

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

**A eficácia do ambiente de 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**

Autor: Nilton Cesar Campos Araruna
Orientador: Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri

Coorientador: a obter



Brasília, DF
2014

Nilton Cesar Campos Araruna

**A eficácia do ambiente de 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**

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

Coorientador: a obter

Brasília, DF

2014

Nilton Cesar Campos Araruna

A eficácia do ambiente de 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/ Nilton Cesar Campos Araruna. – Brasília, DF, 2014-

42 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri

Coorientador: a obter

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. A eficácia do ambiente de 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

CDU a obter

Nilton Cesar Campos Araruna

**A eficácia do ambiente de 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**

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.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, a obter:

Prof. Msc. Hilmer Rodrigues Neri
Orientador

a obter
Coorientador

a obter
Convidado 1

a obter
Convidado 2

Brasília, DF
2014

Este trabalho é dedicado ao meu pai, Aurenilton Araruna, minha mãe, Cláudia Araruna e ao meu irmão, Gustavo Campos. Estas inseriram na minha vida as virtudes do esforço.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Prof. Hilmer Neri por ter sido um professor que estendeu o meu aprendizado sobre o desenvolvimento de software a muito além da sala de aula. A ele sou grato pelas oportunidades concedidas no projeto Desafio Positivo e no SRA, quanto pela orientação no presente trabalho.

Agradeço também ao meu coorientador, Prof. Paulo Meirelles por ter me mostrado o mundo do software livre, por ter compartilhado conhecimento sobre Métricas de Código-Fonte, Git, Ruby, Rails e em especial por ter compartilhado suas ponderações muito importantes para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a Deus, inteligência suprema criadora de todas as coisas, por cada dia que é uma nova chance no caminho da evolução. Também aos meus pais, Juno Rego e Andrea Sousa Araújo Baufaker, pelo dom da vida, pela paciência, pela compreensão, pelo apoio incondicional e sobretudo por mostrar que a educação é um dos únicos bens duráveis e incomensuráveis da vida. Agradeço ainda à Oracina de Sousa Araújo, minha avó materna, que sempre me proporcionou conversas muito bem humoradas sobre a forma de ver o mundo, a vida e o ser humano. Além da maior parte de minha criação, devo a ela desde todo o suporte fornecido em casa até a preocupação sobre a quantidade de horas que estava dormindo durante a noite.

Agradeço a Luisa Helena Lemos da Cruz por ser tão compreensiva, paciente, amorosa e dedicada para comigo, sobretudo nos dias que antecederam a entrega deste trabalho. A ela devo todas as transformações positivas de minha vida desde setembro 2012 até então. Sem sombras de dúvidas, ela é minha fonte de dedicação e inspiração para construir o futuro.

Agradeço a Tina Lemos e Valdo Cruz pelo apoio, pelos conselhos e sobretudo por me receber tão bem quanto um filho é recebido em sua própria casa.

Agradeço a todo apoio dos grandes amigos: Gustavo Nobre Dias, Henrique Leão de Sá Menezes, Danilo Ribeiro Tosta e Carlos Henrique Lima Pontes.

Agradeço a Prof. Eneida Gonzales Valdez por ter me incentivado, com meios de uma verdadeira educadora, a enfrentar os desafios pessoais que a disciplina de Desenho Industrial Assistido por Computador me impôs durante as três vezes que a cursei.

Agradeço também aos companheiros de Engenharia de Software: Vinícius Vieira Meneses, Matheus Freire, Renan Costa, Luiz Mattos, Pedro Tomioka, José Pedro Santana, Aline Gonçalves, Alexandre Almeida, Lucas Kanashiro, Fábio Texeira, Thiago Ribeiro, Alessandro Cateano, Gabriel Silva, Thaiane Braga, Maxwell Almeida e Carlos Oliviera.

*"Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to
stop questioning."
(Albert Einstein)*

Resumo

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

Abstract

Palavras-chaves: *Source Code Metrics. Data Warehousing. Data Warehouse*

Lista de ilustrações

Figura 1 – Metodologia de Pesquisa	17
Figura 2 – Passos do Estudo de Caso	18
Figura 3 – Modelo de Qualidade do Produto da ISO 25023 adaptado da ISO/IEC 25023 (2011) 2	
Figura 4 – Escopo do Estudo de Caso	32
Figura 5 – Estrutura do Estudo de Caso	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Percentis para métrica RFC em projetos Java extraídos de Meirelles (2013)	25
Tabela 2 – Nome dos Intervalos de Frequência extraídos de Rêgo (2014)	26
Tabela 3 – Configurações para os Intervalos das Métricas para Java extraídas de Rêgo (2014)	27

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>
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	15
1.1	Contexto	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Problema	16
1.4	Objetivos	16
1.5	Metodologia de pesquisa	17
1.6	Organização do Trabalho	19
2	MÉTRICAS DE SOFTWARE	21
2.1	Processo de Medição	21
2.2	Definição das métricas de software	21
2.3	Métricas de código fonte	22
2.3.1	Métricas de tamanho e complexidade	23
2.3.2	Métricas de Orientação a Objetos	23
2.4	Configurações de qualidade para métricas de código fonte	24
2.5	Cenários de limpeza	28
3	CONTRATAÇÕES DE FORNECEDORES DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE	29
3.1	Importância da Contratação de Fornecedores de Desenvolvimento de Software	29
3.2	Normas, Processos e Legislação Pertinentes à Contratação	29
3.3	Contrato do Órgão X	29
4	DATA WAREHOUSE	30
4.1	Ciclo de vida de um <i>Data Warehousing</i>	30
4.1.1	<i>Extraction-Transformation-Load</i>	30
4.2	Modelagem Dimensional	30
4.2.1	OLAP <i>On-Line Analytic Processing</i>	30
5	PROJETO DE ESTUDO DE CASO	31
5.1	Definição	31
5.1.1	Problema	32
5.1.2	Questão de Pesquisa	32
5.2	<i>Background</i>	35
5.3	Seleção	35
5.4	Fonte dos dados coletados e método de coleta	36
5.5	Ameaças a validade do estudo de caso	36

