



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ**  
CAMPUS DE QUIXADÁ

**CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**DESCRIÇÃO DO PROJETO E MEDIÇÃO INICIAL DA QUALIDADE**  
**Projeto Desenvolva**

**Equipe:**

**Gustavo Arruda de Castro**  
**Gustavo Ivens Oliveira Silva**

**Professora:**

**Carla Ilane Moreira Bezerra**

**QUIXADÁ**

**Fevereiro, 2021**

## 1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O Desenvolva é uma ferramenta computacional criada para apoiar e facilitar a adoção do programa de Gestão por Competências na Universidade Federal do Ceará (UFC). Esse programa é um modelo de gestão de pessoas que visa formalizar o constante desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências técnicas e comportamentais dos servidores, com o intuito de atingir os objetivos institucionais e aumentar a qualidade dos serviços prestados. A ferramenta constitui um projeto de código fechado, que foi idealizado pela Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas (PROGEP) e desenvolvido pelo Núcleo de Práticas em Informática (NPI) do Campus da UFC em Quixadá, a partir das tecnologias Java OO, Spring Boot e Vue/Vuetify.

O sistema está dividido em 5 grandes módulos, descritos na tabela a seguir:

Tabela 1 - Módulos do projeto Desenvolva

| <b>Módulo</b>   | <b>Descrição</b>   |
|-----------------|--|
| Perfil          | Visa formar um banco de dados com um conjunto abrangente de informações sobre os servidores.   |
| Mapeamento      | Permite a identificação das competências comportamentais e técnicas dos servidores.  |
| Diagnóstico     | Possibilita a avaliação comportamental e de responsabilidades aplicada a todos os servidores.  |
| Desempenho      | Disponibiliza a consolidação dos resultados da etapa de diagnóstico.   |
| Desenvolvimento | Permite a criação de trilhas de desenvolvimento personalizadas para capacitação contínua dos servidores, gestores e potenciais gestores. |

Atualmente o projeto se encontra na fase de testes, contando com os 4 primeiros módulos descritos na tabela anterior. O back end da aplicação, que é o alvo deste trabalho, está

disponível a partir do seguinte link:

<https://github.com/julioserafim/back-gestao-competencias>

A seguir, está uma tabela que mostra algumas propriedades do projeto:

Tabela 2 - Propriedades do projeto Desenvolva

| Projeto    | LOC  | # de classes | # de releases |
|------------|------|--------------|---------------|
| Desenvolva | 8416 | 178          | 4             |

## 2 AVALIAÇÃO DO PROJETO

### 2.1 Medição 1 – Antes de refatorar o projeto

A aba Sem Refatoração da planilha disponível no seguinte link: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bChnjf\\_JQXaoYsDdV-WsAV1htsJLf3qTlv9iImxUiY/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bChnjf_JQXaoYsDdV-WsAV1htsJLf3qTlv9iImxUiY/edit?usp=sharing), mostra o resultado detalhado das medições realizadas a partir da ferramenta Understand antes da refatoração do projeto. Ela destaca o valor obtido para as métricas dos atributos Coesão, Complexidade, Herança, Acoplamento e Tamanho para cada uma das classes do projeto e apresenta o somatório obtido para cada métrica e atributo.

A Tabela 3 destaca quais as métricas utilizadas para medir os atributos de qualidade enquanto a Tabela 4 mostra total obtido para cada uma dessas métricas antes do início das refatorações.

Tabela 3 - Métricas usadas para medir os atributos internos de qualidade.

| Atributo     | Métrica | Descrição   |
|--------------|---------|---|
| Coesão       | LCOM    | Mede a coesão de uma classe.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, menos coesiva é a classe.   |
| Complexidade | ACC     | Média da complexidade ciclomática de todos os métodos.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, mais complexos são as classes e métodos.              |
|              | SCC     | Somatório da complexidade ciclomática de todos os métodos.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, mais complexos são as classes e métodos.          |
|              | EVG     | Mede o grau na qual um módulo contém construtores não estruturados.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, mais complexos são as classes e métodos. |

