

Universidade Federal do Pampa

Robson André Domanski

**UMA FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO NA
AUDITORIA DE QUALIDADE DE
SOFTWARE**

Alegrete

2013

Robson André Domanski

UMA FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO NA AUDITORIA DE QUALIDADE DE SOFTWARE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Sam da Silva Devincenzi

Coorientador: Cleo Billa

Alegrete

2013

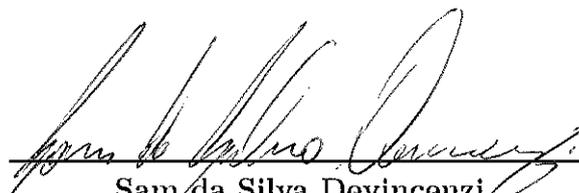
Robson André Domanski

UMA FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO NA AUDITORIA DE QUALIDADE DE SOFTWARE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciência da Com-
putação da Universidade Federal do Pampa
como requisito parcial para a obtenção do tí-
tulo de Bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 10. de outubro de 2013

Banca examinadora:



Sam da Silva Devincenzi
Orientador

Cleo Billa
Coorientador
(FURG)



João Pablo Silva da Silva
(Unipampa)



Ewerson Luiz de Souza Carvalho
(Unipampa)

Este trabalho é dedicado ao meu pai Mariano Domanski(in memoriam), pois mesmo que ele não possa partilhar deste momento junto a mim, acredito de onde ele esteja também realizou um sonho, e toda minha família e amigos que me ajudaram e apoiaram nessa fase da minha vida.

*“O entusiasmo é a maior força da alma. Conserva-o e nunca te faltará poder para conseguires o que desejas.
(Napoleão Bonaparte)”*

Resumo

Hoje vivemos em um mundo tecnológico, onde são geradas novidades a cada dia que passa, portanto há uma grande necessidade do mercado por produtos de software, bem como a necessidade de se garantir a qualidade dos mesmos. Tendo isto em vista, a área de engenharia de software tem uma evolução cada vez maior, visando a garantia da qualidade de software apoiada por modelos de processo. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta inteligente que pretende fornecer suporte em auditorias de qualidade de processo de software, auxiliando empresas e instituições no desenvolvimento de seus softwares. Dentre as suas metas, a ferramenta possibilita um ambiente para coleta dos dados, dos requisitos e dos métodos referentes ao processo do sistema em desenvolvimento ou até mesmo softwares já produzidos. Contudo, o objetivo principal é de que, a ferramenta possa ofertar uma rotina inteligente baseada em Sistemas Especialistas que, a partir dos dados coletados, fará a análise dos propósitos e resultados referentes ao processo em execução, atuando como consultora para a garantia da qualidade de seu desenvolvimento. Para o processo de garantia da qualidade, foi tomado como referência o modelo MPS-Br, por ser um modelo de qualidade de processos voltado para o mercado de pequenas e médias empresa de desenvolvimento de software brasileiras. Os Sistemas Especialistas têm como objetivo auxiliar no processo de tomada de decisão, ou seja, levar a experiência de especialistas humanos e transferir para um sistema de computador. Por fim, chegou na conclusão que o sistema proporcionou um ganho significativo na análise dos propósitos e resultados esperados, assim auxiliando na auditoria de qualidade de software.

Palavras-chave: Qualidade de Processo. MPS-Br. Sistema Especialista.

Abstract

Today we live in a technological world, which are generated new technologies every day, however there is a large demand on the market for softwares products, as well as need to ensure their quality. With this in veiw, the area of software engineering has an ever changing higher, in order to guarantee the quality of software supported by models process. This papper aims to develop a smart tool that seeks to provide support for audits quality software process, helping companies and institutions the development of their software. Among its goals, the tool provides an environment for data collection, the requirements and methods for the developing system, or even software ever produced. Nevertheless, the main goal is that the tool can offer a routine based intelligent Expert Systems which, from the data collected, will make analysis of the purposes and results of the proceedings in execution, acting as a consultant for quality assurance of their development. For the process of quality assurance, was used as reference the MPS-BR model, as a quality model processes, market-oriented small and medium enterprise Brazilian software development. Expert systems have intended to assist in the process of decision making, ie, take the experience of human experts and transfer to a computer system. Finally, the conclusion is that the system has a significant gain in the analysis of the purposes and expected results, thusl assisting in audit quality software.

Key-words: Process Quality. MPS-Br. Expert System.

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Construção do modelo MPS-Br | 27 |
| Figura 2 – Estrutura do Modelo MPS-Br | 28 |
| Figura 3 – Modelo de Referência | 28 |
| Figura 4 – Estrutura do Sistema Especialista | 36 |
| Figura 5 – Questão 01 | 49 |
| Figura 6 – Exemplo produtos de trabalho | 49 |
| Figura 7 – Exemplo de relações entre processos, produtos de trabalho e as respostas | 50 |
| Figura 8 – Pergunta 01 referente ao GRE | 53 |
| Figura 9 – Pergunta 02 referente ao GRE | 54 |
| Figura 10 – Pergunta 3 referente ao GRE | 54 |
| Figura 11 – Pergunta 4 referente ao GPR | 55 |
| Figura 12 – Pergunta 5 referente ao GRE | 56 |
| Figura 13 – Pergunta 6 referente ao GPR | 56 |
| Figura 14 – Pergunta 7 referente ao GRE | 57 |
| Figura 15 – Tela inicial do sistema | 58 |
| Figura 16 – Questionário | 60 |
| Figura 17 – Resultados esperados do trabalho | 60 |
| Figura 18 – Exemplo de código utilizado no Módulo Coletor de Dados | 61 |
| Figura 19 – Exemplo de código utilizado no Motor de Inferência | 62 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Níveis de maturidade do Modelo MPS-Br. | 29 |
| Tabela 2 – Níveis de maturidade do Modelo MPS-Br, com seus respequitivos processos e atributos de processos. | 30 |
| Tabela 3 – Tabela de relação entre os trabalhos | 45 |
| Tabela 4 – Equivalência entre os processos do modelos CMMI e o MPS-Br. | 48 |
| Tabela 5 – Resultados obtidos. | 65 |
| Tabela 6 – Resultados obtidos sobre a satisfação do sistema. | 67 |

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 19 |
| 1.1 | Motivação | 20 |
| 1.2 | Objetivos | 20 |
| 1.3 | Estrutura | 21 |
| 2 | Fundamentação Teórica | 23 |
| 2.1 | Qualidade Software | 23 |
| 2.2 | Qualidade de Produto | 24 |
| 2.3 | Qualidade de Processo | 25 |
| 2.3.1 | Auditoria de Qualidade | 25 |
| 2.3.2 | Modelo MPS-Br | 26 |
| 2.3.2.1 | Estrutura | 26 |
| 2.3.2.2 | Descrição Geral | 27 |
| 2.3.2.3 | O Nível G | 29 |
| 2.3.2.4 | Grau de Implementação do modelo MPS-Br | 33 |
| 2.4 | Sistemas Especialistas | 34 |
| 2.4.1 | Características gerais dos Sistemas Especialistas | 35 |
| 2.4.2 | Estrutura Geral de um Sistema Especialista | 36 |
| 2.4.2.1 | Núcleo do Sistema Baseado em Conhecimento (NSBC) | 36 |
| 2.4.2.2 | Base de Conhecimento (BC) | 37 |
| 2.4.2.3 | Memória de Trabalho (MT) | 37 |
| 2.4.2.4 | Interface | 38 |
| 2.4.3 | Representação do Conhecimento | 38 |
| 2.4.3.1 | Regras de Produção | 38 |
| 2.4.4 | Etapas de desenvolvimento de um Sistema Especialista | 39 |
| 2.4.4.1 | Planejamento | 39 |
| 2.4.4.2 | Aquisição do Conhecimento | 39 |
| 2.4.4.3 | Implementação | 39 |
| 2.4.4.4 | Validação e Refinamento | 39 |
| 2.5 | Conclusão | 39 |
| 3 | Trabalhos Relacionados | 41 |
| 3.1 | Web Service Inteligente para Avaliações PPQA | 41 |
| 3.2 | Inteligência Artificial para Melhoria da Qualidade de Software | 42 |
| 3.3 | Uma estrutura de programas de ontologia apoiada com processo de representação de conhecimento | 42 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4 | Um Sistema Multiagente Baseado em Ontologia para o Apoio às Inspeções de Garantia da Qualidade de Software | 43 |
| 3.5 | Medição e Análise de Processo de Software Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial | 44 |
| 3.6 | Fechamento do Capítulo | 44 |
| 4 | Metodologia | 47 |
| 4.1 | Interação com o Especialista | 47 |
| 4.2 | Criação da Modelagem do Conhecimento. | 48 |
| 4.3 | Requisitos do Sistema | 51 |
| 4.4 | Ferramentas utilizadas | 51 |
| 4.4.1 | Linguagem de programação e Tecnologias utilizadas | 52 |
| 4.5 | O Modelo | 52 |
| 4.6 | Implementação | 57 |
| 4.7 | Aplicação do Questionário | 58 |
| 4.7.1 | A Base de Conhecimento | 58 |
| 4.7.2 | A interface | 59 |
| 4.7.3 | Memória de Trabalho | 59 |
| 4.7.4 | Núcleo do Sistema Baseado em Conhecimento | 61 |
| 4.7.4.1 | Módulo Coletor de Dados | 61 |
| 4.7.4.2 | Motor de Inferência | 61 |
| 4.7.4.3 | Módulo de Explicações | 62 |
| 5 | Resultados | 63 |
| 5.1 | O sistema Web | 63 |
| 5.2 | A metodologia empregada | 63 |
| 5.3 | Resultados | 65 |
| 5.3.1 | Resultados obtidos no sistema | 65 |
| 5.3.2 | Resultados de satisfação sobre o sistema | 66 |
| 6 | Conclusão | 69 |
| 6.1 | Trabalhos futuros | 69 |
| | Referências | 71 |

1 Introdução

Nos dias de hoje, com a contínua crescente importância do software na área de tecnologia de informação, faz-se necessário um acompanhamento no desenvolvimento deste processo. Para isso a comunidade computacional vem desenvolvendo normas e qualidades de processos como o CMMI, ISO 9126 e ISO 12207 para orientar as atividades relacionadas ao desenvolvimento de software para a sua regularização a nível internacional (PRESSMAN, 2006).

No Brasil, acompanhando este fluxo, foi desenvolvido o modelo MPS-Br, que tem como objetivo principal a melhoria de processo de software brasileiro, com duas grandes metas a médio e longo prazo que visam à criação e aprimoramento do modelo MPS-Br (Sociedade SOFTEX, 2011c) com seus resultados esperados e, de mercado que visa à disseminação e adoção do modelo em todas as regiões do país, visando também seu baixo custo de implementação uma vez que os demais modelos são de custo elevados para implementação nestas modalidades de empresas.

Dentro do mercado brasileiro, o setor de software está em constante crescimento. Realizando um pequeno estudo dentro da nossa instituição, Unipampa campus Alegrete, no seu núcleo de desenvolvimento NTIC, percebeu-se que o desenvolvimento de software não segue um padrão, com planejamento, portanto trás várias desvantagens tanto para a instituição que desenvolveu o software e principalmente ao cliente. Visando isto, as empresas que estão inseridas nesse cenário buscam por produtos e serviços de melhor qualidade e assim proporcionar satisfação aos seus clientes.

Conforme Pressman (2006) a qualidade de software é definida a partir da conformidade com requisitos funcionais e de desempenho declarados, suas normas de desenvolvimento e características implícitas, que são esperados nos softwares desenvolvidos, ou seja, esta qualidade consiste na produção de seus componentes (requisitos, especificações e projeto do sistema), conforme elaborados no projeto.

Para avaliar estes componentes de software existe o processo de auditoria de qualidade de software, estes avaliam o relacionamento e a execução dos agentes, atividades, artefatos e fluxos de trabalho. O processo de software reflete no produto que está sendo desenvolvido. Portanto, quanto melhor a qualidade de um processo, a qualidade do produto desenvolvido melhorará gradativamente, ou seja, o principal fator que tem influência na qualidade de produtos é o seu processo de desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2007).

Dado este cenário, a implementação do modelo MPS-Br se tornou importante dentro de pequenas e médias empresas, que por meio da exigência do mercado necessitam estar conforme os padrões de qualidade, e pelo motivo do modelo ser de baixo custo, sua

implementação se torna mais viável dentro destas empresas.

Este trabalho propõe a criação de uma ferramenta que auxilia um auditor na hora de uma requisição de avaliação do modelo MPS-Br, avaliando os propósitos que tem a capacidade de descrever o objetivo geral a ser atingido durante toda a execução do processo.

Para a implementação desta ferramenta, foi utilizada uma estratégia que recebe o nome de Sistemas Especialistas, que tem como finalidade auxiliar no processo de tomada de decisão de um determinado assunto, ou seja, os Sistemas Especialistas têm como objetivo simular o conhecimento de um especialista em alguma área bem específica. O sistema proposto auxilia a instituição, que através da rotina realizada nos projetos analisa os mesmos referente ao nível G do modelo. Para isso, o Núcleo de Tecnologia da Informação e Comunicação (NTIC) serviu como base para a fase de testes e validação do sistema.

1.1 Motivação

A principal motivação deste trabalho é melhorar o desenvolvimento de software, com o conhecimento teórico adquirido sobre o modelo MPS-Br. Este conhecimento foi aplicado através de uma ferramenta que auxilia no processo de tomada de decisão, ou seja, utilizando um sistema especialista, dentro de um ambiente institucional real, utilizado como estudo de caso.

Outro fato que motivou este trabalho foi a possibilidade de verificar e analisar o quanto o modelo MPS-Br é viável dentro da instituição, nos aspectos da garantia de qualidade de software, na sua facilidade de implementação e seu impacto no processo.

1.2 Objetivos

Tendo em vista a importância na garantia de qualidade de software, este projeto de conclusão de curso concentra-se na implementação de um sistema Web que de suporte ao processo de auditoria de Sistema conforme as recomendações do modelo MPS-Br, ou seja, representar um especialista na área de análise e identificação dos termos de propósito e resultados do nível G do modelo.

Para alcançar o objetivo descrito serão necessários atingir alguns objetivos específicos que são eles:

- O desenvolvimento de uma base de conhecimento sobre o modelo MPS-Br;
- Estudar o modelo ideal para a aplicação de um questionário que serviu para extrair as informações sobre os processos do nível G do modelo MPS-Br;

- Realizar um estudo de caso com a finalidade de testar se o Sistema Especialista atinge seu propósito.

Portanto, a finalidade deste trabalho é especificar e implementar um software que auxilie no processo de auditoria na qualidade de software segundo as regras do MPS-Br.