5.6	Processo de análise dos dados	37
5.7	Considerações finais do capítulo	37
6	CONCLUSÃO	39
	Referências	40
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE ETL NO KETTLE	42

1 Introdução

1.1 Contexto

Segundo(WILLCOCKS; LACITY, 2001) a terceirização é uma prática cada vez mais adotada por organizações. A terceirização de atividades, ou seja, o ato de transferir para fora da organização uma parte do seu processo produtivo, não é uma prática recente, desde há muitos anos que as atividades e processos que eram muito específicos dentro de uma organização foram transferidos, de uma forma parcial ou total, para outras organizações ou agentes externo (LEITE, 1997).

Uma das motivações para a terceirização é a qualidade do serviço prometida pelas empresas fornecedoras. No entanto, existem vários riscos associados à decisão pela terceirização, que podem comprometer a qualidade esperada, como: as expectativas de serviço e a resposta rápida não serem atendidas adequadamente; o serviço prestado apresentar qualidade inferior ao existente anteriormente; e as tecnologias utilizadas não corresponderem ao esperado(WILLCOCKS; LACITY, 2001). Segundo o (SOFTEX, 2013) a aquisição de um *software* é um processo complexo, principalmente no que diz respeito à caracterização dos requisitos necessários ao *software* e às condições envolvidas na contratação como a qualidade esperada.

Acompanhando o ritmo da terceirização o cenário com empresas terceirizadas contratadas para o desenvolvimento de *software* está cada vez maior em organizações públicas. Tais organizações não são diretamente responsáveis pelo desenvolvimento do *software* mas são responsáveis pelo processo de verificação de sua qualidade conforme a norma Brasil (2014) que será explicada no capítulo 3 deste trabalho.

1.2 Justificativa

Segundo (BECK, 1999)(FOWLER, 1999) a qualidade de *software* é medida pela qualidade de seu código-fonte. Conforme a (ISO/IEC 15939, 2002) medição é uma ferramenta primordial para avaliar a qualidade dos produtos e a capacidade de processos organizacionais, portanto o Órgão Público contratante pode fazer uso do monitoramento de métricas de código-fonte para assistir ao processo de aferição de qualidade do *software* desenvolvido pela contratada.

(RêGO, 2014) propôs uma solução para o monitoramento de métricas de código-fonte com suporte de um ambiente de *Data Warehousing* que será explicada no capítulo 5. Uma das principais contribuições desse trabalho será evidenciar a eficácia e a eficiência

da proposta por [Rêgo \(2014\)](#) no aferimento de qualidade do software adquirido de uma empresa terceirizada para equipe responsável do Órgão público e seus demais envolvidos.

1.3 Problema

Com foco na avaliação de controles gerais de Tecnologia da Informação nos órgãos públicos, em 2011, o TCU detectou, por meio de auditorias de governança de TI, em diversos órgãos uma considerável frequência de irregularidades relacionadas à inexistência, deficiências e a falhas de processos de *software* que comprometem a eficácia e eficiência das contratações de desenvolvimento de sistemas ([BRASIL, 2011](#)).

A inexistência de parâmetros de aferição de qualidade para contratação de desenvolvimento de sistemas e a deficiência no processo de contratação, decorrente da inexistência de metodologia que assegure boa contratação de desenvolvimento de sistemas foram listados nas auditorias como consequências da inexistência e falha de processos de *software* nos órgãos públicos. Os critérios indicados pelo TCU no acórdão ([BRASIL, 2011](#)) foram: Constituição Federal, art. 37, caput; Instrução Normativa 4/2008, SLTI/MPOG, art. 12, inciso II; Lei 8666/1993, art. 6º, inciso IX; Norma Técnica - ITGI - Cobit 4.1, PO8.3 - Padrões de desenvolvimento e de aquisições; Norma Técnica - NBR ISO/IEC - 12.207 e 15.504; e Resolução 90/2009, CNJ, art. 10.

A auditoria do acórdão ([BRASIL, 2011](#)) reforça o problema da falta de capacidade da administração pública de aferir a qualidade interna dos produtos de software desenvolvido por terceirizadas. A partir desse problema e da solução para monitoramento de métricas de código-fonte com suporte de um ambiente de *Data Warehousing* proposta por [Rêgo \(2014\)](#), foi formulada a questão de pesquisa geral deste trabalho que é:

O uso de DW para o monitoramento de métricas de código fonte para assistir ao processo de aferição de qualidade interna dos produtos de software desenvolvido por terceirizadas, do ponto de vista da equipe de qualidade no desenvolvimento de software na CAIXA, é eficaz e eficiente?

