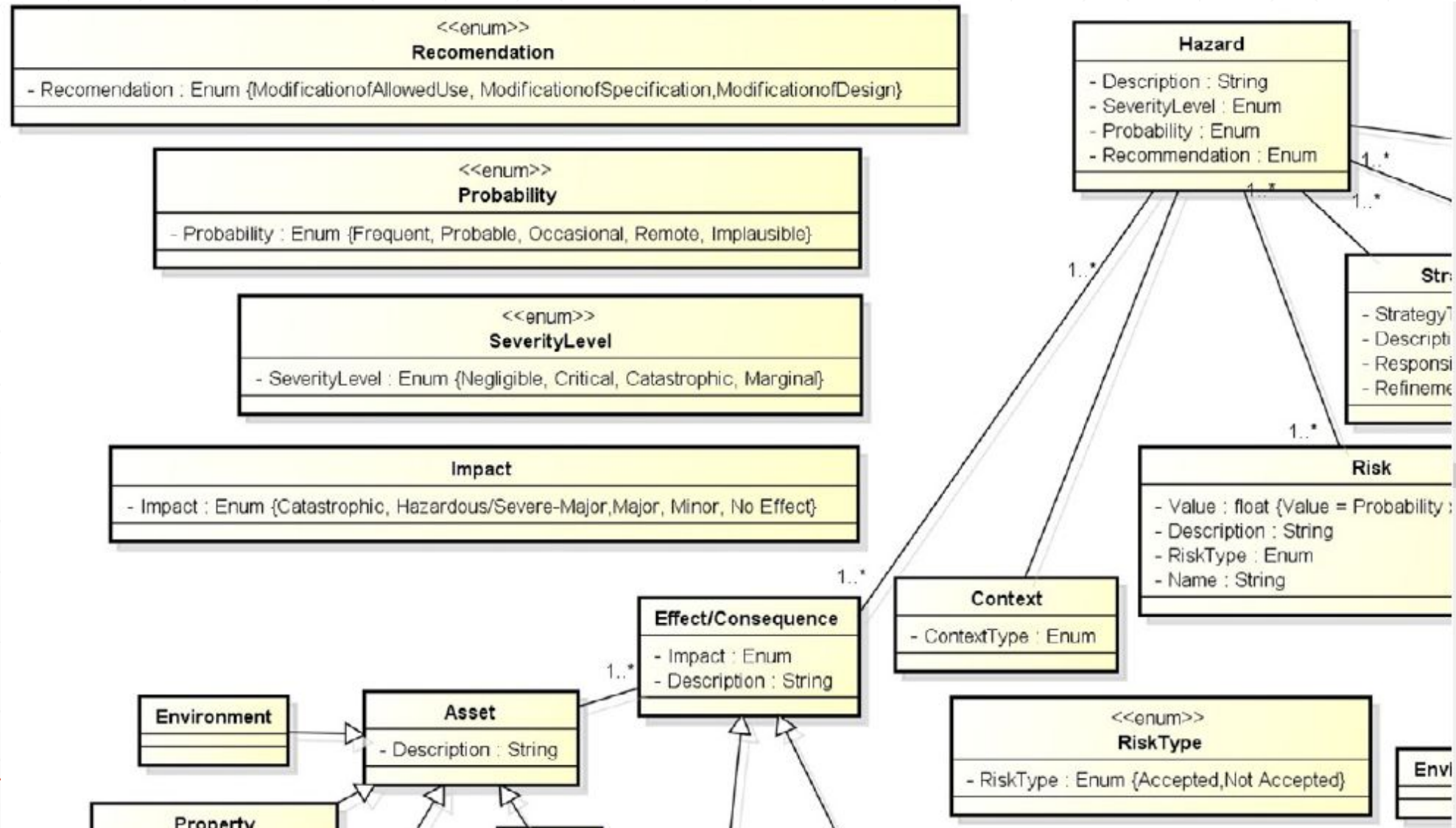
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados



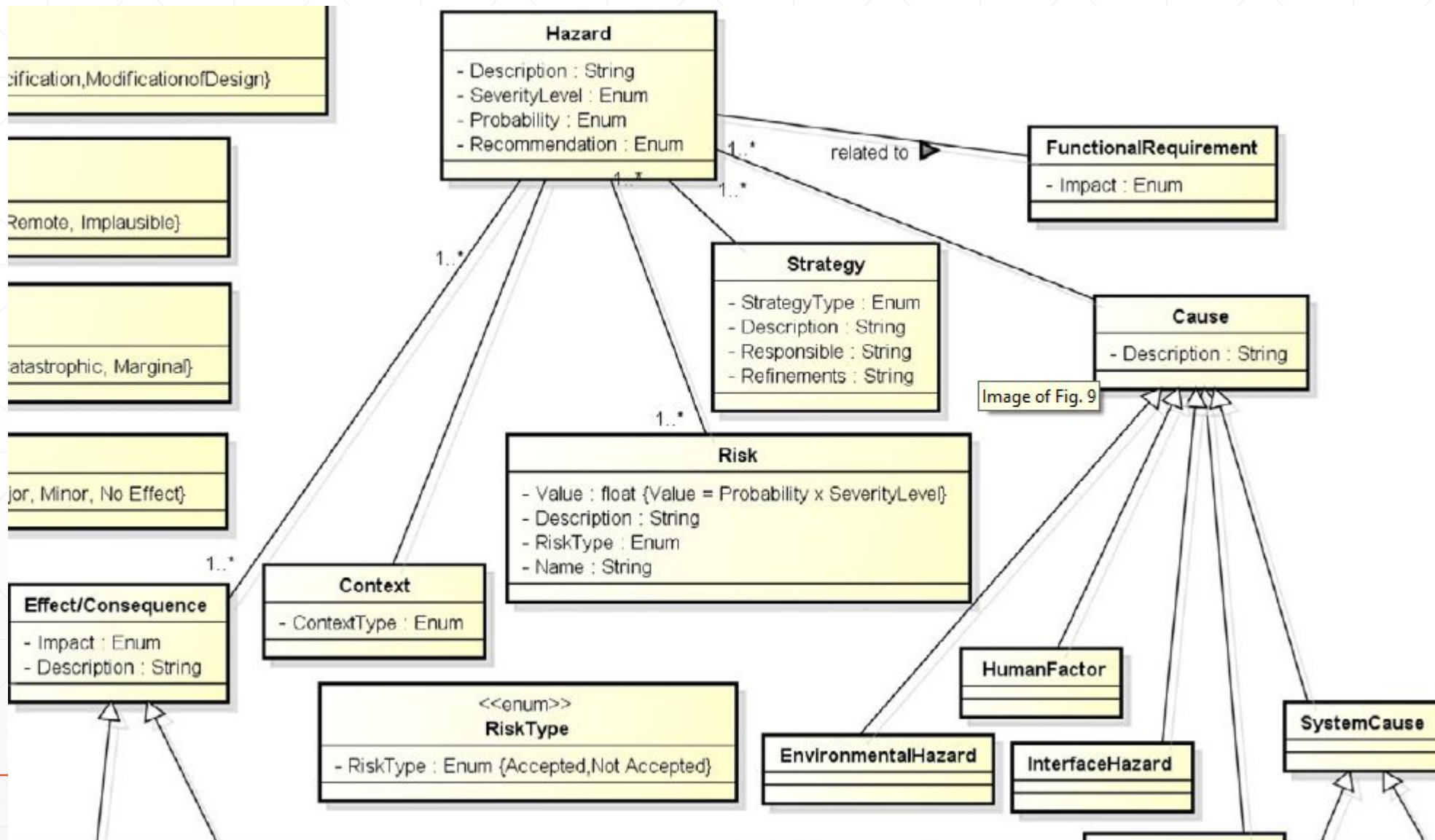
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados



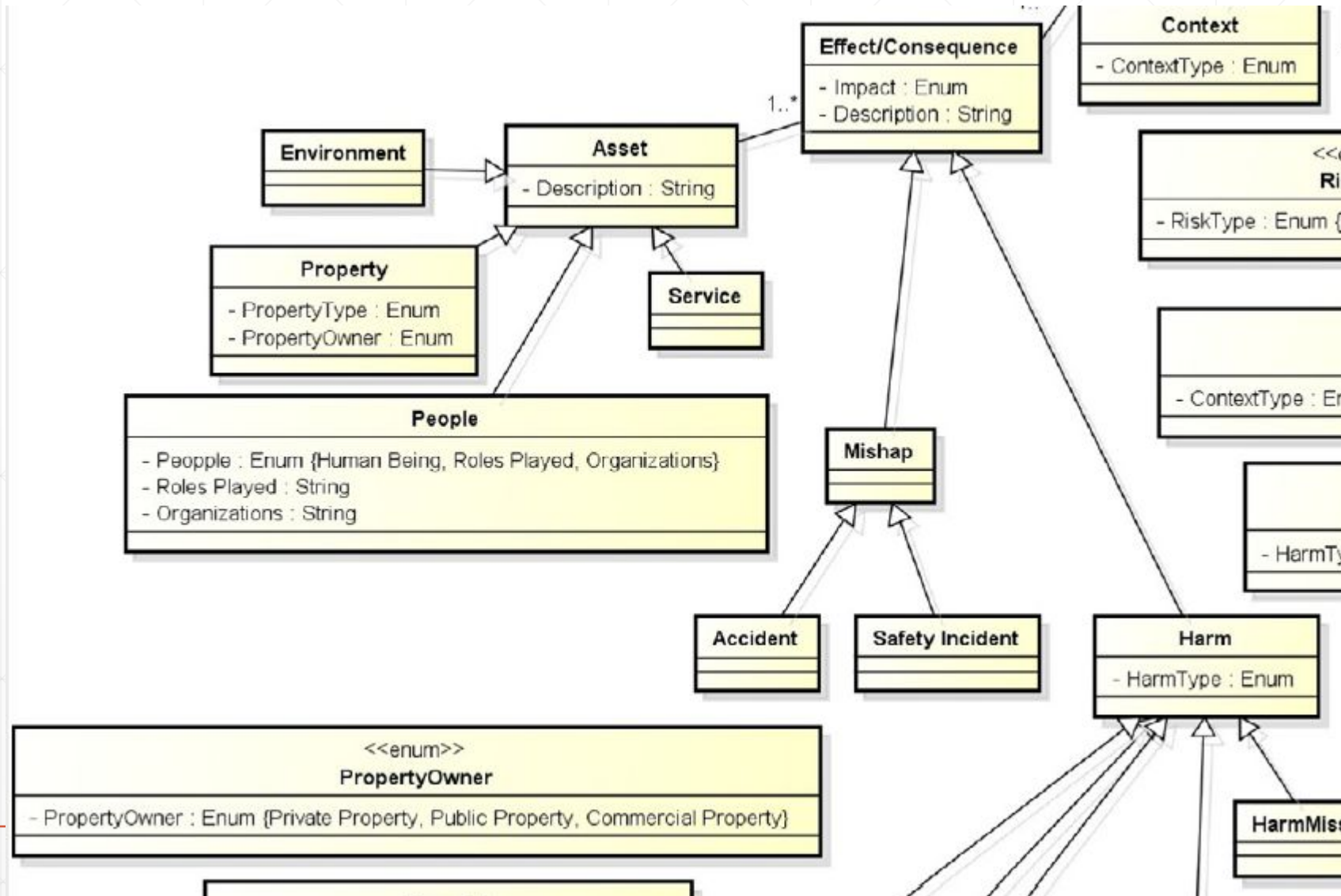
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados



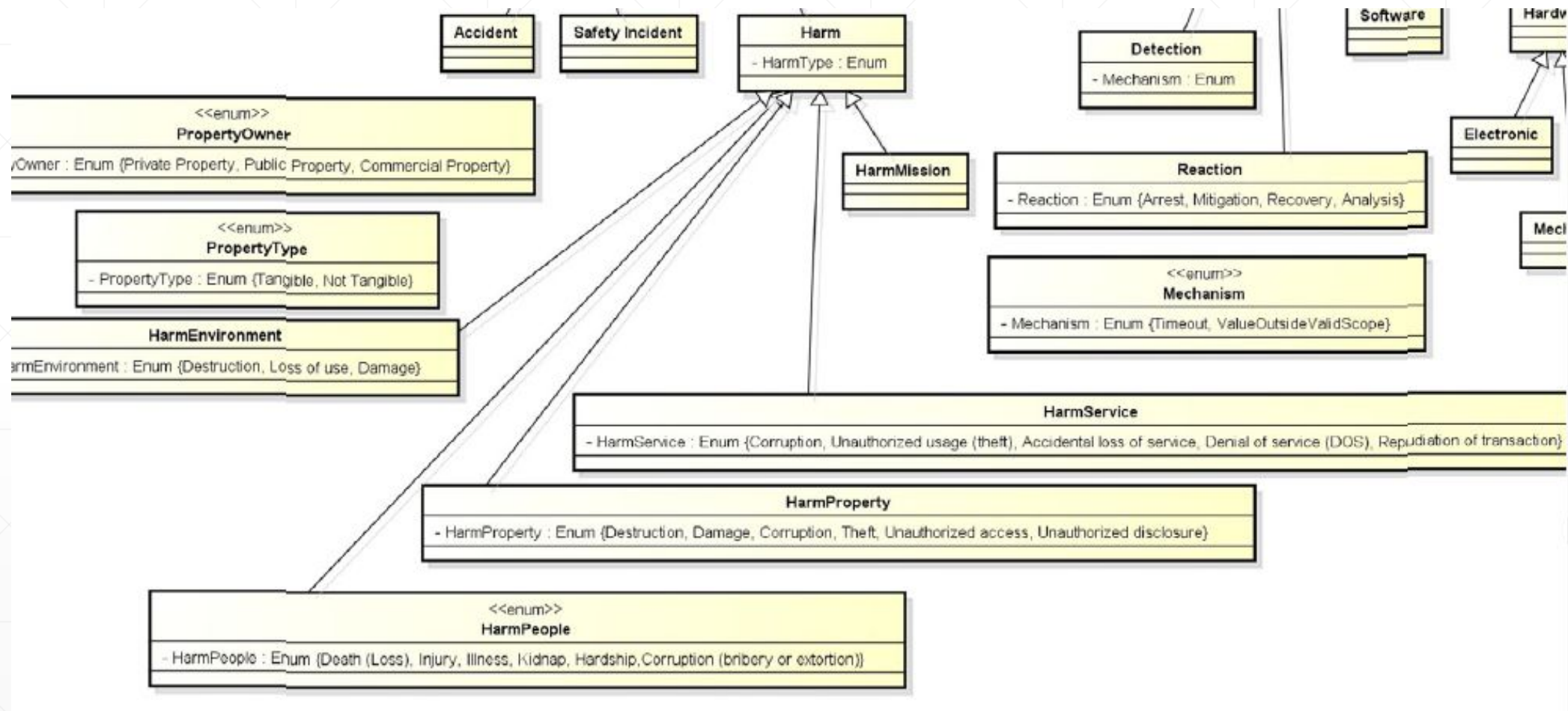
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados



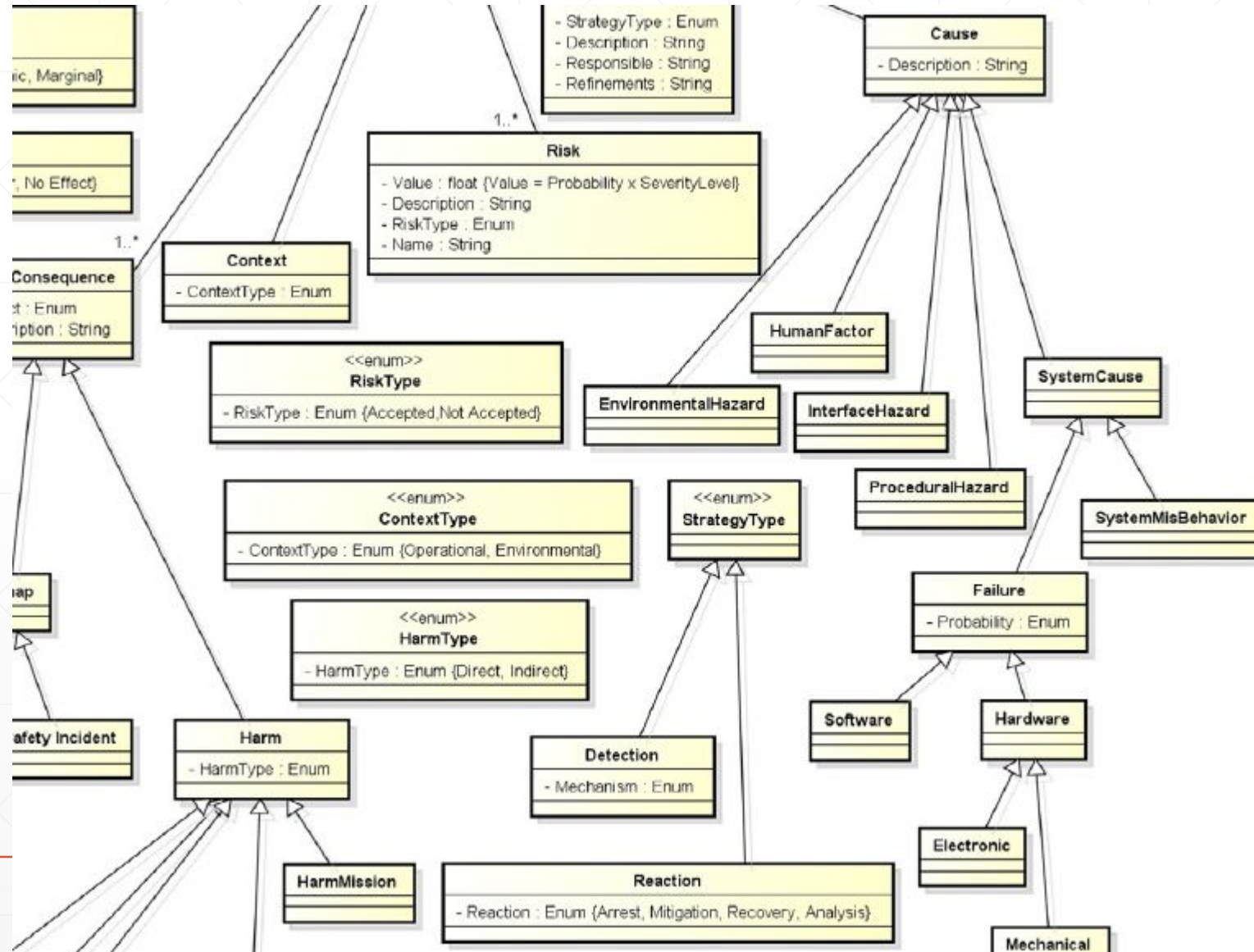
Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados

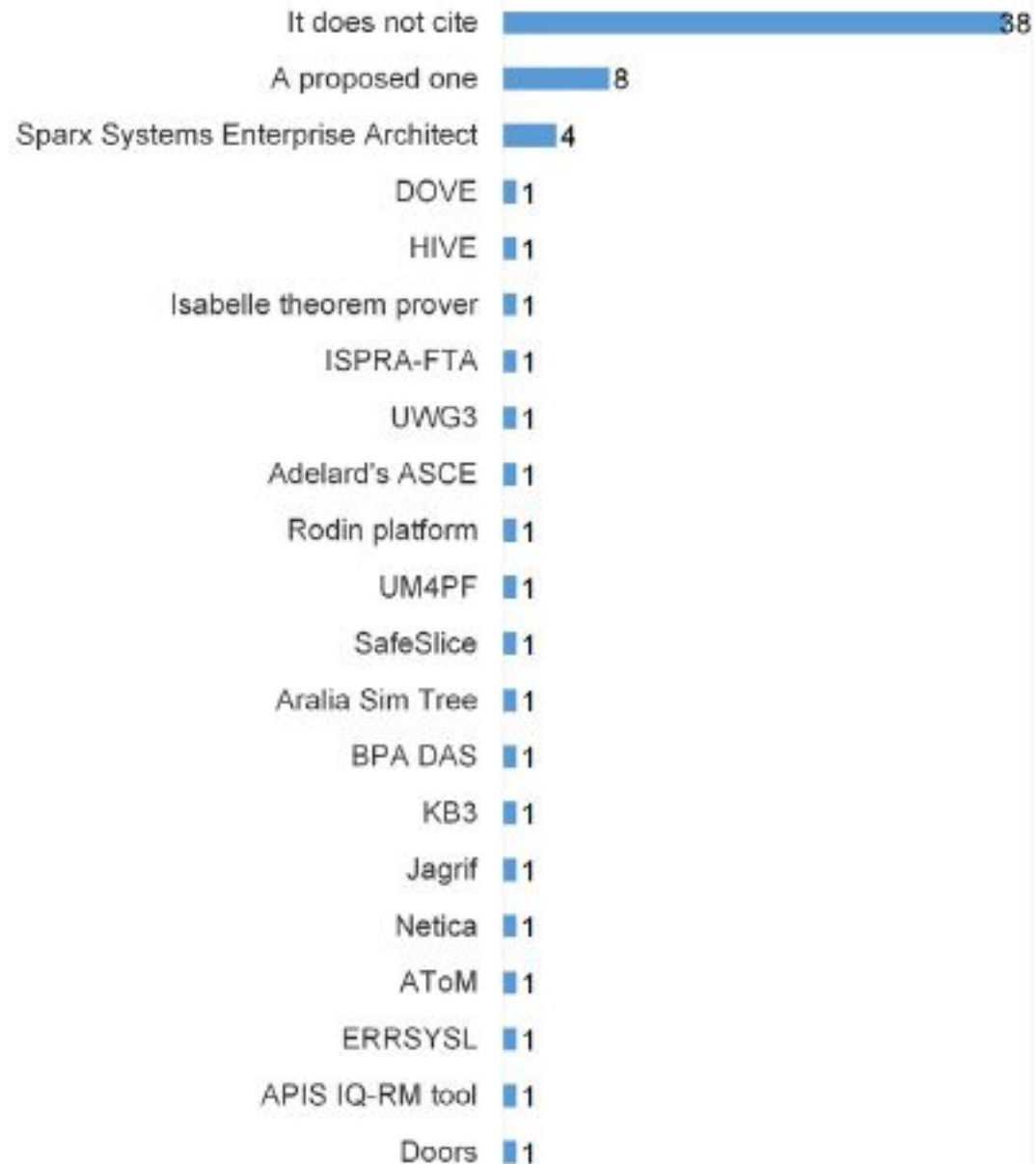


Resultados e Análise (RQ1.3)

