

## MDEReq: UMA ABORDAGEM PARA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO DOMÍNIO DE SOFTWARE EMBARCADO

**MILENA ROTA SENA MARQUES<sup>1</sup>; ELIANE SIEGERT<sup>1</sup>; LISANE DE BRISOLARA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico - CDTEc  
{mrsmarques, esiegert, lisane}@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Sistemas embarcados são sistemas dedicados que possuem funcionalidade restrita para atender a uma tarefa específica em sistemas maiores nos quais estão inseridos (MARWEDEL, 2003). Estes sistemas são comumente constituídos de parte de hardware e parte de software. Com projeto baseados em plataformas, o desenvolvimento do software embarcado vem sendo considerado o gargalo.

O software embarcado usualmente possui restrições rígidas quanto ao consumo energético, uso de memória e desempenho que dificultam o seu projeto. Além disso, a complexidade do software embarcado vem crescendo e os prazos de entrega são curtos, motivando a mudança no processo de desenvolvimento.

A Engenharia Orientada a Modelos (MDE, do inglês, *Model-driven Development*) (SELIC, 2006) provê abstração e automação ao desenvolvimento e vem sendo adotada no domínio de software convencional e chamando à atenção da comunidade de software embarcado. Nesta abordagem, os modelos são artefatos centrais, usualmente definidos em UML, linguagem padrão para modelagem de software (OMG, 2012).

Na Engenharia de Software convencional, a engenharia de requisitos é um processo importante que define um caminho desde o levantamento até a verificação/ validação do software, incluindo a gestão dos requisitos durante todas as fases do projeto (PRESMMAN, 2011). A gestão de requisitos ajuda a equipe de projeto a identificar, controlar e acompanhar as necessidades e suas mudanças a qualquer momento do projeto.

Além dos requisitos funcionais, o software embarcado possui muitos requisitos não funcionais (desempenho, restrições temporais, consumo energético), os quais precisam ser considerados desde a modelagem do sistema. Para tal, a UML foi estendida na aplicação no domínio de embarcado, através dos perfis MARTE (OMG, 2011a) e SysML (OMG, 2011b). O MARTE favorece, sobretudo a definição de requisitos temporais e o SysML traz benefícios para a modelagem de requisitos e relacionamentos entre eles. No entanto, são necessárias boas práticas de gerência de requisitos de software para ter uma melhoria no processo de desenvolvimento de um software embarcado.

Uma das atividades da gerência de requisitos é a rastreabilidade, que é uma necessidade da equipe de software e implica em estabelecer um relacionamento claro entre os requisitos e outros artefatos do sistema para tratar os aspectos de decomposição e refinamento em diferentes níveis do fluxo de modelagem dos requisitos. A rastreabilidade de requisitos pode ser a habilidade de acompanhar e descrever a vida de um requisito quando o processo de desenvolvimento de software produz requisitos rastreáveis (HAZAN, 2003). Além disso, com a evolução do sistema a rastreabilidade dos requisitos ajuda na identificação das mudanças.

A modelagem de requisitos de software embarcado baseada em UML e nos perfis SysML e MARTE visando rastreabilidade já foi estudada por ALBINET et. al. (2008) e DUBOIS et al. (2010). Porém, estas abordagens apresentam limitações. ALBINET propõe uma abordagem para aplicações automotivas, portanto restrita a este subdomínio, e DUBOIS propõe uma nova extensão da UML para rastreabilidade de requisitos, o que não permite o uso apenas dos padrões já existentes.

Neste trabalho, a MDEReq é proposta como uma nova abordagem de engenharia de requisitos orientada a modelos para software embarcado, que provê gerência de requisitos e garante a consistência dos modelos. Nesta abordagem, a gerência de requisitos é focada em suportar a rastreabilidade através do uso de notações da SysML. Esta abordagem também faz uso de modelos abstratos construídos usando UML e MARTE. Estes modelos são integrados, facilitando a rastreabilidade dos requisitos em todas as fases do projeto, além de utilizar apenas uma ferramenta para a modelagem de todo o projeto.

