



# A Utilidade dos Valores Referência de Métricas na Avaliação da Qualidade de Softwares Orientados por Objeto

Priscila Pereira de Souza

Orientadora: Profª. Mariza A. S. Bigonha (UFMG)

Coorientadora: Profª. Kecia A. M. Ferreira (CEFET-MG)

31 de Outubro de 2016

# Roteiro da Apresentação

- Contextualização
- Objetivo
- Metodologia
- Mapeamento da Literatura
- Estratégias de Detecção
- Valores Referência X *Bad Smells*
- Valores Referência X Predição de Falhas
- Conclusão

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Contextualização

# Qualidade de Software

- Preocupação da Engenharia de Software
  - Eficiência, manutenibilidade e baixo custo
- Teste e Inspeção
  - Apoiam a qualidade de software
  - Demandam alto custo e esforços
- Métricas de software
  - Podem apoiar na garantia de qualidade

# Métricas de Software

- Valor numérico relacionado a alguma dimensão de software
  - Exemplo: tamanho do sistema
- Aplicação de métricas
  - Compreensão de código-fonte
  - Avaliar qualidade de um produto ou processo
- Valores referência são essenciais!

# Valores Referência (VR)

- Valores utilizados para caracterização de métricas de software
  - Exemplos: bom, ruim, alto, baixo, etc.
- Valores referência
  - Apoiam o uso de métricas no controle da qualidade interna de software
  - Para a maioria das métricas, são desconhecidos

# Valores Referência (VR)

- Alguns catálogos de valores referência disponíveis
  - Poucos deles validados
  - Filó (2014) apresenta a maior quantidade de VR de métricas propostos

- Podem ser aplicados na detecção de *bad smells* e predição de falhas

# *Bad Smells*

- Estruturas de código anômalas que sugerem a presença de problemas
  - Exemplo: métodos extensos com diversos desvios condicionais (*Long Method*)

- Detecção de *Bad Smells*
  - Inspeção manual
  - Automatizada: estratégias de detecção
    - Regras formais para categorização de elementos de código

# Predição de Falhas

- Objetivo
  - Auxilia na identificação dos componentes mais propensos a falhas

- Falha de software
  - Diferença indesejável entre o observado e o esperado, sob o ponto de vista do usuário final

# Objetivo

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Objetivo do Estudo

- Verificar a utilidade dos valores referência
  - Na avaliação da qualidade de software orientado por objetos

- Neste estudo, investiga-se
  - Detecção de *bad smells*
  - Predição de falhas

# Questões de Pesquisa ...

**QP1.** Valores referência de métricas auxiliam a identificar *bad smells*?

**QP1.1.** Qual é a eficácia da detecção de *bad smells* utilizando-se estratégias baseadas nos valores referência e tomando-se como base os resultados gerados por ferramentas de detecção de *bad smells*?

**QP1.2.** Os valores referência apoiam efetivamente a detecção de *bad smells* em relação a listas de referência geradas por um especialista com conhecimentos em orientação por objetos e *bad smells*?

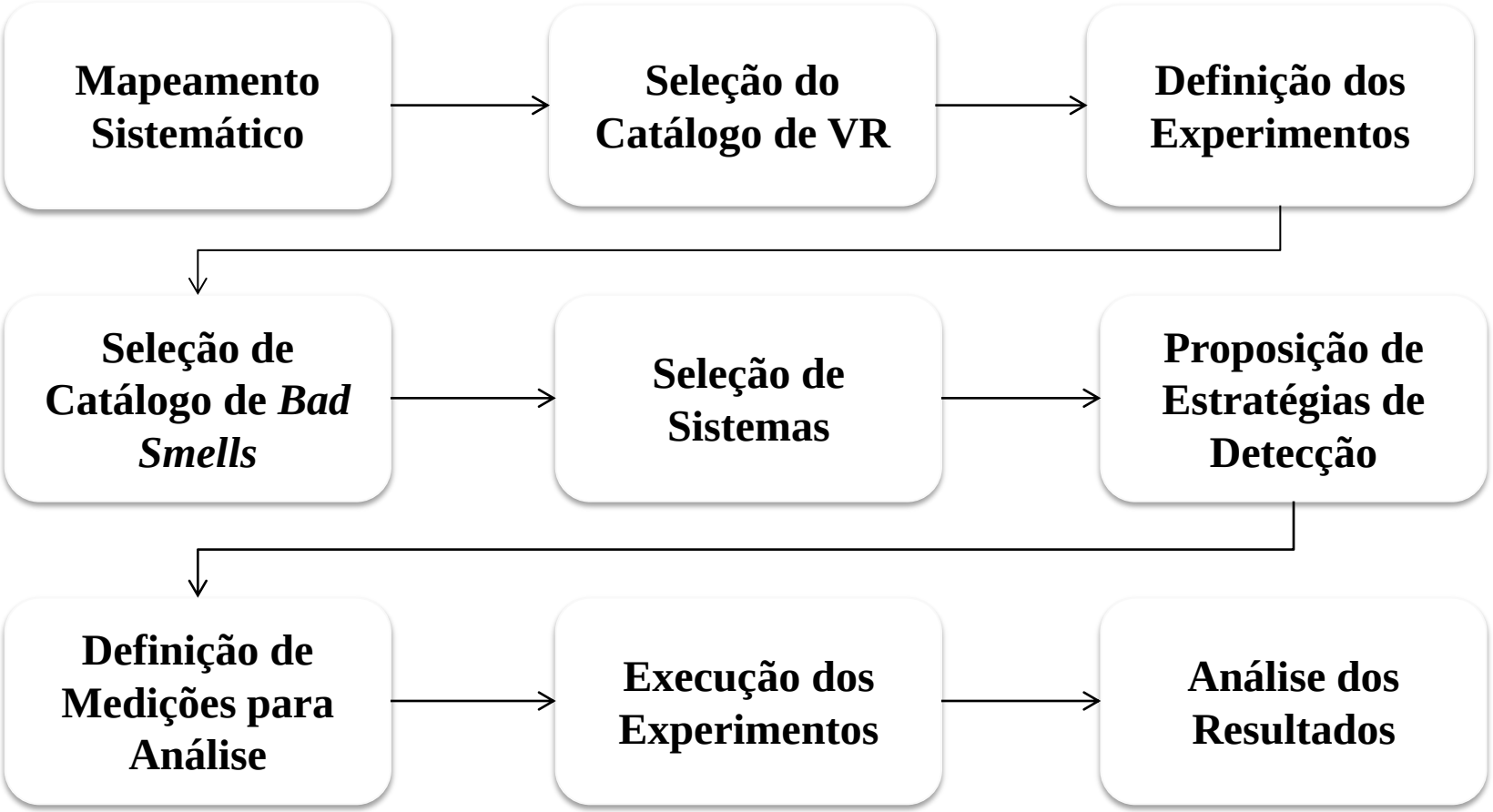
# ... Questões de Pesquisa

**QP2.** Os valores referência de métricas de software orientados por objetos auxiliam a predizer falhas em um software?

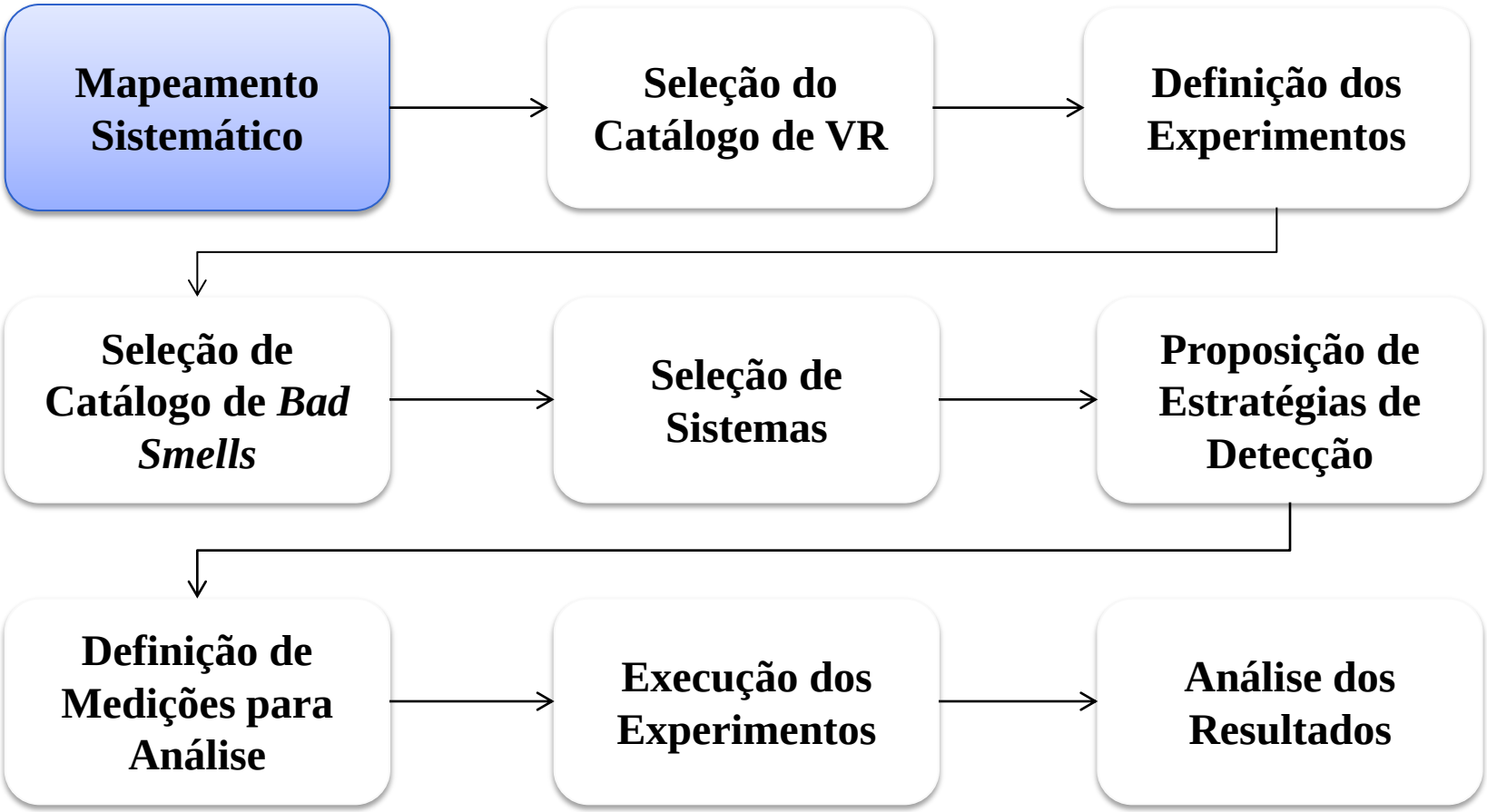
# Metodologia

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Etapas do Estudo



# Etapas do Estudo



# Mapeamento Sistemático da Literatura

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Mapeamento Sistemático

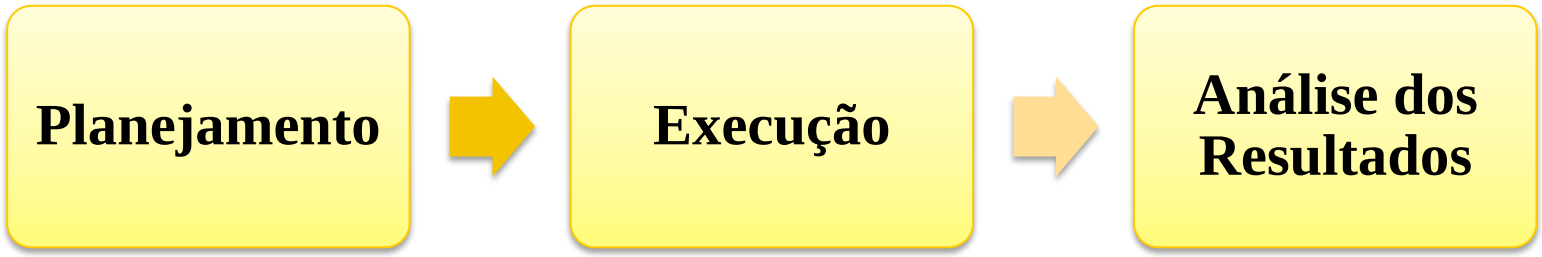
- Por que mapeamento?
  - Mais abrangente que revisão de literatura
- Objetiva-se coletar evidências da relação entre valores referência e
  - Detecção de *bad smells*
  - Predição de falhas
- Fornecer um *background* e apoiar o trabalho