1.3 Estrutura

O trabalho é composto por 6 capítulos, que estão divididos conforme a descrição a seguir:

No capítulo 2 é abordada a fundamentação teórica do trabalho, são discutidos os temas principais, os Sistemas Especialistas e o Modelo MPS-Br.

No capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados ao estudo.

No capítulo 4 é exposto o desenvolvimento do trabalho, as ferramentas utilizadas e a metodologia empregada no sistema.

O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com o sistema, demonstrando os testes realizados.

O capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho, suas contribuições e são abordados trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo aborda todo a fundamentação teórica do trabalho desenvolvido, além dos assuntos principais que são o modelo MPS-Br e os Sistemas Especialistas, são abordados alguns pontos de qualidade de software.

2.1 Qualidade Software

A qualidade de software é um conjunto de características que devem ser contemplar um determinado grau de satisfação, e dentro disso temos os requisitos funcionais e não-funcionais, como também varias outras definições.

Segundo [Jr. \(2010\)](#) a qualidade de software é a contemplação de uma série de objetivos da construção de software, que também são conhecidos como requisitos não-funcionais, tais como extensibilidade, capacidade na manutenção, a reutilização do código, o seu desempenho, sua escalabilidade, a usabilidade e confiabilidade dos dados apresentados pela aplicação.

A qualidade de software tem sua conformidade relacionada ao seu desempenho declarado juntamente ao seus requisitos funcionais, sendo que suas normas são explicitamente documentadas e as suas características subentendidas, estas que são esperadas em todo e qualquer software desenvolvido ([PRESSMAN, 2006](#)).

A idéia principal da qualidade de software se refere aos atributos mensuráveis de algum produto, portanto são conjuntos de características que tem como finalidade a obtenção de um determinado grau, e que a partir deste grau o produto consiga atender as necessidades dos usuários.

Portanto, para garantir a qualidade de software é necessário um planejamento adequado, para que seus objetivos sejam atingidos. Para isso, são necessários padrões, modelos, técnicas e procedimentos para que possam ser atingidas as metas na qualidade proposta. Todas as etapas devem ser contempladas dentro de determinado modelo de qualidade, estas etapas são atividades que visam garantir a qualidade tanto no processo, quanto no produto.

Visando o grande crescimento na exigência da garantia de qualidade de software no mercado brasileiro, temos vários modelos criados com este objetivo. Alguns destes modelos são listados abaixo ([PRESSMAN, 2006](#)), ([KOSCIANSKI; SOARES, 2007](#)):

- CMMI: é um modelo de maturidade que foi desenvolvido visando a melhoria de processo, destinado principalmente ao desenvolvimento de produtos e serviços, tendo

sua composição pelas práticas associadas as suas atividades de desenvolvimento e manutenção que cobrem todo o ciclo de vida do produto, ou seja, desde o início até a sua entrega e manutenção;

- MPS-Br: é um programa mobilizador que foi desenvolvido pela Associação para Promoção da Excelência do Software (SOFTEX), que tem como seu objetivo a melhoria de processo de software e serviços dentro do Brasil;
- ISO 9126: a norma ISO 9126 contém características e sub-características que definem um determinado produto de qualidade, ou seja, esta norma atribui um conjunto de atributos que impacta na capacidade do software de manter seu nível de desempenho dentro de normas estabelecidas;
- ISO 12207: esta norma visa gerar auxílio as organizações de modo que possa compreender seus componentes presentes na sua aquisição e fornecimento de software, ou seja, a norma estabelece uma estrutura para os processos de ciclo de vida do software.

Foi escolhido o modelo MPS-Br para a abordagem deste trabalho, por ele ser um modelo de fácil implementação, e voltado para pequenas e médias empresas, visando seu baixo custo de implementação.

2.2 Qualidade de Produto

Segundo [Tsukumo \(1997\)](#) a qualidade de produto é o resultado das atividades realizadas no processo de desenvolvimento. A sua avaliação consiste na verificação de um produto de software, através de técnicas e atividade operacionais, o quanto os seus requisitos deverão ser atendidos. Estes requisitos são, de uma forma geral, as expressões das necessidades do software, explicitados em termos quantitativos ou qualitativos, e seu objetivo é definir características do software, a fim de permitir o exame de seu atendimento.

[Bartié \(2002\)](#) define que a qualidade de produto é muito evidente dentro do processo de desenvolvimento de software. Portanto, cada empresa tem que possuir uma abordagem para a sua realidade, podendo através deste realizar testes nos produtos de software gerados durante o ciclo de desenvolvimento.

A qualidade de produto é a qualidade que atende as necessidades implícitas e explícitas dos clientes. Portanto, a qualidade de produto determina a característica e sub-característica que o produto de software deve consistir em um produto com qualidade. Estas características estão abordados nas normas e modelos sobre qualidade de software, que serão abordados mais detalhadamente na seção sobre o modelo MPS-Br.

2.3 Qualidade de Processo

A qualidade de processo é um dos elementos fundamentais dentro da organização, pois nela estão integradas ferramentas, pessoas e produtos. Justamente por englobar esses diversos elementos que participam do desenvolvimento, acredita-se que nela está contida uma parcela dos itens que levam à melhoria da qualidade dos produtos desenvolvidos (ARAÚJO, 2000).

Dentro da qualidade de processo são determinados métodos, práticas, ferramentas específicas e algum modelo de processo que já tenha sido utilizado em outro projeto, que a partir destes serão garantidas as técnicas a serem utilizadas para a implementação do software, com isso garantindo a sua qualidade. O seu gerenciamento se torna uma das maiores dificuldades encontradas dentro das empresas, por ser uma das etapas mais complicadas de se lidar (SOMMERVILLE, 2007).

A partir destas informações nota-se que a qualidade de processo tem impacto direto na qualidade do produto gerado por ele, pois o processo tem tendência a oferecer recursos para que a especificação do produto esteja correta e sua produção seja realizada da melhor forma possível.

A seguir, na próxima seção, será tratado uma breve descrição sobre Auditoria de Qualidade, e um estudo mais aprofundado sobre o Modelo MPS-Br que será utilizado no presente trabalho.

2.3.1 Auditoria de Qualidade

Auditoria de qualidade nada mais é do que uma atividade realizada para avaliar certas ações da qualidade, vindo a auxiliar a detecção de problemas. As auditorias são realizadas por pessoas que não tenham diretamente responsabilidade com a área a ser auditada, porém essas pessoas tem que ser habilitadas e previamente treinadas (PRESSMAN, 2006).

Essa atividade visa a detecção de diversos problemas relacionados a segurança, confiabilidade e interface de um sistema, se tornando de grande importância pois com os problemas previamente encontrados, eles podem ser tratados e com isso, os objetivos estabelecidos dentro da organização podem ser atingidos.

Conforme MILLS (1994), a auditoria pode também consistir na avaliação e determinação da capacidade de processos. Esta auditoria define a capacidade na produção de serviços com um padrão pré-estabelecido. Este modelo de auditoria é utilizado na melhoria de processo, visando a identificação a falha e tratamento na causa do erro.

2.3.2 Modelo MPS-Br

O modelo MPS-Br foi criado em dezembro de 2003, e tem como finalidade ser um programa mobilizador de longo prazo. Este modelo foi coordenado pela Associação para Programação da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX). Seus apoiadores são:

- Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT);
- Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP);
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE);
- Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID);
- Fórum de Credenciamento e Controle (FCC);
- Equipe Técnica do Modelo (ETM).

O modelo tem uma grande representação em universidades, instituições, centro de pesquisas, entre outras do gênero, a partir de seus apoiadores, e estes agregam uma qualidade mais eficaz ao empreendimento. O estudo realizado sobre o Modelo MPS-Br é baseada no livro de Koscianski e Soares (2007), e no Guia Geral do Modelo MPS-Br (Sociedade SOFTEX, 2011c).

O Modelo baseia-se em quatro guias: (KOSCIANSKI; SOARES, 2007)

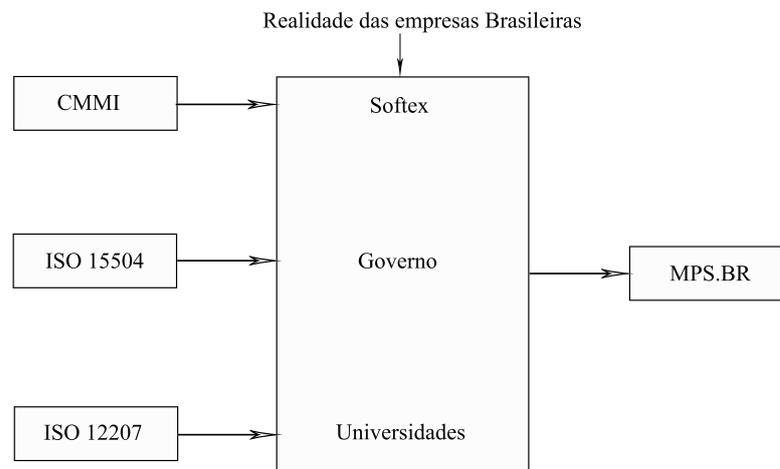
- Guia geral: Nele contém o guia geral do modelo MPS-Br, como também detalha o modelo de referência MR-MPS;
- Guia de aquisição: Neste guia está relatado conselhos para uma adequada condução de uma aquisição de software e serviços correlatos;
- Guia de avaliação: Contém todo e qualquer material necessário para a avaliação do produto.
- Guia de implementação: Este guia está dividido em 11 partes, nele está contido a fundamentação para a implementação dos níveis do Modelos MPS-Br.

2.3.2.1 Estrutura

As normas utilizadas para a construção do MPS-Br são, NBR ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 e o CMMI. A sua construção está ilustrada na [Figura 1](#).

O MPS-Br segue três componentes, apresentados na [Figura 2](#), são eles:

Figura 1 – Construção do modelo MPS-Br



Fonte: (KOSCIANSKI; SOARES, 2007)

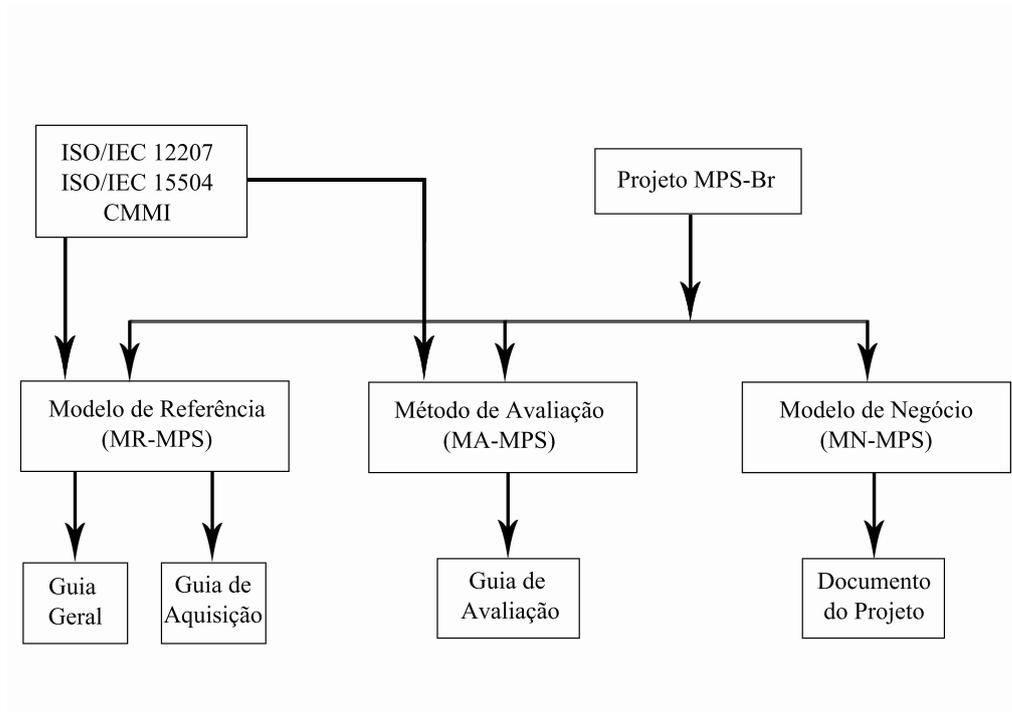
1. O Modelo de Referência de Melhoria de Processo de Software (MR-MPS): Nele contém todos os requisitos necessários para as empresas ou organizações que queiram seguir o modelo. O guia de aquisição é um documento complementar a este modelo;
2. O Modelo de Avaliação (MA-MPS): Nele está descrito todo o método de avaliação necessário para a sua avaliação conforme o modelo MR-MPS, sendo implantado as avaliações dentro das empresas. E ele está descrito detalhadamente no guia de avaliação;
3. O Modelo de Negócio (MN-MPS): Neste modelo está contido toda a descrição das regras para a implementação do modelo MPS-Br.

2.3.2.2 Descrição Geral

O Modelo de Referência define os níveis de maturidade do modelo MPS-Br, onde são unidos os processos e a capacidade de processos. Os níveis de maturidade que a organização se enquadra ajudam a prever o seu futuro desempenho, e foram divididos em sete níveis diferentes, apresentados na Tabela 1, começando no nível G e evoluindo até o nível A, quando a organização atinge o nível mais alto de maturidade. Já a Tabela 2 listará detalhadamente cada nível, conforme seus processos e atributos de processos. Portanto o nível de maturidade de cada organização permite prever o seu desempenho baseado no modelo em questão.

Os níveis de maturidade são uma combinação de processos e capacidades dos processos. Os processos são descritos em termos de propósitos e resultados esperados, estes

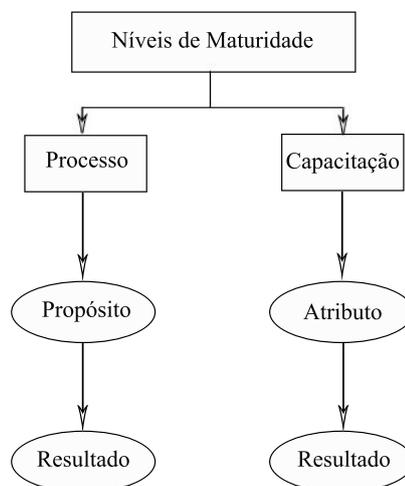
Figura 2 – Estrutura do Modelo MPS-Br



Fonte: (KOSCIANSKI; SOARES, 2007)

propósitos descrevem os objetivos gerais a serem atingidos durante a sua execução. A capacidade de processo é representada em termos de resultados esperados. Esta capacidade de processos expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na unidade organizacional, então a capacidade de processo é representada pelos atributos de processos (AP's). A Figura 3 demonstra sua estrutura.