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de caso onde será analisado a eficácia e a eficiência no uso de DW para o monitoramento de métricas de código fonte para assistir ao processo de aferição de qualidade interna dos produtos de software desenvolvido por uma empresa terceirizada para uma organização pública brasileira a partir das métricas e cenários de limpeza coletados pelo código-fonte do *software* desenvolvido, de questionário aos principais envolvidos no processo de verificação de qualidade e da observação em campo. Dentre os objetivos específicos deste trabalho estão:

- Avaliar a eficácia e eficiência da Solução de DW no processo de aferição de qualidade interna dos produtos de software desenvolvido por terceirizadas.
- Definir, projetar e caracterizar o estudo de caso.
- Coletar métricas e cenários de limpeza a partir código-fonte do *software* adquirido pela organização selecionada;
- Realizar análise dos dados coletados.
- Relatar os resultados obtidos.

1.5 Metodologia de pesquisa

Nessa seção apresenta-se a metodologia de pesquisa adotada neste trabalho. Para isso, foram definidos: a natureza da pesquisa; o tipo de metodologia de pesquisa; o tipo de abordagem de pesquisa; os métodos de procedimentos de pesquisa e os tipos de técnicas de coletas de dados.

Os procedimentos de pesquisa selecionados foram pesquisa bibliográfica, documental, levantamento e estudo de caso. As técnicas de coleta de dados selecionadas foram entrevistas, questionários e registro de observação na vida real. A seleção metodológica é apresentada na Figura 1.

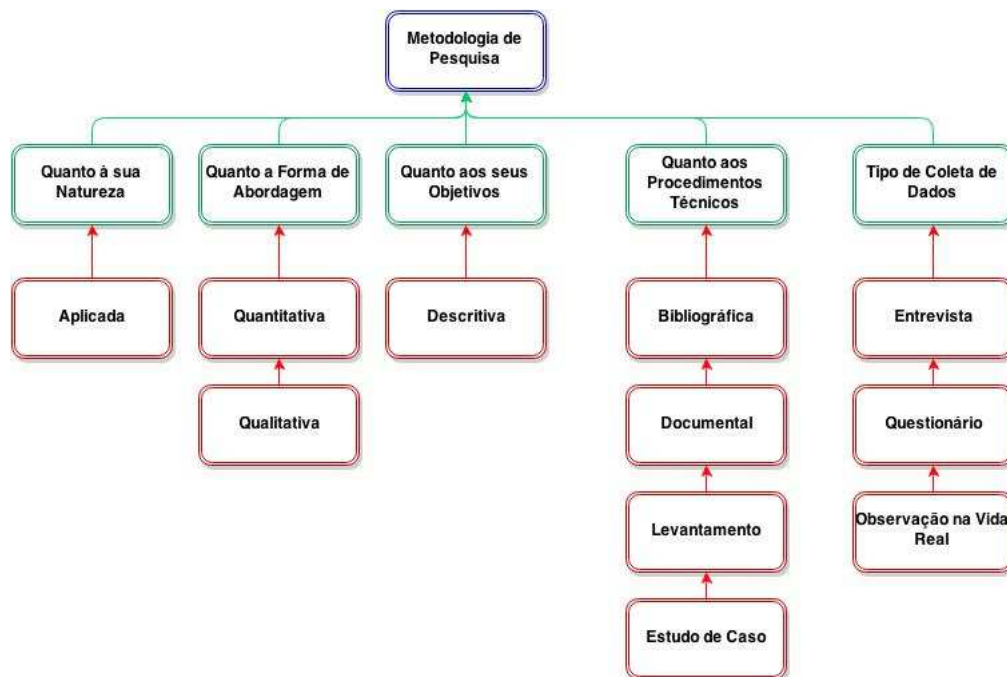


Figura 1 – Metodologia de Pesquisa

Segundo (YIN, 2001) o estudo de caso é um conjunto de procedimentos pré-especificados para se obter uma investigação empírica que investiga um fenômeno con-

temporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Uma grande vantagem do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações - além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. Além disso, em algumas situações, como na observação participante, pode ocorrer manipulação informal.

A engenharia de *software* envolve o processo, desenvolvimento, operação e manutenção de *software* e artefatos relacionados. A maior parte da pesquisas na engenharia de software teve como objetivo investigar como o processo, desenvolvimento, operação e manutenção são conduzidos por engenheiros de *software* e outras partes interessadas em diferentes condições. Indivíduos, grupos e organizações, questões sociais e políticas são importantes para esse desenvolvimento. Isto é, a engenharia *software* é uma disciplina multidisciplinar que envolve áreas onde os estudos de caso são realizadas, como na psicologia, sociologia, ciência política, serviço social. Isto significa que muitas questões de pesquisa na engenharia de software são adequados para estudo de caso. (WOHLIN et al., 2012).

(WOHLIN et al., 2012) fraciona o estudo de caso em cinco passos. Nesta pesquisa, o estudo de caso compreende os passos: Planejar o Estudo de Caso; Coletar Dados; Analisar Dados Coletados e Compartilhar os Resultados. Portanto, os passos Projetar o Estudo de Caso e Preparar a Coleta de Dados definidas por Wohlin et al. (2012) foram agrupadas no passo Planejar o estudo de caso como na Figura 2.