# Questões do Mapeamento

**QP1.** Como a literatura tem aplicado valores referência de métricas de softwares orientados por objeto para a detecção de *bad smells*?

**QP2.** Como a literatura tem aplicado valores referência de métricas de softwares orientados por objeto para a predição de falhas em software?

# Processo do Mapeamento




- Questões de investigação
- *Strings* de busca
- Bases de dados
- Critérios de inclusão e exclusão

- Execução das *strings*
- Seleção dos estudos
- Coleta dos dados

- Análise dos dados obtidos
- Publicar os resultados

# Resultados (2) - VR x *Bad Smell*

- Sahin *et al.* (2014)
  - Propõe detecção de *bad smells* baseada em métricas e otimização
  - Discute a dificuldade de definir valores referência

- Singh and Kahlon (2014)
  - Mostra a aplicação de VR na detecção de *bad smells* definindo VR com base em análise de risco

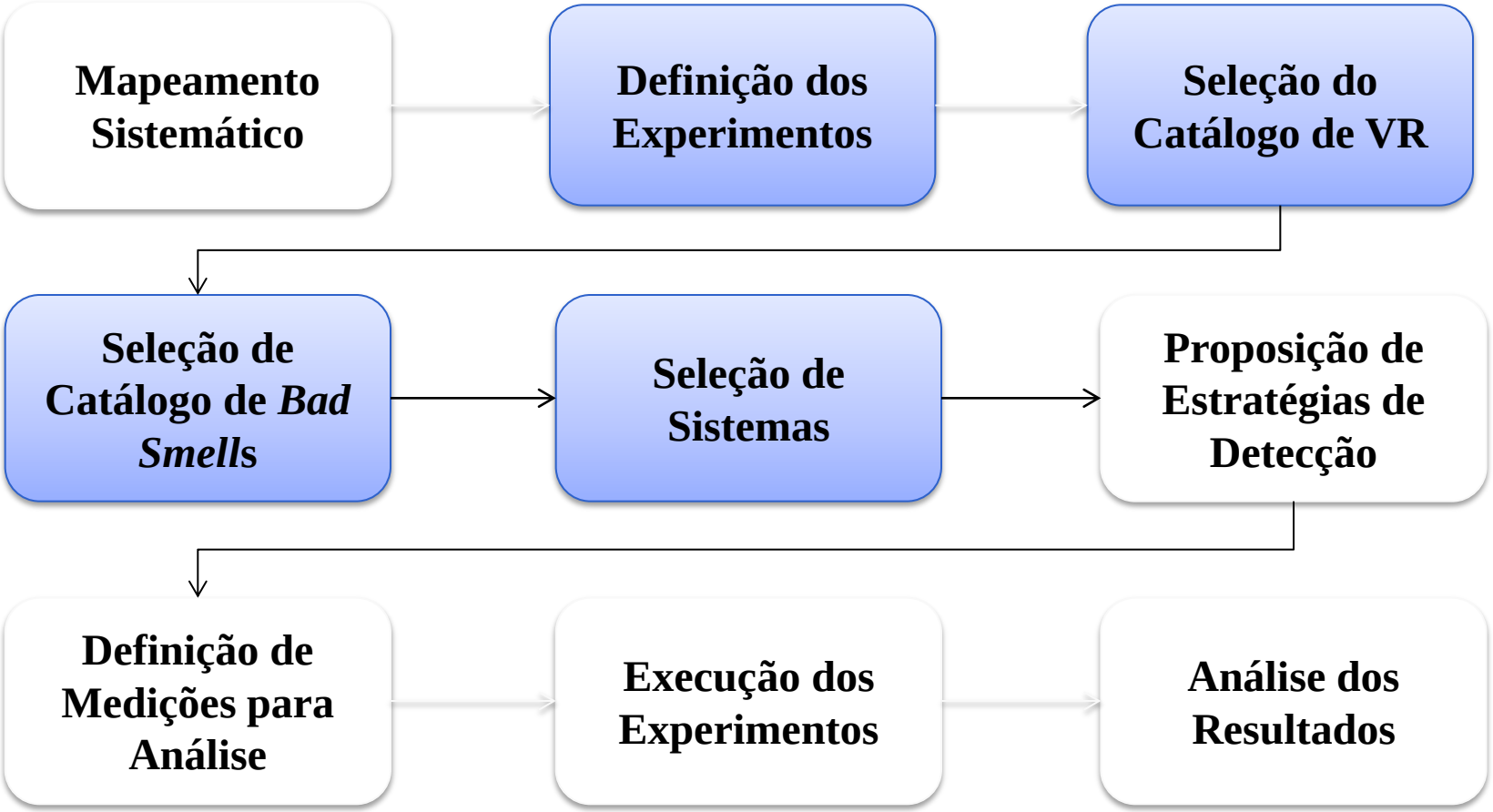
# Resultados (8) - VR x Predição de Falhas

- Algumas métricas avaliadas
  - Tamanho, complexidade, quantidade de mudanças
- Técnicas aplicadas
  - Análises estatísticas, aprendizado de máquina, análise histórica de falhas, etc.
- Tipos de falhas detectados
  - *Bugs*, vulnerabilidades, etc.

# Considerações

- Em geral, os trabalhos recuperados
  - são recentes, a partir 2010
  - poucas métricas e sistemas avaliados
  - conjunto de métricas CK é o mais abordado
- Portanto,
  - é necessário investigar mais métricas
    - com amostras de sistemas maiores
  - validar valores referência para mostrar sua importância e aplicabilidade

# Etapas do Estudo



LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Definição dos Experimentos

# Estudos Realizados

- QP1. VR x *Bad Smell*s:
  - Detecção automatizada
    - estratégias de detecção propostas
    - ferramentas *JSpIRIT e JDeodorant*
  - Inspeção manual de um especialista

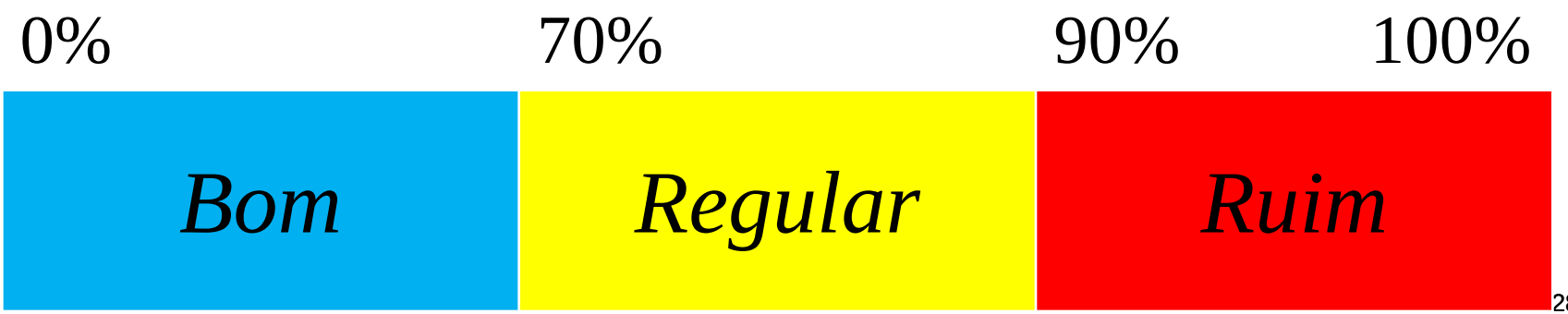
- QP2. VR x Predição de Falhas
  - Apoiado por ferramenta de coleta de falhas
    - *BugMaps* referência, se for artigo, Couto et al .....

# Seleção do Catálogo de Valores Referência

# Catálogo de Filó (2014) ...

- Justificativa para seleção do catálogo
  - Valores referência propostos para 18 métricas

- Valores referência derivados com base nas frequências de valores por métrica
  - *Bom/Frequente, Regular/Moderado, Ruim/Raro*



# ... Catálogo de Filó (2014)

- Validação empírica na detecção de *bad smell*s
  - *God Class e Long Method*
  - Utilizou-se 1 sistema de software proprietário

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Seleção de Catálogo de *Bad Smells*

