



AEAMESP



SISTEMA DE GESTÃO DE BASE DE CONHECIMENTO DE REQUISITOS PARA SINALIZAÇÃO E CONTROLE

Carlo Borsoi Moura

Rubens Navas Borloni



AEAMESP



“20ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA”, “PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS”

Categoria

Tecnologias de implantação, operação e manutenção de sistemas de transporte.

Título

Sistema de Gestão de Base de Conhecimento de Requisitos para Sinalização e Controle



AEAMESP



Introdução

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso de melhoria contínua do processo de gestão de requisitos no Metrô de São Paulo, visando proporcionar uma base de conhecimento de requisitos para sistemas de aplicação crítica, com um alto grau de complexidade e uma grande quantidade de requisitos da ordem de 3000 a 5000, os quais estarão organizados e estruturados para a sua rastreabilidade, reutilização e qualidade ao longo do ciclo de desenvolvimento do projeto.

Histórico e Evolução

Os requisitos dos projetos para sistemas metroferroviários são descritos nos documentos técnicos de Concepção de Sistemas integrantes do edital de contratação, tais documentos são a base para o proponente desenvolver os seus requisitos do sistema durante a fase inicial do desenvolvimento do projeto executivo, os quais deverão ser rastreados, comparados e validados com a Concepção de Sistemas ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

O resultado do desenvolvimento de Sistema de gestão de requisitos para sistemas críticos e complexos será prover grandes benefícios para o gerenciamento do projeto, o qual irá resultar numa base de dados única dos requisitos de projeto manuseada através de uma ferramenta de gestão de requisitos.

Algumas vantagens do resultado no desenvolvimento de um Sistema de gestão de base de conhecimento de requisitos para Sinalização e Controle, são:

- ⤴ Facilidade de acesso ao histórico de requisitos;
- ⤴ Estrutura hierárquica de requisitos (taxonomia);
- ⤴ Facilidade no controle do reuso dos requisitos;
- ⤴ Requisitos com atributos associados à qualidade, validação e gestão;



AEAMESP



- ^ Rastreabilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto;
- ^ Ambiente colaborativo de gestão de requisitos;
- ^ Análise de cobertura de requisitos;
- ^ Gestão de mudanças de requisitos;
- ^ Histórico de mudanças de requisitos, provendo uma manutenibilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto;
- ^ Maior robustez no desenvolvimento do Projeto Básico;
- ^ Agilidade e assertividade na gestão dos requisitos nas fases do Projeto Básico e Executivo;
- ^ Maior robustez no Projeto Executivo, gerando um melhor acompanhamento das fases posteriores (fabricação e testes).

Além das vantagens no nível técnico, esta abordagem possibilitará o aprimoramento das práticas gerenciais atuais proporcionando melhorias nos processos internos de gestão dos projetos, na alocação de recursos e maior objetividade no atingimento de suas principais metas.

Metodologia

Em função da grande quantidade de projetos e de requisitos aplicáveis as Linhas de Metrô e Monotrilhos, constata-se a necessidade do tratamento destes requisitos de projeto para sistemas críticos, através de uma reavaliação e otimização dos processos de verificação e validação (V&V) desses requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto, os quais após definido e implantado o processo de gestão será adotada uma ferramenta de software com o objetivo de agilizar e otimizar o processo de gestão, voltados ao:



AEAMESP



- armazenamento adequado dos requisitos, gestão de mudanças e rastreabilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto;
- criação de atributos para auxílio aos processos de verificação e validação dos requisitos durante as etapas de desenvolvimento e implantação do projeto;
- classificação conveniente dos requisitos para permissão de reuso nos projetos, criação de base histórica de requisitos; dentre outras necessidades de gestão de requisitos. A classificação do tipo "compatibilidade" é de suma importância na gestão de requisitos. Existem requisitos que são incompatíveis entre si, porém ambos corretos de forma isolada. Um exemplo clássico: REQ1: o trem não pode se movimentar se as portas estiverem abertas; REQ2: se o botão de emergência for acionado, as portas deverão se abrir abaixo de 30 km/h. Os 2 são válidos, porém incompatíveis se aplicados em um mesmo contexto.
- detectar algum problema de incompatibilidade na utilização de todos os requisitos ao mesmo tempo. Outro exemplo clássico é o capítulo das normas que o sistema em questão deve ser "compliant". Existem normas que, mesmo tratando do mesmo assunto, não são compatíveis, como as Mil-Std e as CENELECs. Então solicitar as duas na especificação pode causar problemas de não aderência a nenhuma das normas, apresentando certa vulnerabilidade na concepção do sistema.