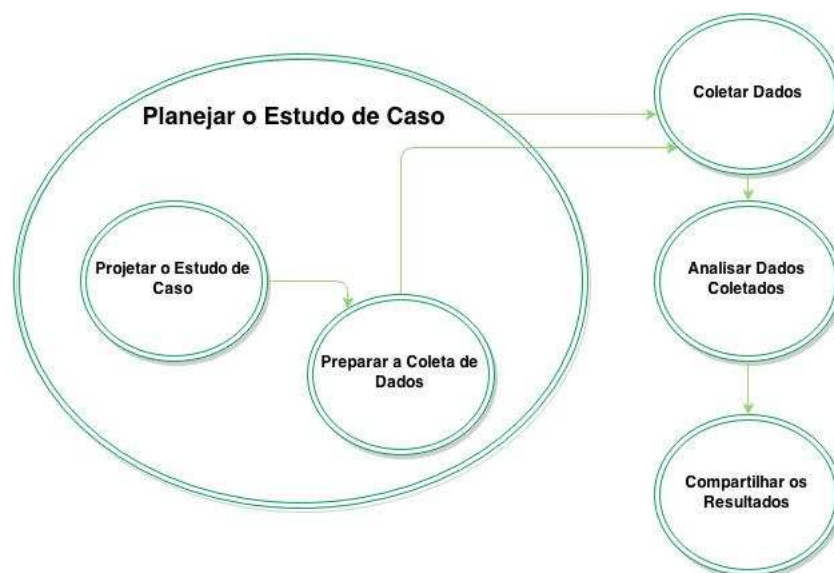


Figura 2 – Passos do Estudo de Caso

O passo Planejar o Estudo de Caso consiste na determinação do objetivo e da questão de pesquisa, da escolha da metodologia de pesquisa, da definição das fases da pesquisa, da definição do procedimentos de pesquisa, do protocolo, das técnicas de coleta

de dados e da proposta do trabalho final.

No passo Coletar Dados são executados os procedimentos de pesquisa e as técnicas de coletas de dados a seguir:

- Pesquisa Bibliográfica: pesquisa realizada a partir de livros, dissertações e trabalhos relacionados à área de pesquisa;
- Pesquisa Documental: pesquisa realizada a partir de documentos publicados por organizações públicas;
- Estudo de Caso: utilizar um estudo de caso real de uma organização pública brasileira;
- Entrevistas: dados serão coletados por meio de entrevistas informais, além de questionário, para incremento do estudo de caso;
- Documentos: coleta de dados dos documentos dos processos fornecidos pelo órgão público do estudo de caso será realizada para coleta de dados para análise;
- Observação na Vida Real: coleta de dados a partir da observação no campo de estudo;

O passo Analizar Dados Coletados é onde os dados coletados serão analisados e interpretados. A análise compreende tanto a análise quantitativa quanto a análise qualitativa.

Por fim o passo Compartilhar os resultados diz respeito expor os resultados de forma adequada para o leitor alvo.

1.6 Organização do Trabalho

Esse trabalho está dividido em 5 capítulos:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Esse capítulo tem como objetivo apresentar o contexto que esse trabalho está inserido, o problema sobre o qual ele buscará resolver, qual a justificativa, os objetivos da sua realização e metodologia de pesquisa adotada.
- **Capítulo 2 - Métricas de Software:** Capítulo responsável pela explicação teórica a respeito do que são métricas de código e como elas foram utilizadas no desenvolvimento da solução que esse trabalho busca analisar.
- **Capítulo 3 - Contratações de Fornecedores de Desenvolvimento de Software:** apresenta-se as principais informações referentes à Contratação de Fornecedores de Desenvolvimento de Software. Para isso, o capítulo é iniciado com uma visão geral sobre a importância das contratações e suas principais características. Poste-

riormente, é apresentado um resumo das legislações relacionadas à Contratação de Soluções de Tecnologia da Informação.

- **Capítulo 4 - Data Warehouse:** Nesse capítulo serão apresentados conceitos teóricos sobre *Data Warehousing*, assim como a maneira como foi desenvolvido e como funciona o ambiente de *Data Warehouse* para armazenamento de métricas de código fonte.
- **Capítulo 5 - Projeto de estudo de caso:** é apresentado o projeto do estudo de caso resultante do passo planejar Estudo de Caso, buscando demonstrar o escopo e elaborar um protocolo para o estudo de caso que será realizado. Elementos de pesquisa serão identificados e explicados como o problema a ser resolvido, os objetivos a serem alcançados no estudo de caso, quais os métodos de coleta e a análise dos dados.
- **Capítulo 6 - Conclusão:** Além das considerações finais dessa primeira parte do trabalho, serão descritos objetivos para o trabalho de conclusão de curso dois.

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 soft-

ware, 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:

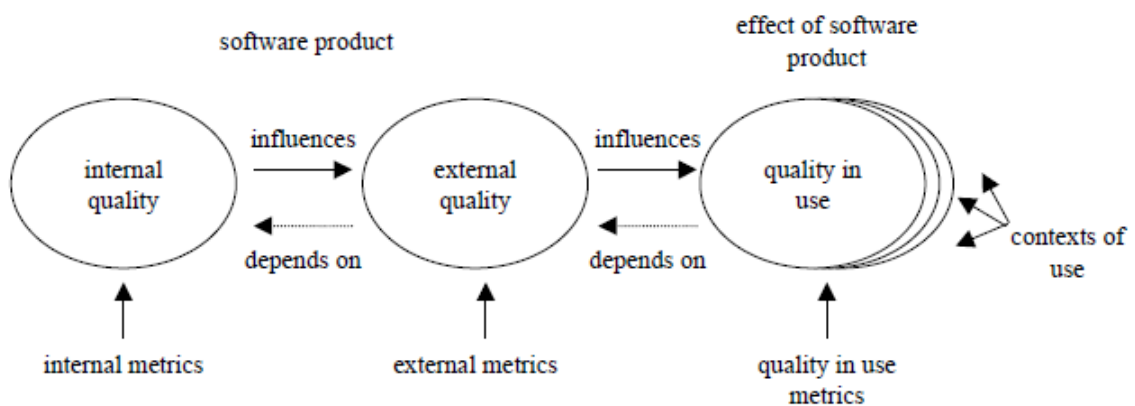


Figura 3 – Modelo de Qualidade do Produto da ISO 25023 adaptado da [ISO/IEC 25023 \(2011\)](#)