# Catálogo de Fowler (1999)

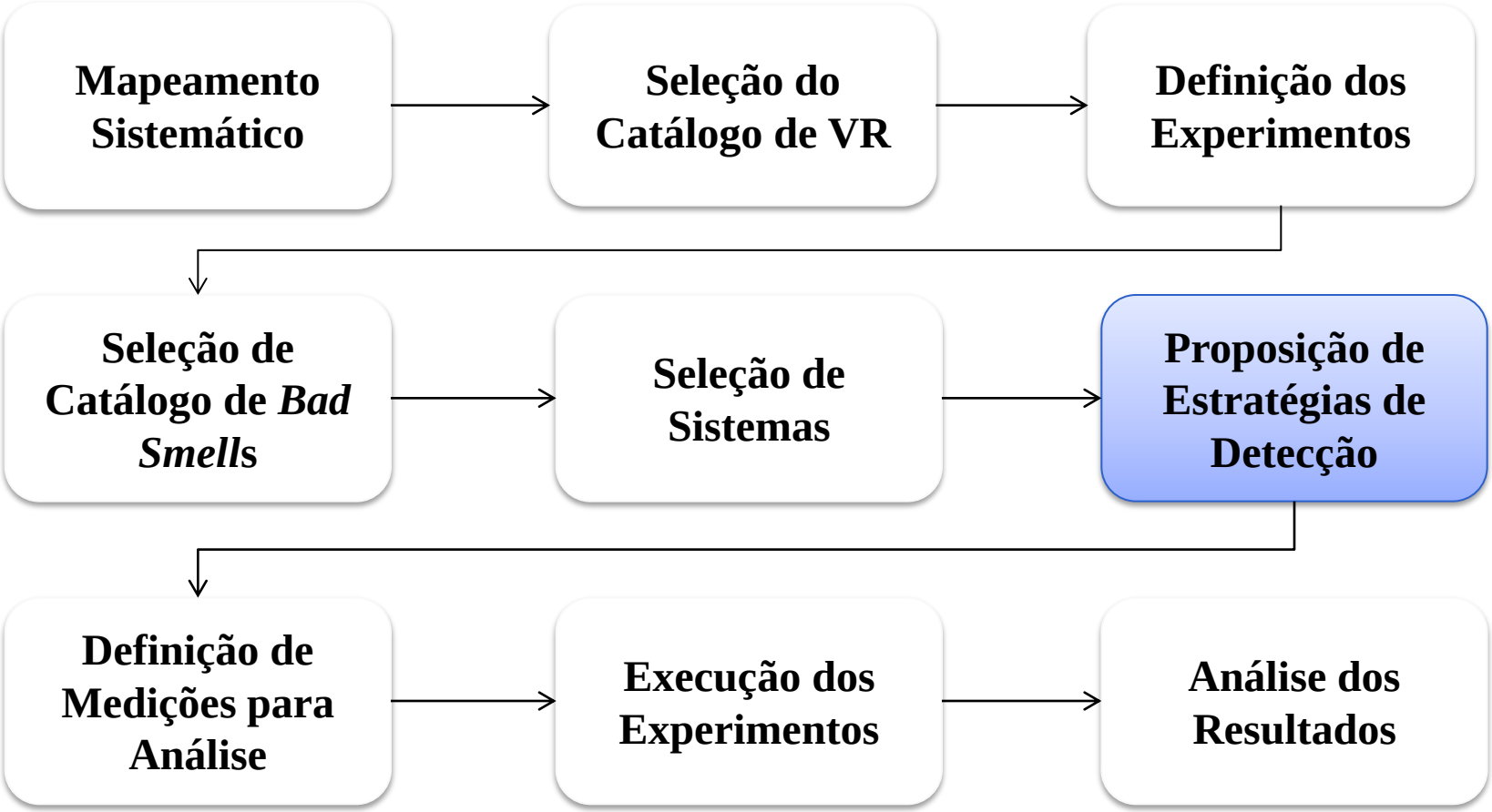
- 22 *bad smell*s definidos
  - Com foco em orientação por objetos (OO)
- Justificativa para seleção do catálogo
  - Catálogo pioneiro e amplamente difundido
- Exemplos*: Shotgun Surgery*, *Lazy Class*, etc.

# Seleção de Sistemas

# *Qualitas.class Corpus* (2013)

- 111 sistemas Java de código-fonte aberto
  - 23 métricas de software calculadas
- Justificativa para seleção do *corpus*
  - Proposto para fins de avaliação de qualidade
  - Sistemas conhecidos: *Ant*, *Cobertura e Jedit*, etc.
- 22 sistemas avaliados, considerando-se os 2 estudos executados

# Etapas do Estudo




# Estratégias Propostas para Detecção de *Bad Smells*

# Estratégias de Detecção

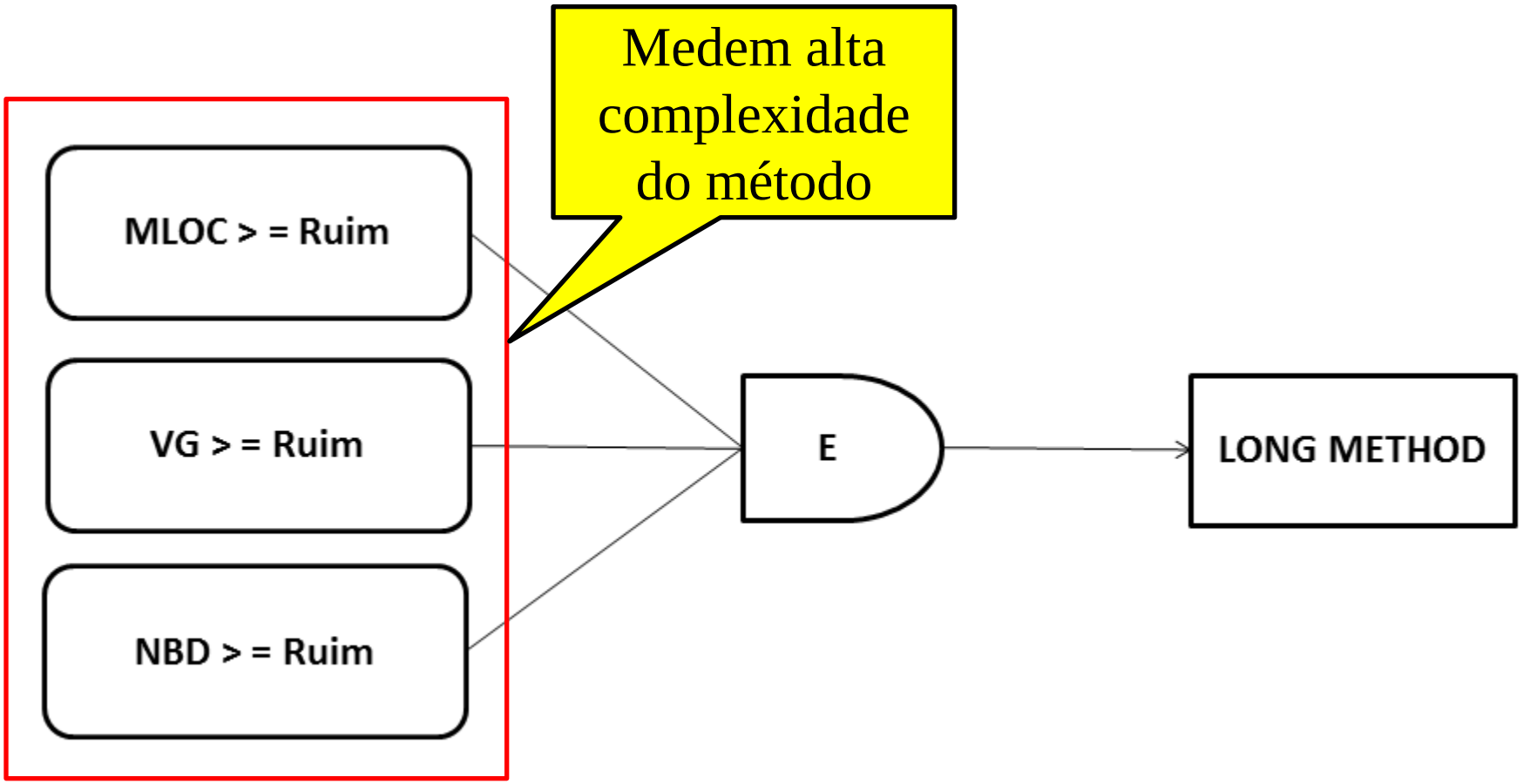
- Compostas a partir de
  - Definições de cada *bad smell* (Fowler, 1999)
  - Valores referência de Filó (2014)
  - Métricas do *Qualitas.class Corpus* (2013)

- Propostas para 5 *bad smells*
  - *Large Class*, *Long Method*, *Data Class*, *Feature Envy* e *Refused Bequest*

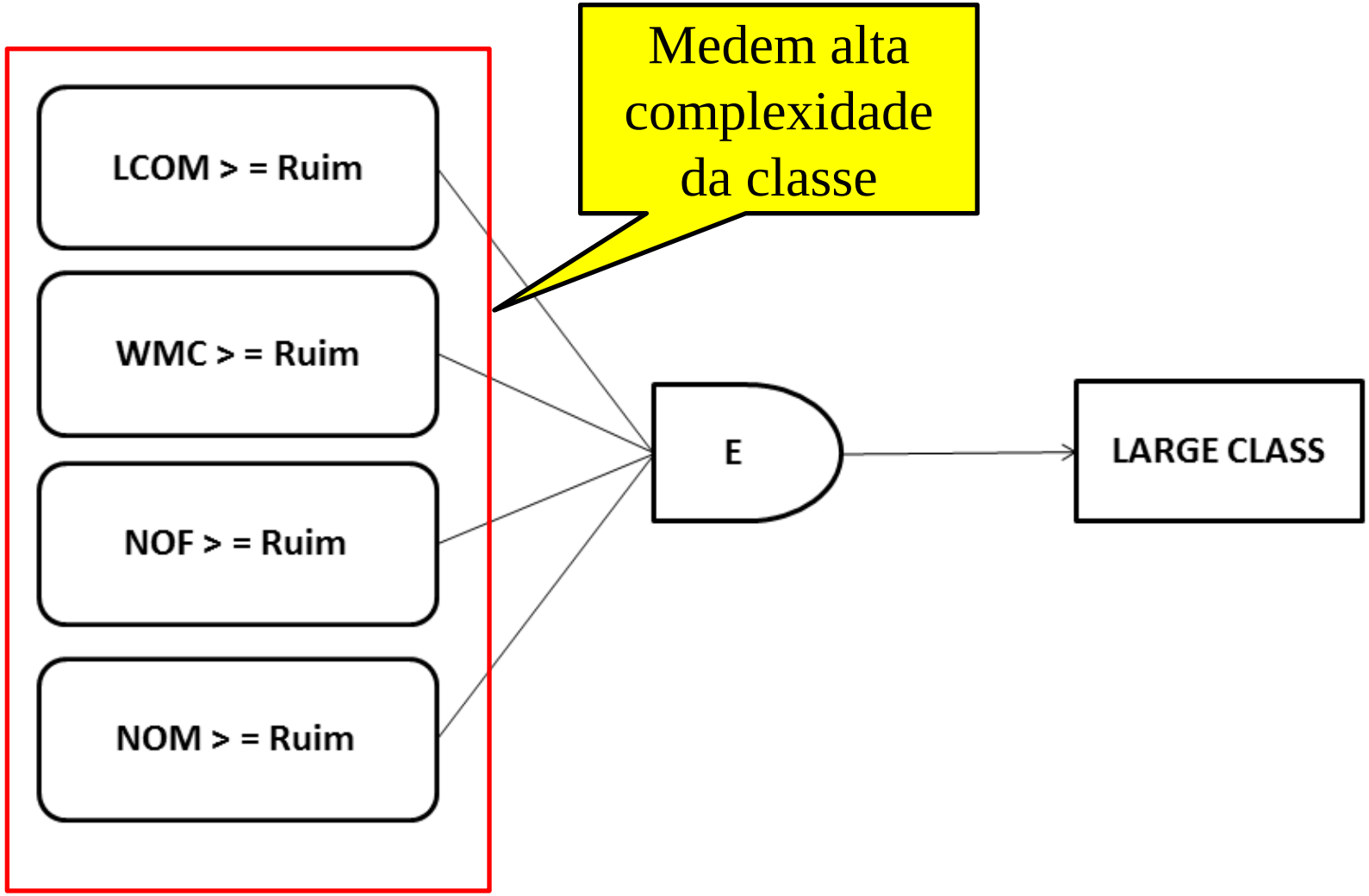
# Critérios para Seleção dos *Bad Smells*