Modelos de Maturidade

Dentre os modelos de melhores práticas, a indústria automotiva utiliza-se do CMMi, mas não se limitando a ele. O SPICE (ISO/IEC TR 15504) também representam modelos de desenvolvimento de sistema e software, descrevendo melhores práticas na gestão dos requisitos.



AEAMESP



O CMMi possui duas áreas de processos, específicas para requisitos: a REQM (*Requirements Management*) e a RD (*Requirements Development*). Segundo o modelo CMMi, o objetivo da REQM é gerenciar os requisitos dos produtos, identificando inconsistências entre os requisitos e os planos do projeto e os pacotes de entrega. O objetivo da área de processo RD é produzir e analisar os requisitos do cliente, do produto e dos componentes do produto.

Segundo o modelo do SPICE (ISO15504) as melhores práticas de requisitos aparecem em dois grupos: *Acquisition Process Group* (ACQ) e *Engineering Process Group* (ENG).

O grupo de processo ACQ descreve os processos de aquisição de serviços e produtos para o projeto. Neste grupo a empresa que está contratando o projeto (cliente) deve desenvolver os artefatos de requisitos e a empresa contratada (fornecedor) deve receber estes artefatos. O processo ACQ.11(*Technical requirements*) considera as atividades de elicitação dos requisitos funcionais e não funcionais. O propósito do processo ACQ.12 (*Legal and administrative requirements*) é definir os aspectos jurídicos do contrato. Por último, o processo ACQ.13 (*Project requirements*) é responsável pela especificação de requisitos que garantem que o projeto possuirá um planejamento adequado, equipe, gestão, organização e controle adequado.

Outro grupo de processo relacionado com requisitos é o ENG (*Engineering*), que define os processos de desenvolvimento do produto. O processo ENG.1 (*Requirements elicitation*) estabelece a base de requisitos utilizada para o desenvolvimento do produto. Esta base é utilizada pelo processo ENG.2 (*System requirements analysis*), onde serão definidos os requisitos técnicos de sistema. O processo ENG.4(*Software requirements analysis*) é responsável pela definição dos requisitos de software.

Processo de Gestão de requisitos



AEAMESP



Um dos fatores mais importantes para o sucesso do projeto é a correta gestão e desenvolvimento dos requisitos. Isto significa identificar os requisitos de maneira correta, classificá-los, monitorá-los quanto às mudanças ao longo do projeto e estabelecer rastreabilidade entre os requisitos e os testes e software desenvolvido.

IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS - Para se fazer captura de requisitos é necessária, primeiro, a definição dos documentos de entrada. Normalmente, tem-se um documento específico de requisitos para o projeto e normas gerais de desenvolvimento de projetos.

O documento de requisitos do cliente pode ser chamado de especificação técnica do produto, cadernos de encargos, product requirements document, lastenheft, entre outros. Este documento trata de todas as características funcionais do produto a ser desenvolvido. Estas características irão se desdobrar em requisitos de sistema, hardware e software, para atender as necessidades do cliente.

Compondo com a especificação do produto, pode-se considerar uma série de normas aplicadas ao desenvolvimento do produto. Estas normas são aplicadas a todos os produtos de acordo com a sua própria descrição. Neste contexto, o primeiro passo é a seleção das normas aplicadas ao projeto específico. Estas normas selecionadas farão parte do conjunto de requisitos do produto e também serão desdobradas em requisitos de software. Exemplos de norma seriam: precisão mínima de 2% na apresentação de velocidade ou consumo mínimo de bateria de 5 mA (com reflexos no software desenvolvido).

Um exemplo real de utilização das normas foi em um projeto onde o cliente enviou uma grande quantidade de normas, sem uma boa seleção de quais seriam aplicáveis ao projeto. A empresa que desenvolvia o projeto não considerou todas as normas como documento de



AEAMESP



entrada de requisitos. Perto do final do projeto, descobriu-se que uma das normas não estava atendida num teste de validação. Houve grande impacto nos custos, tanto para o cliente quanto para o fornecedor.

