



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Estudo da eficácia e eficiência do uso de um ambiente de *Data Warehousing* para aferição da qualidade interna de software: Um Estudo de Caso no TST

Autor: Matheus Oliveira Tristão dos Anjos
Orientador: Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri
Coorientador:

Brasília, DF
2014



Matheus Oliveira Tristão dos Anjos

**Estudo da eficácia e eficiência do uso de um ambiente de
Data Warehousing para aferição da qualidade interna de
software: Um Estudo de Caso no TST**

Monografia submetida ao curso de graduação
em Engenharia de Software da Universidade
de Brasília, como requisito parcial para ob-
tenção do Título de Bacharel em Engenharia
de Software.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri

Brasília, DF

2014

Matheus Oliveira Tristão dos Anjos

Estudo da eficácia e eficiência do uso de um ambiente de *Data Warehousing* para aferição da qualidade interna de software: Um Estudo de Caso no TST/
Matheus Oliveira Tristão dos Anjos. – Brasília, DF, 2014-
38 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2014.

1. Métricas de Código-Fonte. 2. *Data Warehousing*. I. Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Estudo da eficácia e eficiência do uso de um ambiente de *Data Warehousing* para aferição da qualidade interna de software: Um Estudo de Caso no TST

CDU 02:141:005.6

Matheus Oliveira Tristão dos Anjos

Estudo da eficácia e eficiência do uso de um ambiente de *Data Warehousing* para aferição da qualidade interna de software: Um Estudo de Caso no TST

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, Ainda não se sabe:

Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri
Orientador

Coorientador

Ainda não se sabe
Convidado 1

Ainda não se sabe
Convidado 2

Brasília, DF
2014

Agradecimentos

Resumo

Palavras-chaves: Métricas de Código-Fonte. *Data Warehousing*. *Data Warehouse*

Abstract

Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de Qualidade do Produto da ISO 25023 adaptado da ISO/IEC 25023 (2011)	19
---	----

Lista de tabelas

Tabela 1 – Objetivos Específicos do Trabalho	16
Tabela 2 – Objetivos Específico OE6	17
Tabela 3 – Percentis para métrica RFC em projetos Java extraídos de Meirelles (2013)	22
Tabela 4 – Nome dos Intervalos de Frequência extraídos de Rêgo (2014)	23
Tabela 5 – Configurações para os Intervalos das Métricas para Java extraídas de Rêgo (2014)	24
Tabela 6 – Conceitos de Limpeza levantados por Almeida e Miranda (2010) ex- traídos de Rêgo (2014)	26
Tabela 7 – Cenários de Limpeza extraídos de Rêgo (2014)	28

Lista de abreviaturas e siglas

ACC	<i>Afferent Connections per Class</i>
ACCM	<i>Average Cyclomatic Complexity per Method</i>
AMLOC	<i>Average Method Lines of Code</i>
ANPM	<i>Average Number of Parameters per Method</i>
CBO	<i>Coupling Between Objects</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
DER	Diagrama Entidade Relacionamento
DIT	<i>Depth of Inheritance Tree</i>
DW	<i>Data Warehouse</i>
ETL	<i>Extraction-Transformation-Load</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GQM	<i>Goal-Question-Metric</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LCOM4	<i>Lack of Cohesion in Methods</i>
LOC	<i>Lines of Code</i>
NPA	<i>Number of Public Attributes</i>
NOC	<i>Number of Children</i>
NOM	<i>Number of Methods</i>
OLAP	<i>On-Line Analytical Processing</i>
OLTP	<i>Online Transaction Processing</i>

RFC	<i>Response For a Class</i>
SCAM	<i>IEEE International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados
SICG	Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
YAML	<i>YAML Ain't Markup Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contexto	14
1.2	Problema	14
1.3	Questão de Pesquisa	15
1.4	Objetivos	15
1.5	Hipótese	16
1.6	Organização do Trabalho	17
2	MÉTRICAS DE SOFTWARE	18
2.1	Processo de Medição	18
2.2	Definição das métricas de software	18
2.3	Métricas de código fonte	19
2.3.1	Métricas de tamanho e complexidade	20
2.3.2	Métricas de Orientação a Objetos	20
2.4	Configurações de qualidade para métricas de código fonte	21
2.5	Cenários de limpeza	25
3	DATA WAREHOUSING	29
4	AMBIENTE DE DATA WAREHOUSING PARA MÉTRICAS DE CÓDIGO-FONTE	30
5	ESTUDO DE CASO	31
6	CONCLUSÃO	32
	Referências	33
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE ETL NO KET-TLE	36
	APÊNDICE B – GRÁFICOS E TABELAS DOS PERCENTIS DE MÉTRICAS DE CÓDIGO-FONTE	37
	APÊNDICE C – CENÁRIOS DE LIMPEZA DE CÓDIGO-FONTE	38