- Falta de métricas adequadas para composição de estratégias
  - No *Qualitas.class* e em Filó (2014)
    - Exemplo: Filó (2014) não possui *Coupling between Objects (CBO)*, importante na detecção de *Shotgun Surgery*
- Falta de ferramentas disponíveis para detecção de alguns *bad smells*
- Limitações das ferramentas

# *Long Method*


Medem alta complexidade do método
MLOC > = Ruim
VG > = Ruim
NBD > = Ruim
E
LONG METHOD

# *Large Class*

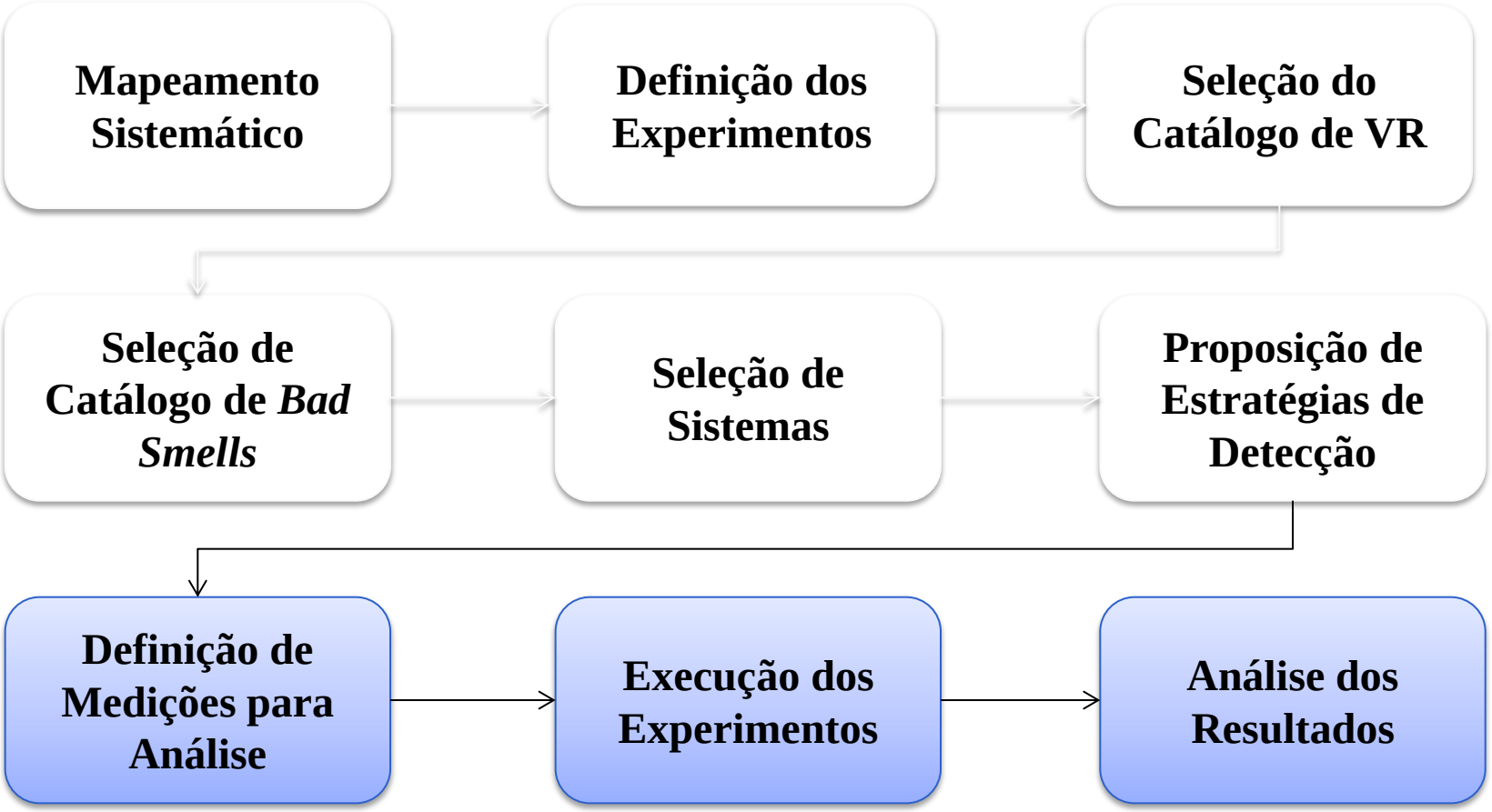

Medem alta complexidade da classe
LCOM > = Ruim
WMC > = Ruim
NOF > = Ruim
NOM > = Ruim
E
LARGE CLASS

# Considerações

- Estratégias propostas
  - São heurísticas de apoio à detecção dos *bad smells*
  - Aplicam os valores referência de Filó (2014)

- *FindSmells*
  - Ferramenta que implementa as estratégias propostas

# Etapas do Estudo



LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Definição de Medidas para Análise

# Medidas de Acurácia

- *Recall*
  - Completude, quantidade
- Precisão
  - Corretude, qualidade
- *F-Measure*
  - Balanceamento entre *Recall* e Precisão


# Execução dos Experimentos - Valores Referência e *Bad Smells*

# Etapas Específicas do Estudo

- Identificação de um conjunto de sistemas de software
  - *Qualitas.class Corpus* 2013
- Experimento com ferramentas de detecção
  - *JSpIRIT* (baseada em métricas):  5 bad smells
  - *JDeodorant* (híbrida): 3 bad smells
    - Exceto *Data Class e Refused Bequest*
- Experimento com detecção manual
  - Especialista
- Análise dos resultados dos experimentos

# Identificação de um Conjunto de Sistemas

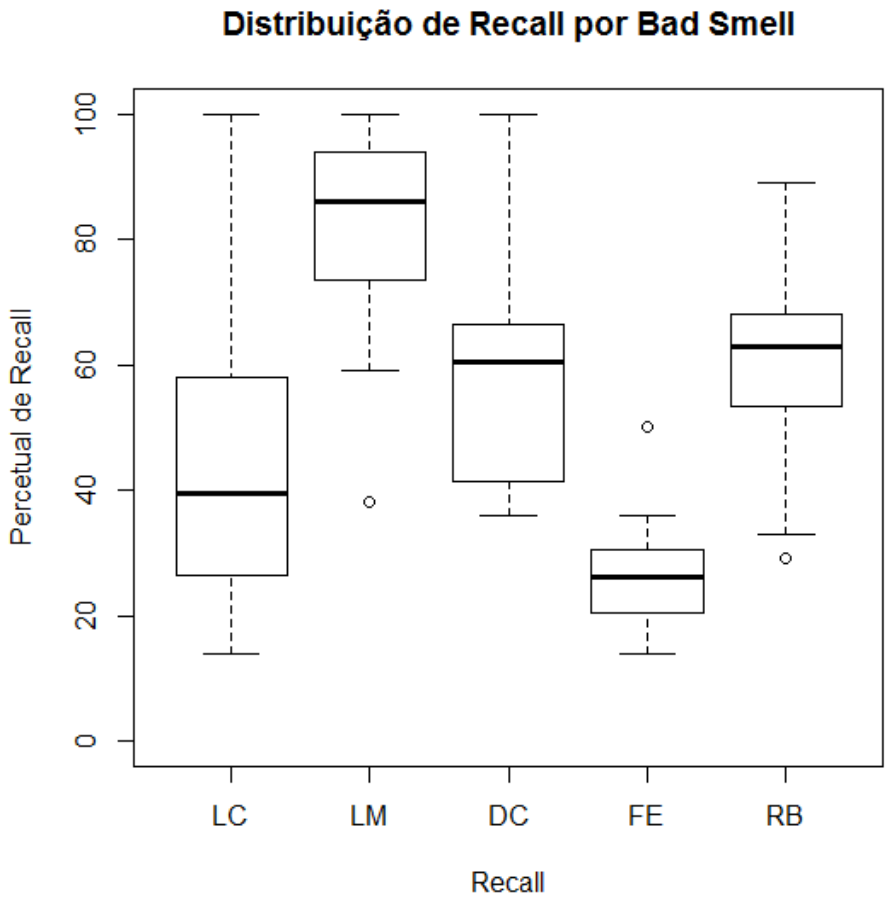
- 12 sistemas Java do *Qualitas.class Corpus*
  - Pequeno a médio-porte
  - Importados com sucesso na IDE Eclipse
  - Analisados com sucesso pelas ferramentas

- Exemplos de sistemas
  - Apache *Ant*, *Cobertura*, *WebMail*, etc.

# VR x Detecção Automatizada

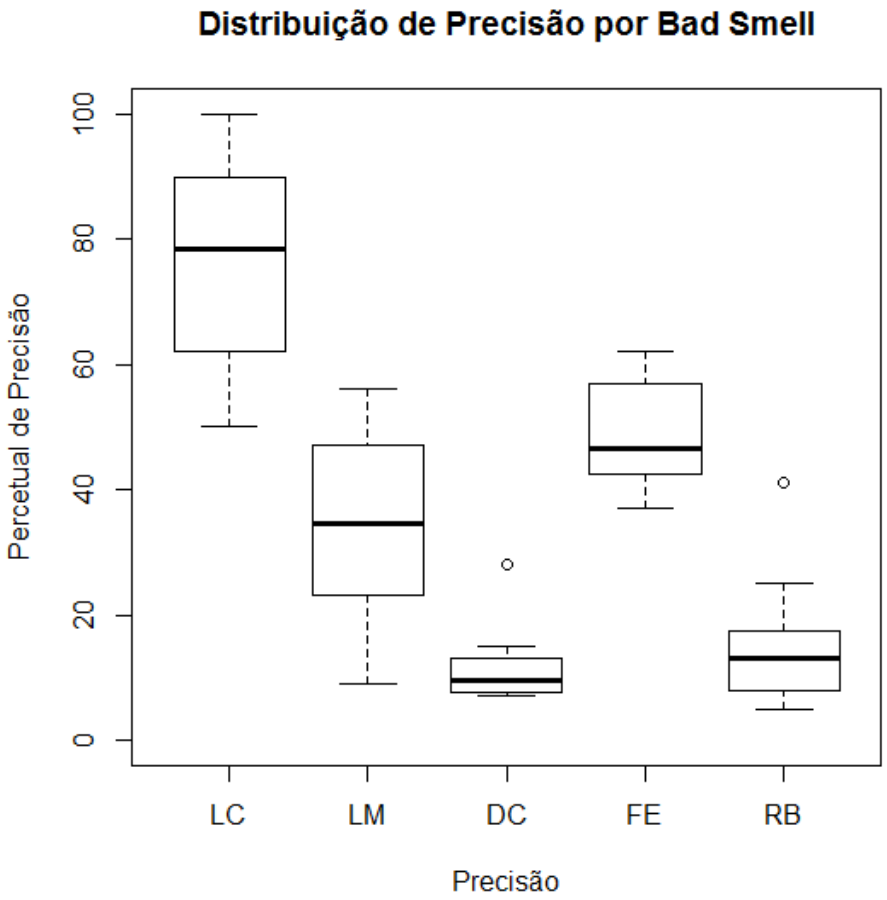
**QP1.1.** Qual é a eficácia da detecção de *bad smells* utilizando-se estratégias baseadas nos valores referência e tomando-se como base os resultados gerados por ferramentas de detecção de *bad smells*?