- Taxonomia de informação de riscos de acordo com os estudos selecionados

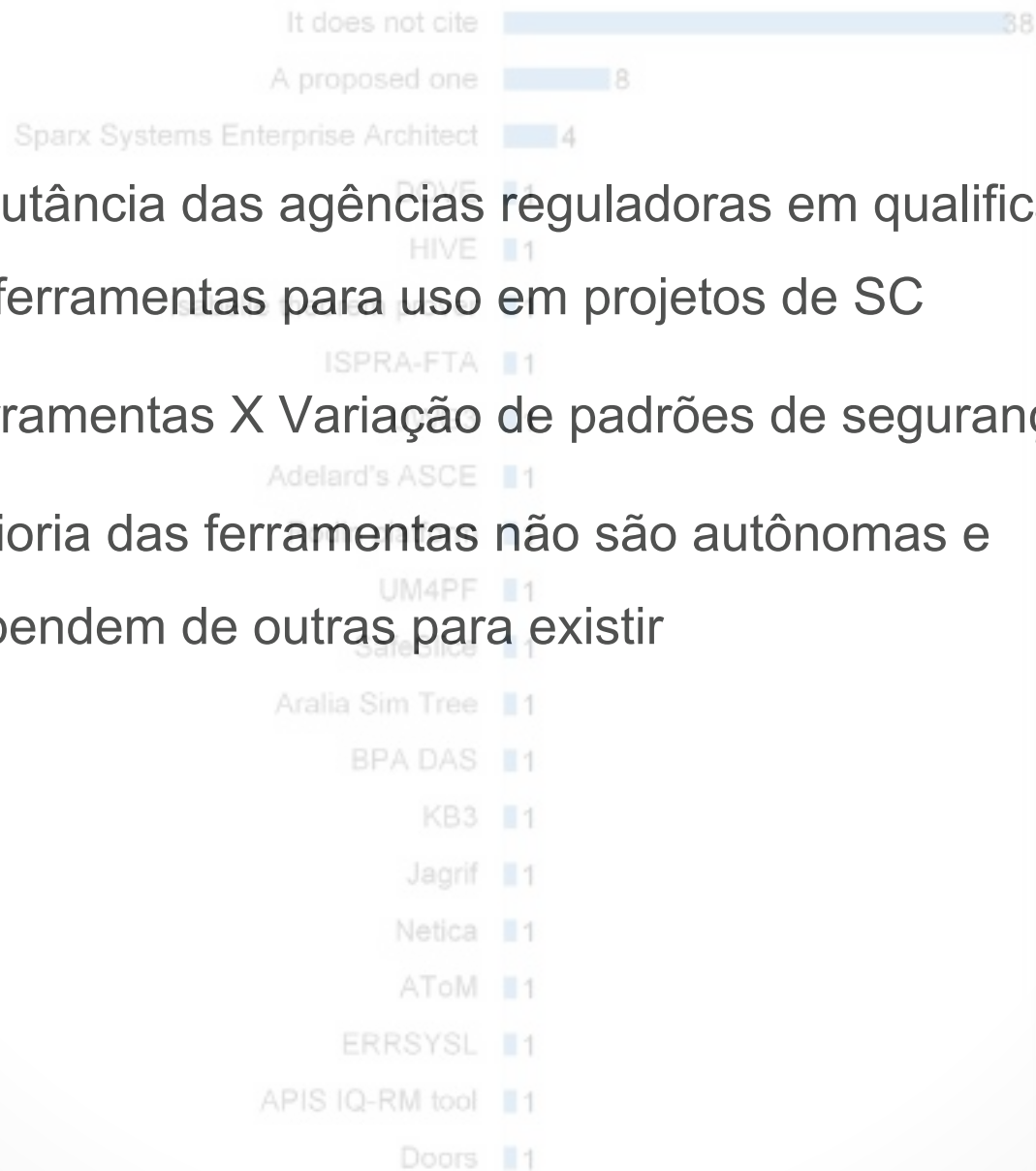


Ferramentas usadas na análise de segurança



Resultados e Análise

RQ1.4. Quais são as ferramentas usadas pelas abordagens que integram as engenharias de segurança e requisito em análise de segurança?



- Relutância das agências reguladoras em qualificar as ferramentas para uso em projetos de SC
- Ferramentas X Variação de padrões de segurança
- Maioria das ferramentas não são autônomas e dependem de outras para existir

Resultados e Análise

RQ1.4. Quais são as ferramentas usadas pelas abordagens que integram as engenharias de segurança e requisito em análise de segurança?