|             |              |  |
|-------------|--------------|--|
|             | Nesting      | Nível Máximo de Aninhamento de construções de controle.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é a complexidade de classes e métodos   |
| Herança     | DIT          | O número de níveis que uma subclasse herda de métodos e atributos de uma superclasse na árvore de herança.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o grau de herança de um sistema. |
|             | NOC          | Número de subclasses de uma classe.<br>Quanto maior o valor dessa métrica maior é o grau de herança de um sistema.   |
|             | Base Classes | Número imediato de classes base.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior o grau de herança de um sistema.   |
| Acoplamento | CBO          | Número de classes que uma classe está acoplada.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o acoplamento de classes e métodos.   |
| Tamanho     | LOC          | Número de linhas de código, excluindo espaços e comentários.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o tamanho do sistema.  |
|             | CLOC         | Número de linhas com comentários.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o tamanho do sistema.   |
|             | NIM          | Número de métodos de instância. Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o tamanho do sistema.  |
|             | CDL          | Número de classes.<br>Quanto maior o valor dessa métrica, maior é o tamanho do sistema.  |

Tabela 4 - Resultado da medição antes das refatorações.

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|---------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM    | 6943             | 6943              |
| Complexidade                  | ACC     | 171              | 1859              |
|                               | SCC     | 1408             |                   |
|                               | EVG     | 181              |                   |
|                               | Nesting | 99               |                   |
|                               | DIT     | 190              |                   |

|             |              |      |       |
|-------------|--------------|------|-------|
| Herança     | NOC          | 28   | 413   |
|             | Base Classes | 195  |       |
| Acoplamento | CBO          | 535  | 535   |
| Tamanho     | LOC          | 8384 | 10109 |
|             | CLOC         | 295  |       |
|             | NIM          | 1247 |       |
|             | CDL          | 183  |       |

## 2.2 Detecção dos Code Smells

Ao todo foram encontrados 75 ocorrências de 5 tipos de code smells diferentes. A detecção ocorreu a partir da ferramenta JSpirit e a tabela abaixo mostra o total de ocorrências para cada smell.

Tabela 5 – Code smells do projeto Desenvolva.

| Nome do Code Smell | Quantidade |
|--------------------|------------|
| Disperse Coupling  | 21         |
| Feature Envy       | 37         |
| God Class          | 1          |
| Intensive Coupling | 7          |
| Shotgun Surgery    | 9          |

## 2.3 Medição 2 - Após refatorar o code smell God Class

O projeto apresentava somente uma instância de God Class e para resolvê-la foi utilizada a técnica de Extract Class, que consiste em criar uma ou mais classes para abrigar algumas responsabilidades da God Class. Na refatoração performada foram criadas duas novas classes para se chegar à remoção total do smell.

O resultado da medição realizada após a remoção pode ser visto na Tabela 6. Nela é possível perceber que houve um aumento em todos os atributos de qualidade, mas isso não configura necessariamente uma piora da qualidade do projeto. Ocorreu aumento em todas as

métricas de tamanho, na métrica SCC (Complexidade), Base Classes (Herança) e CBO (Acoplamento). Tal aumento pode ser explicado pelas duas classes criadas e seus respectivos métodos. Por outro lado, o aumento do atributo de Coesão a partir da métrica LCOM é um tanto quanto inesperado, apesar da métrica ter melhorado na classe refatorada, a divisão da God Class em mais duas novas classes fez com que o número total tenha aumentado, com a divisão esperava-se uma melhor distribuição de responsabilidades e consequentemente uma melhora da Coesão. Observou-se ainda uma leve diminuição nas métricas EVG e Nesting, ambas relacionadas à Complexidade.

Tabela 6 – Resultado da medição após a refatoração de God Class.