# *JSpIRIT* – Distribuição de *Recall* por *Bad Smell*




LC – Large Class
LM – Long Method
DC – Data Class
FE – Feature Envy
RB – Refused Bequest

# *JSpIRIT* – Distribuição de Precisão por *Bad Smell*




LC – Large Class
LM – Long Method
DC – Data Class
FE – Feature Envy
RB – Refused Bequest

# Resultados para *JSpIRIT*

- *Recall* alto (mediana ≥ 60%) para *Long Method*, *Data Class* e *Refused Bequest*

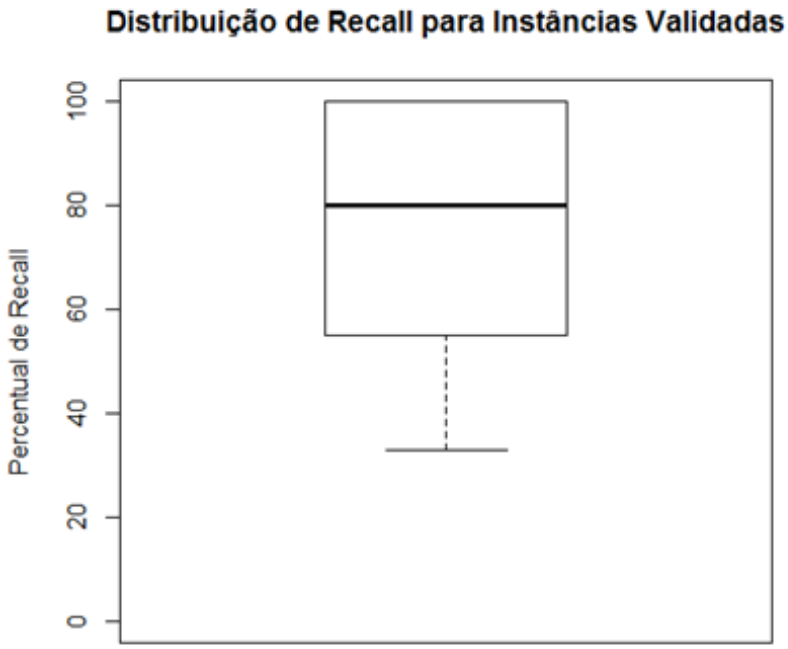
- Precisão alta (mediana ≥ 45%) somente para *Large Class* e *Feature Envy*
  - Estratégias retornaram muitos falsos positivos

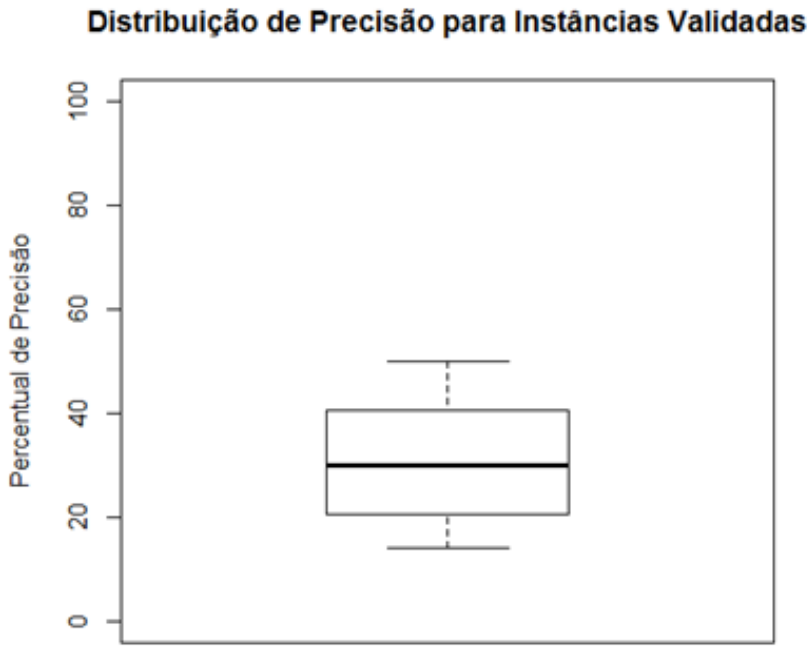
- *F-Measure* moderado (mediana ≥ 47%) para *Large Class* e *Long Method*

# Inspeção dos Resultados da *JSpIRIT*

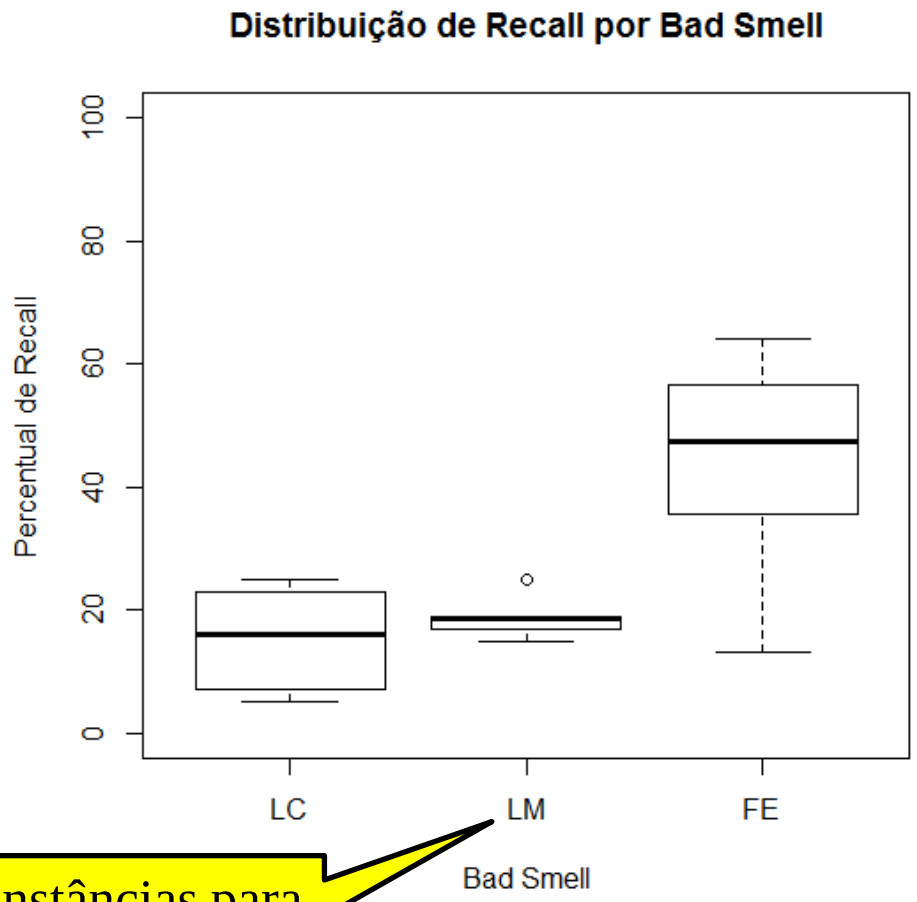
- Conduzida com apoio de um especilista
- Somente 2 sistemas foram selecionados, por limitações diversas
  - *Squirrel SQL* e *WebMail*
- O especialista identificou falsos positivos para *Large Class*, *Feature Envy* e *Refused Bequest*

# Inspeção dos Resultados da *JSpIRIT*



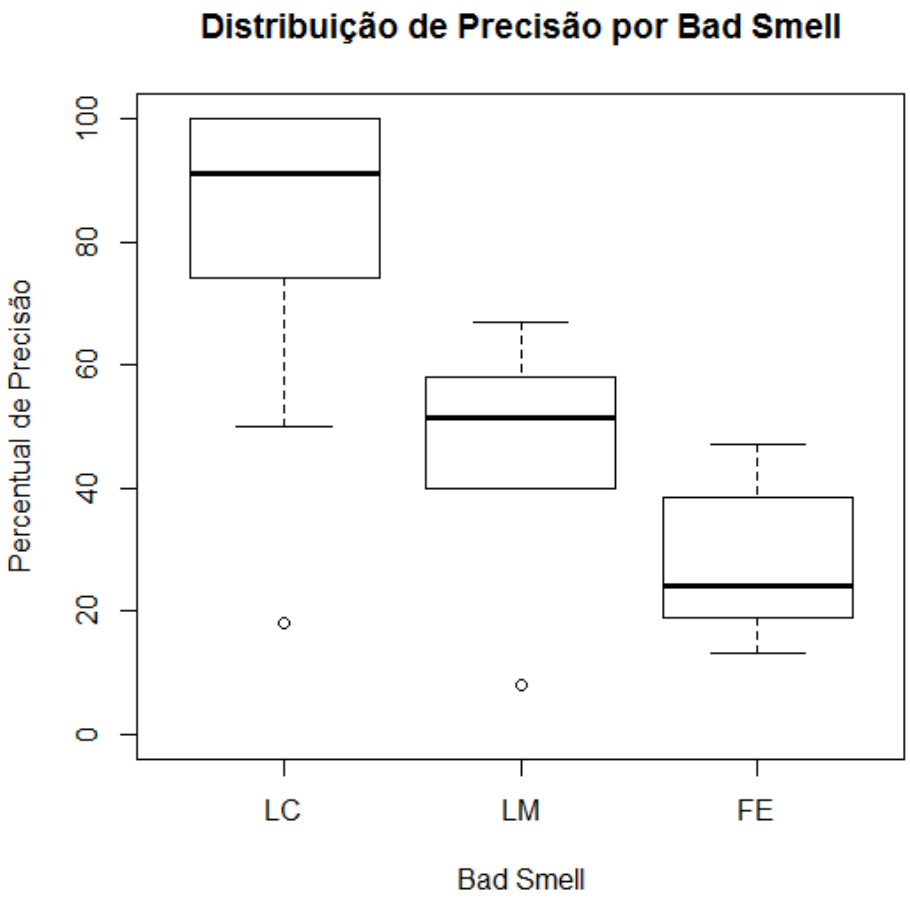
# *JDeodorant* - Distribuição de *Recall* por *Bad Smell*




LC – Large Class
LM – Long Method
FE – Feature Envy

Sem instâncias para alguns sistemas

# *JDeodorant* - Distribuição de Precisão por *Bad Smell*




LC – Large Class
LM – Long Method
FE – Feature Envy

# Resultados para *JDeodorant*

- *Recall* baixo (no máximo 47%) para *Large Class*, *Long Method* e *Feature Envy*

- Precisão moderada a alta (mediana ≥ 51%) para *Large Class* e *Long Method*

- *F-Measure* com mediana de até 30% para *Large Class*, *Long Method* e *Feature Envy*
  - Causada pela baixa concentração de *recall*

# VR x Detecção Manual

**QP1.2.** Os valores referência apoiam efetivamente a detecção de *bad smells* em relação a listas de referência geradas por um especialista com conhecimentos em orientação por objetos e *bad smells*?