1 Introdução

1.1 Contexto

1.2 Problema

1.3 Questão de Pesquisa

1.4 Objetivos

1.5 Hipótese

1.6 Organização do Trabalho

2 Métricas de Software

2.1 Processo de Medição

A [ISO/IEC 15939 \(2002\)](#) define medição como a união de operações cujo objetivo é atribuir um valor a uma métrica. Ainda segundo a [ISO/IEC 15939 \(2002\)](#), o processo de medição é a chave primária para a gerência de um software e suas atividades no seu ciclo de vida, além disso, um processo de melhoria contínua requer mudanças evolutivas e mudanças evolutivas requerem um processo de medição. Complementando o conceito levantado anteriormente, é possível afirmar de acordo com a [ISO/IEC 9126 \(2001\)](#) que a medição é a utilização de uma métrica para atribuir um valor, que pode ser um número ou uma categoria, obtido a partir de uma escala a um atributo de uma entidade. A escala, citada anteriormente, pode ser definida como um conjunto de categorias para as quais os atributos estão mapeados, de modo que um atributo de medição está associado a uma escala [ISO/IEC 15939 \(2002\)](#). Essas escalas podem ser divididas em:

- **Nominal:** A ordem não possui significado na interpretação dos valores ([MEIRELLES, 2013](#))
- **Ordinal:** A ordem dos valores possui significado, porém a distância entre os valores não. ([MEIRELLES, 2013](#))
- **Intervalo:** A ordem dos valores possui significado e a distância entre os valores também. Porém, a proporção entre os valores não necessariamente possui significado. ([MEIRELLES, 2013](#))
- **Racional:** Semelhante a a medida com escala do tipo intervalo, porém a proporção possui significado. ([MEIRELLES, 2013](#))

A [ISO/IEC 15939 \(2002\)](#) divide o processo de medição em dois métodos diferentes, que se distinguem pela natureza do que é quantificado:

- **Subjetiva:** Quantificação envolvendo julgamento de um humano
- **Objetiva:** Quantificação baseada em regras numéricas. Essas regras podem ser implementadas por um humano.

2.2 Definição das métricas de software

[Fenton e Pfleeger \(1998\)](#), mostraram que o termo métricas de software abrange muitas atividades, as quais estão envolvidas em um certo grau de medição de um software,

como por exemplo estimativa de custo, estimativa de esforço e capacidade de reaproveitamento de elementos do software. Nesse contexto [ISO/IEC 9126 \(2001\)](#) categoriza as seguintes métricas de acordo com os diferentes tipos de medição:

- **Métricas internas:** Aplicadas em um produto de software não executável, como código fonte. Oferecem aos usuários, desenvolvedores ou avaliadores o benefício de poder avaliar a qualidade do produto antes que ele seja executável.
- **Métricas externas:** Aplicadas a um produto de software executável, medindo o comportamento do sistema do qual o software é uma parte através de teste, operação ou mesmo observação. Oferecem aos usuários, desenvolvedores ou avaliadores o benefício de poder avaliar a qualidade do produto durante seu processo de teste ou operação.
- **Métricas de qualidade em uso:** Aplicadas para medir o quanto um produto atende as necessidades de um usuário para que sejam atingidas metas especificadas como eficácia, produtividade, segurança e satisfação.

A figura abaixo reflete como as métricas influenciam nos contextos em que elas estão envolvidas, seja em relação ao software propriamente dito (tanto internamente quanto externamente) ou ao efeito produzido pelo uso de software:

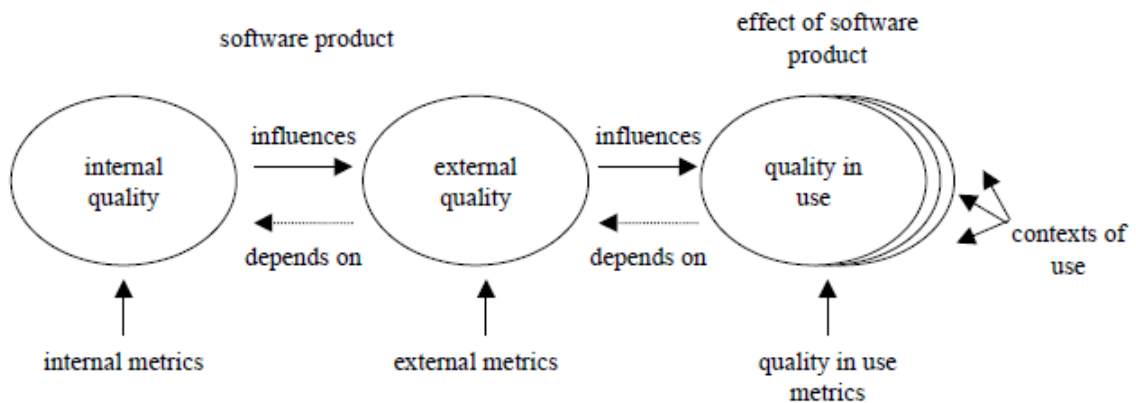


Figura 1 – Modelo de Qualidade do Produto da ISO 25023 adaptado da [ISO/IEC 25023 \(2011\)](#)

2.3 Métricas de código fonte

Serão utilizadas nesse trabalho de conclusão de curso métricas de código fonte, que segundo [Meirelles \(2013\)](#) são métricas do tipo objetiva calculadas a partir da análise estática do código fonte de um software. As métricas de código fonte serão divididas em duas categorias, seguindo a categorização adotada por [Rêgo \(2014\)](#): Métricas de tamanho e complexidade e métricas de orientação a objetos.

2.3.1 Métricas de tamanho e complexidade

O tamanho do código-fonte de um sistema foi um dos primeiros conceitos mensuráveis de software, uma vez que softwares podiam ocupar espaço tanto em forma de cartão perfurado quanto em forma de papel quando o código era impresso. Na programação em *Assembler*, por exemplo, uma linha física de código era o mesmo que uma instrução, logo, quanto maior o tamanho do código, maior era sua complexidade (KAN, 2002). A seguir são apresentadas algumas métricas de tamanho e complexidade.

- **LOC** (*Lines of Code*): Métrica simples em que são contadas as linhas executáveis de um código, desconsiderando linhas em branco e comentários. (KAN, 2002)
- **ACCM** (*Average Cyclomatic Complexity per Method*): Mede a complexidade do programa, podendo ser representada através de um grafo de fluxo de controle. (McCABE, 1976)
- **AMLOC** (*Average Method Lines of Code*): Indica a distribuição de código entre os métodos. Quanto maior o valor da métrica, mais pesado é o método. É preferível que haja muitos métodos com pequenas operações do que um método grande e de entendimento complexo. (MEIRELLES, 2013)

2.3.2 Métricas de Orientação a Objetos

O surgimento da programação orientada a objetos representou uma importante mudança na estratégia de desenvolvimento, focalizando a atenção para conceitos mais próximos ao negócio modelado. (GILMORE, 2008)

Métricas de orientação a objetos foram adotadas devido à grande utilização desse paradigma no desenvolvimento de software. Serão adotadas as seguintes métricas já selecionadas por Rêgo (2014):

- **ACC** (*Afferent Connections per Class* - Conexões Aferentes por Classe): Mede a conectividade entre as classes. Quanto maior a conectividade entre elas, maior o potencial de impacto que uma alteração pode gerar. (MEIRELLES, 2013)
- **ANPM** (*Average Number of Parameters per Method* - Média do Número de Parâmetros por Método): Indica a média de parâmetros que os métodos possuem. Um valor muito alto para quantidade de parâmetros pode indicar que o método está tendo mais de uma responsabilidade. (BASILI; ROMBACH, 1987)
- **CBO** (*Coupling Between Objects* - Acoplamento entre Objetos): Essa é uma métrica que diz respeito a quantas outras classes dependem de uma classe. É a conta das classes às quais uma classe está acoplada. Duas classes estão acopladas quando métodos de uma delas utilizam métodos ou variáveis de outra. Altos valores dessa

métrica aumentam a complexidade e diminuem a manutenibilidade. (LAIRD, 2006).