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 1 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 1, 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

3 Contratações de Fornecedores de Desenvolvimento de Software

- 3.1 Importância da Contratação de Fornecedores de Desenvolvimento de Software
- 3.2 Normas, Processos e Legislação Pertinentes à Contratação
- 3.3 Contrato do Órgão X

4 *Data Warehouse*

4.1 Ciclo de vida de um *Data Warehousing*

4.1.1 *Extraction-Transformation-Load*

4.2 Modelagem Dimensional

4.2.1 OLAP *On-Line Analytic Processing*

5 Projeto de estudo de Caso

Este capítulo irá apresentar o projeto do estudo de caso que foi realizado no passo planejar estudo de caso, este passo consiste na elaboração de um protocolo para o estudo de caso, na identificação do problema e na definição das questões e objetivos de pesquisa. O método para coleta dos dados e como eles serão analisados também serão expostos neste capítulo.

5.1 Definição

Segundo (YIN, 2001) o estudo de caso é um conjunto de procedimentos pré-especificados para se obter uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Uma grande vantagem do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações - além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. Além disso, em algumas situações, como na observação participante, pode ocorrer manipulação informal.

Buscando maior entendimento a respeito do estudo de caso proposto, foram criadas algumas perguntas que são fundamentais para o seu entendimento:

- Qual o escopo do estudo de caso?
- Qual o problema a ser tratado?
- Qual a questão de pesquisa relacionada a esse problema?
- Quais são os objetivos a serem alcançados nessa pesquisa?
- Como foi a seleção do estudo de caso?
- Qual é fonte dos dados coletados nessa pesquisa e qual o método de coleta?

Com o objetivo da elucidação do escopo do estudo de caso proposto neste trabalho apresentado na Figura 4, foi apresentado nos capítulos antecedentes, um estudo teórico relacionado à métricas de software, contratação de serviços de TI em administrações públicas brasileiras e de Data Warehouse. Também foi apresentada uma solução para o monitoramento de Métricas de Código-Fonte com suporte de um ambiente de Data Warehousing.

Portanto o fundamento da proposta deste trabalho está ligado à análise e coleta de

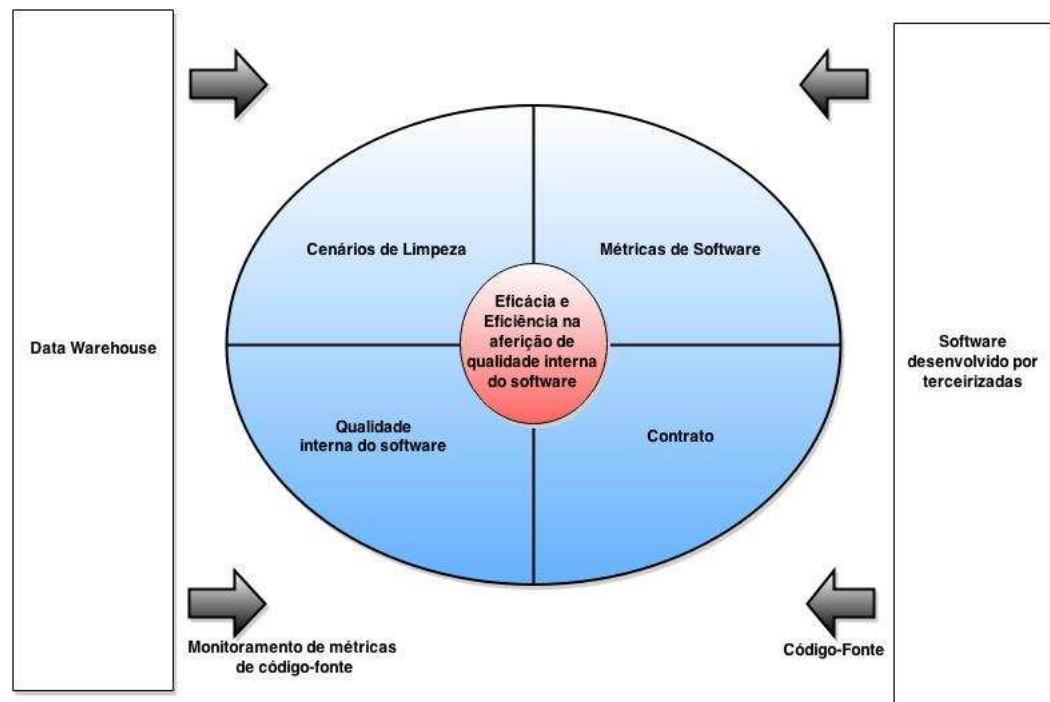


Figura 4 – Escopo do Estudo de Caso

métricas de código-fonte e de cenários de limpeza de um *software*, desenvolvido por uma empresa terceirizada contratada por um órgão público brasileiro, utilizando uma solução de DW. Onde o foco será evidenciar a eficácia e a eficiência da proposta por [Rêgo \(2014\)](#) no aferimento de qualidade do software adquirido de uma empresa terceirizada pela equipe responsável do Órgão público e seus demais envolvidos.