## 2. MATERIAS E MÉTODO

A MDEReq é uma abordagem orientada a modelos para engenharia de requisitos de software embarcado. Esta abordagem está sendo definida com intuito de prover abstração na modelagem do software e automação no que se refere à consistência de modelos e gestão de requisitos. A abordagem proposta é ilustrada na Figura 1 e define um fluxo com quatro etapas: o levantamento, a elaboração, a validação e a gestão, que segundo PRESSMANN (2011) são as principais etapas da Engenharia de Requisitos.

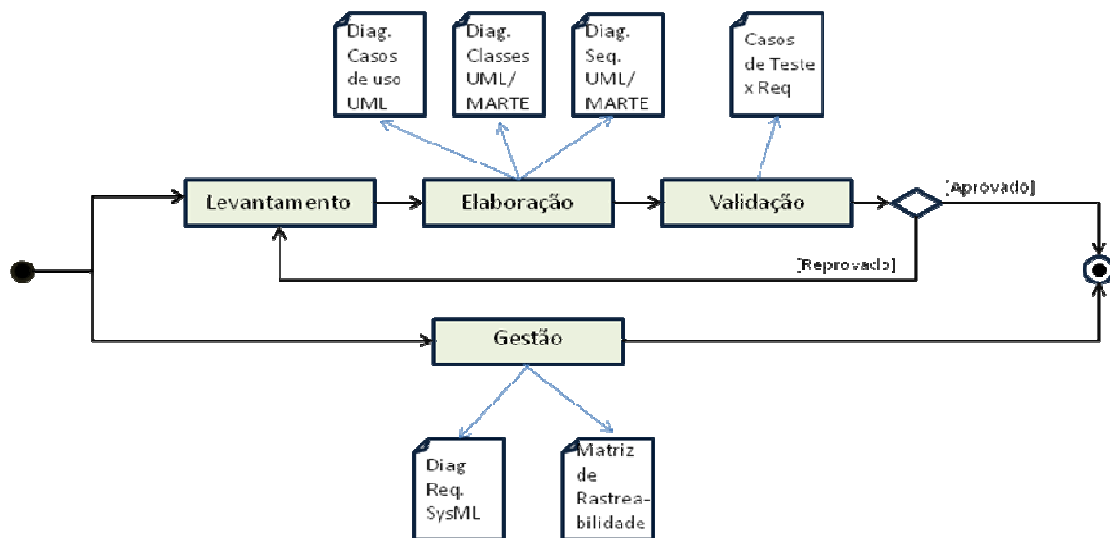


Figura 1: Abordagem MDEReq

A fase de levantamento envolve técnicas para descoberta de requisitos e produz a lista de requisitos que devem ser classificados em funcionais e não funcionais. Durante a fase de elaboração são construídos modelos dos requisitos. Os diagramas UML de casos de uso, de classes e de sequência são adotados para a modelagem da visão funcional, estrutural e comportamental dos requisitos

do sistema, respectivamente, como já usado em projetos tradicionais. No entanto, estes diagramas serão decorados com estereótipos do MARTE para anotações específicas do domínio de sistemas embarcados, por exemplo, *deadlines* de tarefas ou modelagem de outros requisitos não-funcionais. A fase de validação foca na validação dos requisitos, relacionando requisitos com casos de teste. Tais relacionamentos são construídos utilizando os estereótipos do SysML. E, por fim, a etapa de gestão provê a rastreabilidade dos requisitos para todo o processo de desenvolvimento do software embarcado e ocorre em paralelo com as etapas de levantamento, elaboração e validação.

O diagrama de requisitos, da SysML, é utilizado para apoiar a rastreabilidade de requisitos. Este diagrama representa as hierarquias e derivações existentes nos requisitos (FRIEDENTHAL et. al 2008), permitindo relacionar requisitos a outros elementos do modelo do sistema (tais como um caso de teste, ou um componente do software). Nestes modelos, os relacionamentos são estereótipados com *Derive*, *Satisfy* e *Verify*, que permitem definir diferentes tipos de relacionamentos entre requisitos e darão suporte a rastreabilidade de requisitos em nossa abordagem.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em DUBOIS et. al. (2010), o artigo propõe o metamodelo DARWIN4Req para rastreabilidade de requisitos, o que significa que ferramentas específicas baseadas neste novo metamodelo devem ser providas para dar suporte a abordagem. Além disso, várias ferramentas para modelagem do sistema são utilizadas, pois cada modelo é feito em uma ferramenta específica, o que dificulta a rastreabilidade e automatização de todo o processo. Na abordagem proposta, os modelos são baseados em UML, MARTE e SysML, portanto fazendo uso dos padrões existentes e suportados por ferramentas já disponíveis (gratuitas, inclusive) e evitando redefinições de notações que exijam que novas ferramentas sejam desenvolvidas.