- **DIT** (*Depth of Inheritance Tree* - Profundidade da Árvore de Herança): Responsável por medir quantas camadas de herança compõem uma determinada hierarquia de classes (LAIRD, 2006). Segundo Meirelles (2013), quanto maior o valor de DIT, maior o número de métodos e atributos herdados, portanto maior a complexidade.
- **LCOM4** (*Lack of Cohesion in Methods* - Falta de Coesão entre Métodos): A coesão de uma classe é indicada por quão próximas as variáveis locais estão relacionadas com variáveis de instância locais. Alta coesão indica uma boa subdivisão de classes. A LCOM mede a falta de coesão através dissimilaridade dos métodos de uma classe pelo emprego de variáveis de instância. (KAN, 2002). A métrica LCOM foi revista e passou a ser conhecida como LCOM4, sendo necessário para seu cálculo a construção de um gráfico não-orientado em que os nós são os atributos e métodos de uma classe. Para cada método deve haver uma aresta entre ele e outro método ou variável. O valor da LCOM4 é o número de componentes fracamente conectados a esse gráfico (MEIRELLES, 2013)
- **NOC** (*Number of Children* - Número de Filhos): É o número de sucessores imediatos, (portanto filhos) de uma classe. Segundo Laird (2006), altos valores indicam que a abstração da super classe foi diluída e uma reorganização da arquitetura deve ser considerada.
- **NOM** (*Number of Methods* - Número de Métodos): Indica a quantidade de métodos de uma classe, medindo seu tamanho. Classes com muitos métodos são mais difíceis de serem reutilizadas pois são propensas a serem menos coesas. (MEIRELLES, 2013)
- **NPA** (*Number of Public Attributes* - Número de Atributos Públicos): Mede o encapsulamento de uma classe, através da medição dos atributos públicos. O número ideal para essa métrica é zero (MEIRELLES, 2013)
- **RFC** (*Response For a Class* - Respostas para uma Classe): Kan (2002) define essa métrica como o número de métodos que podem ser executados em respostas a uma mensagem recebida por um objeto da classe.

2.4 Configurações de qualidade para métricas de código fonte

Em sua tese de doutorado, Meirelles (2013) buscou responder as seguintes questões de pesquisa:

- **QP1** - Métricas de código-fonte podem influir na atratividade de projetos de software livre?

- **QP1** - Quais métricas devem ser controladas ao longo do tempo?
- **QP3** - As métricas de código-fonte melhoram com o amadurecimento do projeto?

Para responder essas questões, sua pesquisa concentrou-se em alguns objetivos tecnológicos e científicos, fazendo uso da técnica estatística descritiva percentil para identificação das distribuições dos valores de métricas em 38 projetos de software livre, observando os valores frequentes dessas métricas de modo a servirem de referência para projetos futuros.

O percentil são pontos estimativos de uma distribuição de frequência que determinam a porcentagem de elementos que se encontram abaixo deles. Por exemplo, quando se diz que o valor 59,0 da métrica rfc do projeto **Open JDK8** está no percentil 90, significa dizer que 90% dos valores identificados para essa métrica estão abaixo de 59,0.

A tabela 3 abaixo pôde ser criada graças ao uso da técnica estatística citada:

	Mín	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%	Máx
Eclipse	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	11,0	28,0	62,0	99,0	221,0	3024,0
Open JDK8	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	9,0	26,0	59,0	102,0	264,0	1603,0
Ant	1,0	1,0	1,0	2,0	5,0	14,0	34,0	72,0	111,0	209,0	405,0
Checkstyle	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	6,0	16,0	31,0	42,0	80,0	270,0
Eclipse Metrics	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	7,0	19,0	37,0	57,0	89,0	112,0
Findbugs	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	6,0	17,0	43,0	74,0	180,0	703,0
GWT	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	7,0	20,0	39,0	65,0	169,0	1088,0
Hudson	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0	14,0	27,0	45,0	106,0	292,0
JBoss	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	7,0	15,0	31,0	49,0	125,0	543,0
Kalibro	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	8,0	15,0	29,0	39,0	58,0	84,0
Log4J	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	8,0	23,0	52,0	85,0	193,0	419,0
Netbeans	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	9,0	21,0	46,0	72,0	164,0	2006,0
Spring	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	6,0	17,0	41,0	66,0	170,0	644,0
Tomcat	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	11,0	30,0	74,0	130,0	275,0	1215,0

Tabela 1 – Percentis para métrica RFC em projetos Java extraídos de [Meirelles \(2013\)](#)

Através dos resultados obtidos para cada métrica, [Meirelles \(2013\)](#) observou que era possível identificar valores frequentes analisando os percentis. Na 3, por exemplo, foram observados no projeto **Open JDK8** valores de 0 a 9 como muito frequentes, de 10 a 26 como frequente, de 27 a 59 como pouco frequente e acima de 59, que representa apenas 10% do código-fonte do projeto, como não frequente ([MEIRELLES, 2013](#)). A seguinte tabela foi extraída do trabalho de conclusão de curso de [Rêgo \(2014\)](#) para que fosse criada uma relação entre o intervalo de frequência e o intervalo qualitativo de uma métrica, afim de facilitar sua interpretação:

Intervalo de Frequência	Intervalo Qualitativo
Muito Frequente	Excelente
Frequente	Bom
Pouco Frequente	Regular
Não Frequente	Ruim

Tabela 2 – Nome dos Intervalos de Frequência extraídos de [Rêgo \(2014\)](#)

[Meirelles \(2013\)](#) destaca na avaliação dos resultados a maneira como o **Open JDK8** demonstrou um equilíbrio no valor das métricas em relação aos demais projetos Java, de modo que seus valores são frequentemente usados como referência na interpretação dos valores das métricas. Se de um lado o **Open JDK8** demonstrou os menores valores percentis, os valores mais altos foram identificados no **Tomcat**. [Rêgo \(2014\)](#) considerou então os dois cenários para que as referências de valores para as métricas fossem criadas. O resultado dessa análise gerou em seu trabalho a seguinte tabela:

Métrica	Intervalo Qualitativo	OpenJDK8 Metrics	Tomcat Metrics
LOC	Excelente	[de 0 a 33]	[de 0 a 33]
	Bom	[de 34 a 87]	[de 34 a 105]
	Regular	[de 88 a 200]	[de 106 a 276]
	Ruim	[acima de 200]	[acima de 276]
ACCM	Excelente	[de 0 a 2,8]	[de 0 a 3]
	Bom	[de 2,9 a 4,4]	[de 3,1 a 4,0]
	Regular	[de 4,5 a 6,0]	[de 4,1 a 6,0]
	Ruim	[acima de 6]	[acima de 6]
AMLOC	Excelente	[de 0 a 8,3]	[de 0 a 8]
	Bom	[de 8,4 a 18]	[de 8,1 a 16,0]
	Regular	[de 19 a 34]	[de 16,1 a 27]
	Ruim	[acima de 34]	[acima de 27]
ACC	Excelente	[de 0 a 1]	[de 0 a 1,0]
	Bom	[de 1,1 a 5]	[de 1,1 a 5,0]
	Regular	[de 5,1 a 12]	[de 5,1 a 13]
	Ruim	[acima de 12]	[acima de 13]
ANPM	Excelente	[de 0 a 1,5]	[de 0 a 2,0]
	Bom	[de 1,6 a 2,3]	[de 2,1 a 3,0]
	Regular	[de 2,4 a 3,0]	[de 3,1 a 5,0]
	Ruim	[acima de 3]	[acima de 5]
CBO	Excelente	[de 0 a 3]	[de 0 a 2]
	Bom	[de 4 a 6]	[de 3 a 5]
	Regular	[de 7 a 9]	[de 5 a 7]
	Ruim	[acima de 9]	[acima de 7]
DIT	Excelente	[de 0 a 2]	[de 0 a 1]
	Bom	[de 3 a 4]	[de 2 a 3]
	Regular	[de 5 a 6]	[de 3 a 4]
	Ruim	[acima de 6]	[acima de 4]
LCOM4	Excelente	[de 0 a 3]	[de 0 a 3]
	Bom	[de 4 a 7]	[de 4 a 7]
	Regular	[de 8 a 12]	[de 8 a 11]
	Ruim	[acima de 12]	[acima de 11]
NOC	Excelente	[0]	[1]
	Bom	[1 a 2]	[1 a 2]
	Regular	[3]	[3]
	Ruim	[acima de 3]	[acima de 3]
NOM	Excelente	[de 0 a 8]	[de 0 a 10]
	Bom	[de 9 a 17]	[de 11 a 21]
	Regular	[de 18 a 27]	[de 22 a 35]
	Ruim	[acima de 27]	[acima de 35]
NPA	Excelente	[0]	[0]
	Bom	[1]	[1]
	Regular	[de 2 a 3]	[de 2 a 3]
	Ruim	[acima de 3]	[acima de 3]
RFC	Excelente	[de 0 a 9]	[de 0 a 11]
	Bom	[de 10 a 26]	[de 12 a 30]
	Regular	[de 27 a 59]	[de 31 a 74]
	Ruim	[acima de 59]	[acima de 74]

Tabela 3 – Configurações para os Intervalos das Métricas para Java extraídas de [Rêgo \(2014\)](#)

2.5 Cenários de limpeza

Em seu livro *Implementation Patterns*, [Beck \(2007b\)](#) destaca três valores que um código limpo precisa ter: Comunicabilidade, simplicidade e flexibilidade.