Para as demais perguntas serem respondidas, foi estruturado neste trabalho um problema, uma questão de pesquisa, objetivos e questões específicas conforme ilustrado na Figura 5.

5.1.1 Problema

O problema refere-se ao problema de pesquisa identificado na seção "Problema" do capítulo um.

A falta de capacidade da administração pública de aferir a qualidade interna dos produtos de software adquiridos e desenvolvidos por empresas contratadas.

5.1.2 Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa refere-se a questão de pesquisa identificada na seção "Questão de Pesquisa" do capítulo um.

O uso de DW para o monitoramento de métricas de código fonte para

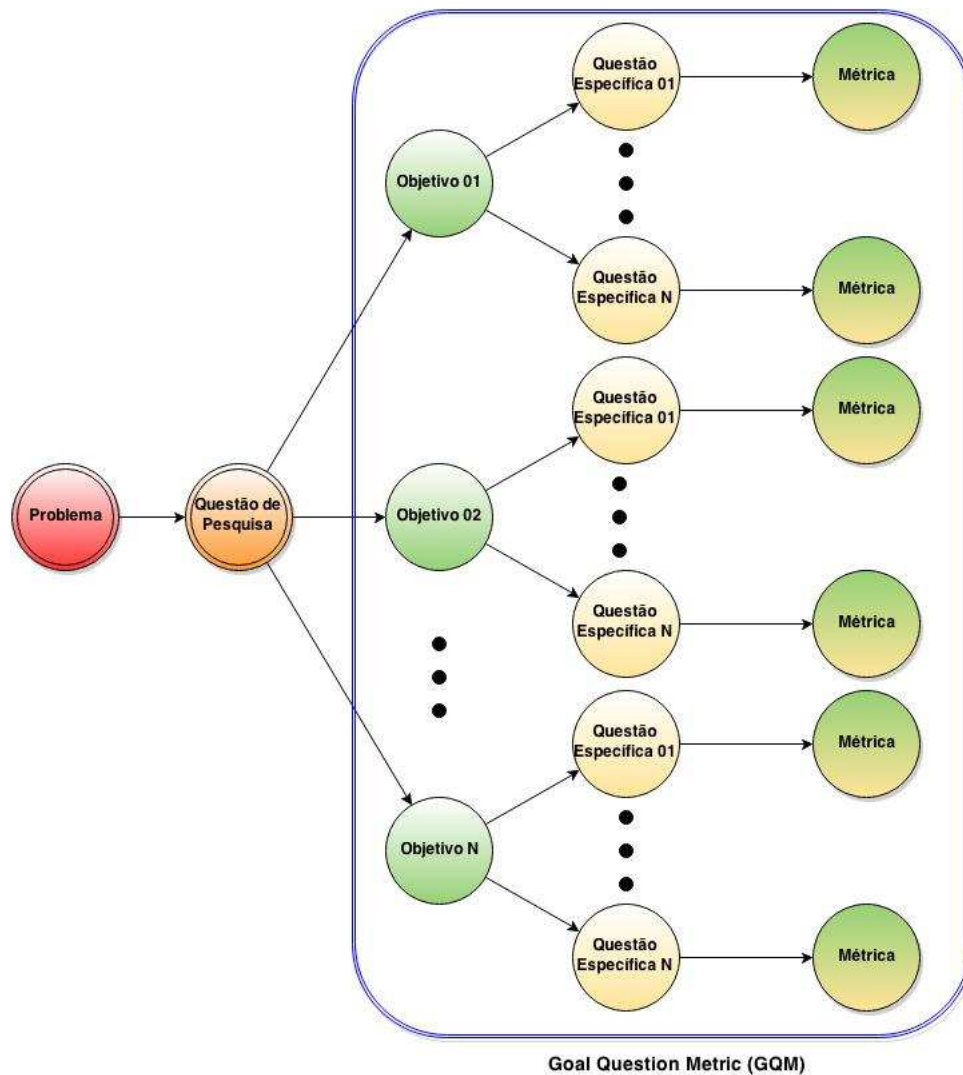


Figura 5 – Estrutura do Estudo de Caso

assistir ao processo de aferição de qualidade interna dos produtos de software desenvolvido por terceirizadas, do ponto de vista da equipe de qualidade no desenvolvimento de software no órgão público, é eficaz e eficiente?

Para atender a questão de pesquisa foi utilizado o mecanismo *goal-question-metrics*. Segundo (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1996) o resultado da aplicação do GQM é a especificação de um sistema de medida destinada a um conjunto específico de questões e um conjunto de regras para a interpretação dos dados da medição. O GQM é uma estrutura hierárquica que começa com um objetivo que especifica o propósito da medição, objeto a ser medido, questão a ser medida e o ponto de vista de que a medida seja tomada. O objetivo é refinado em várias questões, cada questão é transformada em métrica(objetiva ou subjetiva)(BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1996). A estrutura do GQM está a seguir.

Objetivo 01: Avaliar a eficácia e eficiência do uso de *Data Warehouse* para mo-

nitoramento de métricas de código fonte.

