

## 7 Conclusões e Trabalhos Futuros

O aumento da complexidade dos sistemas de software hoje em dia faz com que os engenheiros de software orientem seus esforços para a construção de sistemas de software de boa qualidade. Por causa disso, abordagens para a análise da qualidade dos sistemas e detecção de problemas têm sido propostas. A maioria dessas abordagens se baseia exclusivamente em informações disponíveis no código fonte.

Acredita-se que a detecção de problemas de *design* e análise da qualidade não deve ser considerada apenas durante e após a implementação, mas sim antecipadamente durante as etapas de projeto arquitetural e detalhado a fim de ajudar aos engenheiros de software na tomada de decisões adequadas para a redução dos possíveis custos que o desenvolvimento pode ocasionar. Isso permite o suporte para a análise da qualidade em diferentes etapas do desenvolvimento: definição da arquitetura, projeto detalhado e implementação. Algumas ferramentas têm sido desenvolvidas com o propósito de avaliar propriedades de *design* baseadas em métricas tais como: acoplamento, coesão, complexidade para cada uma das entidades envolvidas no *design* baseada em informações disponíveis nos modelos, particularmente, utilizando os modelos UML (Seção 3.3). Contudo, estas ferramentas não oferecem suporte à análise da qualidade baseada em modelos nem à detecção de problemas do *design* específicos, utilizando os valores das métricas computadas.

### 7.1. Contribuições

Este trabalho explora os avanços dos mecanismos de análise da qualidade e da detecção de problemas de *design* baseados no código para permitir sua utilização em uma etapa inicial do projeto. Dentro deste contexto, as contribuições deste trabalho foram as seguintes:

- A definição de 6 estratégias para a detecção de problemas de *design* OO em modelos UML, particularmente em diagramas de classes. Mais especificamente definiram-se as versões para modelo das estratégias definidas em (Lanza & Marinescu, 2006 e Marinescu, 2002) para a identificação de problemas recorrentes como os chamados *bad smells* (Fowler et al, 1999).
- O desenvolvimento de uma ferramenta para automatizar a aplicação simultânea de diferentes mecanismos de análise da qualidade – métricas, estratégias de detecção de problemas de *design* e modelos da qualidade - em diagramas UML.
- A avaliação das estratégias de detecção propostas para modelo, utilizando a ferramenta desenvolvida, no contexto de um estudo experimental que comparou a classificação das entidades do *design* realizada por estas estratégias com a classificação resultante da aplicação de suas correspondentes para código.
- A avaliação da qualidade do *design* de uma seqüência de versões do framework JHotdraw utilizando a ferramenta desenvolvida no contexto de um estudo experimental que analisou a usabilidade do modelo da qualidade QMOOD em diagramas de classes.

As estratégias de detecção propostas satisfazem importantes requisitos para poderem dar origem a medições de sucesso no âmbito do desenvolvimento de software OO. De maneira semelhante às suas correspondentes para código, elas são baseadas em métricas tradicionais ou novas métricas adaptadas para serem aplicadas em diagramas de classes.

A ferramenta desenvolvida para apoiar sua aplicação automatizada utiliza os arquivos em formato XMI gerados pelas ferramentas de modelagem para avaliar a qualidade dos diagramas UML. Esse respaldo é dado pelas ferramentas analisadas na Seção 3.3, que utilizam a informação contida nestes arquivos para processar e analisar os diagramas UML. Esta ferramenta foi projetada para ser facilmente extensível permitindo a inclusão de: (i) novos formatos para representação dos modelos UML, (ii) métricas, (iii) modelos da qualidade, e (iv) o armazenamento dos resultados obtidos para avaliações futuras. Porém, pode se

também notar que ela precisa de um melhor acabamento para seu uso prático em ambientes reais de engenharia de software. Uma evidência disto é seu limitado módulo de exportação dos resultados das medições. Embora a ferramenta possua mecanismos para estender os formatos destas exportações, seria de muita utilidade para os usuários finais que ela oferecesse uma suíte de formatos para as exportações. Isto poderia trazer benefícios na usabilidade dos resultados obtidos em análises futuras utilizando outras ferramentas, por exemplo: análise estatística.

A realização do primeiro estudo experimental serviu como uma primeira avaliação da utilidade do conjunto de estratégias de detecção proposto. Este estudo mostrou fortes comprovações dos benefícios da aplicação em modelos de algumas das estratégias propostas por meio da análise de propriedades tais como: acurácia, precisão e *recall*. Pode-se concluir então, que o estudo experimental serviu como indicação de que as estratégias merecem ser estudadas mais profundamente em outros contextos de forma a poderem ser refinadas e amadurecidas. Por outro lado, o segundo estudo experimental serviu como uma primeira avaliação da utilidade do modelo da qualidade QMOOD utilizando diagramas UML. QMOOD identificou as variações das propriedades de *design*, e, conseqüentemente, dos atributos da qualidade nas diferentes versões analisadas. Finalmente, o estudo mostrou que os mecanismos de identificação dos problemas de *design* e a estimativa da qualidade podem ser utilizados de maneira complementar.

## **7.2. Trabalhos Futuros**

As contribuições apresentadas representam um primeiro esforço para o uso de estratégias de detecção utilizando modelos UML. Apesar dos benefícios apresentados por meio dos estudos experimentais, este trabalho pode ser continuado realizando as seguintes atividades:

- Realização de outros estudos experimentais utilizando a ferramenta desenvolvida. Por exemplo, seria desejável conduzir estudos que envolvessem um maior número de sistemas, incluindo também sistemas desenvolvidos em ambientes comerciais.

- Definição e utilização de métricas já disponíveis na literatura que utilizem informações provenientes de vários diagramas UML. Por exemplo, métricas definidas para diagramas de estados.
- Definição de novas estratégias de detecção ou refinamento das já propostas a fim de utilizar o novo conjunto de métricas. Dessa forma as novas estratégias de detecção utilizarão informações de diferentes tipos de diagramas o que permitirá ter uma análise mais ampla.
- Adaptação para modelo de estratégias de detecção de outros *bad smells*.
- Estudo de como essas novas estratégias definidas podem apoiar a identificação de problemas de *design* OO antes da implementação dos sistemas.
- Tornar a ferramenta QCDDTool mais efetiva por meio de uma ampliação de seu escopo. Por exemplo, facilitar a análise das informações de outros diagramas UML. Outra iniciativa que deixaria a ferramenta mais poderosa seria realizar algum tipo de análise estatística com os resultados obtidos após a computação das métricas. Finalmente, o módulo de exportação dos resultados poderia oferecer o armazenamento da informação em diferentes formatos úteis aos usuários.
- Avaliar o uso da ferramenta para fins didáticos.