- B1: Redução dos erros em especificação de requisitos (incrementa qualidade)
 - 25 estudos (43.86%)
- B2: Provê segurança ao sistema
 - 17 estudos (29.82%)
- B3: Provê a análise durante todo o desenvolvimento do sistema.
 - 8 estudos (14.04%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- B4: Redução dos custos do Software
 - 8 estudos (14.04%)
- B5: Os modelos contribuem para uma comunicação precisa/não ambígua
 - 5 estudos (8.77%)
- B6: Preenche a lacuna existente entre as disciplinas e provê um framework para cooperação efetiva entre experts
 - 4 estudos (7.02%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- B7: Melhora a rastreabilidade entre requisitos, desenvolvimento e requisitos de segurança
 - 4 estudos (7.02%)
- B8: Melhor apresentação de informações e aumento da consistência da informação
 - 3 estudos (5.26%)
- B9: Redução da carga de trabalho dos engenheiros de segurança
 - 3 estudos (5.26%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- B10: Faz decisões de desenvolvimento e adaptação apropriadas do projeto para atender aos requisitos de segurança
 - 3 estudos (5.26%)
- B11: Contribui para um vocabulário unificado
 - 3 estudos (5.26%)
- B12: Estrutura a análise em diferentes passos em níveis diferentes
 - 3 estudos (5.26%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- B13: Redução de falhas de interface relacionadas à segurança
 - 2 estudos (3.51%)
- B14: Redução de tempo da análise de segurança
 - 2 estudos (3.51%)
- B15: Aumenta a confiança em todo processo de desenvolvimento do sistema
 - 2 estudos (3.51%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- B16: Redução do número de iterações entre engenheiros de sistemas e de segurança
 - 1 estudo (1.75%)
- B17: Permite um exaustivo e detalhado feedback ao usuário e torna possível descobrir e então especificar um completo comportamento do sistema
 - 1 estudo (1.75%)

Resultados e Análise

RQ1.5. Quais são os benefícios das abordagens que integram as engenharias de requisitos e segurança identificados na RQ1?

- Estudos não citaram desafios/problemas
 - 37 estudos (64.91%)
- O1: Análise de escalabilidade da técnica da integração e comunicação entre RE e engenharia de segurança em casos de estudos reais
 - 4 estudos (7.02%)
- O2: Condução de mais estudos empíricos sobre integração e comunicação entre ER e engenharia de segurança.
 - 4 estudos (7.02%)

Resultados e Análise

RQ2: Quais desafios/problemas foram identificados na pesquisa de literatura relacionados a SCs e ER?

- O3: Desenvolver instrumentos de análise de segurança integradas com especificação de requisitos.
 - 3 estudos (5.26%)
- Desafios/Problemas presentes em dois estudos(3.51%):
 - O4: Manutenção da rastreabilidade entre requisitos de segurança, arquitetura e implementação durante o desenvolvimento e evolução do sistema
 - O5: Criação de um guia formal para ajudar engenheiros de requisitos a derivar e comunicar requisitos funcionais de segurança da análise de segurança

Resultados e Análise

RQ2: Quais desafios/problemas foram identificados na pesquisa de literatura relacionados a SCs e ER?

- Desafios/Problemas presentes em dois estudos(3.51%):
 - O6: Integrar técnicas de descrição formais com especificações de requisitos de segurança
 - O7: Melhorar a completude de especificação de requisitos para análise de segurança
 - O8: A falta de padronização nos níveis de conformidade a serem cumpridos podem ser desconcertantes para os stakeholders e uma barreira de comunicação significativa
 - O9: A inexperiência de diferentes stakeholders na engenharia de segurança e no domínio da aplicação dificulta a comunicação.
 - O10: A Documentação de requisitos tende a se tornar inconsistente e desestruturada

Resultados e Análise

RQ2: Quais desafios/problemas foram identificados na pesquisa de literatura relacionados a SCs e ER?

Conclusões

- Falta de padronização de nomenclaturas
- Necessidade de melhoria da completude da especificação de requisitos para análise de segurança (considerar custo x necessidade)
- Conformidade com padrões de segurança
- Necessidade de melhorar técnicas de análise de segurança

Conclusões

- Necessidade de desenvolver e manter mecanismos de rastreabilidade para especificação de requisitos de segurança
- Necessidade de integração de ferramentas
- Necessidade de maior integração entre praticantes e pesquisadores

Obrigada!