Figura 3 – Modelo de Referência



Fonte: (KOSCIANSKI; SOARES, 2007)

Tabela 1 – Níveis de maturidade do Modelo MPS-Br.

| Níveis | Fases |
|--------|------------------------------|
| A | Em otimização |
| B | Gerenciado quantitativamente |
| C | Definido |
| D | Largamente definido |
| E | Parcialmente definido |
| F | Gerenciado |
| G | Parcialmente gerenciado |

Fonte: (KOSCIANSKI; SOARES, 2007)

2.3.2.3 O Nível G

Dos 7 níveis existentes do modelo MPS-Br, o nível G é o primeiro a ser obtido dentro de uma empresa e ou instituição. Aqui, é abordada uma descrição mais detalhada desse nível pois é a partir dele que temos a mudança da não existência de processos para um processo gerenciado. Portanto, com a obtenção do nível G a organização é capaz de gerenciar parcialmente seu projetos desenvolvidos (Sociedade SOFTEX, 2011a).

Como podemos visualizar na Tabela 2, o nível G tem por definição duas área de processos que são a Gerência de Projetos (GPR) e a Gerência de Requisitos (GRE), e seus atributos de processos AP 1.1 e AP 2.1.

Atributos de Processo do nível G Os atributos de processo tem sua distribuição conforme seu nível. Lembrando que os atributos de processos são acumulativos em relação aos níveis, ou seja, o nível F tem os atributos do nível G adicionado com o seu, e assim respectivamente. Abaixo serão abordados os atributos de processos do nível G, com seus respectivos resultados esperados (RAP) (Sociedade SOFTEX, 2011c).

AP 1.1 Este atributo é uma mensuração do quanto o processo atinge seu propósito.

RAP 1 O processo atinge seus resultados definidos.

AP 2.1 Este atributo evidencia o quanto a execução do processo é gerenciada.

RAP 2 Existe uma política organizacional estabelecida e mantida para o processo;

RAP 3 A execução do processo é planejada;

RAP 4 A execução do processo é monitorada e ajustes são realizados;

Tabela 2 – Níveis de maturidade do Modelo MPS-Br, com seus respectivos processos e atributos de processos.

| Níveis | Processos | Atributos de Processos |
|--------|--|---|
| A | | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 e AP 5.2 |
| B | Gerência de Projetos - GPR (evolução) | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2, AP 4.1 e AP 4.2 |
| C | Gerência de riscos - GRI Desenvolvimento para Reutilização - DRU Gerência de Decisões - GDE | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2 |
| D | Verificação - VER Validação - VAL Projeto e Construção do Produto - PCP Integração do Produto - ITP Desenvolvimento de Requisitos - DRE | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2 |
| E | Gerência de Projetos - GPR (evolução) Gerência de Reutilização - GRU Gerência de Recursos Humanos - GRH Definição do Processo Organizacional - DFP Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional - AMP | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2 |
| F | Medição - MED Garantia da Qualidade - GQA Gerência de Portfólio de Projetos - GPP Gerência de Configuração - GCO Aquisição - AQU | AP 1.1, AP 2.1 e AP 2.2 |
| G | Gerência de projetos - GPR Gerência de requisitos - GRE | AP 1.1 e AP 2.1 |

Fonte: ([Sociedade SOFTEX, 2011c](#))

RAP 5 As informações e os recursos necessários para a execução do processo são identificados e disponibilizados;

RAP 6 As responsabilidades e a autoridade para executar o processo são definidas, atribuídas e comunicadas;

RAP 7 As pessoas que executam o processo são competentes em termos de formação, treinamento e experiência;

RAP 8 A comunicação entre as partes interessadas no processo é planejada e executada de forma a garantir o seu envolvimento;

RAP 9 Os resultados do processo são revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização;

RAP 10 O processo planejado para o projeto é executado.

O Processo de Gerência de Projetos - Seu principal propósito é o estabelecimento e mantimento dos planos que definem todas as atividade relacionadas ao projeto, como os recursos e suas responsabilidades, como também manter informações atualizadas sobre o andamento do projeto que a partir destas permitam a realização de possíveis correções quando houver algum desvio relacionado ao projeto ([Sociedade SOFTEX, 2011a](#)).

O processo GPR envolve atividades como desenvolver um plano geral que tenha controle sobre o projeto, buscar o comprometimento e mantê-lo ao longo do projeto pelas partes envolvidas, como também o reconhecimento do projeto para que ações corretivas possam ser tomadas caso necessário.

Dentro do plano de projeto é realizado uma estimativa em relação ao escopo do projeto, aos seus produtos de trabalho e as suas tarefas relacionadas ao projeto. O estabelecimento de recursos necessário para o seu desenvolvimento e os compromissos são pontos que englobam o plano de projeto, como também a identificação e análise de possíveis erros no projeto e por fim o estabelecimento de um cronograma baseado em seu ciclo de vida.

A parte de acompanhamento de sua execução é realizada a partir das comparações de cada item do planejamento do projeto com seus resultados reais obtidos. Caso seja detectado inconformidade, devem ser tomadas ações corretivas relacionadas ao seu planejamento atual.

Abaixo são abordados os resultados esperados para cada GPR, conforme ([Sociedade SOFTEX, 2011a](#)).

GPR 1 O escopo de trabalho do projeto está definido;

GPR 2 As tarefas e os produtos de trabalho do projeto são dimensionados utilizando métodos apropriados;

GPR 3 O modelo e as fases do ciclo de vida do projeto são definidos;

GPR 4 O esforço e o custo para a execução das tarefas e dos produtos de trabalho são estimados com base em dados históricos ou referências técnicas;

GPR 5 O orçamento e o cronograma do projeto, incluindo a definição de marcos e pontos de controle, são estabelecidos e mantidos;

GPR 6 Os riscos do projeto são identificados e o seu impacto, probabilidade de ocorrência e prioridade de tratamento são determinados e documentados;

GPR 7 Os recursos humanos para o projeto são planejados considerando o perfil e o conhecimento necessários para executá-lo;

GPR 8 Os recursos e o ambiente de trabalho necessários para executar o projeto são planejados;

GPR 9 Os dados relevantes do projeto são identificados e planejados quanto à forma de coleta, armazenamento e distribuição. Um mecanismo é estabelecido para acessá-los, incluindo, se pertinente, questões de privacidade e segurança;

GPR 10 Um plano geral para a execução do projeto é estabelecido com a integração de planos específicos;

GPR 11 A viabilidade de atingir as metas do projeto é explicitamente avaliada considerando restrições e recursos disponíveis. Se necessário, ajustes são realizados;

GPR 12 O Plano do Projeto é revisado com todos os interessados e o compromisso com ele é obtido e mantido;

GPR 13 O escopo, as tarefas, as estimativas, o orçamento e o cronograma do projeto são monitorados em relação ao planejado;

GPR 14 Os recursos materiais e humanos bem como os dados relevantes do projeto são monitorados em relação ao planejado;

GPR 15 Os riscos são monitorados em relação ao planejado;

GPR 16 O envolvimento das partes interessadas no projeto é planejado, monitorado e mantido;

GPR 17 Revisões são realizadas em marcos do projeto e conforme estabelecido no planejamento;

GPR 18 Registros de problemas identificados e o resultado da análise de questões pertinentes, incluindo dependências críticas, são estabelecidos e tratados com as partes interessadas;

GPR 19 Ações para corrigir desvios em relação ao planejado e para prevenir a repetição dos problemas identificados são estabelecidas, implementadas e acompanhadas até a sua conclusão.

O processo de Gerência de Requisitos O propósito deste processo é gerenciar os requisitos que são necessários para o desenvolvimento do produto, como também seus componentes referente ao projeto e a identificação de possíveis inconsistências entre os requisitos, os planos do projeto e os produtos de trabalho ([Sociedade SOFTEX, 2011a](#)).

Este processo tem como objetivo principal o controle de requisitos, pois nele são gerenciados todos os requisitos recebidos e/ou gerados durante o projeto, tendo incluso os requisitos funcionais e não-funcionais, como também os requisitos solicitados pela organização.

A Gerência de Requisitos tem como finalidade também o controle das mudanças nos requisitos ao longo do projeto. A partir disto se estabelece e mantém um acordo entre o cliente e a equipe de projeto sobre estes requisitos.

Os resultados esperados do GRE são apresentados logo abaixo.

GRE 1 O entendimento dos requisitos é obtido junto aos fornecedores de requisitos;

GRE 2 Os requisitos são avaliados com base em critérios objetivos e um comprometimento da equipe técnica com estes requisitos é obtido;

GRE 3 A rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os produtos de trabalho é estabelecida e mantida;

GRE 4 Revisões em planos e produtos de trabalho do projeto são realizadas visando identificar e corrigir inconsistências em relação aos requisitos;

GRE 5 Mudanças nos requisitos são gerenciadas ao longo do projeto.

Tendo em vista que o MPS-Br é reconhecido pelo governo, por algumas empresas do Mercosul, ele tem uma validade dentro das empresas, tendo um prazo de dois anos, e logo após deve ser realizado uma nova avaliação. Caso não seja realizado, a empresa pode perder credibilidade, entre vários outros aspectos, uma delas seria seu nível de classificação ([Sociedade SOFTEX, 2011c](#)).

2.3.2.4 Grau de Implementação do modelo MPS-Br

Para a avaliação dos propósitos e resultados dos processos do nível G do modelo MPS-Br, foi realizado o levantamento sobre o método de avaliação do modelo em questão,

e segundo a [Sociedade SOFTEX \(2011b\)](#) a sua classificação se divide em quatro graus de implementação, e são eles:

- Totalmente implementado (T) - O indicador direto está presente e é julgado adequado, a existência de pelo menos um indicador indireto e/ou afirmação confirmando a implementação, como também não ser notado nenhum ponto fraco substancial;
- Largamente implementado (L) - O indicador direto está presente e é julgado adequado, a existência de pelo menos um indicador indireto e/ou afirmação confirmando a implementação, como também não ser notado um ou mais pontos fracos substanciais;
- Parcialmente implementado (P) - O indicador direto não está presente ou é julgado inadequado, os Artefatos ou afirmações sugerem que alguns aspectos do resultado esperado estão implementados, e os pontos fracos serem documentados;
- Não implementado (N) - Situações diferente das demais.

Temos também os resultados desses graus de implementações que seguem a mesma ordem e que são, segundo a [Sociedade SOFTEX \(2011b\)](#):

- Totalmente implementado - Existe evidência de um enfoque completo e sistemático para o atributo no processo avaliado e de sua plena implementação. Não existem pontos fracos relevantes para este atributo no processo avaliado. Seu grau de satisfação é de 85% á 100%.
- Largamente implementado - Existe evidência de um enfoque sistemático e de um grau significativo de implementação do atributo no processo avaliado. Existem pontos fracos para este atributo no processo avaliado. Seu grau de satisfação é de 50% a 85%.
- Parcialmente implementado - Existe alguma evidência de um enfoque para o atributo e de alguma implementação do atributo no processo avaliado. Alguns aspectos de implementação não são possíveis de predizer. Seu grau de satisfação é de 15% a 50%.
- Não implementado - Existe pouca ou nenhuma evidência de implementação do atributo no processo avaliado . Seu grau de satisfação é de 0% a 15%.

2.4 Sistemas Especialistas

Os sistemas inteligentes tem um comportamento um pouco diferente em relação aos sistemas convencionais, no sentido em que os sistemas inteligentes realizam a mani-

pulação dos símbolos que representam conhecimento do mundo real em relação a determinadas tarefas, e os sistemas convencionais utilizam abordagens manuais para resolver essas mesmas tarefas distintas (REZENDE, 2003).

Os sistemas especialistas representam um ramo da inteligência artificial, que tem como objetivo levar a experiência de especialistas humanos e transferir para um sistema de computador. Um dos seus principais objetivos é ajudar e apoiar o raciocínio humano, porém ele não substitui o seu julgamento. Na verdade, os sistemas especialistas oferecem para o usuário inexperiente uma solução quando especialistas humanos não estão disponíveis.

Nesta etapa será apresentada uma visão geral sobre sistemas especialistas descrevendo sua estrutura, suas representações de conhecimento, entre outras características relevantes.

2.4.1 Características gerais dos Sistemas Especialistas

Segundo Chorafas (1987) os Sistemas Especialistas (SE) são construções de programas, que os peritos em suas áreas específicas melhoravam com seus conhecimentos. Com isso os SE habilitam um computador a auxiliar em processos de tomadas de decisões. Portanto as máquinas auxiliam nas resoluções de problemas.

Teixeira (1998) definiu que a construção de um SE obedecia a um princípio de que a simulação da inteligência era processada através do desenvolvimento de ferramentas computacionais para fins específicos, que transformam tais sistemas em especialistas em determinadas áreas de conhecimento. Pois um SE é muito mais que um programa computacional, são programas ligados a bancos de memórias que neles estão contidos conhecimentos sobre uma determinada especialidade.

Os SE's destacam-se por reproduzir o conhecimento de um especialista humano, de uma determinada área, adquirido ao longo de sua carreira profissional. Portanto um sistema especialista tem por obrigatoriedade ser desenvolvido com o auxílio de um especialista da área pela qual o sistema se aplica. Estes sistemas tem a capacidade necessária para solucionar problemas complexos, a partir do conhecimento adquirido, como também compreender e analisar os resultados obtidos (FERNANDES, 2005).

Portanto os SE se baseia em decisões especializadas, e estas decisões são baseadas em pensamento humano, que conseguem comparar os fatos levantados em questão e conseqüentemente localizam certas ligações entre os demais fatos que possuam situações idênticas.

Os Sistemas Especialistas devem armazenar suas experiências, estas vinda de um especialista humano em sua determinada área, e assim como os seres humanos aprendem, um sistema pode tornar-se especialista no assunto e obter vantagem sobre a especialidade

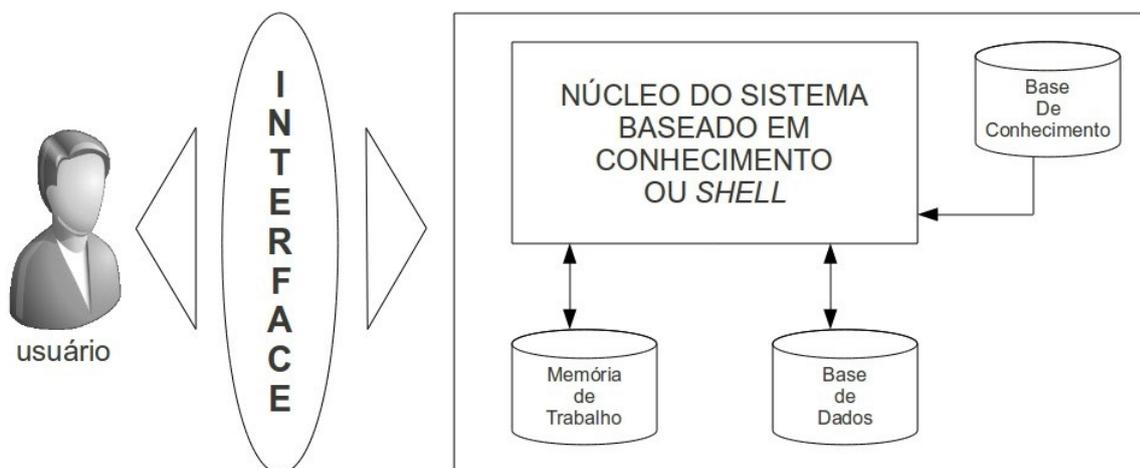
humano, pois a máquina uma vez adquirido o conhecimento não irá esquecer destas informações que foram agregadas. Com este conhecimento já armazenado na sua memória o sistema conseguirá tomar uma decisão satisfatória. Porém como o seu próprio nome diz os SE são projetados para determinadas áreas específicas de conhecimento.