De posse desta lição aprendida, em um novo projeto com o mesmo cliente e o mesmo fornecedor, foi adotada uma ação para não ocorrer o problema novamente. Um especialista de requisitos do fornecedor ficou por duas semanas no cliente, selecionando as normas pertinentes ao projeto junto com o especialista do cliente. Dentre outros fatores, esta ação contribui fortemente para o sucesso do projeto. Houve um trabalho em conjunto entre o cliente e o fornecedor que trouxe um ótimo resultado. Em uma entrega intermediária, a amostra possuía uma maturidade superior à esperada pelo cliente, conforme relato do mesmo.

O desdobramento dos requisitos dos clientes em requisitos do produto, além de um melhor detalhamento do mesmo, provê uma melhor estrutura do documento. O documento do produto, normalmente, deve possuir, quando possível, uma forma de organização mais próxima da arquitetura do produto desenvolvido, facilitando o seu entendimento pela equipe de desenvolvimento.

As formas de representação de requisitos são em sua maioria textual. Mas existem utilizações de modelos consagrados como os diagramas de sequência, casos de uso e máquinas de estado do UML, conforme ilustrado na figura 1.

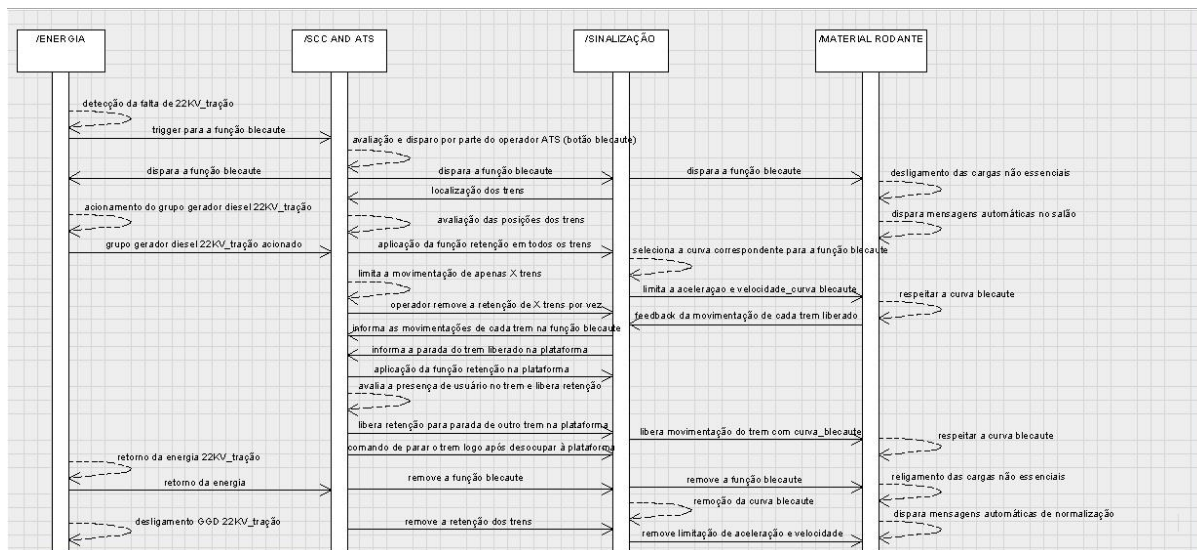


Figura 1 Exemplo de um diagrama de seqüência utilizado nas discussões de uma função específica de socorro de alimentação elétrica no modal Monotrilho

Para desenvolver algum requisito do cliente, normalmente, procura-se gerar um requisito com o menor impacto no custo do produto mesmo em detrimento do custo do projeto. Por exemplo, se for possível desenvolver uma funcionalidade por software substituindo algum componente do hardware, isto normalmente é realizado mesmo gastando-se mais no projeto de software.

Outro aspecto que envolve o custo do projeto e atrasos na entrega é que um erro de requisitos no início do projeto representa um grande impacto nos custos se descoberto tardiamente. Neste caso, é preciso levar em conta que será necessário realizar todas as atividades decorrentes de um novo requisito, desde o seu desenvolvimento, implementação e validação. E todo trabalho realizado com o requisito errado terá consumido recursos financeiros e tempo de projeto desnecessariamente.

Além do fator custo, alguns requisitos de hardware e de produção causam impactos nos requisitos de software. Por exemplo, um requisito de consumo máximo de 5 mA do produto deve ser atendido pela arquitetura de hardware e também pela de software. Neste caso, como a medida do consumo é média, se o software implementar um controle de desligar as

principais funções do produto e coordenar de que forma estas funções estarão ativas, o consumo médio será menor por uma intervenção do software. Além disto, o software pode necessitar de algumas características das entradas e saídas, como velocidade de comunicação, onde o hardware deverá estar preparado.

