

Uma Revisão Sistemática sobre as Ferramentas de Apoio do Método Z e da Notação Z

Sofia Larissa Costa
Vinícius Pereira

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo

10 de Abril de 2013



Contextualização

- Métodos formais incluem mais rigor no processo de desenvolvimento de software
 - Ampla utilização de dois métodos (criados por J. Abrial)
 - **Método B:** método criado para especificação e desenvolvimento de software com apoio de ferramentas, usa máquinas abstradas
 - **Notação Z:** linguagem de especificação baseada na teoria axiomática e lógica de predicados de primeira ordem

Contextualização

- Métodos formais são aplicados na indústria
- Estudos relatam que existem poucas ferramentas disponíveis
 - Maioria utiliza método B ou notação Z
 - Houve sucesso na aplicação dos métodos, mas as ferramentas não fizeram jus às expectativas (não são robustas o suficiente, falta de usabilidade, diferentes formatos de modelos)

Revisão Sistemática

- **Objetivo**

- Analisar as ferramentas de apoio para o uso de métodos formais na especificação de software

- **Questão de Pesquisa**

- Que evidências existem para indicar se o método B ou a notação Z possuem melhores ferramentas de apoio para especificação de software?

Protocolo

Revisão Sistemática

● **Estratégia de Busca**

- *Fontes selecionadas:* IEEEExplorer, Springer e Scopus (abrangendo maioria dos estudos na área de Métodos Formais)
- *Método de pesquisa:* Busca automatizada e busca manual na Biblioteca Digital da SBC
- *Palavras-chave:* Método B, Notação Z, Especificação formal, ferramentas de apoio

Protocolo

Revisão Sistemática

- **Processo de Seleção**

- *Preliminar*

- Exclusão com base na leitura do título e resumo e validação entre revisores fechando uma lista em comum acordo

- *Final*

- Exclusão com base na leitura do texto completo e validação entre os revisores fechando uma lista em comum acordo
- Realização da Avaliação de Qualidade

Condução

String de Busca

((('Tool') AND (('B Method') OR ('Z Notation')) AND (('Software Specification') OR ('Formal Specification')))

- IEEE Xplorer: 10 estudos
- SpringerLink: 7 estudos
- Scopus: 19 estudos
- **Total com duplicados: 36 estudos**
 - 10 estudos duplicados entre Scopus e IEEE e 1 entre Scopus e Springer

Condução

String de Busca

((('Tool') AND (('B Method') OR ('Z Notation')) AND (('Software Specification') OR ('Formal Specification'))))

- IEEE Xplorer: 10 estudos
- SpringerLink: 7 estudos
- Scopus: 8 estudos
- **Total com duplicados: 25 estudos**
 - Nenhum estudo encontrado na Biblioteca Digital da SBC

Seleção Preliminar

Critérios de Inclusão/Exclusão

- **CI/CE 1:** Artigos que tratem da especificação de software com o método B ou a notação Z
- **CI/CE 2:** Artigos que cite ferramentas de apoio para utilizar com o método B ou a notação Z
- **CI/CE 3:** Artigos completos em português ou inglês
 - Não foi utilizado este critério
- **CI/CE 4:** Artigos com texto completo disponível na Web
 - Utilizado na Seleção Final
- **CI/CE 5:** Se houverem estudos replicados, deve-se selecionar o mais recente e o mais completo.
 - Utilizado na Seleção Preliminar

Seleção Preliminar

- 25 estudos relevantes encontrados para análise
- 1 estudo foi excluído por não ter texto na Web (CE4)
- Dos 24 estudos restantes:
 - 18 foram incluídos
 - 6 foram excluídos, por não abordarem o tema (CE1)

Resultado final da Seleção Preliminar:

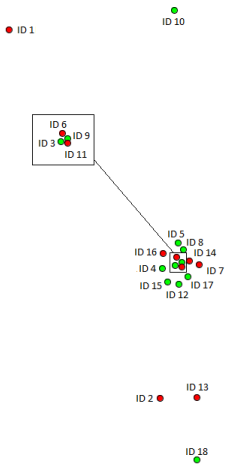
- Incluídos: 18 artigos
- Excluídos: 7 artigos

Seleção Final

- 18 estudos inicialmente
- 3 estudos não possuíam a versão completa disponível (CE4)
- Dos 15 estudos restantes:
 - 10 foram incluídos
 - 5 foram excluídos
- Estudos excluídos abordavam especificações de hardware e redes sem fio

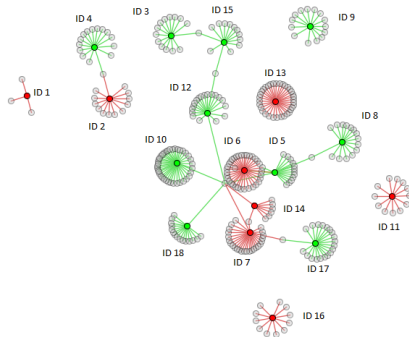
Seleção Final

- Similaridade entre os estudos (ferramenta ReVis)



Seleção Final

- Referências cruzadas (ReVis)



Avaliação da Qualidade

- **CQ1:** Há uma descrição clara dos objetivos da pesquisa?
- **CQ2:** Existe uma descrição das características da ferramenta de apoio?
- **CQ3:** A ferramenta foi avaliada?
- **CQ4:** Os resultados estão reportados de forma clara?
- **CQ5:** A ferramenta é utilizada na indústria?