Com isso diremos que os Sistemas Especialistas nada mais são do que estruturas, dígitos de ajuste e controle automático que utiliza de uma gama de conhecimento, um ambiente de programação, um sistema operacional, banco de dados e uma série de atributos de execução que implementam rapidamente os controles do sistema. A conexão entre o SE e um sistema técnico é uma interface que é incorporada por um algoritmo e um componente de hardware.

2.4.2 Estrutura Geral de um Sistema Especialista

Os Sistemas Especialistas na sua grande maioria apresentam uma estrutura semelhante. Será apresentada nesta etapa a descrição detalhada da estrutura geral de um sistema especialista. Conforme podemos observar na [Figura 4 \(REZENDE, 2003\) \(FAVERO, 2011\)](#).

Figura 4 – Estrutura do Sistema Especialista



Fonte: ([REZENDE, 2003](#))

2.4.2.1 Núcleo do Sistema Baseado em Conhecimento (NSBC)

Os NSBC também são conhecidos como *shells*, eles são responsáveis pelas principais atividades dos sistemas. Este módulo é subdividido em três partes, e cada uma tem sua determinada função. São eles:

Módulo Coletor de Dados (MCD) Através de perguntas realizadas ao usuário, implementa a etapa responsável pela interação com o usuário. Quando ativado ele realiza as perguntas necessárias e as validas de acordo com as funções preestabelecidas;

Motor de Inferência (MI) Com as informações obtidas no MCD e na Base de Conhecimento, ele se responsabiliza pelo desenvolvimento do raciocínio, com isso ele processa a linguagem usada na Base de Conhecimento, logo após ele percorre e gera o espaço de busca se necessário. Existem linhas de raciocínio que podem ser seguidas, nas regras de produção, como por exemplo:

- Encadeamento regressivo ou *backward chaining*: Através deste mecanismo é possível supor se cada solução é verdadeira. Ou seja, reuni-se evidências que comprovam se as soluções são consideradas previamente corretas, sendo as informações são coletadas nas informações geradas pelo usuário;
- Encadeamento progressivo ou *forward chaining*: Este obtém a soluções através de informações fornecidas pelo usuário, seus dados são analisados tomando por base o seu conhecimento armazenado, até que se encontre uma conclusão.

Módulo de Explicações (ME) É responsável pelas conclusões obtidas e por averiguar os motivos pelo qual os SE realizaram determinadas perguntas.

O NSBC tem a função de manipular a Base de Conhecimento, onde está contido todo o seu conhecimento, como também interage com a Memória de Trabalho, onde é gravado e acessado os dados.

2.4.2.2 Base de Conhecimento (BC)

As Bases de Conhecimento são elementos permanentes, porém cada SE tem o seu. Nela ficam armazenados todas as informações que um sistema necessita, com isso temos vários conjuntos de representações, e cada representação leva o nome de sentença. Essas sentenças são específicas em uma linguagem, denominada linguagem de representação de conhecimento (RUSSELL S. J.; NORVIG, 2003). Cada SE pode conter várias sentenças, e cada sentença irá apresentar um grau de generalidade, podendo ser de modo geral ou até mesmo de uma área específica.

2.4.2.3 Memória de Trabalho (MT)

Memória de Trabalho também é conhecida como quadro-negro, e tem uma estrutura que tem informações que são utilizadas pelos SE cooperativos. A MT é o local do computador onde serão armazenadas as informações das respostas do usuário. Na Me-

mória de Trabalho é implementado o ME, e a partir desta é possível que o usuário tenha conhecimento da linha de raciocínio. Seu uso elimina as perguntas repetitivas do usuário.

2.4.2.4 Interface

A Interface tem a responsabilidade entre a interação entre o SE e o usuário, a sua linguagem é mais abstrata do que é utilizada no reconhecimento de um SE, porém é mais restrita do que os usuários utilizam.

2.4.3 Representação do Conhecimento

A Representação do Conhecimento tem como definição uma forma sistemática de estruturar e codificar o que se sabe sobre uma determinada situação (REZENDE, 2003). O sistema especialista funciona basicamente por um sistema de regras (TEIXEIRA, 1998). Várias técnicas são utilizadas para a sua representação, entre elas as mais utilizadas são (AZEVEDO, 1999):

- Regras de produção;
- Redes semânticas;
- Frames;
- Lógica.

No trabalho a técnica que foi utilizada para o desenvolvimento do SE foi a de regras de produção, portanto será a única técnica abordada, ela se enquadra adequadamente para o desenvolvimento do sistema, pois estas regras dentro dos sistemas especialistas são as que mais se aproximam do processo de tomada de decisão humana.

2.4.3.1 Regras de Produção

Os sistemas baseados em regras foram os primeiros a serem utilizados em SE, desenvolvido em 1943 pelo matemático Emil Post, e até os dias de hoje é bastante conhecido na representação de conhecimento (AZEVEDO, 1999).

Segundo Rezende (2003) as regras de produções são a forma de representação que mais se aproxima do processo de tomada de decisão humana.

As regras de produções são associadas a conclusões e com determinadas condições, portanto são estruturadas da seguinte forma:

$$SE < condição > ENTÃO < conclusões > FAÇA < ações >$$

Sendo que SE é a parte no sistema que listará as condições nele expostas, a parte ENTÃO será onde estão armazenadas as conclusões e por fim a etapa FAÇA é a parte

que define o que será executado.

2.4.4 Etapas de desenvolvimento de um Sistema Especialista

Conforme [Azevedo \(1999\)](#) as etapas apresentadas não são estanques, bem definidas ou até mesmo independentes uma da outra, e a partir disto sobreposições podem ocorrer, e estas etapas são:

2.4.4.1 Planejamento

O planejamento é a etapa que descreve todo o domínio do conhecimento, como também a realização de um resumo dos conhecimentos relacionados. Nesta etapa são definidos os tipos de entrada e saída do sistema, ou seja, é realizada uma análise funcional do sistema.

2.4.4.2 Aquisição do Conhecimento

Nesta etapa, é adquirido todo conhecimento necessário para o desenvolvimento do sistema e armazenado na base de conhecimento. Nesta fase ocorre a identificação, conceituação e formalização do conhecimento.

2.4.4.3 Implementação

O objetivo desta etapa é coletar o conhecimento adquirido na fase anterior e representa-lo formalmente, utilizando uma técnica de representação de conhecimento. Na implementação também são definidos as ferramentas que serão utilizadas para o desenvolvimento do SE.

2.4.4.4 Validação e Refinamento

Esta etapa é um processo iterativo afim de verificar os requisitos solicitados pelo cliente foram previamente atendidos. Portanto, nessa fase podem ocorrer mudanças nos requisitos do sistema.

2.5 Conclusão

Neste capítulo foi abordado o modelo MPS-Br, em particular o nível G, utilizado como conhecimento para a implantação do sistema que auxilia na auditoria de qualidade de software. Também mostramos o estudo sobre Sistemas Especialistas, que foi utilizada para o apoio no desenvolvimento do sistema.

A ferramenta desenvolvida oferece uma abordagem cognitiva. Essa classificação se dá pelo fato da ferramenta desenvolvida implementar uma solução algorítmica para substituir, parcialmente, o ser humano em um processo de auditoria.

3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo aborda alguns trabalhos encontrados na literatura. Esta pesquisa foi feita por trabalhos relacionados na área de inteligência artificial com uma aplicação em qualidade de software.

Esta etapa do trabalho apresenta na seção 3.1 um artigo sobre serviços Web para avaliações de garantia de qualidade de software. Na seção 3.2 apresentaremos uma técnica de inteligência artificial para o auxílio da melhoria em qualidade de software. A seção 3.3 apresenta um artigo que relata sobre um padrão para a representação de conhecimento de processo de software. Na seção 3.4 foi abordado o desenvolvimento de uma técnica de Inteligência Artificial para a integração ha ferramenta WebAPSEE. E para finalizar na seção 3.5 o fechamento do capítulo.

3.1 Web Service Inteligente para Avaliações PPQA

O trabalho de [Wang e Lee \(2008\)](#) apresenta um estudo baseado em um sistema Web inteligente para avaliações PPQA. PPQA é uma área de processo do modelo CMMI que apoia a entrega de produtos e serviços de qualidade à equipe e aos gerentes de todos os níveis do projeto. Este serviço realiza suas avaliações a partir dos processos e produtos de trabalho, disponibilizando os resultados obtidos em suas avaliações realizadas. O principal objetivo do sistema web é fornecer suporte na área de monitoramento da aderência aos processos definidos. Esta ferramenta utiliza um raciocínio baseado em ontologia para evidenciar uma implementação de PPQA em avaliações CMMI.

A partir de metas específicas do PPQA foi projetado a estrutura do sistema mostrada como ([WANG; LEE, 2008](#)):

- Uma avaliação de processos de serviços de produtos;
- O fornecimento de um serviço de discernimento objetivo;
- Um agente de raciocínio ontológico;
- Um serviço de notificação;
- A elaboração de uma interface com o usuário;
- Um banco de dados referente ao PPQA.

A proposta segue então com um serviço Web para simular resultados que podem apoiar o processo PPQA do CMMI, assim executando uma avaliação eficaz.

3.2 Inteligência Artificial para Melhoria da Qualidade de Software

O artigo de [Aguero et al. \(2010\)](#) apresenta uma ferramenta para o suporte na garantia de qualidade de software. Este projeto tem como finalidade proporcionar o desenvolvimento de software em grandes empresas com qualidade, com uma ferramenta que irá auxiliar nesta qualidade de software através de métricas do código fonte, por meio de um sistema especialista. Para o desenvolvimento deste sistema foi utilizado o DROOLS, que é um protótipo de um sistema especialista.

O sistema utiliza de informações obtidas através de métricas e indicadores, e utiliza o DROOLS como sistema especialista. A partir de uma análise gera suas conclusões, e conforme os resultados obtidos propõe recomendações para possíveis correções de quaisquer deficiência encontrada.

A solução é gerada por um sistema especialista com suas regras pré-carregadas na base de conhecimento. Cada regra analisa a sua classificação e posteriormente, faz com que gere seus resultados. A base de conhecimento estabelece uma função entre as métricas e suas regras, ou seja, cada métrica avaliada tem sua regra específica associada a ela. Com isso toda regra analisa cada resultado da classificação e o valor da métrica relacionada.

3.3 Uma estrutura de programas de ontologia apoiada com processo de representação de conhecimento

O trabalho de [He et al. \(2007\)](#) discute uma série de esquemas e programas no meio científicos, muitos deste esquemas e programas estão por se fazer no que se refere a necessidade de representação de conhecimento de processo software, apesar do empenho empregado em cada técnica abordada por diversos autores. O presente trabalho traz alguns problemas encontrados. São eles:

- Incompleteza: A grande maioria dos estudos existentes são baseados em experiências, que baseiam-se na descrição formal ou em modelos de processo de software. Entretanto o conhecimento do processo de software deveria ser analisado e coletado de forma sistemática, deve conter tanto conhecimento formal quanto o informal em seus processos.
- Ambiguidade de tipos de conhecimento do processo de software: Este conhecimento pode ser dividido geralmente em três tipo que são: os processos de experiências, os artefatos gerados pelo conhecimento e as habilidades pessoais, entretanto as pesquisas realizadas na atualidade são voltadas apenas para dois destes conhecimento, falhando em relação ao terceiro conhecimento necessário.

- Efetividade de ferramentas de suporte: A representação do conhecimento por um processo manual é uma tarefa muito árdua, portanto oferecer um suporte necessário se torna um grande desafio.

Com o intuito de resolver os problemas acima, foi proposto o desenvolvimento de um framework chamado Ontology Supported Software Process Knowledge Representation (OnSSPKR), que incorpora o conhecimento de processo de software através de uma ontologia de processo que se baseia em experiências. Como também oferece apoio nas auditorias de projetos existentes e para gerentes de projetos novos (HE et al., 2007).

3.4 Um Sistema Multiagente Baseado em Ontologia para o Apoio às Inspeções de Garantia da Qualidade de Software

A dissertação de mestrado de Silva (2010) apresenta um sistema que fornece apoio às inspeções de garantia de qualidade de software. Este sistema tomou-se base em ontologias e agentes, que tem como objetivo a automação nas atividades referentes a um processo de inspeção. As ontologias tem por finalidade o mapeamento dos conceitos necessários para representar o conhecimento de inspeções na garantia de qualidade de software. O agente implementa um conjunto de critérios que manipulam os indivíduos na ontologia.

A ontologia foi desenvolvida através do método *Ontology Development 101*, que se destaca por ser um método simples e objetivo, sem perder toda a capacidade de cobertura das características referente às principais ontologias. Este por si, consegue realizar ações tomando como base apenas sua percepção do ambiente em questão.

A ontologia, em um modo geral, mapeou os conceitos necessários para a inspeção da garantia de qualidade de software, e utilizou para sua implementação o modelo de especificação *Web Ontology Language* (OWL)¹, que utilizou recursos do Jena, um *framework* baseado na linguagem Java destinado para a implementação Web. Os agentes são responsáveis pela manipulação das ontologias. Estes são capazes de atuar sobre os indivíduos da ontologia. Cada agente possui serviços e responsabilidades de acordo com o papel de cada um.

A interação entre a ontologia e o agente foi viabilizada através de um protótipo de aplicação web. Com seus agentes e ontologia implementados, fez-se este protótipo com o intuito de prover uma interface para a verificação e validação. Sua verificação foi realizada por meio de testes integrados e unitários, sendo sua validação realizada através de experimentos em um ambiente real de uso.

¹ <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

3.5 Medição e Análise de Processo de Software Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial

O artigo de Nascimento, Reis e Reis (2005) apresenta um estudo de técnicas de Inteligência Artificial que auxiliam na construção de uma ferramenta que servirá como apoio a medição e análise na área de processos de software. Estes processos de softwares são executados em um Processo de Ambientes de Engenharia de Software específico, o WebAPSEE. Esta medição nada mais é do que um processo pelo qual números e ou símbolos são associados a atributos de entidades do mundo real, gerando como resultados conjuntos de métricas.