Os requisitos provenientes dos processos de manufatura já são previsto no CMMi, caso sejam necessários. Para produtos eletrônicos automotivos, os requisitos de software decorrentes da manufatura são, basicamente, os meios de ajuste e medição do produto. Normalmente, isto é realizado por protocolos de comunicação onde o produto provê serviços específicos para o processo de fabricação.

CONTROLE DE REQUISITOS - Como em qualquer desenvolvimento de produto, a mudança de requisitos pode gerar um risco para o sucesso do projeto. Nos projetos metroviários, existe um forte compromisso com a data final do projeto. É válido lembrar que o sistema deve estar pronto em um tempo adequado para a realização de todos os testes de validação, antes do lançamento do produto. Por outro lado, as mudanças de especificação acontecem frequentemente ao longo do desenvolvimento de um sistema. Como um projeto não pode atrasar e a probabilidade de mudanças é alta, faz-se necessário um bom controle das mudanças de requisitos (SP 1.3 da área REQM), levando em conta o seu impacto, pessoas autorizadas a solicitar e realizar mudanças, a sua possibilidade de execução e o seu custo. Além disto, faz-se necessário a manutenção do controle de mudanças com a rastreabilidade da mudança com os elementos disparadores da mudança, documentação impactada e as pessoas envolvidas.

RASTREABILIDADE - A rastreabilidade para requisitos é o estabelecimento de ligação para outros elementos desenvolvidos a partir deles. Podem-se estabelecer ligações como:

- Requisitos do cliente com requisitos de sistema



AEAMESP



- Requisitos de sistema com requisitos de software
- Requisitos de sistema com casos de teste de sistema
- Outros;

Isto traz, pelo menos, duas grandes vantagens para a qualidade do produto:

1. Pode-se verificar se os testes cobrem todos os requisitos assim com se todos os requisitos estão implementados no software.
2. Para qualquer alteração de requisito, ficam muito mais ágeis as alterações de casos de teste e codificação.

Para automatizar a rastreabilidade e as mudanças de requisitos, algumas empresa já estão utilizando meios mais sofisticados como o uso de ferramentas de gestão de requisitos para controlar, modificar e excluir requisitos entre fornecedor e cliente. Nestes casos, as duas empresas possuem a ferramenta de gestão de requisitos e são trocados entre elas os arquivos da ferramenta para a correta consolidação e validação dos dados.

Base de conhecimento de requisitos

A correta estrutura de base de conhecimento é fundamental para todo processo de gestão de requisitos. Esta deve conter elementos mínimos para uma correta análise, classificação, reutilização, e rastreabilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto, análise de cobertura dos requisitos, análise de qualidade, emissão de relatórios e outras atividades inerentes à gestão.

Somente uma correta estrutura necessária e suficiente permitirá a correta utilização de uma ferramenta de gestão de requisitos, disponibilizando todas as suas funcionalidades e evitando perda de qualidade e eficiência.

O resultado destes serviços de engenharia irá trazer grandes benefícios para a gestão do



AEAMESP



projeto, o qual irá resultar numa base de dados única dos requisitos de projeto para o Sistema de Sinalização e Controle que será manuseada através de uma ferramenta DOORS de mercado e que está sendo aplicado pelos fornecedores do Sistema de Sinalização e Controle das Linhas de Metrô e Monotrilho.

Algumas vantagens do resultado destes serviços de engenharia:

- ⑩ Requisitos armazenados em um único local;
- ⑩ Facilidade de acesso ao histórico de Requisitos;
- ⑩ Estrutura hierárquica de Requisitos (taxonomia);
- ⑩ Facilidade no controle do reuso dos Requisitos;
- ⑩ Requisitos com atributos associados à qualidade, validação e gestão;
- ⑩ Rastreabilidade dos Requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto;
- ⑩ Ambiente colaborativo de gestão de Requisitos;
- ⑩ Análise de cobertura de Requisitos;
- ⑩ Gestão de mudanças de Requisitos;
- ⑩ Histórico de mudanças de Requisitos, provendo uma manutenibilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto.