Sim = 1.0 ponto

Parcialmente = 0.5 ponto

Não = 0.0 ponto

Avaliação da Qualidade

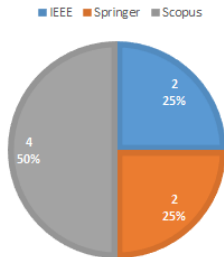
- 10 artigos restantes após a Seleção Final
 - 2 foram excluídos pelos critérios de qualidade
 - Tiveram nota menor ou igual a 2.0 de um total de 5.0 pontos
- Artigos restantes e suas notas

ID	Autores	Fonte	Ano	Critérios	Qualidade	Tipo do estudo	Método
3	Attiogbé, J.C. [3]	Scopus	2006	CI1, CI2	4,5	Conferência	B
4	Babar, A.; Tosic, V.; Potter, J. [4]	IEEE	2007	CI1	3,0	Conferência	B
5	Bowen, J.; Gordon, M. [5]	Scopus	1995	CI1, CI2	3,0	Periódico	Z
10	Leuschel, M. [10]	Springer	2009	CI2	2,5	Cap. Livro	B
12	Meyer, E.; Santen, T. [11]	Springer	2000	CI1, CI2	4,0	Cap. Livro	B
15	Wang, S.; Wan, J.; Yang, X. [13]	IEEE	2006	CI1	2,5	Conferência	B
17	Zafar, N.A.; Sabir, N.; Ali, A. [16]	Scopus	2009	CI1	3,0	Periódico	Z
18	Zafar, N.A.; Khan, S.A.; Araki, K. [15]	Scopus	2012	CI1	3,0	Periódico	Z

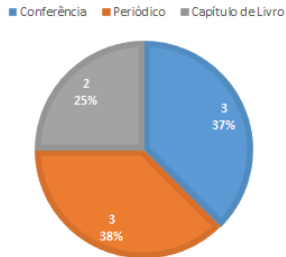
Extração de Dados

- Sobre os 8 estudos

FONTES DOS ARTIGOS SELECIONADOS

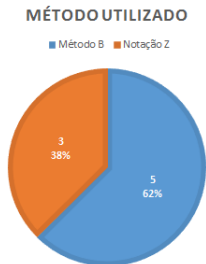


TIPO DE PUBLICAÇÃO



Extração de Dados

- Sobre os 8 estudos



Discussão dos Resultados

- Maioria dos estudos (cinco) utiliza o método B
 - Identificadas 3 ferramentas com funcionalidades complementares
 - ProB: utilizada em estudos de caso para validação de dados de propriedades complicadas
 - Atelier-B: uso operacional do método B, com provas de ser uma ferramenta livre de defeitos
 - B-toolkit: apoia a escrita e especificação em B, com provador de teoremas e animador de máquinas abstratas B.

Ferramenta	Característica	Domínio	Comercial
Atelier-B	Provador de Teoremas	Análise e projeto de software	Sim
B-Toolkit	Conjunto de funções (especificação, projeto e código)	Desenvolvimento de Software	Sim
ProB	Animador e Verificador de modelos	Análise e projeto de software	Não

Discussão dos Resultados

- Do total de estudos, 3 relatam o uso da notação Z
 - Duas ferramentas foram identificadas
 - Z/Eves: mais citada e utilizada. Verificador e provador de teoremas apoiando quase toda a notação Z, com exceção do quantificador existencial.
 - HOL: ferramenta interativa que assiste provas para lógicas de ordem superior. Última versão é comercial. Usuário pode implementar o seu próprio ambiente para provas específicas.

Ferramenta	Característica	Domínio	Comercial
Z/Eves	Provador de Teoremas	Sistemas críticos e complexos	Sim
HOL	Provador de Teoremas	Sistemas críticos	versão ProofPower

Discussão dos Resultados

Comparação

	Método B	Notação Z
Objetivo	Método formal criado para ser orientado a ferramentas	Notação para especificação de software
Vantagens	Mais ferramentas de apoio e com mais funcionalidades; mais fácil implementar corretamente	Mais fácil de aprender e utilizar; mais sucinta do que B
Aplicação	Especificação, projeto, provas e geração de código	Especificação de software
Ferramentas		
Provedor de Teoremas	Atelier-B	HOL, Z/Eves
Verificador de Modelos	ProB	-
Animador	ProB	-
Ambiente (conj. de funções)	B-Toolkit	-

Conclusão

- B possui ferramentas mais estáveis e com maior abrangência de funcionalidades
 - Mais baixo nível que Z e lida com refinamento de código
 - Ferramentas comerciais: Atelier-B e B-Toolkit
 - Versão atual: Event-B é mais simples de aprender e usar, quase tão robusta quanto B, e possibilita utilizar as mesmas ferramentas de apoio

Conclusão

- Z possui uma ferramenta amplamente utilizada, porém mais restrita em funcionalidades
 - Z/Eves
 - A especificação em Z é mais fácil de ser compreendida do que a especificação em B
 - Mas não é tão poderosa quanto o método B

Conclusão

- Não foi realizado nenhum estudo que realizasse tal comparação
 - Estudos selecionados tratam de um dos dois métodos
- Resultado pode auxiliar praticantes de métodos formais
 - Tais ferramentas são importantes para garantir a validação das especificações, diminuir o trabalho manual e fornecer garantias quanto às especificações geradas

Conclusão

- Limitações
 - Quantidade de fontes selecionadas
 - String de busca
- Trabalhos futuros
 - Nova revisão com mais fontes e reformulação da string, de modo a incluir mais possíveis evidências.

Obrigado!