A partir da tarefa de medição são coletados dados, e estes dados podem alimentar uma grande base de conhecimento, onde informações sobre os processos estarão implicitamente armazenadas. Com estas informações é proposto o uso de técnicas de IA para a extração desse conhecimento, e a técnica utilizada para esta extração é a técnica de Mineração de Dados.

A técnica de Mineração de Dados auxilia a análise de dados na engenharia de software através da extração dos seus fatos mais relevantes, levando em conta desvios em relação a estimativas de métricas e correlações inesperadas entre valor de um determinado conjunto de métricas.

Com a definição do mecanismo e a estrutura necessária para a execução de um processo no ambiente WebAPSEE, foi realizado a análise e geração do conhecimento a partir das medições coletadas. A partir disto foi possível a sua implantação no ambiente WebAPSEE, com o intuito de apoiar a tarefa de medição possibilitando a definição de seus planos.

3.6 Fechamento do Capítulo

A partir da revisão da literatura, foram encontrados alguns trabalhos publicados sobre o uso de técnicas que auxiliam na garantia de qualidade de software. Esses trabalhos apresentam as necessidades e vantagens da utilização de ferramentas utilizadas para o apoio na garantia de qualidade, e demonstraram a utilização da metodologia empregada.

Os trabalhos relacionados citados acima em uma visão geral são de grande importância, pelo motivo que cada aborda um método para a garantia de qualidade de software. Logo abaixo foi relacionado a importância que cada trabalho.

O trabalho Web Service Inteligente para Avaliações PPQA, abordou um sistema Web inteligente desenvolvido para avaliações ao modelo CMMI, este modelo Web trouxe grande contribuição para o desenvolvimento da ferramenta abordada no trabalho, sendo

ela voltada para Web.

Os trabalhos Inteligência Artificial para Melhoria da Qualidade de Software e Medição e Análise de Processo de Software Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial foram abordadas técnicas de IA, que auxiliam na melhoria de qualidade de software. Os trabalhos tiveram importância na escolha do método definido para empregar a aplicação do questionário desenvolvido.

Nos trabalhos Uma estrutura de programas de ontologia apoiada com processo de representação de conhecimento e Um Sistema Multiagente Baseado em Ontologia para o Apoio às Inspeções de Garantia da Qualidade de Software foram apresentados trabalhos referentes a sistemas baseados em ontologias para o apoio nas inspeções de garantia de qualidade de software, estes auxiliaram na elaboração da base de conhecimento necessária para o desenvolvimento do sistema.

A Tabela 3 apresenta um quadro comparativo dos trabalhos apresentados nesse capítulo, sendo que a o valor Sim responde que os critérios foram atendidos, o valor Não que não foram atendidos, e com valores – não foram evidenciados.

Tabela 3 – Tabela de relação entre os trabalhos

| Critérios | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| Trabalha com sistema Web | Sim | Não | Sim | – | Sim |
| Auxiliou no desenvolvimento da metodologia empregada no sistema | – | Sim | Não | Não | Sim |
| Trabalho com sistema inteligentes, para melhoria de qualidade de software | Sim | Sim | Não | Não | Sim |
| Auxiliou nas métricas utilizadas, para o desenvolvimento da base de conhecimento | – | Não | Sim | Sim | – |
| Auxiliou na elaboração das evidencias, dos produtos de trabalho | Não | – | Sim | Sim | Não |

T1 - Web Service Inteligente para Avaliações PPQA.

T2 - Inteligência Artificial para Melhoria da Qualidade de Software.

T3 - Uma estrutura de programas de ontologia apoiada com processo de representação de conhecimento.

T4 - Um Sistema Multiagente Baseado em Ontologia para o Apoio às Inspeções de Garantia da Qualidade de Software.

T5 - Medição e Análise de Processo de Software Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial.

4 Metodologia

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema que auxilia o auditor na garantia de qualidade de software. Neste projeto foram coletadas as informações necessárias para que o sistema tenha uma boa base de conhecimento e com isso ele às necessidades de um auditor. Neste capítulo será descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

4.1 Interação com o Especialista

Durante o estudo realizado nos guias do modelo MPS-Br, detectou-se que o modelo não dispunha dos produtos de trabalhos evidenciados, para contornar essa situação buscou-se junto ao Professor João Pablo Silva da Silva, especialista na área de auditoria do modelo CMMI¹, o levantamento de uma equivalência entre os modelos, comparando os processos. A partir deste estudo foi desenvolvida uma tabela de equivalência entre os processos, conforme podemos ver na Tabela 4, lembrando que o GPR 11 ficou em branco, por não ter sido encontrado nenhum produto de trabalho equivalente do modelo CMMI.

O modelo MPS-Br é um modelo mais adequado para empresas brasileiras, porém o seu entendimento em relação aos seus produtos de trabalho é de uma maneira muito complexa. Já o modelo CMMI é um modelo que evidencia seus produtos de trabalho, porém é um modelo caro de ser implementado. Agregando essas informações, foi desenvolvido a equivalência entre os processos de cada modelo, que trouxe grande contribuição para a criação da base de dados.

Com essa tabela elaborada por completo foi realizado uma reunião para que o especialista na área validasse o relacionamento entre os modelos MPS-Br e o CMMI. Após este levantamento, realizou-se o desenvolvimento dos produtos de trabalho com base no modelo CMMI, que será abordado posteriormente.

Com a elaboração dos produtos de trabalhos foi realizado um relacionamento, que satisfaz cada processo com seu respectivo produto de trabalho. Com esta etapa da planilha pronta, foi realizada uma reunião visando a aprovação de todos produtos de trabalho. A extração desses dados foram transformados na base de dados utilizada no sistema.

¹ <http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>

Tabela 4 – Equivalência entre os processos do modelos CMMI e o MPS-Br.

| MPS-Br | CMMI |
|--------|---------------|
| GPR 1 | PP - SP 1.1 |
| GPR 2 | PP - SP 1.2 |
| GPR 3 | PP - SP 1.3 |
| GPR 4 | PP - SP 1.4 |
| GPR 5 | PP - SP 2.1 |
| GPR 6 | PP - SP 2.2 |
| GPR 7 | PP - SP 2.5 |
| GPR 8 | PP - SP 2.4 |
| GPR 9 | PP - SP 2.3 |
| GPR 10 | PP - SP 2.7 |
| GPR 11 | - |
| GPR 12 | PP - SP 2.6 |
| GPR 13 | PP - SP 3.1 |
| GPR 14 | PP - SP 3.2 |
| GPR 15 | PMC - SP 1.3 |
| GPR 16 | PMC - SP 1.5 |
| GPR 17 | PMC - SP 1.7 |
| GPR 18 | PMC - SP 2.1 |
| GPR 19 | PMC - SP 2.3 |
| GRE 1 | REQN - SP 1.1 |
| GRE 2 | REQN - SP 1.2 |
| GRE 3 | REQN - SP 1.4 |
| GRE 4 | REQN - SP 1.5 |
| GRE 5 | REQN - SP 1.3 |

4.2 Criação da Modelagem do Conhecimento.

A criação da modelagem de conhecimento foi realizada visando reunir a maior quantidade de informação eliciada do especialista. Esta modelagem por si tem finalidade de reunir o conhecimento adquirido juntamente com o especialista na área e além disso, é utilizado também como uma representação do conhecimento que está armazenada na base de conhecimento.

Esta modelagem consiste em uma tabela que contém todas as informações necessárias para a criação da base de conhecimento, e nela está contido o relacionamento realizado entre os produtos esperados, os produtos de trabalhos e o questionário. A seguir, serão abordadas as etapas do desenvolvimento, cada etapa debatida é um trecho retirado da planilha desenvolvida a partir da modelagem de conhecimento, visando que ficou de difícil entendimento de expor a planilha por completo ela encontra-se no Apêndice A.

Com esta modelagem completa, foi possível a realização de um questionário. Este questionário foi desenvolvido com a finalidade de gerar perguntas e respostas que satisfaçam os produtos de trabalho, porém de uma maneira que a partir das respostas sejam

abstraídas as informações do usuário e que contemplem os processos através de seus produtos de trabalho.

Podemos ver na [Figura 5](#) a questão 01 do questionário que corresponde aos processos GRE 1 e GRE 2. O relacionamento entre as questões será explicado logo adiante. Este questionário é um exemplo de solicitação de um novo sistema, contendo perguntas que relacionam o projeto do início até sua conclusão, permitindo ao usuário identificar o que já foi realizado baseando-se em um sistema já desenvolvido.

Figura 5 – Questão 01

| | |
|---|---------|
| 1 - Uma loja de revenda de carros da região deseja expandir seu negócio utilizando como uma estratégia a divulgação na internet. Portanto a empresa deseja que seja desenvolvido um e-comércio, ou seja, um comércio eletrônico voltado para a área de revenda de automóveis, porém não ha nenhuma atividade registrada para o desenvolvimento do sistema. A partir disto quais são as tarefas realizadas? | PERG 1 |
| () A coleta dos dados junto ao cliente | RESP1.1 |
| () O entendimento dos dados pelas partes interessadas | RESP1.2 |
| () Uma lista de critérios para a identificação das especificações do sistema | RESP1.3 |
| () Reuniões para acertar os critérios estabelecidos | RESP1.4 |
| () O comprometimento da equipe com os requisitos estabelecidos | RESP1.5 |
| () Especificações para os casos de uso, ou lista que evidencia os requisitos | RESP1.6 |

Os produtos de trabalho foram baseados no guia do CMMI, conforme demonstrado na Tabela 4. Na [Figura 6](#) apresenta-se um exemplo de produtos de trabalho, extraído da tabela, seguido de seu respectivo código.

Figura 6 – Exemplo produtos de trabalho

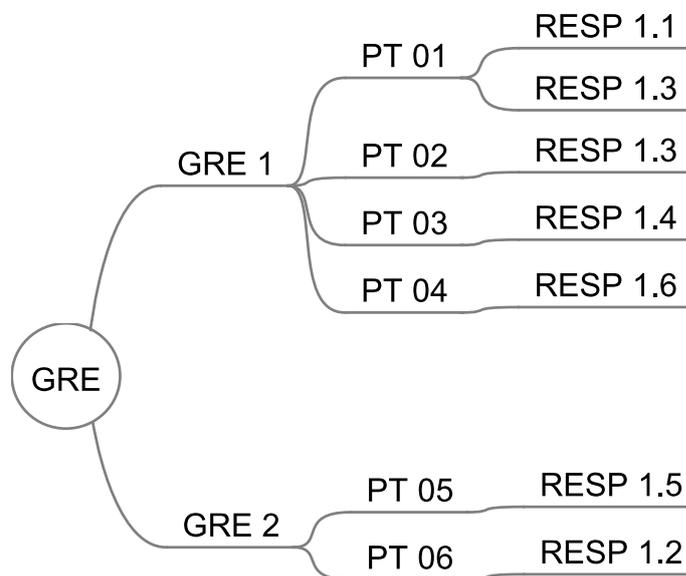
| | |
|--|------|
| Estabelecer uma lista de critérios para identificar os provedores de requisitos. | PT01 |
| Estabelecer critérios objetivos para a validação dos requisitos. | PT02 |
| A satisfação dos critérios definidos apartir da sua analise. | PT03 |
| Acordos documentado sobre os requisitos e seus compromissos. | PT04 |
| Analise dos requisitos visando o comprometimento da equipe técnica. | PT05 |
| Entendimento dos requisitos pelas partes envolvidas. | PT06 |

Cada questão e produto de trabalho recebeu um código que o satisfaz, este código foi utilizado para a criação da modelagem do conhecimento.

A [Figura 7](#) demonstra um exemplo da ligação entre cada processo com seu respectivo produto de trabalho (PT), e posteriormente com sua resposta relacionada. Como

pode ser observado na figura a modelagem de conhecimento referente aos resultados esperados GRE 1 e GRE 2, por exemplo, estão representados pelos códigos definidos a cada resposta e produto de trabalho. Ou seja, caso o usuário responda as questões 1.2 e 1.5 de forma positiva, os produtos de trabalho do GRE 2 serão tidos como satisfeitos e esta regra vale para os demais produtos de trabalho. Porém, se o usuário responder apenas uma das questões, ele terá um grau de implementação correspondente ao peso de sua resposta, como se verá a seguir.

Figura 7 – Exemplo de relações entre processos, produtos de trabalho e as respostas



Entretanto, é importante deixar claro que todo o processo de construção da modelagem que satisfizes os processos do nível G do modelo MPS-Br não ocorreram em um único instante, mas como resultado de um processo iterativo. Em um primeiro momento, foram desenvolvidos um conjunto de informações com a participação do especialista que gerou os produtos de trabalho. A partir destas informações foram geradas as questões, e então coube ao especialista avaliar e validar o modelo desenvolvido.

Com a modelagem totalmente desenvolvido, pode ter o início do desenvolvimento do sistema. Neste momento o modelo foi transformado na base de dados do sistema, que será abordado posteriormente.

O desenvolvimento da modelagem quanto a sua utilização foi de grande benefício, pois garantiu uma maior flexibilidade nas informações relacionadas ao conhecimento do especialista, pois além da sua melhor avaliação houve uma grande aceitação pelo fato de se basear na área de grande entendimento do especialista.

4.3 Requisitos do Sistema

Após realizar o estudo sobre o modelo MPS-Br e a elaboração de um modelo juntamente ao especialista na área, foi analisado o que seria necessário para avaliar os propósitos e resultados dos processos do nível G do modelo MPS-Br, bem como para um levantamento sobre os requisitos do sistema desenvolvido. Inicialmente foi definido que seria um sistema Web e que deveria possuir os seguintes requisitos em seu layout:

- Página inicial de apresentação do projeto;
- Página dedicada ao questionário, que deverá contemplar:
 - O questionário propriamente dito;
 - Uma barra lateral contendo todos os processos do nível G, com seus resultados obtidos;
 - Uma caixa de legenda para identificar o nível de implementação;
 - Um campo para coleta de dados do público alvo como a sua prévia submissão.
- Uma página sobre o modelo MPS-Br, como seus guias anexados;
- Uma área destinada aos resultados obtidos.

Para a avaliação dos propósitos e resultados dos processos do nível G do modelo MPS-Br, foi utilizado seu grau de implementação, visto no capítulo de fundamentação teórica.

Cabe ressaltar que cada processo do modelo MPS-Br receberá as quatro opções como possíveis respostas para seu grau de implementação. Contudo, cada resposta tem seu peso determinado pela equipe de projeto. Este peso é definido conforme a relevância que cada resposta possua em relação ao seu processo.