# VR x Detecção Manual

- Ferramentas automatizadas
  - Acurácia dos seus resultados não é conhecida
- Especialista
  - Mestrando em Ciência da Computação na área de Engenharia de Software
  - Possui conhecimento
    - Orientação por objetos (OO)
    - *Bad Smells*

# VR x Detecção Manual

- 1 sistema avaliado
  - *Apache Maven*
- Duas etapas
  1. Identificação de instâncias de: *Large Class*, *Long Method*, *Data Class e Refused Bequest*
     - *Featury Envy* não foi considerada
  2. Comparação dos resultados com as estratégias de detecção propostas
     - *Recall*, Precisão *e F-measure*

# Resultados - VR x Detecção Manual

| *Bad Smell* | *Recall* | *Precisão* | *F-measure* |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| *Large Class* | 70 | 37 | 48 |
| *Long Method* | 73 | 19 | 30 |
| *Data Class* | 47 | 32 | 38 |
| *Refused Bequest* | 100 | 2 | 4 |
| Média | 72,5 | 22,5 | 30 |
| Desvio Padrão | 21,7 | 15,6 | 18,8 |

RB valor de precisão muito baixo!

# Resultados - VR x Detecção Manual

- Análise do especialista mostrou-se restritiva e subjetiva
  - Precisão pequena: 23%
    - Principalmente para *Refused Bequest*
  - Porém, *Recall* foi alto, em torno de 70%
  - *F-measure* igual a 30%

- Em geral, não se observou discrepância entre os resultados das estratégias e do especialista


# Execução dos Experimento - Valores Referência e Predição de Falhas

# VR x Predição de Falhas

**QP2.** Os valores referência de métricas de software orientados por objetos auxiliam a predizer falhas em um software?

# Etapas Específicas do Estudo

- Seleção da ferramenta de coleta de falhas
- Seleção dos sistemas de software para análise
- Extração dos dados de falhas
- Classificação das medidas de acordo com as faixas de valores referência
- Análise dos resultados

# Seleção de Ferramenta para Coleta de Falhas

- *BugMaps* (Couto, 2013)
  - Coleta dados de falhas por classe do software
  - Exporta os resultados para CSV

- 10 métricas de classe foram avaliadas
  - DIT, LCOM, NOF, NOM, NORM, NSC, NSF, NSM, SIX e WMC

# Seleção de Sistemas

- 10 sistemas do *Qualitas.class Corpus*
  - Com dados de falhas disponíveis no *Jira* ou *Bugzilla*
  - Exemplos: *AspectJ*, *Cayenne e JMeter*

# Extração dos Dados de Falhas

- Dados de falhas coletados
  - Jira e Bugzilla

- Execução da *BugMaps*
  - Arquivo de falhas como entrada
  - Definido período para filtrar falhas
    - 2013 a 2016
  - Associação das falhas com as classes dos sistemas avaliados

# Classificação das Métricas

- A partir do arquivo de métricas do *Qualitas.class*
  - Verificou-se, para cada métrica, a faixa de valores correspondente
- Faixas para classificação das métricas
  - *Bom, Regular e Ruim*
- *FindSmells*
  - Automatizou o processo de classificação

# Resultados - VR x Predição de Falhas

- Para 7 das 10 métricas, a maior concentração de falhas está na faixa *Ruim*
- Para SIX, obteve-se
  - A maior concentração de classes com falha a partir da faixa *Regular* até *Ruim*
- Quanto a DIT e NSC
  - As faixas *Regular* e *Ruim* não se mostraram bons indicadores de falhas

# Resultados - VR x Predição de Falhas

Criticidade da faixa cresce, % de falhas cresce

| Métrica | *Bom* | *Regular* | *Ruim* |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| DIT | 21,00 | 20,88 | 20,73 |
| LCOM | 16,39 | 23,61 | 35,08 |
| NOF | 17,09 | 29,59 | 41,53 |
| NOM | 15,22 | 24,82 | 39,77 |
| NORM | 20,10 | 28,79 | 31,21 |
| NSC | 21,17 | 20,69 | 18,17 |
| NSF | 17,52 | 30,34 | 39,31 |
| NSM | 19,26 | 33,11 | 39,18 |
| SIX | 19,45 | 25,10 | 21,43 |
| WMC | 11,57 | 24,73 | 44,37 |
| Média | 17,88 | 26,17 | 33,08 |
| Desvio Padrão | 2,98 | 4,13 | 9,65 |

Maior % de falhas na faixa *Ruim*

# Resultados - VR x Predição de Falhas

| Métrica | *Bom* | *Regular* | *Ruim* |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| DIT | 21,00 | 20,88 | 20,73 |
| LCOM | 16,39 | 23,61 | 35,08 |
| NOF | 17,09 | 29,59 | 41,53 |
| NOM | 15,22 | 24,82 | 39,77 |
| NORM | 20,10 | 28,79 | 31,21 |
| NSC | 21,17 | 20,69 | 18,17 |
| NSF | 17,52 | 30,34 | 39,31 |
| NSM | 19,26 | 33,11 | 39,18 |
| SIX | 19,45 | 25,10 | 21,43 |
| WMC | 11,57 | 24,73 | 44,37 |
| Média | 17,88 | 26,17 | 33,08 |
| Desvio Padrão | 2,98 | 4,13 | 9,65 |

WMC métrica com maior % em Ruim

# Ameaças à Validade

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Principais Ameaças e Tratamentos

- Poucos artigos encontrados no mapeamento
  - Termos de busca variadas
- Qualidade dos resultados das ferramentas não é conhecida
  - Resultados usados somente como referencial
  - Especialista
- Repositórios públicos de dados de falhas
  - Amplamente utilizados

# Conclusão

LLP Laboratório de Linguagens de Programação

# Conclusão

- Constatou-se que valores referência  auxiliam
  - a identificação de *bad smells* (QP1)
    - Em geral, observou-se alto *Recall* e valores moderados de Precisão e *F-measure* por *bad smell*
  - a predição de falhas em software (QP2)
    - Faixas *Regular* e *Ruim* mostraram-se eficazes
    - Quanto maior a criticidade da faixa de VR maior o percentual de  classes com falhas

# Conclusão

- Principais contribuições
  - Mapeamento sistemático sobre VR x *bad smells* e predição de falhas
  - Avaliação dos VR de Filó (2014) na detecção de *bad smells* (QP1)
  - Avaliação dos VR de Filó (2014) na predição de falhas (QP2)
  - Ferramenta *FindSmells* para detecção de *bad smells*
- Publicação de artigo
  - XIV Workshop de Teses e Dissertações em Qualidade de Software (WTDQS), do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS 2016)

# Conclusão

- Trabalhos futuros
  - Catálogo de Filó (2014) X padrões de projeto, projeto arquitetural, etc.
  - Avaliar o catálogo de Filó (2014) com sistemas em outras linguagens de programação
  - Replicação do estudo com outros catálogos de valores referência

# Muito Obrigada!

Priscila Pereira de Souza

Orientadora: Profª. Mariza A. S. Bigonha (UFMG)
Coorientadora: Profª. Kecia A. M. Ferreira (CEFET-MG)

Deus seja louvado!


# Anexos

# Questões do Mapeamento

**QP1.** Como a literatura tem aplicado valores referência de métricas de softwares orientados por objeto para a detecção de *bad smells*?

**QP2.** Como a literatura tem aplicado valores referência de métricas de softwares orientados por objeto para a predição de falhas em software?

# Seleção das Fontes de Pesquisa

- Portal da CAPES
  - Amplo acervo: mais de 37 mil títulos com texto completo, 126 bases referenciais, etc.
  - Possui acesso ao IEEE e ACM, dentre outros.

# Strings do Mapeamento

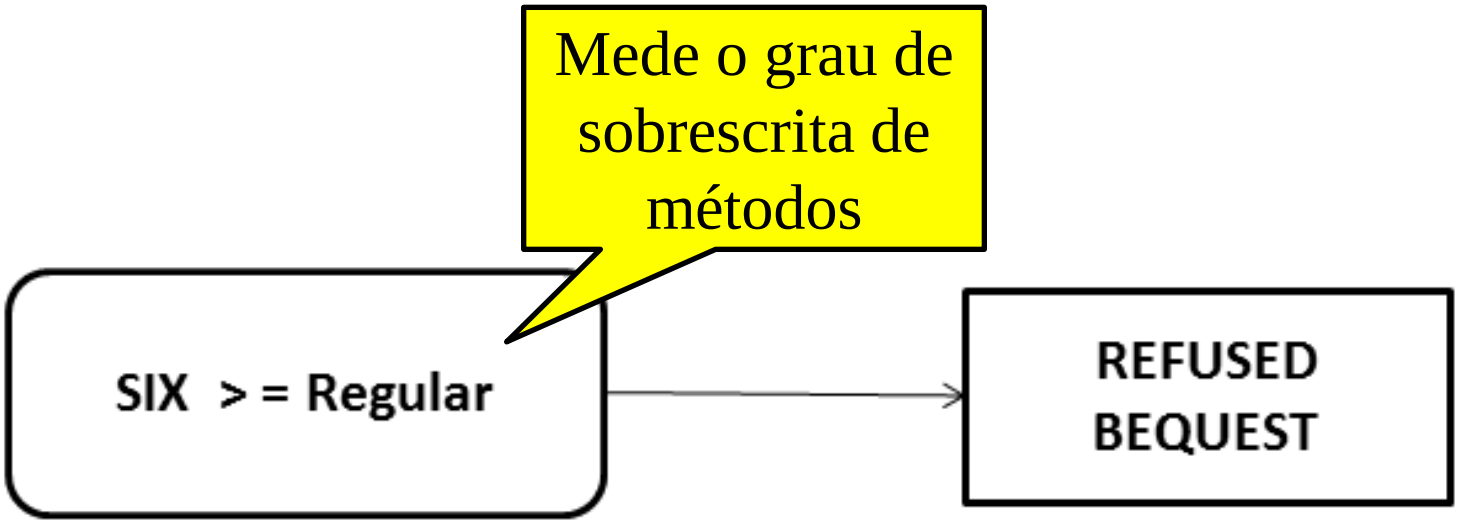
**1.** *(METRIC OR METRICS) AND ("THRESHOLD" OR "THRESHOLDS" OR "REFERENCE VALUE") AND SOFTWARE AND ("BAD SMELL" OR "BAD SMELLS" OR "CODE SMELL" OR "CODE SMELLS" OR "DESIGN FLAW" OR "ANTI-PATTERNS" OR "DESIGN DEVIANCE" OR "MODULARITY ANOMALIES").*

**2.** *(METRIC OR METRICS) AND ("THRESHOLD" OR "THRESHOLDS" OR "REFERENCE VALUE") AND SOFTWARE AND ("FAULT PREDICTION" OR "FAILURE PREDICTION" OR "BUG PREDICTION").*