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica      | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM         | 7135             | 7135              |
| Complexidade                  | ACC          | 171              | 1866              |
|                               | SCC          | 1421             |                   |
|                               | EVG          | 180              |                   |
|                               | Nesting      | 94               |                   |
| Herança                       | DIT          | 192              | 417               |
|                               | NOC          | 28               |                   |
|                               | Base Classes | 197              |                   |
| Acoplamento                   | CBO          | 538              | 538               |
| Tamanho                       | LOC          | 8439             | 10279             |
|                               | CLOC         | 395              |                   |
|                               | NIM          | 1260             |                   |
|                               | CDL          | 185              |                   |

Legenda: **Maior**; **Igual**, **Menor**

## 2.4 Medição 3 - Após refatorar o code smell Intensive Coupling

Ao todo o Desenvolva apresentava 7 instâncias de Intensive coupling e a equipe conseguiu refatorar 6 delas com sucesso. Para isso, foram utilizadas as técnicas Extract Method e Move Method. Extract Method consiste basicamente em dividir um método maior e complexo em métodos menores, enquanto Move Method consiste em mudar um método de lugar quando não faz muito sentido ele estar numa determinada classe.

O resultado da medição após a refatoração pode ser visto na Tabela 7. Novamente é possível perceber que houve um pequeno aumento nos atributos de qualidade, o que não configura necessariamente uma piora, dado que os code smells existentes foram removidos. Ocorreu aumento em LOC e NIM (Tamanho), nas métricas SCC e Nesting (Complexidade) e CBO (Acoplamento), podemos atribuir essa mudança à criação de novos métodos necessários para diminuir métodos grandes. Houve também uma diminuição em ACC (Complexidade), as métricas restantes se mantiveram como antes.

Tabela 7 – Resultado da medição após a refatoração de Intensive Coupling.

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica      | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM         | 7157             | 7157              |
| Complexidade                  | ACC          | 166              | 1888              |
|                               | SCC          | 1447             |                   |
|                               | EVG          | 180              |                   |
|                               | Nesting      | 95               |                   |
| Herança                       | DIT          | 192              | 417               |
|                               | NOC          | 28               |                   |
|                               | Base Classes | 197              |                   |
| Acoplamento                   | CBO          | 541              | 541               |
| Tamanho                       | LOC          | 8503             | 10362             |
|                               | CLOC         | 395              |                   |
|                               | NIM          | 1279             |                   |
|                               | CDL          | 185              |                   |

Legenda: **Maior**; **Igual**, **Menor**

## 2.5 Medição 4 - Após refatorar o code smell Feature Envy

Inicialmente o projeto possuía 37 ocorrências de Feature Envy e após as refatorações desempenhadas restaram apenas 11. Para realizar essas refatorações foram utilizadas novamente as técnicas Extract Method e Move Method. Deste modo, a equipe buscou quebrar os métodos que usavam em excesso recursos de outras classes e mover operações sobre os dados para a classe mais fortemente relacionada a eles, fazendo, dessa forma, com que a classe marcada como Feature Envy fizesse menos acessos à classe invejada.

O Resultado da medição após a remoção das 26 instâncias de Feature Envy pode ser visto na Tabela 8. Analisando essa tabela consegue-se perceber que ocorreu redução no atributo Acoplamento e aumento nos 4 outros atributos, o que configura um cenário um pouco diferente das duas medições anteriores. A razão para essa redução no atributo de Acoplamento, através da redução da métrica CBO, reside talvez na menor quantidade de chamadas que as classes antes marcadas como Feature Envy fazem as classes de quem invejavam. Houve também diminuição na métrica ACC (Complexidade), que pode estar relacionado também à redução na quantidade de chamadas à classe invejada e a divisão de métodos extensos em métodos menores.

Ocorreu ainda aumento nas métricas LCOM (Coesão), SCC e Nesting (Complexidade), e LOC e NIM (Tamanho). Tal aumento está relacionado à adição de mais métodos e atributos às classes base, que antes continham somente getters, setters e construtores. As demais métricas permaneceram inalteradas.

Tabela 8 – Resultado da medição após a refatoração de Feature Envy.