4.4 Ferramentas utilizadas

Nesta seção são abordadas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento e implementação do sistema especialista voltado para Web. Para isso é realizado um estudo sobre a tecnologia e ferramentas necessárias para a sua implementação. A seguir é abordado o conjunto de tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho. Lembrando que o sistema Web desenvolvido é multi-plataforma.

4.4.1 Linguagem de programação e Tecnologias utilizadas

- HTML 4.01 (HyperText Markup Language)²: é uma linguagem utilizada para o desenvolvimento Web, pois é uma linguagem de marcação, ou seja, é uma linguagem para notação de textos de modo que ele seja sintaticamente distinguível. Foi utilizado para a formatação da interface da Web.
- PHP 5.4 (Hypertext Preprocessor)³: é uma linguagem de programação do tipo script amplamente utilizada, e que é voltada para o desenvolvimento Web. Utilizada para o desenvolvimento das funcionalidades requeridas pela interface, como também foi utilizada para a geração do relatório em PDF.
- JavaScript⁴: é uma linguagem de script da Web, bastante utilizada para adicionar funcionalidade, validar entradas, validação de formulários, entre outros. Utilizada no programa para fazer a validação do formulário, como também toda parte de representação de conhecimento do sistema.
- CSS 3.0 (Cascading Style Sheets)⁵: é uma linguagem utilizada para controlar o estilo e layout da página Web. Foi utilizado para simplificar o processos de formatação dos textos escritos em HTML, ou seja melhorar seu layout e aparência.
- jQuery⁶: é uma biblioteca JavaScript, muito utilizada para manipulação de eventos, animações, entre vários outro recursos. Utilizada para realizar as animações do site.

4.5 O Modelo

O desenvolvimento do modelo foi realizada com a maior quantidade de informação informação eliciada do especialista. O modelo deste trabalho trata de dois documentos, que serão abordados posteriormente.

As perguntas do GRE são do numero 01 ao 03, e cada uma aborda:

- A pergunta 01, tomou base a elaboração de um novo sistema, e a partir das informações iniciais fornecidas, foram elaboradas respostas, que com suas afirmações se tornaram capazes de definir se foi realizado um levantamento dos requisitos necessário para o desenvolvimento do novo sistema, como também a realização do entendimento deste requisitos pelas partes envolvidas. Conforme podemos ver na [Figura 8](#).

² <http://www.w3.org/TR/REC-html40/>

³ <http://www.php.net/releases/>

⁴ <http://www.w3schools.com/js/>

⁵ <http://www.w3schools.com/css3/>

⁶ <http://jquery.com/>

Figura 8 – Pergunta 01 referente ao GRE

| Processos | | Produtos de Trabalhos | | | Questões | |
|-----------|--|--|------|--|--|---------|
| | | | | | 1 - Uma loja de revenda de carros da região deseja expandir seu negocio utilizando como uma estratégia a divulgação na internet. Portanto a empresa deseja que seja desenvolvido um e-comercio, ou seja, um comercio eletrônico voltado para a área de revenda de automoveis, porém não ha nenhuma atividade registrada para o desenvolvimento do sistema. A partir disto quais são as tarefas realizadas? | PERG 1 |
| | | Estabelecer uma lista de critérios para identificar os provedores de requisitos. | PT01 | | <input type="checkbox"/> A coleta dos dados junto ao cliente | RESP1.1 |
| GRE 1 | | Estabelecer critérios objetivos para a validação dos requisitos. | PT02 | | <input type="checkbox"/> O entendimento dos dados pelas partes interessadas | RESP1.2 |
| | | A satisfação dos critérios definidos apartir da sua analise. | PT03 | | <input type="checkbox"/> Uma lista de critérios para a identificação das especificações do sistema | RESP1.3 |
| GRE 2 | | Acordos documentado sobre os requisitos e seus compromissos. | PT04 | | <input type="checkbox"/> Reuniões para acertar os critérios estabelecidos | RESP1.4 |
| | | Analise dos requisitos visando o comprometimento da equipe técnica. | PT05 | | <input type="checkbox"/> O comprometimento da equipe com os requisitos estabelecidos | RESP1.5 |
| | | Entendimento dos requisitos pelas partes envolvidas. | PT06 | | <input type="checkbox"/> Especificações para os casos de uso, ou lista que evidencia os requisitos | RESP1.6 |

- Já a pergunta 02, estimula que é necessário a realização de um levantamento dos requisitos do sistema de forma cuidadosa, consultando todas as partes envolvidas no projeto, que com isso é possível evitar vários problemas no decorrer do desenvolvimento do software, ou seja, a criação de uma matriz de rastreabilidade e o acompanhamento devidamente documentada. Portanto as respostas geradas conseguiram satisfazer o que foi proposto para essa etapa, pois elas conseguiram identificar os principais pontos para o desenvolvimento de uma matriz de rastreabilidade. Conforme podemos ver na [Figura 9](#).
- A pergunta 03, foi gerada com o intuito de realizar um levantamento sobre as ações tomadas em possíveis erros e problemas encontrados no decorrer do desenvolvimento do sistema, em relação aos seus requisitos. Como também as ações corretivas realizadas para esses possíveis problemas. Conforme podemos ver na [Figura 10](#).

As perguntas estão numeradas de 04 a 07, sendo que cada uma aborda:

- A pergunta 04, foi desenvolvida com base no planejamento do escopo do projeto, sendo seu contexto voltado para seu planejamento. Suas questões abordaram vários temas que estão contidos dentro do desenvolvimento do projeto, visando aprovar várias fases desta etapa, desde seu inicio até planejamento da equipe e da infraestrutura necessária. Conforme podemos ver na [Figura 11](#).

Figura 9 – Pergunta 02 referente ao GRE

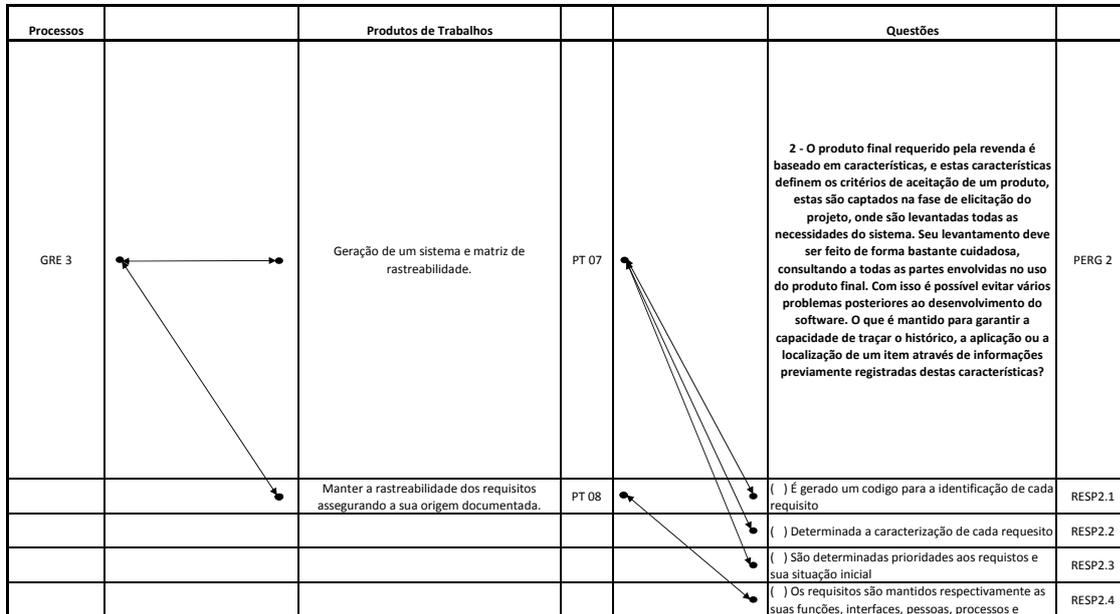


Figura 10 – Pergunta 3 referente ao GRE

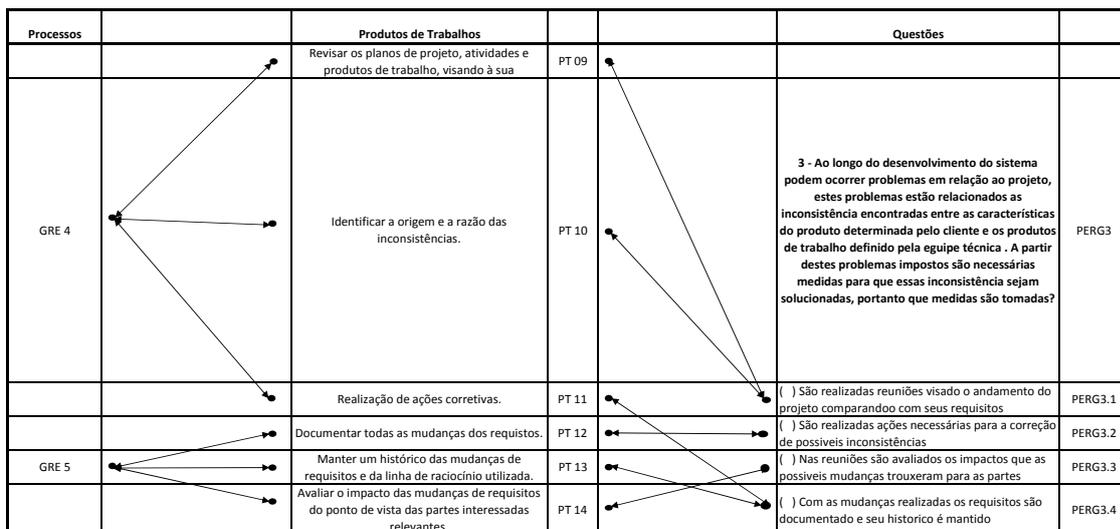


Figura 11 – Pergunta 4 referente ao GPR

| Processos | | Produtos de Trabalhos | | | Questões | |
|-----------|--|--|-------|--|--|----------|
| GPR 1 | | Descrições de tarefas | PT 15 | | 4 - Durante o planejamento do novo sistema é de fundamental importância a participação de todas as partes interessadas no projeto, pois elas possuem todo conhecimento necessário que serão aproveitado no desenrolar do projeto. O seu planejamento estará em evolução, e contará o acompanhamento de um profissional responsável da revenda de automóveis. Portanto o que é realizado nessa etapa? | PERG4 |
| | | Descrições de pacotes trabalho | PT 16 | | () A extração das tarefas relacionadas ao desenvolvimento do projeto | RESP4.1 |
| GPR 2 | | WBS | PT 17 | | () A descrição quantitativa e qualitativa de uma operação a ser executada no projeto | RESP4.2 |
| | | Complexidade dos produtos de trabalho e de tarefas | PT 18 | | () É realizada uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado | RESP4.3 |
| GPR 3 | | Determinar a abordagem técnica para o projeto | PT 19 | | () O entendimento da complexidade dos produtos de trabalho e de tarefas a serem realizadas | RESP4.4 |
| | | Fases do ciclo de vida do projeto | PT 20 | | () É definida uma abordagem estratégica para o desenvolvimento dos produtos | RESP4.5 |
| GPR 4 | | Estimativas de custo e esforço do projeto | PT 21 | | () É estabelecido um grupo de atividades dentro da equipe | RESP4.6 |
| | | Cronogramas e orçamento do projeto detalhados | PT 22 | | () A divisão de atividades em etapas, visando o desenvolvimento da empresa | RESP4.7 |
| GPR 5 | | Dependências de cronograma | PT 23 | | () A adoção de um modelo paramétrico relacionado a custo e prazo | RESP4.8 |
| | | Identificação dos riscos e suas prioridades | PT 24 | | () A definição dos custos estimados para os recursos requeridos | RESP4.9 |
| GPR 6 | | Impacto e probabilidade de ocorrência dos riscos | PT 25 | | () A definição das atividades requeridas para construir os prazos de entrega do projeto | RESP4.10 |
| | | Relação entre a equipe de suas habilidades necessárias | PT 26 | | () A identificação das dependências entre as tarefas | RESP4.11 |
| GPR 7 | | Planejamento na composição da equipe | PT 27 | | () É realizado um levantamento de potenciais questões críticas, perigos, ameaças e vulnerabilidade que possam vir a afetar o projeto | RESP4.12 |
| | | Lista da infraestrutura necessária | PT 28 | | () É desenvolvida uma planilha contendo prioridades sobre o levantamento do que possa vir a afetar o projeto | RESP4.13 |
| GPR 8 | | Diagramas e definições de processo | PT 29 | | () A realização de uma análise quantitativa sobre o levantamento do que possa vir a afetar o projeto | RESP4.14 |
| | | | | | () A identificação das habilidades e conhecimento necessários para a execução do projeto em relação à equipe | RESP4.15 |
| | | | | | () O planejamento do recurso humano necessária para o desenvolvimento do projeto | RESP4.16 |
| | | | | | () A determinação de requisitos de infraestrutura, equipamentos e componentes | RESP4.17 |
| | | | | | () A listagem de todas as fases do processo de maneira simples e com um layout que transmite uma rápida visualização e entendimento através de símbolos universais | RESP4.18 |

- Na pergunta 05, foi tomado base que toda parte de planejamento do projeto já tenha sido tomada e finalizada. Com essas informações já estabelecidas, buscou identificar com suas questões se os planos referente ao projeto foram traçados devidamente, desde os planos mais específico até seu plano geral. Conforme podemos ver na [Figura 12](#).
- Já a pergunta 06, abordou a viabilidade do sistema. Sendo que suas questões avaliaram se o desenvolvimento do sistema foi realizado com os recursos existente e se não aconteceu nenhuma restrição dentro do seu orçamento, como também a contribuição que o projeto trouxe para a instituição. Conforme podemos ver na [Figura 13](#).
- A pergunta 07, definiu que os planos do projeto já estavam devidamente prontos e documentados. Sendo assim podendo partir para a etapa de acompanhamento de todo processo de desenvolvimento do projeto. A partir disto, é possível a identificação de possíveis erros ao decorrer do projeto, e a realização e monitoração das ações necessárias para a resolução destes erros. Conforme podemos ver na [Figura 14](#).