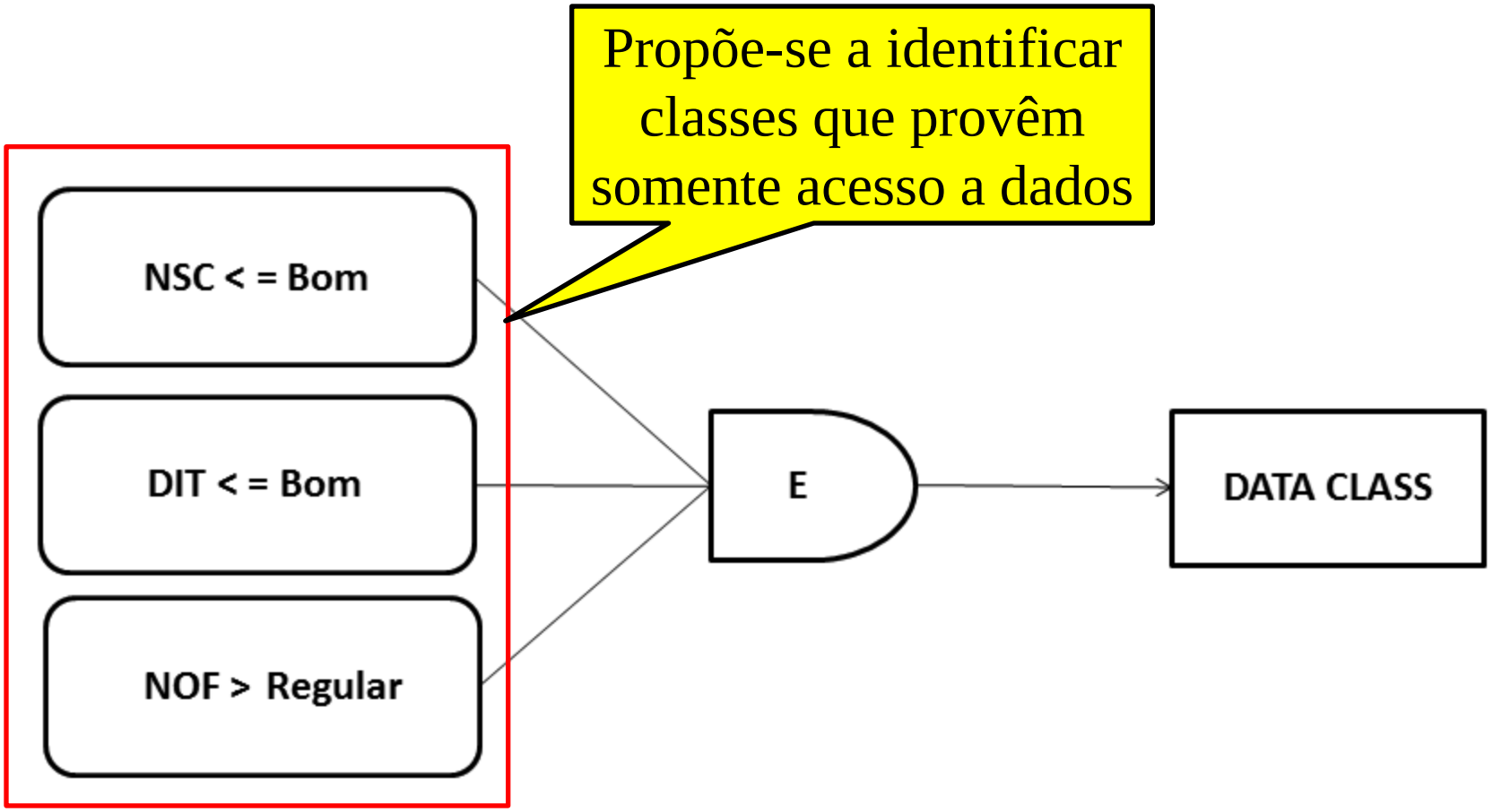
# Critérios de Inclusão e Exclusão

- Critérios de Inclusão
  - Os documentos devem apresentar claramente uma relação entre os termos relacionados nas strings de busca
  - Os documentos devem estar completos
- Critérios de Exclusão
  - Documentos duplicados
  - Tutoriais, pôsteres, painéis, palestras, mesas redondas, oficinas

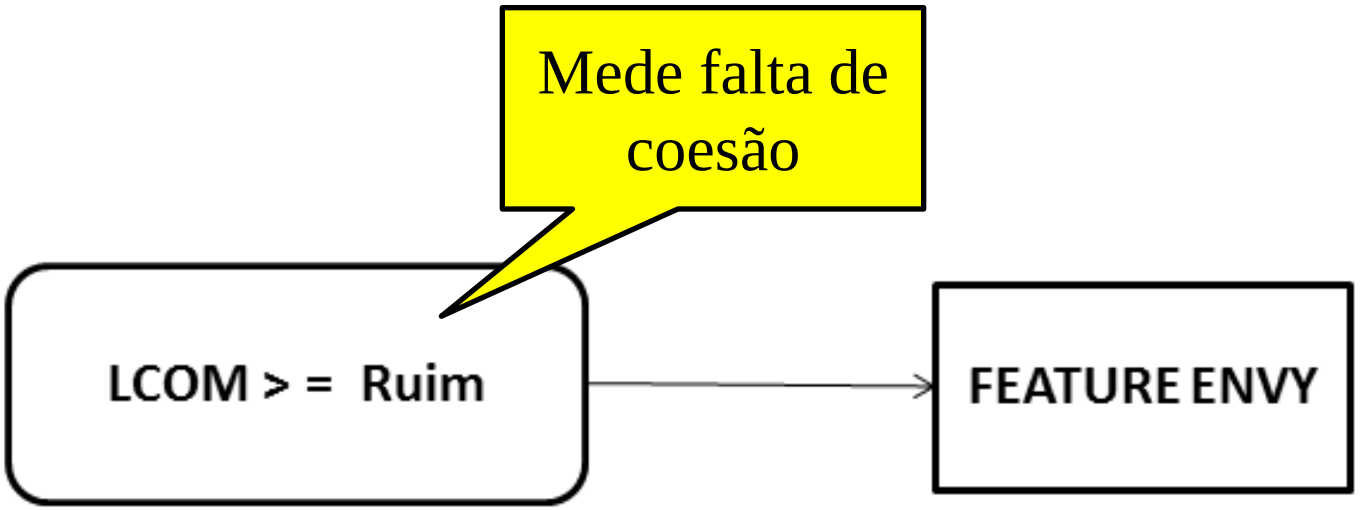
# Refused Bequest



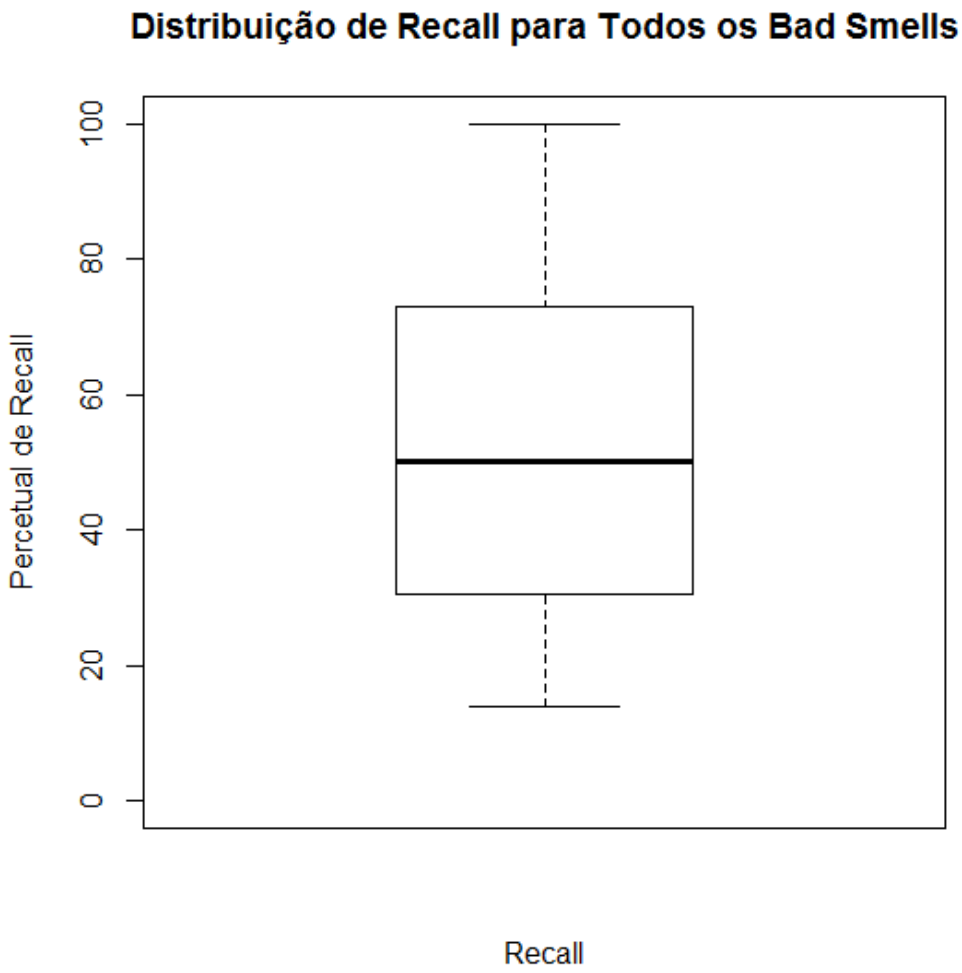
# Data Class


Propõe-se a identificar classes que provêm somente acesso a dados
NSC < = Bom
DIT < = Bom
NOF > Regular
E
DATA CLASS