- **Comunicabilidade:** Um código se expressa bem quando alguém que o lê é capaz de compreendê-lo e modificá-lo. [Beck \(2007b\)](#) destaca que quando foi necessário modificar um código, ele gastou muito mais tempo lendo o que já havia sido feito do que escrevendo sua modificação.
- **Simplicidade:** Eliminar o excesso de complexidade faz com que aqueles que estejam lendo o código o entendam mais rapidamente. O excesso de complexidade faz com que seja maior a probabilidade de erro e com que seja mais difícil fazer uma manutenção no futuro. Buscar simplicidade é também buscar inovação: *Junit* é muito mais simples que muitas ferramentas de teste que ele substituiu.
- **Flexibilidade:** Capacidade de estender a aplicação alterando o mínimo possível a estrutura já criada.

Buscando levantar conceitos que fizessem com que um código atendesse os valores citados acima, tornando-se assim um código limpo, [Almeida e Miranda \(2010\)](#) levantaram em seu trabalho conceitos de limpeza, evidenciando as contribuições e consequências que o uso da técnica pode causar no código. Serão citadas a seguir técnicas levantadas por [Almeida e Miranda \(2010\)](#) que ganharam destaque no trabalho de [Rêgo \(2014\)](#):

Conceito de Limpeza	Descrição	Consequências de Aplicação
Composição de Métodos	Compor os métodos em chamadas para outros rigorosamente no mesmo nível de abstração abaixo.	<ul style="list-style-type: none"> • Menos Operações por Método • Mais Parâmetros de Classe • Mais Métodos na Classe
Evitar Estruturas Encadeadas	Utilizar a composição de métodos para minimizar a quantidade de estruturas encadeadas em cada método (if, else).	<ul style="list-style-type: none"> • Menos Estruturas encadeadas por método (if e else) • Benefícios do Uso de Composição de Métodos
Maximizar a Coesão	Quebrar uma classe que não segue o Princípio da Responsabilidade Única: as classes devem ter uma única responsabilidade, ou seja, ter uma única razão para mudar.	<ul style="list-style-type: none"> • Mais Classes • Menos Métodos em cada Classe • Menos Atributos em cada Classe
Objeto como Parâmetro	Localizar parâmetros que formam uma unidade e criar uma classe que os encapsule.	<ul style="list-style-type: none"> • Menos Parâmetros sendo passados para Métodos • Mais Classes
Parâmetros como Variável de Instância	Localizar parâmetro muito utilizado pelos métodos de uma classe e transformá-lo em variável de instância.	<ul style="list-style-type: none"> • Menos Parâmetros passados pela Classe • Possível diminuição na coesão
Uso Excessivo de Herança	Localizar uso excessivo de herança e transformá-lo em agregação simples.	<ul style="list-style-type: none"> • Maior Flexibilidade de Adição de Novas Classes • Menor Acoplamento entre as classes
Exposição Pública Excessiva	Localizar uso excessivo de parâmetros públicos e transformá-lo em parâmetros privados.	<ul style="list-style-type: none"> • Maior Encapsulamento de Parâmetros

Tabela 4 – Conceitos de Limpeza levantados por [Almeida e Miranda \(2010\)](#) extraídos de [Rêgo \(2014\)](#)

Após o levantamento dos conceitos de limpeza, [Almeida e Miranda \(2010\)](#) criaram um mapeamento os relacionando com métricas de código, definindo cenários de limpeza. O objetivo, como ressaltado pelo autor, não era classificar um código como limpo ou não, mas sim facilitar melhorias de implementação através da aproximação dos valores das métricas com os esperados nos contextos de interpretação.

Aproveitando inicialmente os cenários **Classe pouco coesa** e **Interface dos métodos** extraídos de [Almeida e Miranda \(2010\)](#), [Rêgo \(2014\)](#) elaborou mais alguns cenários de limpeza, utilizando como referência a configuração do **Open JDK8**, considerando como valores altos os valores obtidos pelos intervalos Regular e Ruim para esse sistema. O resultado dessa atividade pode ser vista na tabela abaixo:

Cenário de Limpeza	Conceito de Limpeza	Características	Recomendações	Forma de Detecção pelas Métricas de Código-Fonte	Padrões de Projeto Associados
Classe Pouco Coesa	Maximização da Coesão	Classe Subdivida em grupos de métodos que não se relacionam	Reduzir a subdivisão da Classe	Intervalos Regulares e Ruins de LCOM4, RFC.	<i>Chain of Responsibilities, Mediator, Decorator.</i>
Interface dos Métodos	Objetos como Parâmetro e Parâmetro como Variáveis de Instância	Elevada Média de parâmetros repassados pela Classe	Minimizar o número de Parâmetros.	Intervalos Regulares e Ruins de ANPM.	<i>Facade, Template Method, Strategy, Command, Mediator, Bridge.</i>
Classes com muitos filhos	Evitar Uso Excessivo de Herança	Muitas Sobreescritas de Métodos	Trocar a Herança por uma Agregação.	Intervalos Regulares e Ruins de NOC.	<i>Composite, Prototype, Decorator, Adapter.</i>
Classe com muitos grandes e/ou muitos condicionais	Composição de Métodos, Evitar Estrutura Encadeadas Complexas	Grande Número Efetivo de Linhas de Código	Reduzir LOC da Classe e de seus métodos, Reduzir a Complexidade Cíclica e Quebrar os métodos.	Intervalos Regulares e Ruins de AMLOC, ACCM.	<i>Chain of Responsibilities, Mediator, Flyweight.</i>
Classe com muita Exposição	Parâmetros Privados	Grande Número de Parâmetros Públicos	Reduzir o Número de Parâmetros Públicos.	Intervalos Regulares e Ruins de NPA.	<i>Facade, Singleton.</i>
Complexidade Estrutural	Maximização da Coesão	Grande Acoplamento entre Objetos	Reduzir a quantidade de responsabilidades dos Métodos.	Intervalos Regulares e Ruins de CBO e LCOM4.	<i>Chain of Responsibilities, Mediator, Strategy.</i>

Tabela 5 – Cenários de Limpeza extraídos de [Rêgo \(2014\)](#)

3 *Data Warehousing*

4 Ambiente de *Data Warehousing* para Métricas de Código-Fonte

5 Estudo de Caso

6 Conclusão

Referências

- ALMEIDA, L. T.; MIRANDA, J. M. de. Código limpo e seu mapeamento para métricas de código fonte. 2010. Disponível em: <<http://ccsl.ime.usp.br/pt-br/system/files/relatorio-codigo-limpo.pdf>>. Citado 4 vezes nas páginas 10, 25, 26 e 27.
- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. *The Goal Question Metric Approach*. [S.l.]: Encyclopedia of Software Engineering, 1996. Citado na página 15.
- BASILI, V. R.; ROMBACH, H. D. *TAME: Integrating Measurement into Software Environments*. 1987. Disponível em: <<http://drum.lib.umd.edu/handle/1903/7517>>. Citado na página 20.
- BECK, K. *Extreme Programming Explained*. [S.l.]: Addison Wesley, 1999. Citado na página 14.
- BECK, K. *Test-driven development: by example*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003. Citado na página 14.
- BECK, K. *Implementation patterns*. [S.l.]: Pearson Education, 2007. Citado na página 14.
- BECK, K. *Implementation Patterns*. 1. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2007. Citado na página 25.
- BECKER, K. et al. Spdw: A software development process performance data warehousing environment. In: *Proceedings of the 30th Annual IEEE/NASA Software Engineering Workshop*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2006. (SEW '06), p. 107–118. ISBN 0-7695-2624-1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/SEW.2006.31>>. Citado na página 16.
- CASTELLANOS, M. et al. ibom: A platform for intelligent business operation management. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Data Engineering*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2005. (ICDE '05), p. 1084–1095. ISBN 0-7695-2285-8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/ICDE.2005.73>>. Citado na página 16.
- CHULANI, S. et al. Metrics for managing customer view of software quality. In: *Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2003. (METRICS '03), p. 189–. ISBN 0-7695-1987-3. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=942804.943748>>. Citado na página 15.
- EMANUELSSON, P.; NILSSON, U. A comparative study of industrial static analysis tools. *Electron. Notes Theor. Comput. Sci.*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 217, p. 5–21, jul. 2008. ISSN 1571-0661. Citado na página 14.
- FENTON, N. E.; PFLEEGER, S. L. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*. 2 edition. ed. [S.l.]: Course Technology, 1998. 656 p. Citado na página 18.