Figura 12 – Pergunta 5 referente ao GRE

| Processos | | Produtos de Trabalhos | | | Questões | |
|-----------|--|--|-------|--|--|---------|
| | | Plano de gestão de dados | PT 30 | | 5 - Apartir do planejamento compreendido e concluído, temos varias formas de documentação necessária para o apoio do desenvolvimento do sistema, esta ingloba a parte administrativa, de qualidade, finanças, logisticas, entre os outros itens necessários no processo. Com essas documentações são possiveis realizar planos referentes ao que já foi desenvolvido. Portanto em relação so tema abordado oque podemos objeter? | PERG5 |
| GPR 9 | | Um mecanismo para a recuperação, reprodução e distribuição dos dados | PT 31 | | () O Estabelecimento de um mecanismo para arquivamento de dados e acesso a eles. | RESP5.1 |
| GPR 10 | | Plano global do projeto | PT 32 | | () A Determinação dos dados de projeto a serer | RESP5.2 |
| | | Plano especificos do projeto | PT 33 | | () A elaboração de uma estratégia que defina cada aspecto do projeto | RESP5.3 |
| GPR 12 | | Plano de envolvimento das partes interessadas | PT 36 | | () A execução de um esquema que englobe todos os aspectos especificos do projeto | RESP5.4 |
| | | Revisões dos planos que afetam o projeto(escopo, as tarefas, as estimativas, o | PT 37 | | () A apresentação do esquema que inglobara todos os aspectos do projeto para as partes | RESP5.5 |
| GPR 13 | | | | | () O monitoramento dos aspectos relacionados | RESP5.6 |

Figura 13 – Pergunta 6 referente ao GPR

| Processos | | Produtos de Trabalhos | | | Questões | |
|-----------|--|---|-------|--|---|---------|
| GPR 11 | | Viabilidade sobre os requisitos e recursos técnicos | PT 34 | | 6 - Quando o sistema é desenvolvido é realizado um estudo de viabilidade. Seus resultados nada mais são do que um relatório com as recomendações da viabilidade técnica ou não da continuidade no desenvolvimento do sistema de revenda de veiculos proposto. Portanto um estudo sobre a viabilidade, deverá abordar algumas questões, porém quais são abordadas? | PERG6 |
| | | Viabilidade sobre a situação financeira | PT 35 | | () Se o sistema em questão pode ser realizado usando a tecnologia existente | RESP6.1 |
| | | | | | () O sistema contribui para os objetivos propostos da organização | RESP6.2 |
| | | | | | () Se dentro do orçamento não há nenhuma restrição | RESP6.3 |

Figura 14 – Pergunta 7 referente ao GRE

| Processos | Produtos de Trabalhos | | Questões | |
|-----------|---|-------|---|----------|
| | Monitoramento dos recursos materiais | PT 38 | 7 - Com o plano de projeto pronto e documentado são possíveis realizarem os monitoramentos das atividades, e a partir disso a comunicação sobre o status do projeto e a implementação de ações corrigidas quando necessário. O progresso do projeto é determinado principalmente pela comparação entre realizado e planejado, dos atributos de produtos de trabalho e de tarefas, esforço, custo e prazo. Essa comparação é feita em marcos predeterminados ou em função de níveis de controle predefinidos no cronograma do projeto. Com a visibilidade obtida, é possível implementar ações corretivas no momento oportuno, quando o desempenho desviar significativamente do plano. Um desvio é considerado significativo se, quando não resolvido, impede o projeto de alcançar seus objetivos. Portanto que medidas são tomadas em relação ao assunto? | PERG7 |
| | Monitoramento dos recursos humanos | PT 39 | () O acompanhamento sobre o planejamento do recurso humano necessária para o desenvolvimento do | RESP7.1 |
| GPR 14 | Acordo renegociáveis com as partes interessadas | PT 40 | () O controle sobre a infraestrutura necessária | RESP7.2 |
| | Revisão dos riscos no contexto do projeto | PT 41 | () A renegociação caso ocorra alguma inconsistência na parte de recursos materiais e humanos | RESP7.3 |
| GPR 15 | Atualização e comunicação dos riscos | PT 42 | () O monitoramento relacionados a possíveis novos riscos identificados no projeto | RESP7.4 |
| | Revisão do envolvimento das partes interessadas | PT 43 | () Caso seja encontrado novos risco são atualizados junto a planilha que contem as suas prioridades em relação aos problemas que possam ser encontrados no projeto | RESP7.5 |
| GPR 16 | A identificação das questões críticas e os seus impactos | PT 44 | () O controle sobre os interessados no projeto, como em que fases eles são importantes e como eles serão envolvidos | RESP7.6 |
| | Revisar compromissos, plano, status e riscos do projeto. | PT 45 | () A análise minuciosa no cronograma geral do projeto | RESP7.7 |
| GPR 17 | Análise das questões críticas para determinar as ações necessárias para ações corretivas. | PT 46 | () Com a identificação dos problemas, é determinado o seu impacto em relação ao projeto inicial | RESP7.8 |
| | Monitorar as ações corretivas até sua conclusão. | PT 47 | () Quando problemas são encontrados, é realizado uma análise e a partir desse momento é avaliado o melhor metodo para ser corrigido de acordo com os interessados | RESP7.9 |
| GPR 18 | Analisar os resultados das ações corretivas para determinar sua eficácia. | PT 48 | () Após a resolução do problema, ele é analisado determinando a sua eficiência | RESP7.10 |
| GPR 19 | | | () Com os problema resolvidos, eles ganham um cuidado especial até o final do projeto, para que seja garantido que não o apareça novamente | RESP7.11 |

4.6 Implementação

O presente capítulo aborda a implementação do sistema especialista desenvolvido para a Web, demonstrando os requisitos necessários para o seu pleno funcionamento, bem como a abordagem utilizada para o desenvolvimento do sistema, além de demonstrar a implementação do Sistema Especialista. A [Figura 15](#) mostra a tela inicial do sistema.

Como é possível visualizar, a tela inicial é composta por uma tela de boas vindas, acompanhada de um texto explicativo sobre o trabalho desenvolvido. Porém encontramos na barra de menus três opções que são:

- A opção Home;
- A aba questionário onde se encontram as perguntas referentes ao modelo MPS-Br, que será abordado logo abaixo;
- Na terceira opção encontram-se detalhes sobre o modelo MPS-Br e seus guias.

A maneira como os principais requisitos do sistema foram implementados, serão abordados nas seções seguintes.

Figura 15 – Tela inicial do sistema



4.7 Aplicação do Questionário

A presente seção descreve como foi desenvolvido o sistema Web em relação as classificações de cada processo e seus produtos esperados.

As próximas subseções explicam separadamente cada etapa da implementação, lembrando que o sistema é um sistema especialista baseado em regras, conforme visto no capítulo 2.

4.7.1 A Base de Conhecimento

A Base de conhecimento do sistema foi desenvolvida empregando regras de produções. A conclusão de uma regra é a classificação que os resultados esperados receberam, considerando a classificação vista no capítulo anterior. As condições são geradas a partir dos pesos dados as questões.

A Base de conhecimento então é o conjunto de informações, representados na forma de regras SE-ENTÃO, onde a conclusão de uma regra é a classificação do processo em questão, e as condições da regra refere-se ao peso atribuído a cada resposta. Conforme podemos ver abaixo, a variável `opcao(numero da opção)gre(numero do processo avaliado)`, é correspondente ao grau de implementação do modelo MPS-Br, visto anteriormente neste capítulo.

Início GRE 1

```
se opcao1gr1 = true
    entao GRE 1 PI
senao
se opcao2gr1 = true
    entao GRE 1 LI
senao
se opcao3gr1 = true
    entao GRE 1 TI
senao
se opcao4gr1 = true
    entao GRE 1 NI
```

Fim GRE 1

4.7.2 A interface

A interface de apoio a identificação da classificação dos resultados esperados é encontrada na aba questionário do sistema, conforme podemos ver na [Figura 16](#). Nessa tela, o usuário deve escolher a opção para o campo corresponde a cada pergunta, ou seja, conforme a pergunta gerada ele deve marcar o campo correspondente desejado. Após o usuário selecionar uma opção, o Motor de Inferência apresenta uma resposta relativa a sua escolha.

Após a finalização das opções do questionário o usuário pode visualizar, do lado direito da tela de questionário, o grau de implementação, calculado pelo Motor de Inferência, de cada resultado esperado conforme podemos ver na [Figura 17](#).

Também é possível salvar esses resultados esperados em formato PDF. O Motor de Inferência calcula os resultados de acordo com as respostas do usuário, e manda para uma função PHP. Para tanto, ao finalizar a consulta, o usuário deve preencher os dados no campo Dados do Usuário e clicar no botão submeter, assim gerando um arquivo PDF com seus resultados e seus dados previamente preenchidos. Na aba Questionário, encontra-se uma legenda com suas cores e classificações, para melhor entendimento do usuário.

4.7.3 Memória de Trabalho

Conforme citado no capítulo 2, a Memória de Trabalho é utilizada para o armazenamento das respostas do usuário, tendo grande importância no desenvolvimento de

Figura 16 – Questionário

PROJETO TCC UMA FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO NA AUDITORIA DE QUALIDADE DE SOFTWARE

HOME QUESTIONÁRIO MODELO MPS-BR

Questionário

PERGUNTA 1

Uma loja de revenda de carros da região deseja expandir seu negócio utilizando como uma estratégia a divulgação na internet. Portanto a empresa deseja que seja desenvolvido um e-commerce, ou seja, um comercio eletrônico voltado para a área de revenda de automoveis, porém não ha nenhuma atividade registrada para o desenvolvimento do sistema. A partir disto quais são as tarefas realizadas?

- A coleta dos dados junto ao cliente
- O entendimento dos dados pelas partes interessadas
- Uma lista de critérios para a identificação das especificações do sistema
- Reuniões para acertar os critérios estabelecidos
- O comprometimento da equipe com os requisitos estabelecidos
- Especificações para os casos de uso, ou lista que evidencia os requisitos

PERGUNTA 2

O produto final requerido pela revenda é baseado em características, e estas características definem os critérios de aceitação de um produto, estas são captados na fase de elicitação do projeto, onde são levantadas todas as necessidades do sistema. Seu levantamento deve ser feito de forma bastante cuidadosa, consultando a todas as partes envolvidas no uso do produto final. Com isso é possível evitar vários problemas posteriores ao desenvolvimento do software. O que é mantido para garantir a capacidade de traçar o histórico, a aplicação ou a

Figura 17 – Resultados esperados do trabalho

| PROCESSOS |
|--------------|
| GRE's |
| GRE 1 LI |
| GRE 2 PI |
| GRE 3 LI |
| GRE 4 PI |
| GRE 5 TI |
| GPR's |
| GPR 1 PI |
| GPR 2 TI |
| GPR 3 PI |
| GPR 4 NI |
| GPR 5 PI |
| GPR 6 PI |
| GPR 7 NI |
| GPR 8 LI |
| GPR 9 NI |

um Sistema Especialista no sentido que ela é utilizada pelo Motor de Inferência para a seleção das perguntas, como também utilizadas para calcular as respostas apresentadas ao usuário. A variável SESSION do PHP é utilizada para armazenar as respostas do usuário, que posteriormente são utilizadas no Módulo de Explicações.

4.7.4 Núcleo do Sistema Baseado em Conhecimento

O Núcleo do Sistema Baseado em Conhecimento contém as principais funções do Sistema Especialista. Nesta etapa, são coletados os dados de entrada do usuário, são realizados os cálculos em relação as repostas e exemplifica como o Sistema Especialista chegou a tal resposta.

4.7.4.1 Módulo Coletor de Dados

Esta etapa coleta as respostas geradas pelo usuário e armazena na Memória de Trabalho, estas respostas são recebidas através do back-end e armazenadas. Essas informações foram recebidas através do questionário proposto, que utilizou da variável \$_GET do PHP, conforme podemos ver um trecho no código na [Figura 18](#):

Figura 18 – Exemplo de código utilizado no Módulo Coletor de Dados

```

<input name="respl.1" id="respl.1" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.1').click();"> A coleta dos dados junto ao cliente </span> <br>
<input name="respl.2" id="respl.2" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.2').click();"> O entendimento dos dados pelas partes
interessadas </span> <br>
<input name="respl.3" id="respl.3" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.3').click();"> Uma lista de critérios para a identificação das
especificações do sistema</span> <br>
<input name="respl.4" id="respl.4" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.4').click();"> Reuniões para acertar os critérios
estabelecidos</span> <br>
<input name="respl.5" id="respl.5" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.5').click();"> O comprometimento da equipe com os requisitos
estabelecidos</span> <br>
<input name="respl.6" id="respl.6" type="checkbox" onclick="js_verify();">
<span onclick="document.getElementById('respl.6').click();"> Especificações para os casos de uso, ou lista que e
videncia os requisitos</span> </div>

```

4.7.4.2 Motor de Inferência

O Motor de Inferência trabalha tanto no back-end quando no front-end.

O front-end auxilia na interface com o usuário, de forma que quando o usuário seleciona a opção ele analisa a opção e toma suas devidas ações. Um exemplo que podemos ter é quando o usuário seleciona uma opção e no campo processo o seu status muda. Conforme vimos na [Figura 19](#), ao escolher a resp1.1 é atribuído um valor, e o campo relativo a este valor irá atribuir uma cor e mudar sua abreviatura do resultado esperado GRE 1.

Já o back-end é encarregado de verificar e garantir que não sobre "lixo" na Memória de Trabalho, visto que o usuário pode mudar a opção da respostas, e assim atualizando ela novamente. No front-end é realizado a troca de questão do formulário e sua devida atualização, e o back-end fica com o papel de eliminar as respostas que agora são inválidas, devido a mudança no questionário.

Figura 19 – Exemplo de código utilizado no Motor de Inferência

```
if (document.getElementById("resp1.1").checked) {
    res11 = 25;
}
if (document.getElementById("resp1.3").checked) {
    res13 = 25;
}
if (document.getElementById("resp1.4").checked) {
    res14 = 25;
}
if (document.getElementById("resp1.6").checked) {
    res16 = 25;
}
```

4.7.4.3 Módulo de Explicações

Nesta etapa são realizadas as conclusões fornecidas ao usuário. O Módulo de Explicações utiliza a Memória de Trabalho para recuperar as respostas dadas ao usuário e as compara com as armazenadas na Base de Conhecimento. A [Figura 17](#) demonstra a tela referente a uma consulta ao Módulo de Explicações.

O Módulo de Explicações utiliza das informações que foram armazenadas na variável SESSION, na Memória de Trabalho.

Neste capítulo foi abordada a metodologia empregada no trabalho, e demonstrado o desenvolvimento do Sistema Especialista, empregado para o sistema Web. Além disso, foi detalhado a utilização de suas técnicas e características, visando exemplificar o máximo ao seu funcionamento.

5 Resultados

Neste capítulo será abordado o estudo de caso realizado na UNIPAMPA, demonstrando como se chegou aos resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho.

5.1 O sistema Web

Esta seção apresenta o resultado obtido com o desenvolvimento da ferramenta e para que fim ela se propõe. A ferramenta foi composta por um sistema Web para o apoio na identificação nos termos de propósitos e resultados do nível G do modelo MPS-Br. O sistema Web desenvolvido tem uma grande importância nos resultados obtidos com a execução do presente trabalho.

O sistema desenvolvido se encontra online¹. Para o seu desenvolvimento completo foram utilizados mais de 3000 mil linhas de códigos entre as diversas linguagens de programação utilizadas, conforme foi citado no capítulo 4. O sistema possui todas as informações referentes aos resultados esperados do nível G do modelo MPS-Br.