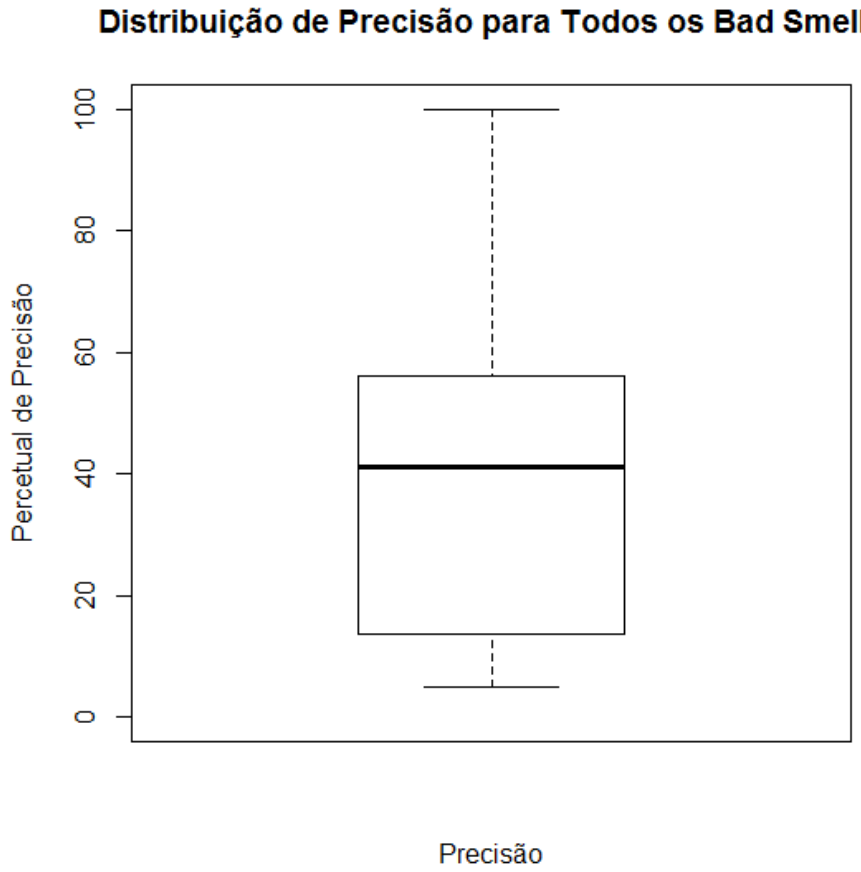
# Feature Envy



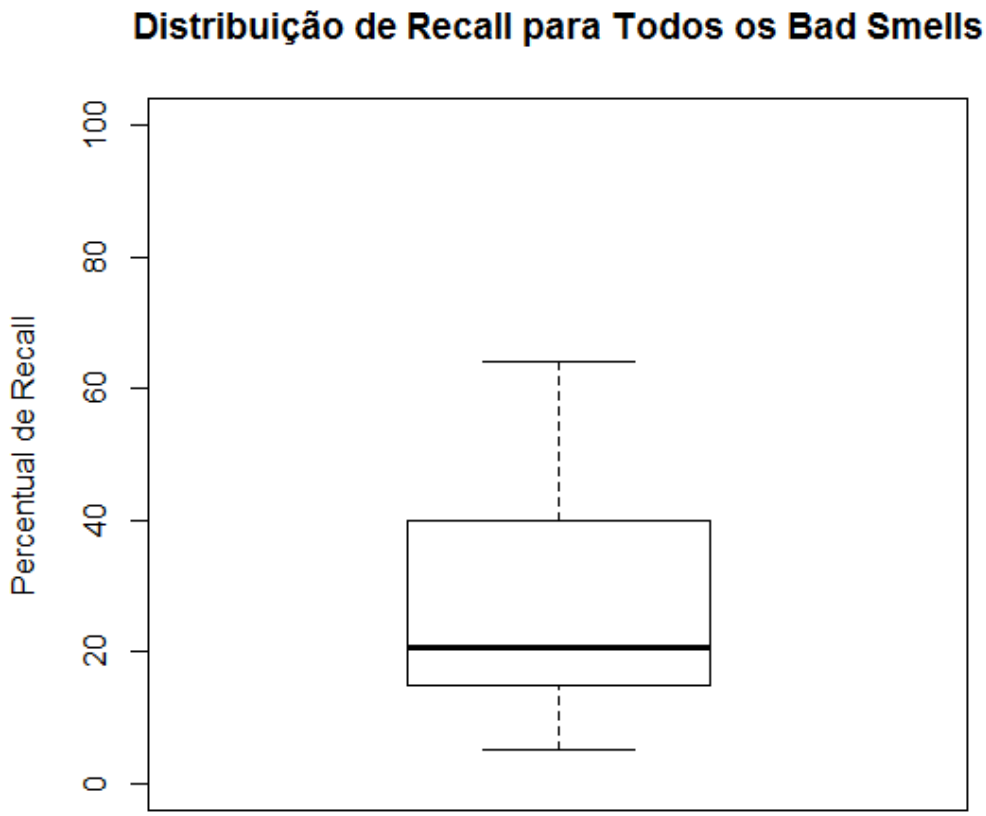
# *JSpIRIT* – Distribuição de *Recall* para Todos Bad Smells



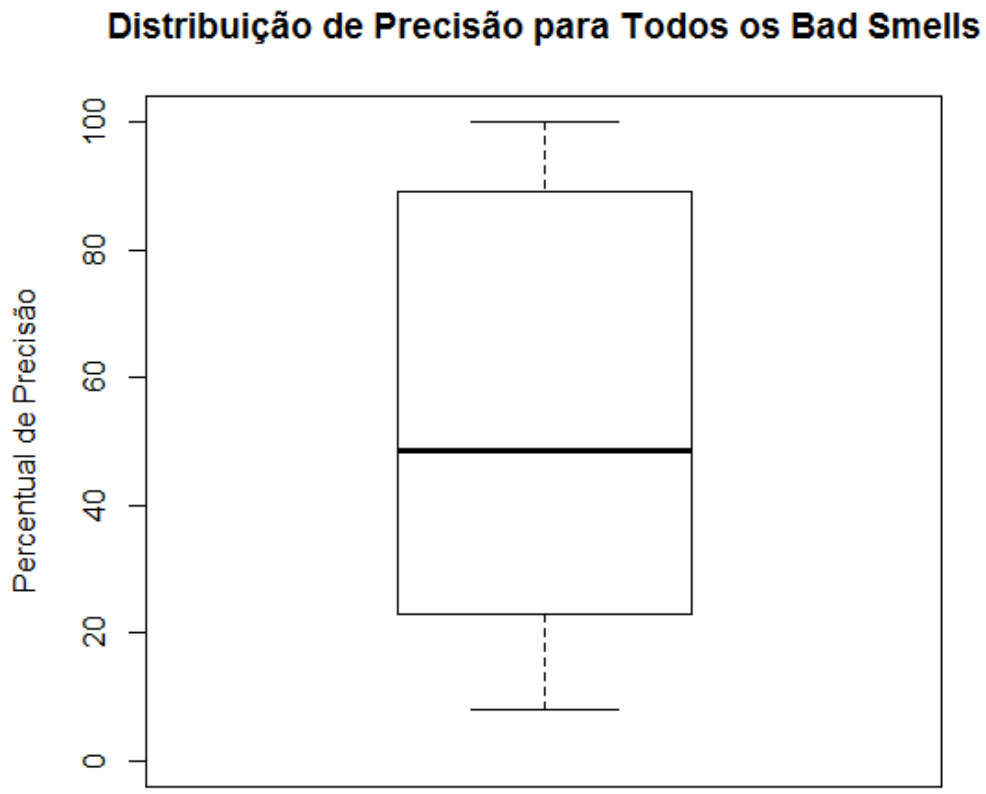
# *JSpIRIT* – Distribuição de Precisão para Todos os *Bad Smells*



# *JDeodorant* - Distribuição de *Recall* para todos os *Bad Smells*



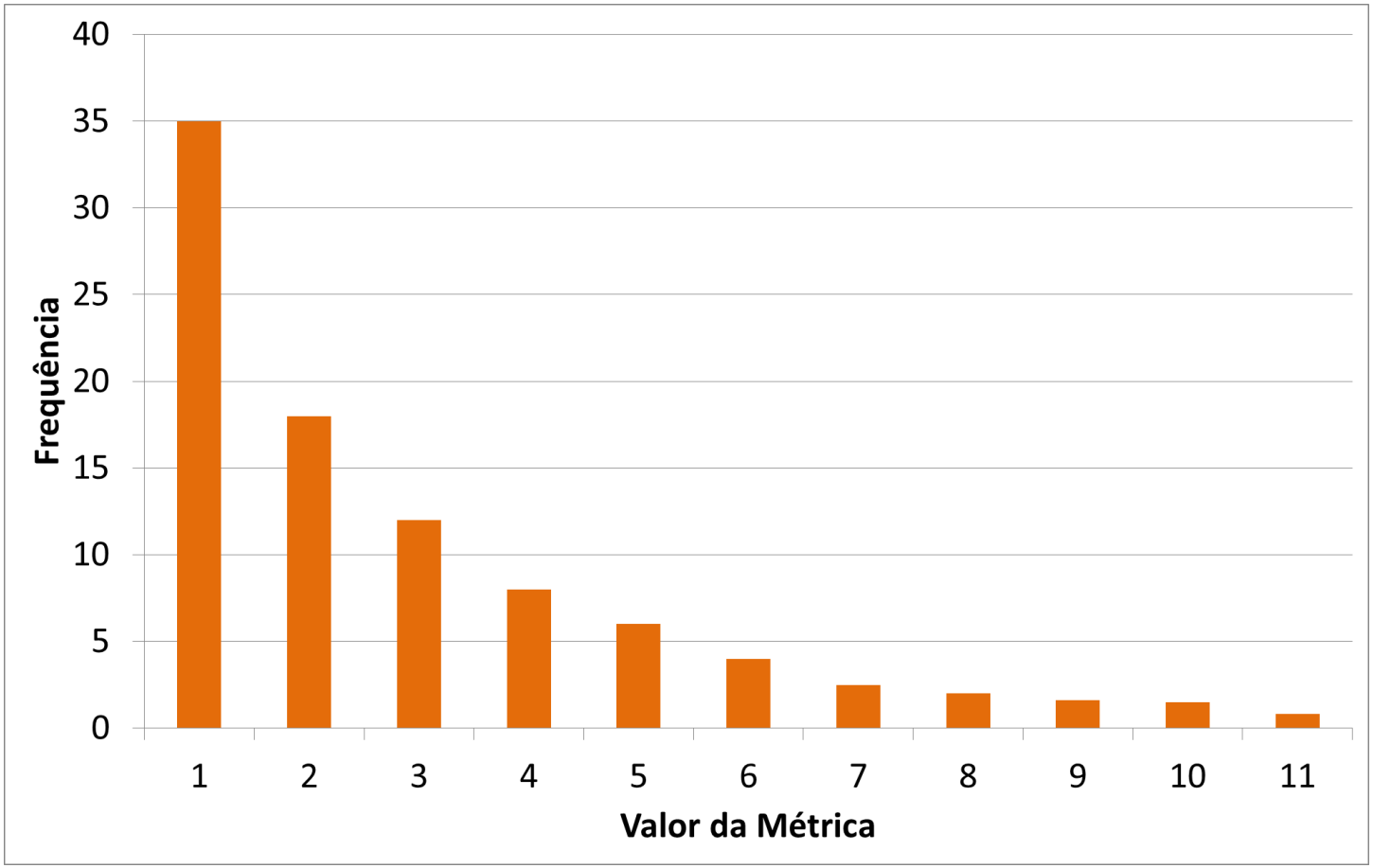
# JDeodorant - Distribuição de Precisão para todos os *Bad Smell*



# Derivação de VR de Filó (2014)

- Considera o histograma de frequência para cada métrica
  - Valores mais frequentes são considerados bons (faixa *Bom*)
  - Valores com frequência intermediária são ditos moderados (faixa *Regular*)
  - Valores menos frequentes são ditos ruins (faixa *Ruim*)

# ... Derivação de VR de Filó (2014)



# ... Derivação de VR de Filó (2014)