QE01: Quantas tomadas de decisão foram realizadas pela equipe baseando-se no uso da solução desenvolvida em um <período de tempo>?

Fonte: Registro de observação em campo.

Métrica: Número de decisões tomadas/tempo.

QE02: Quantas tomadas de decisão ao todo foram realizadas pela equipe baseando-se no uso da solução desenvolvida?

Fonte: Registro de observação em campo.

Métrica: Número de decisões tomadas.

QE03: Qual a avaliação da equipe de qualidade quanto a detecção de cenários de limpeza de código?

Fonte: Questionário com equipe de qualidade.

Métrica: muito bom, bom, regular, ruim, muito ruim.

QE04: Com que frequência a equipe de qualidade encontra falhas relacionados à utilização da ferramenta em um determinado intervalo de tempo?

Fonte: Registro de observação em campo.

Métrica: Quantidade de falha / tempo (release, sprint).

Interpretação da métrica: Quanto mais próximo de zero melhor $0 \leq X$

QE05: Qual a quantidade total de falhas encontradas pela equipe de qualidade relacionadas à utilização da ferramenta?

Fonte: Registro de observação em campo (áudio/vídeo).

Métrica: Quantidade de falhas.

QE06: Qual a proporção do uso da ferramenta para tomada de decisões?

Fonte: Questionário com equipe de qualidade.

Métrica: Número de decisões tomadas / número de vezes que a solução foi usada.

QE07: Qual a quantidade de cenários que foram corrigidos após utilização da solução?

Fonte: Código fonte.

Métrica: Números de cenários corrigidos / número de cenários encontrados.

QE08: Qual o nível de satisfação do uso da solução em comparação à solução anterior?

Fonte: Equipe de qualidade.

Métrica: Muito satisfeito, Satisfeito, Neutro, Insatisfeito, Muito Insatisfeito.

QE09: Qual a taxa de oportunidade de melhoria de código em uma intervalo de tempo (sprint, release)?

Fonte: Código fonte.

Métrica: Taxa de oportunidade de melhoria de código: FÓRMULA, onde Ce é o total de cenários de limpezas identificados e C1 é o total de classes em um intervalo de tempo (sprint, release).

Interpretação da métrica:

- Número de classes crescente e constante, Número de oportunidade de melhoria estável: Projeto cresceu mais dos que o cenários, cenários podem ou não estar sendo tratados.
- Número de classes crescente e constante, Número de oportunidade de melhoria crescendo: Projeto cresce junto com cenários que não são tratados com eficiência ou não são tratados
- Número de classes crescente ou não, mas constante, número de oportunidade de melhoria diminuindo: Projeto cresce e cenários são tratados com eficiência.

5.2 Background

Referente ao contexto deste trabalho, o principal *background* é o trabalho desenvolvido por [Rêgo \(2014\)](#), no qual utilizaremos sua solução para monitorar as métricas de código-fonte utilizando *Data Warehouse*. ??) utilizou *Data Warehouse* para monitoramento de métricas no processo de desenvolvimento de software, porém são métricas voltadas para a qualidade do processo de desenvolvimento de software mas são diretamente relacionadas ao código-fonte. Portanto o levantamento bibliográfico realizado, não foram encontrados estudos que utilizassem *Data Warehouse* para aferir qualidade interna do *software* aplicando coleta de métricas de código-fonte e geração de cenários de limpeza assim como foi feito por [Rêgo \(2014\)](#).

5.3 Seleção

Os dados foram coletados na CAIXA porque ???

5.4 Fonte dos dados coletados e método de coleta

Os dados deste estudo de caso, serão coletados através de registros de observações em campo, questionários, entrevistas e resultados gerados pela própria solução utilizando o código-fonte de um ou mais sistemas desenvolvidos por empresas contratadas pelo órgão público.

Os registros oriundos de observações em campo são gerados a partir da equipe responsável pela tomada de decisões de qualidade e são coletados durante as visitas realizadas no órgão público. Nessas visitas, a solução proposta é utilizada e qualquer atitude relacionada ao seu uso pela equipe é registrada e será do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

A adoção de questionários também foi utilizada tanto para dados qualitativos quanto para dados quantitativos a respeito da solução de DW vista pela equipe responsável e os demais envolvidos na qualidade de *software* no órgão público, no que diz respeito à tomadas de decisões, detecção de cenários de limpeza de código, falhas relacionados à utilização da ferramenta adotada na solução de DW, ao nível de satisfação no uso da solução e as taxas de oportunidades de melhoria de código.

Os gráficos e resultados gerados pela solução de DW, serão coletados a medida que a solução for utilizada pela equipe de qualidade ao longo das releases dos projetos adotados.

5.5 Ameaças a validade do estudo de caso

Yin (2001) descreve como principais ameaças relacionadas à validade do estudo de caso as ameaças relacionadas à validade do constructo, à validade interna, à validade externa e à confiabilidade. As quatro ameaças definidas por ele, bem como a forma usada nesse trabalho para preveni-las, são descritas da seguinte maneira:

- **Validade do Constructo:** A validade de construção está presente na fase de coleta de dados, quando deve ser evidenciado as múltiplas fontes de evidência e a coleta de um conjunto de métricas para que se possa saber exatamente o que medir e quais dados são relevantes para o estudo, de forma a responder as questões de pesquisa (YIN, 2001). Buscou-se garantir a validade de construção ao definir objetivos com evidências diferentes. Estas, por sua vez, estão diretamente relacionadas com os objetivos do estudo de caso e os objetivos do trabalho.
- **Validade interna:** Para Yin (2001) o uso de várias fontes de dados e métodos de coleta permite a triangulação, uma técnica para confirmar se os resultados de diversas fontes e de diversos métodos convergem. Dessa forma é possível aumentar a validade interna do estudo e aumentar a força das conclusões. A triangulação de

dados se deu pelo resultado da solução de *Data Warehouse* que utiliza o código-fonte (explicada no capítulo ??), pela análise de questionários e pelos dados coletados através de entrevistas.