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica      | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM         | 7164             | 7164              |
| Complexidade                  | ACC          | 164              | 1904              |
|                               | SCC          | 1463             |                   |
|                               | EVG          | 181              |                   |
|                               | Nesting      | 96               |                   |
| Herança                       | DIT          | 192              | 417               |
|                               | NOC          | 28               |                   |
|                               | Base Classes | 197              |                   |
| Acoplamento                   | CBO          | 538              | 538               |
| Tamanho                       | LOC          | 8579             | 10462             |
|                               | CLOC         | 395              |                   |
|                               | NIM          | 1303             |                   |



|  |     |     |  |
|--|-----|-----|--|
|  | CDL | 185 |  |
|--|-----|-----|--|

Legenda: **Maior**; **Igual**, **Menor**

### Medição 5 - Após refatorar o code smell Dispersed Coupling

Disperse Coupling era o segundo smell que mais afetava o projeto, contando com 21 instâncias identificadas. Dessas 21 instâncias inicialmente presentes, a equipe conseguiu remover completamente 10 e uma delas transformou-se em Intensive Coupling após a refatoração efetuada.

A estratégia utilizada para solucionar as ocorrências de Disperse Coupling foi bastante semelhante à adotada para tratar as ocorrências de Intensive Coupling. Assim, a equipe aplicou Extract Method e Move Method para tentar concentrar alguns comportamentos presentes nas classes marcadas como Disperse Coupling nas classes em que faziam mais sentido os abrigarem.

O resultado da medição após as refatorações de Disperse Coupling pode ser visto na Tabela 9. Nela, é possível perceber que houve aumento em todos os atributos de qualidade, mas que houve também redução em 3 métricas de Complexidade: ACC, EVG e Nesting. Essa redução nas métricas de complexidade pode ser explicada pela criação de novos métodos para abrigar parte de métodos bastante extensos marcados como Disperse Coupling e a adição de mais responsabilidades nas classes base. Esse mesmo motivo pode explicar o aumento nas métricas LCOM (Coesão), SCC (Complexidade), LOC, CLOC e NIM (Tamanho). Não esperava-se, entretanto, o aumento na métrica CBO (Acoplamento), uma vez que se tentou diminuir a quantidade de métodos chamados das classes base. As demais métricas permaneceram iguais.

Tabela 9 – Resultado da medição após a refatoração de Dispersed Coupling

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica      | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM         | 7263             | 7263              |
| Complexidade                  | ACC          | 158              | 1917              |
|                               | SCC          | 1492             |                   |
|                               | EVG          | 177              |                   |
|                               | Nesting      | 90               |                   |
| Herança                       | DIT          | 192              | 417               |
|                               | NOC          | 28               |                   |
|                               | Base Classes | 197              |                   |

|             |      |      |       |
|-------------|------|------|-------|
| Acoplamento | CBO  | 543  | 543   |
| Tamanho     | LOC  | 8677 | 10610 |
|             | CLOC | 417  |       |
|             | NIM  | 1331 |       |
|             | CDL  | 185  |       |
|             |      |      |       |

**Legenda:** **Maior;** **Igual;** **Menor**

### Medição 6 - Após refatorar o code smell Shotgun Surgery

Inicialmente foram identificadas 9 instâncias de Shotgun Surgery no projeto, no entanto, a equipe acredita que 4 delas sejam falsos positivos, pois estão presentes em métodos get de classes bases, que tem uma probabilidade de mudança muito pequena. Assim, a equipe se concentrou na refatoração das 5 demais instâncias identificadas e conseguiu resolvê-las com sucesso.

A estratégia usada para solucionar as ocorrências de Shotgun Surgery foi tentar diminuir a quantidade de pontos de mudança nas classes que usam o método afetado por esse smell. Deste modo, criou-se um método local nas classes ligadas a cada método marcado com Shotgun Surgery para apenas fazer sua chamada. Após isso, substituiu-se as chamadas ao método Shotgun por chamadas ao novo método local. Assim, se um método Shotgun Surgery sofrer alguma alteração, apenas uma mudança precisará ser feita nas classes que o usam e o código fica, portanto, menos amarrado.

A Tabela 10 mostra o resultado da medição após remover as 5 ocorrências de Shotgun Surgery. Analisando a tabela é possível notar que ocorreu novamente aumento em todos os atributos de qualidade e verificando as métricas, consegue-se perceber que ocorreu redução somente na métrica ACC (Complexidade). A equipe acredita que essa redução tem relação com a troca de encadeamentos de métodos get por somente uma chamada simples nas classes ligadas aos métodos Shotgun Surgery.