- FOLLECO, A. et al. Learning from software quality data with class imbalance and noise. In: *Proceedings of the Nineteenth International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE 2007), Boston, Massachusetts, USA, July 9-11, 2007*. [S.l.]: Knowledge Systems Institute Graduate School, 2007. p. 487. ISBN 1-891706-20-9. Citado na página 16.
- FOWLER, M. *Refactoring: improving the design of existing code*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1999. Citado na página 14.
- GILMORE, W. J. *Dominando PHP e MySQL*. [S.l.]: STARLIN ALTA CONSULT, 2008. Citado na página 20.
- ISO/IEC 15939. *ISO/IEC 15939: Software Engineering - Software Measurement Process*. [S.l.], 2002. Citado na página 18.
- ISO/IEC 25023. *ISO/IEC 25023: Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of system and software product quality*. [S.l.], 2011. Citado 3 vezes nas páginas 9, 14 e 19.
- ISO/IEC 9126. *ISO/IEC 9126-1: Software Engineering - Product Quality*. [S.l.], 2001. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- KAN, S. H. *Metrics and models in software quality engineering*. [S.l.]: Addison Wesley, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- LAIRD, M. C. B. L. M. *Software measurement and estimation: A practical approach*. [S.l.]: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2006. Citado na página 21.
- MARINESCU, R. Measurement and quality in object-oriented design. In: IEEE. *Software Maintenance, 2005. ICSM'05. Proceedings of the 21st IEEE International Conference on*. [S.l.], 2005. p. 701–704. Citado na página 14.
- MARINESCU, R.; RATIU, D. Quantifying the quality of object-oriented design: The factor-strategy model. In: IEEE. *Reverse Engineering, 2004. Proceedings. 11th Working Conference on*. [S.l.], 2004. p. 192–201. Citado na página 14.
- MCCABE, T. J. A Complexity Measure. *IEEE Transactions Software Engineering*, v. 2, n. 4, p. 308–320, December 1976. Citado na página 20.
- MEIRELLES, P. R. M. *Monitoramento de métricas de código-fonte em projetos de software livre*. Tese (Doutorado) — Instituto de Matemática e Estatística — Universidade de São Paulo (IME/USP), 2013. Citado 8 vezes nas páginas 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22 e 23.
- MOHA, N. et al. Decor: A method for the specification and detection of code and design smells. *Software Engineering, IEEE Transactions on*, IEEE, v. 36, n. 1, p. 20–36, 2010. Citado na página 14.
- MOHA, N.; GUÉHÉNEUC, Y.-G.; LEDUC, P. Automatic generation of detection algorithms for design defects. In: IEEE. *Automated Software Engineering, 2006. ASE'06. 21st IEEE/ACM International Conference on*. [S.l.], 2006. p. 297–300. Citado na página 14.

- MOHA, N. et al. A domain analysis to specify design defects and generate detection algorithms. In: *Fundamental Approaches to Software Engineering*. [S.l.]: Springer, 2008. p. 276–291. Citado na página 14.
- NIELSON, F.; NIELSON, H. R.; HANKIN, C. *Principles of Program Analysis*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 1999. ISBN 3540654100. Citado na página 14.
- PALZA, E.; FUHRMAN, C.; ABRAN, A. Establishing a generic and multidimensional measurement repository in cmmi context. In: IEEE. *Software Engineering Workshop, 2003. Proceedings. 28th Annual NASA Goddard*. [S.l.], 2003. p. 12–20. Citado na página 16.
- RAO, A. A.; REDDY, K. N. Detecting bad smells in object oriented design using design change propagation probability matrix 1. Citeseer, 2007. Citado na página 14.
- RÊGO, G. B. Monitoramento de métricas de código-fonte com suporte de um ambiente de data warehousing: um estudo de caso em uma autarquia da administração pública federal. 2014. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/8069>>. Citado 10 vezes nas páginas 10, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28.
- RUIZ, D. D. A. et al. A data warehousing environment to monitor metrics in software development processes. In: *16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2005), 22-26 August 2005, Copenhagen, Denmark*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2005. p. 936–940. ISBN 0-7695-2424-9. Citado na página 16.
- SILVEIRA, P. S.; BECKER, K.; RUIZ, D. D. Spdw+: a seamless approach for capturing quality metrics in software development environments. *Software Quality Control*, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 18, n. 2, p. 227–268, jun. 2010. ISSN 0963-9314. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11219-009-9092-9>>. Citado na página 16.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 9. ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 2010. ISBN 978-0-13-703515-1. Citado na página 14.
- WICHMANN, B. et al. Industrial perspective on static analysis. *Software Engineering Journal*, 1995. Citado na página 14.
- YAMASHITA, A. Assessing the capability of code smells to explain maintenance problems: an empirical study combining quantitative and qualitative data. *Empirical Software Engineering*, Springer, p. 1–33, 2013. Citado na página 14.

APÊNDICE A – Descrição do Processo de ETL no Kettle

APÊNDICE B – Gráficos e Tabelas dos Percentis de Métricas de Código-Fonte

APÊNDICE C – Cenários de Limpeza de Código-Fonte