- **Validade externa:** Por este ser um caso único, a generalização do estudo de caso se dá de maneira pobre (YIN, 2001). Assim é necessária a utilização do estudo em múltiplos casos para que se comprove a generalidade dos resultados. Como este trabalho é o primeiro a verificar a eficácia e eficiência da solução para o estudo de caso no órgão, não há como correlacionar os resultados obtidos a nenhum outro estudo.
- **Confiabilidade:** Com relação a confiabilidade, Yin (2001) associa à repetibilidade, desde que seja usada a mesma fonte de dados. Nesse trabalho o protocolo de estudo de caso apresentado nessa seção garantem a repetibilidade desse trabalho e consequentemente a validade relacionada à confiabilidade.

5.6 Processo de análise dos dados

Análise dos dados coletados durante o estudo de caso a ser realizado no TCU? será feita através de 4 etapas:

- **Categorização:** Organização dos dados em duas categorias - qualitativos e quantitativos. Os dados qualitativos referem-se aos questionários realizados. Os dados quantitativos, por sua vez, referem-se aos valores numéricos da solução de DW para monitoramento de métricas.
- **Exibição:** Consiste na organização dos dados coletados para serem exibidos através de gráficos, tabelas e texto para poderem ser analisados.
- **Verificação:** Atestar padrões, tendências e aspectos específicos dos significados dos dados. Procurando assim gerar uma discussão e interpretação de cada dado exibido.
- **Conclusão:** Agrupamento dos resultados mais relevantes das discussões e interpretações dos dados anteriormente apresentados.

5.7 Considerações finais do capítulo

Esse capítulo teve como objetivo apresentar o protocolo de estudo de caso que será adotado na continuação deste trabalho. No trabalho de conclusão de curso dois serão detalhados o órgão público onde será aplicado o projeto de estudo de caso desenhado neste trabalho, os termos do contrato do órgão e a empresa contratada referentes a qualidade de *software* e serão apresentados os resultados obtidos para as questões específicas apre-

sentadas neste capítulo assim como a interpretação dos mesmos possibilitando responder a questão de pesquisa abordada.

6 Conclusão

Referências

BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. *The Goal Question Metric Approach*. [S.l.]: Encyclopedia of Software Engineering, 1996. Citado na página 33.

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 23.

BECK, K. *Extreme Programming Explained*. [S.l.]: Addison Wesley, 1999. Citado na página 15.

BRASIL. *Acórdão-381/2011-TCU-Plenário*. [S.l.], 2011. Disponível em: <<https://contas.tcu.gov.br/juris/SvlHighLight?key=ACORDAO-LEGADO-89657&texto=2b4e554d41434f5244414f2533413338312b414e442b2b4e55RELACAO-LEGADO;DECISAO-LEGADO;SIDOC;ACORDAO-RELACAO-LEGADO;>>>. Citado na página 16.

BRASIL. Instrução normativa número 4. 2014. Citado na página 15.

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 21.

FOWLER, M. *Refactoring: improving the design of existing code*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1999. Citado na página 15.

GILMORE, W. J. *Dominando PHP e MySQL*. [S.l.]: STARLIN ALTA CONSULT, 2008. Citado na página 23.

ISO/IEC 15939. *ISO/IEC 15939: Software Engineering - Software Measurement Process*. [S.l.], 2002. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 21.

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 2 vezes nas páginas 9 e 22.

ISO/IEC 9126. *ISO/IEC 9126-1: Software Engineering - Product Quality*. [S.l.], 2001. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

KAN, S. H. *Metrics and models in software quality engineering*. [S.l.]: Addison Wesley, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.

LAIRD, M. C. B. L. M. *Software measurement and estimation: A practical approach*. [S.l.]: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2006. Citado na página 24.

LEITE, J. C. Terceirização em informática sob a ótica do prestador de serviços. *Revista de Administração de Empresas*, v. 37, n. 4, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v37n4/a08v37n4>>. Citado na página 15.

MCCABE, T. J. A Complexity Measure. *IEEE Transactions Software Engineering*, v. 2, n. 4, p. 308–320, December 1976. Citado na página 23.

- 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 7 vezes nas páginas 10, 21, 22, 23, 24, 25 e 26.
- 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, 15, 16, 22, 23, 25, 26, 27, 32 e 35.
- SOFTEX. *MPS. BR-Guia de Aquisição*. [S.l.], 2013. Disponível em: <http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_SV_Parte_2_20132.pdf>. Citado na página 15.
- WILLCOCKS, L.; LACITY, M. *Global information technology outsourcing*. [S.l.: s.n.], 2001. Citado na página 15.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering*. [S.l.]: Springer, 2012. Citado na página 18.
- YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. [S.l.]: Bookman, 2001. Citado 4 vezes nas páginas 17, 31, 36 e 37.

APÊNDICE A – Descrição do Processo de ETL no Kettle