O projeto MemVaTex propõe uma metodologia baseada em modelos de requisitos, rastreabilidade e verificação com foco no projeto de aplicações automotivas (ALBINET et. al. 2008). O ponto fraco desta metodologia é que a rastreabilidade deste projeto é feita somente no mesmo nível de abstração. Nossa abordagem utiliza um modelo integrado que permite a rastreabilidade entre modelos definidos em diferentes fases.

A MDEReq utiliza conceitos da engenharia de software tradicional apoiada por modelos estabelecendo uma metodologia para o desenvolvimento de um projeto de software embarcado usando linguagens de modelagem padrão. No entanto, a validação suportada é no nível de modelos, não incluindo a execução de testes, uma vez que o código executável não estará disponível. Além disso, para dar suporte a abordagem proposta, será desenvolvida uma ferramenta para apoio a rastreabilidade dos requisitos, a qual será integrada a uma ferramenta de modelagem.

### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho propõe uma abordagem para engenharia de requisitos de software embarcado, a qual dá suporte para as principais etapas da engenharia de requisitos (levantamento, elaboração, validação e gestão). Esta abordagem se baseia na construção de um modelo integrado que faz uso das linguagens UML,

MARTE e SysML, evitando redefinições que não permitiriam o uso de ferramentas de modelagem já disponíveis. Por ser orientada a modelos, esta abordagem auxilia a lidar com a complexidade do software embarcado. A abordagem proposta suporta rastreabilidade de requisitos, permitindo identificar inconsistências entre modelos, principalmente quando da ocorrência de mudanças, mesmo que estas influenciem modelos definidos em diferentes fases ou em diferentes níveis de abstração. Além disso, a rastreabilidade oferece uma visão mais completa do sistema facilitando sua construção e verificação e validação.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar um estudo de caso para demonstrar a capacidade da abordagem proposta. Além disso, pretende-se definir e desenvolver uma ferramenta que permita uma melhor gerência de requisitos para o domínio de software embarcado e que dê suporte a abordagem MDEReq.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINET, A., and et. al: The MeMVaTEEx methodology: from requirements to models in automotive application design. In: EUROPEAN CONGRESS ERTS EMBEDDED REAL TIME SOFTWARE, 4., Toulouse, France, 2008.

DUBOIS, H.; PERALTI-FRATI. M.; IAKHAL, F. A model for requirements traceability in an heterogeneous model-based design process: Application to automotive embedded systems. In: IEEE INT. CONF. ON ENGINEERING OF COMPLEX COMPUTER SYSTEMS, 15., 2010.

FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. A. **Practical Guide to SysML: Systems Model**. Morgan Kaufmann OMG Press, 2008. 560p.

HAZAN,C.; LEITE, J.C.S.P. Indicadores para a Gerência de Requisitos. In: WORKSHOP DE ENGENHARIA DE REQUISITOS, 6., São Paulo, 2003.

MARWEDEL, P. **Embedded Systems Design**. Springer, 2003, 241p.

OMG. Unified Modeling Language (UML). Disponível em: <http://www.omg.org/spec/>. Acesso em: 15 jan. 2012.

OMG. UML Profile for MARTE. Disponível em: <http://www.omg.org/spec/MARTE/1.1/>. Acesso em: 20 out. 2011.

OMG. SysML. Disponível em: <http://www.omgsysml.org/>. Acesso em: 20. out. 2011.

PRESMANN, Roger. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

SELIC, B. UML 2: A model-driven development tool. IBM Systems Journal, Riverton, v. 45, n. 3, p. 607-620, 2006.