Houve também aumento nas métricas LCOM (Coesão), SCC (Complexidade), LOC e NIM (Tamanho). O aumento nessas métricas está mais uma vez relacionado a criação de um novo método nas classes que usam os métodos antes marcados como Shotgun Surgery. As demais métricas permaneceram iguais.

Tabela 10 – Resultado da medição após a refatoração de Shotgun Surgery

| Atributo Interno de Qualidade | Métrica      | Valor da Métrica | Total do Atributo |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Coesão                        | LCOM         | 7312             | 7312              |
| Complexidade                  | ACC          | 156              | 1928              |
|                               | SCC          | 1505             |                   |
|                               | EVG          | 177              |                   |
|                               | Nesting      | 90               |                   |
| Herança                       | DIT          | 192              | 417               |
|                               | NOC          | 28               |                   |
|                               | Base Classes | 197              |                   |
| Acoplamento                   | CBO          | 543              | 543               |
| Tamanho                       | LOC          | 8716             | 10652             |
|                               | CLOC         | 417              |                   |
|                               | NIM          | 1334             |                   |
|                               | CDL          | 185              |                   |

Legenda: **Maior**; **Igual**, **Menor**

## Análise Final

De forma geral, todos os atributos de qualidade aumentaram, mas se olharmos mais detalhadamente para cada uma das métricas analisadas, podemos perceber que a mudança é geralmente por volta de 10%, assim, as melhorias em métricas com um valor baixo acabam sendo ofuscadas por um aumento em uma métrica de valor alto. Para Complexidade, por exemplo, houve uma diminuição em 3 das 4 métricas. Também foi possível perceber que o único code smell refatorado que melhorou o atributo de Acoplamento foi o de Feature Envy.

As mudanças vistas condizem com aquilo visto no artigo indicado (Refactoring Effect on Internal Quality Attributes: What Haven't They Told You Yet?). Na tabela 2 do trabalho são associadas melhorias de atributos com técnicas de refatoração, lá vimos que Move Method melhora a complexidade geral do código, assim como há uma melhora em Acoplamento quando Extract Method e Move Method são utilizados, técnicas que foram utilizadas na refatoração do projeto.

Em termos de dificuldade no momento da refatoração, percebeu-se que Shotgun Surgery e Dispersed Coupling foram as mais difíceis de se resolver, por conta de não existirem processos largamente utilizados para a refatoração desses smells.

Analisando cada instância de alterações nas métricas presentes na Tabela 11, percebemos que houve uma diminuição em 13,9% dos casos, em 40% dos casos as métricas ficaram iguais, e em 46,1% houve um aumento, sendo 20% desse aumento no Atributo de qualidade de Tamanho.

Tabela 11 – Resultado das medições e análise

| Atributo Interno de Qualidade | God Class    | Intensive Coupling | Feature Envy | Dispersed Coupling | Shotgun Surgery | Mudança Final |
|-------------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Coesão                        | LCOM         | LCOM               | LCOM         | LCOM               | LCOM            | + 369         |
| Complexidade                  | ACC          | ACC                | ACC          | ACC                | ACC             | - 15          |
|                               | SCC          | SCC                | SCC          | SCC                | SCC             | + 97          |
|                               | EVG          | EVG                | EVG          | EVG                | EVG             | - 4           |
|                               | Nesting      | Nesting            | Nesting      | Nesting            | Nesting         | - 9           |
| Herança                       | DIT          | DIT                | DIT          | DIT                | DIT             | + 2           |
|                               | NOC          | NOC                | NOC          | NOC                | NOC             | 0             |
|                               | Base Classes | Base Classes       | Base Classes | Base Classes       | Base Classes    | + 2           |
| Acoplamento                   | CBO          | CBO                | CBO          | CBO                | CBO             | + 8           |
| Tamanho                       | LOC          | LOC                | LOC          | LOC                | LOC             | + 332         |
|                               | CLOC         | CLOC               | CLOC         | CLOC               | CLOC            | + 122         |
|                               | NIM          | NIM                | NIM          | NIM                | NIM             | + 87          |
|                               | CDL          | CDL                | CDL          | CDL                | CDL             | + 2           |

Legenda: **Maior**; **Igual**, **Menor**