5.2 A metodologia empregada

Esta etapa contou com um voluntário, que trabalha no setor de desenvolvimento de software da UNIPAMPA, o NTIC. Este voluntário recebeu a condição de usuários do sistema, lembrando que o voluntário em questão é o responsável pela equipe do NTIC. Porém teve o acompanhamento do desenvolvedor do sistema, que atuou como auditor.

O principal fato dos testes serem realizados por um usuário que atua na área de desenvolvimento de software, e não contar com o auxílio de usuários leigos se deu pelo sistema de avaliação dos propósitos e resultados do nível G do MPS-Br, não ser voltado para leigos, mas sim para o uso de auditoria na qualidade de software. Além disso, um usuário leigo não seria capaz de realizar o processo de identificação dos produtos de trabalhos esperados, devido as características técnicas utilizadas no sistema.

Em um primeiro momento foi realizada uma apresentação sobre o projeto desenvolvido e a ferramenta implementada, visando os seus objetivos. Seguindo foi demonstrada a utilização da ferramenta para que não aja dúvidas, então proposto o modo de aplicação do experimento, sendo escolhido dois sistemas já desenvolvidos para a fase de teste. São eles: Gerência de Ramais que recebeu a nomenclatura de Projeto 1; e PSA - Processo Seletivo

¹ <http://infoazteka.com.br/robson/>

Acadêmico que foi chamado de Projeto 2. Por último, foi apresentado um formulário para que o usuário realize uma avaliação da ferramenta e suas funcionalidades.

O formulário submetido ao usuário possui sete perguntas, sendo todas elas de múltipla escolha, neste o usuário deveria escolher entre 3 opções que são:

- "Sim";
- "Não";
- "Parcialmente".

As seis perguntas foram baseadas no trabalho desenvolvido pela UFMG denominado Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos², sendo uma voltada para a contribuição do sistema. As perguntas realizadas aos usuários foram apenas perguntas direcionadas a três características: a sua funcionalidade; sua usabilidade; e sua eficiência. As perguntas utilizadas foram:

- Funcionalidade
 1. O sistema oferece resultados satisfatório para seu devido fim?
 2. Seu conjunto de funcionalidade é adequado para identificar os propósitos e resultados do nível G do modelo MPS-Br?
- Usabilidade
 3. O sistema é de fácil manuseio?
 4. Sua interface é agradável, e suas informações são apresentadas de uma maneira adequada?
- Eficiência
 5. O sistema é rápido para representar os resultados?
- Foi realizado uma sexta pergunta relacionada a contribuição do sistema.
 6. O sistema apresenta alguma contribuição inovadora na área de garantia de qualidade de software?

² http://homepages.dcc.ufmg.br/~rprates/ge_vis/cap6_vfinal.pdf

5.3 Resultados

5.3.1 Resultados obtidos no sistema

Os resultados obtidos em relação as duas avaliações realizadas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados obtidos.

| Resultados Esperados | Grau de Implementação - P 1 | Grau de Implementação - P 2 |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| GPR 1 | NI | LI |
| GPR 2 | PI | PI |
| GPR 3 | NI | PI |
| GPR 4 | NI | NI |
| GPR 5 | PI | PI |
| GPR 6 | NI | LI |
| GPR 7 | NI | PI |
| GPR 8 | LI | NI |
| GPR 9 | NI | LI |
| GPR 10 | NI | PI |
| GPR 11 | PI | LI |
| GPR 12 | NI | TI |
| GPR 13 | NI | TI |
| GPR 14 | NI | PI |
| GPR 15 | NI | PI |
| GPR 16 | NI | TI |
| GPR 17 | PI | PI |
| GPR 18 | TI | TI |
| GPR 19 | LI | TI |
| GRE 1 | PI | LI |
| GRE 2 | PI | TI |
| GRE 3 | NI | LI |
| GRE 4 | PI | PI |
| GRE 5 | NI | PI |

O resultado do questionário imposto relatou que o Projeto 1 da instituição tem um nível muito baixo de implementação, visando os propósitos e resultados do nível G. Apenas um resultado esperado se enquadrou como Totalmente Implementado, que foi o GPR 18. Também houve apenas um resultado Largamente implementado o GPR 19. Os resultados do GPR 18 são referentes aos registros de problemas e suas identificações e o estabelecimento de como serão tratados pelas partes envolvidas, sendo atendidos de maneira totalmente satisfatórias. Já o GPR 19 satisfaz o que se trata na análise da resolução dos problemas, e determinação de sua plena eficiência, porém falhou no ponto de que esse problemas sejam acompanhados até o final do projeto.

O Projeto 2 apesar de ter alguns resultados esperados mais satisfatórios, teve vários pontos negativos, tendo em vista os propósitos do nível G. Os resultados esperados que

se enquadraram dentro de Totalmente Implementado são os GPR 12, GPR 13, GPR 16, GPR 18, GPR 19 e GRE 2, e Parcialmente Implementaram foram: GPR 1, GPR 6, GPR 9, GPR 11, GRE 1, e GRE 3.

O GPR 12 diz a respeito à revisão do plano projeto com todas as partes interessadas, como também o seu mantimento ao longo do projeto, tendo assim sua aceitação.

Os resultado do GPR 13 satisfazem ao monitoramento em relação ao planejamento do projeto, visando alguns pontos como o seu escopo, as tarefas, as estimativas, o orçamento e o cronograma do projeto.

Já o GPR 16 contemplou o que se diz respeito ao envolvimento das partes interessadas no projeto.

Os resultados esperados GRP 18 e GPR 19 já foram abordados para o Projeto 1, sendo que o GPR 19 teve um acompanhamento da resolução de seus problemas até o final do projeto.

O GRE 2 foi verificado que os requisitos avaliados com base em critérios, e foi estabelecido um comprometimento da equipe técnica com este requisitos.

No caso do GPR 1, ele não alcançou plena implementação pois falho no ponto sobre descrições executadas no projeto.

Já o GPR 6, não foi realizado uma análise quantitativa sobre o levantamento do que possa vir a afetar o projeto.

Os resultados do GPR 9, falhou no que se diz na determinação dos dados do projeto quanto na sua identificação, coletados e distribuídos

O GPR 11, em relação ao sistema não contribuiu para os objetivos propostos da organização.

Já o GRE 1, não foi realizado as especificações para os casos de uso, ou lista que evidência os requisitos.

Com o GRE 3, não foi evidenciado a geração de um código para a identificação de cada requisito.

Foi possível realizar um diagnostico identificando que o desenvolvimento de software dentro da instituição não seria satisfatório dentro dos propósito e resultados do nível G. Pois vários pontos não foram alcançados conforme acabamos de ver.

5.3.2 Resultados de satisfação sobre o sistema

A Tabela 6 demonstra as respostas dadas pelo usuário.

Conforme podemos ver na Tabela 6, em relação a funcionalidade o usuário demonstrou que a ferramenta está adequada para a identificação dos propósitos e resultados

Tabela 6 – Resultados obtidos sobre a satisfação do sistema.

| Perguntas | Sim | Não | Parcialmente |
|--|-----|-----|--------------|
| O sistema oferece resultados satisfatório para seu devido fim? | X | | |
| Seu conjunto de funcionalidade é adequado para identificar os propósitos e resultados do nível G do modelo MPS-Br? | X | | |
| O sistema é de fácil manuseio? | X | | |
| Sua interface é agradável, e suas informações são apresentadas de uma maneira adequada? | | | X |
| O sistema é rápido para representar os resultados? | X | | |
| O sistema apresenta alguma contribuição inovadora na área de garantia de qualidade de software? | | | X |

do nível G do modelo MPS-Br. Em relação a sua Usabilidade, o usuário mostrou um pouco insatisfeito em relação a sua interface e de como as informações são apresentadas. O usuário afirmou que a ferramenta em relação a sua Eficiência se demonstrou adequada.

A ferramenta desenvolvida foi considerada uma contribuição inovadora na área de garantia de qualidade de software, porém sua resposta em relação a pergunta referente a sua contribuição foi parcial pelo motivo de que ao ponto de vista do usuário, a ferramenta poderia propôs as melhorias necessárias para cada produto de trabalho esperado.

6 Conclusão

Este trabalho fez parte de um estudo realizado sobre o modelo MPS-Br e sua importância na qualidade de processo de software, como também foi estudado sobre o Sistema Especialista, e o meio que ela auxiliou na construção do sistema para o auxílio na auditoria de qualidade de software. Esse trabalho teve por objetivo modelar uma ferramenta que auxilia-se um auditor na garantia de qualidade de software.

No decorrer deste projeto foi proposto uma ferramenta que identificou os termos de propósito e resultados do nível G do modelo MPS-Br, através de um Sistema Especialista, o conjunto de resultados foram então materializado no sistema Web. Para o desenvolvimento do sistema Web foram utilizados algumas tecnologias diferentes, tais como HTML, CSS, jQuery e JavaScript para o desenvolvimento da interface com o usuário, e PHP para a construção dos algoritmos utilizados na implementação do Sistema Especialista e o relatório gerado.

Uma das etapas mais importante no desenvolvimento foi a aquisição do conhecimento juntamente ao especialista da área, pois a partir disto foram adequadas as metodologias e terminologias utilizadas, e portando essa aquisição do conhecimento foi adequada para a construção da Base de Dados e do Sistema Especialista.

A ferramenta na sua versão final foi submetida aos testes juntamente aos usuários do NTIC para uma avaliação externa. Estes usuário avaliaram a ferramenta e responderam o questionário, de modo que permitiu uma análise, através desta conseguimos concluir que a ferramenta oferece um bom nível de satisfação no servido oferecido, sendo assim atingindo seus objetivos de representar um especialista na área de análise e identificação dos termos de propósito e resultados do nível G do modelo MPS-Br.

Ao decorrer do trabalho, encontrou-se algumas dificuldades, relacionados à grande quantidade de tema envolvido no trabalho em consideração a baixa quantidade de exemplos e materiais disponíveis sobre o tema. A área de processo de qualidade de software se demonstrou um processo complicado, pois são necessários analisar cada propósito e resultados para associar a sua área de conhecimento mais adequada.

6.1 Trabalhos futuros

Na sequência do trabalho o principal objetivo é complementar a Base de Dados com as informações dos demais níveis do modelo MPS-Br, que para isso possa ser executado todos os níveis do modelo em questão. Como também a capacidade do processo representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados

esperados.

A forma em que foi desenvolvido os pesos que cada produto de trabalho recebeu, receberá uma estrutura não apenas de condições, mas será alterado para uma estrutura que receba um grafo com pesos, ou seja, um grafo que tenha um numero associado a cada aresta, e está aresta estará relacionada a um produto de trabalho.

Outra alteração a ser realizada será a remodelação do sistema para que com isso ele possa analisar qualquer modelo em questão, não somente o modelo empregado nesse trabalho para valida-lo.

Referências

- AGUERO, M. et al. Artificial intelligence for software quality improvement. *Word Academy of Science Engineering e Techonlogy*, v. 63, p. 234–239, 2010. ISSN 2010376X. Disponível em: <<http://connection.ebscohost.com/c/articles/51836787/artificial-intelligence-software-quality-improvement>>. Acesso em: 07.06.2012. Citado na página 42.
- ARAUJO, R. M. *Ampliando a Cultura de Processos de Software - Um enfoque baseado em Groupware e Wrokflow*. Dissertação (Mestrado) — COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000. Citado na página 25.
- AZEVEDO, S. L. *Desmistificando os Sistemas Especialistas*. [S.l.]: Gráfica Universitária - UFPel, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.
- BARTIÉ, A. *Garantia da Qualidade de Software*. [S.l.]: Elsevier, 2002. Citado na página 24.
- CHORAFAS, D. *Applying Expert Systems in Business*. [S.l.]: McGraw-Hill, 1987. Citado na página 35.
- FAVERO, A. J. *Sistemas Especialistas*. 2011. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/ia/especialistas/>>. Acesso em: 20.12.2012. Citado na página 36.
- FERNANDES, A. M. d. R. *Inteligência Artificial: noções gerais*. 1a.. ed. [S.l.]: Visual Books, 2005. Citado na página 35.
- HE, J. et al. A framework of ontology-supported software process knowledge representation. *Atlantis Press*, 2007. ISSN 1951-6851. Acesso em: 22.06.2013. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.
- JR., H. E. *Engenharia de Software na Prática*. [S.l.]: Novatec, 2010. Citado na página 23.
- KOSCIANSKI, A.; SOARES, M. dos S. *Qualidade de software: Aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de software*. 2a.. ed. [S.l.]: Novatec Editora, 2007. Citado 5 vezes nas páginas 23, 26, 27, 28 e 29.
- MILLS, A. C. *A auditoria da qualidade: uma ferramenta para avaliação constante e sistemática da manutenção da qualidade*. [S.l.]: Makron Books, 1994. Citado na página 25.
- NASCIMENTO, L. M. A.; REIS, R. Q.; REIS, C. A. L. Medição e análise de processo de software utilizando técnicas de inteligência artificial. 2005. Acesso em: 20.07.2013. Citado na página 44.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. 6a.. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2006. Citado 3 vezes nas páginas 19, 23 e 25.
- REZENDE, S. *Sistemas Inteligentes*. 1a.. ed. [S.l.]: Manole, 2003. Citado 3 vezes nas páginas 35, 36 e 38.

- RUSSELL S. J.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 2a.. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2003. Citado na página 37.
- SILVA, J. P. S. *Um Sistema Multiagente Baseado em Ontologias para apoiar às inspeções de garantia de qualidade de software*. Dissertação (Mestrado) — Unisinos, São Leopoldo, 2010. Citado na página 43.
- Sociedade SOFTEX. *Mps.BR - Guia de Implementação – Parte 1: Nível G*. 2011. Citado 3 vezes nas páginas 29, 31 e 33.
- Sociedade SOFTEX. *Mps.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro - Guia de Avaliação*. 2011. Citado na página 34.
- Sociedade SOFTEX. *Mps.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro - Guia Geral*. 2011. Citado 5 vezes nas páginas 19, 26, 29, 30 e 33.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 8a.. ed. [S.l.]: Pearson Addison-Wesley, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 25.
- TEIXEIRA, J. F. *Mentes e Máquinas*. 1a.. ed. [S.l.]: Artes Médicas Sul Ltda, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 38.
- TSUKUMO, A. *Qualidade de software: visões de produto e processo de software*. [S.l.]: CITS, 1997. Citado na página 24.
- WANG, M.-H.; LEE, C.-S. An intelligent ppqa web services for cmmi assessment. In: *Intelligent Systems Design and Applications, 2008. ISDA '08. Eighth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. v. 1, p. 229–234. Citado na página 41.