Metodologia de desenvolvimento de Sistema de Gestão de Base de Conhecimento de Requisitos

Para o desenvolvimento do Sistema de Gestão de Base de Conhecimento de Requisitos foi concebida uma metodologia com as seguintes etapas:

Levantamento da Situação Atual – Esta atividade contempla o levantamento de documentação e processos relacionados ao manuseio de requisitos praticados atualmente pela empresa, por meio de estudo e análise dos documentos e entrevistas com os técnicos envolvidos no assunto.

Análise Crítica e Organizacional dos Requisitos – Esta etapa terá o foco numa análise crítica e organizacional da documentação e processos relacionados ao manuseio de requisitos praticados atualmente pela empresa, com base no levantamento realizado na etapa anterior.

Estruturação da Base de Conhecimento e Modelagem da Ferramenta de Gestão de Requisitos – Nesta fase será projetada uma estrutura de dados adequada ao gerenciamento de requisitos para Empresa que são apresentadas e discutidas em reuniões técnicas junto.

A correta estrutura da base de conhecimento é fundamental para todo processo de gestão de requisitos. Esta deve conter elementos mínimos para uma correta análise, classificação, reutilização e rastreabilidade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do projeto, análise de cobertura dos requisitos, análise de qualidade, emissão de relatórios e outras atividades inerentes à gestão.

Ao final desta etapa a ferramenta de gestão de requisitos estará modelada em consonância com a estrutura de dados de requisitos discutida e aprovada.

Revisão de Requisitos e Cadastramento na Ferramenta - O conjunto de requisitos do projeto identificado será revisado com o objetivo de adequar sua escrita ao padrão recomendado pelo mercado (claro, coeso, testável, assertivo, sustentável, entre outros),

bem como definido seus atributos para cada requisito de acordo com a estrutura de dados da empresa.

Após análise crítica, os requisitos revisados são inseridos na ferramenta e comentados e aprovados, utilizando-se de mecanismos e recursos interativos disponibilizados pela ferramenta adotada.

Geração Automatizada de Documentos de Requisitos (templates) – Utilizando recursos da ferramenta de gestão de requisitos adotada pela empresa, são desenvolvidas estruturas de relatórios (templates) de documentos a serem gerados de forma automatizada.

Projeto piloto – toda a estrutura desenvolvida para o Sistema de Gestão de Base de Conhecimento de Requisitos deve ser aplicada em um projeto piloto para a sua validação e correções necessárias. Para isto, deve-se estabelecer critérios de avaliação da aplicação no projeto piloto e após a sua utilização uma avaliação dos resultados obtidos.

Conclusão

Para o desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Base de Conhecimento de Requisitos utilizando a metodologia proposta, deve-se considerar a implantação de um projeto, onde são estabelecidos as pessoas envolvidas, cronogramas, estrutura analítica de projeto, requisitos do projeto, riscos e outros artefatos da gestão de projetos.

O apoio da alta gerencia e a participação de todos os envolvidos na construção da base de conhecimento é fundamental para o sucesso do projeto.

Esta metodologia está sendo aplicada em um projeto no METROSP, com início em julho de 2014 e os resultados parciais serão apresentados na AEAMESP 2014.



AEAMESP



Referencias bibliográficas

[AUTOMOTIVE SIG 2008] Automotive SPICE Process Reference Model, The SPICE User Group

[KAUPPINEN, M.; VARTIAINEN, M.; KONTIO, J.; KUJALA, S.; SUPONEN, R. 2004] Implementing requirements engineering processes throughout organizations: success factors and challenges, Information and Software Technology

[Klaus Pohl 2010] Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques

[SEI, 2011] CMMI® for Development, Version 1.3, SEI

[IEEE, 2004] SWEBOK – Guide to the Software Engineering Body of Knowledge.

[IEEE, 2011] ISO/IEC/IEEE 29148 Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering

[ISO 2008] ISO/IEC 12207 Systems and software engineering — Software life cycle processes.

[ISO, 2005] ISO/IEC 25000 Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE

[PRESSMAN, R. S. 2009] Software engineering: a practitioner's approach, 7ª edição

[OMG 2012] SysML v1.3 Specification

[SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. 1998] Requirements Engineering – A Good Practice Guide, New York: John Wiley & Sons

[SOMMERVILLE, I. 2010] Engenharia de Software, Nona edição. São Paulo: Addison Wesley

[TRACY Hall, Sarah BEECHAM, e Austen RAINER. 2002] Requirements Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis.

[WIEGERS, Karl 2003] Software Requirements 2