

# Diagnóstico de Processos em Organizações Intensivas em Software Usando um Sistema Especialista

Chaiene M. da Silva Minella<sup>1</sup>, Marcello Thiry<sup>1</sup>, Anita da Rocha Fernandes<sup>1</sup>

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí – SC – Brazil

{chaiene.minella, marcello.thiry, anita.fernandes}@univali.br

**Abstract.** *This paper presents the development of an expert system to assist in automated diagnostic software development life cycle of an organization. The methodology involved the participation of experts in the field of process improvement and software intensive organizations. The main objective of automated diagnosis is to assess the current situation of the organization's processes, identifying strengths and weaknesses as a basis for process improvement initiatives. The evaluation of the results is being held from the point of view of experts and organizations. The evaluation results with 6 organizations and 7 experts are presented.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema especialista para auxiliar no diagnóstico automatizado do ciclo de vida de desenvolvimento de software de uma organização. A metodologia, envolveu a participação de especialistas na área de melhoria de processos e de organizações intensivas em software. O principal objetivo do diagnóstico automatizado é avaliar a situação atual dos processos da organização, identificando pontos fracos e fortes que servirão de base para iniciativas de melhoria de processo. A avaliação dos resultados está sendo realizada sob o ponto de vista de especialistas e das organizações. São apresentados os resultados da avaliação com 6 organizações e 7 especialistas.*

## 1. Introdução

Com as mudanças nas estruturas de negócios, as empresas de software têm buscado rever sua organização e processos, para seguir em direção aos interesses do cliente. Estabelecendo uma ligação entre estas redes, criam-se elos entre as cadeias produtivas. Atingir um nível elevado de qualidade, para as empresas de software, implica em alcançar a competitividade tanto na melhoria da qualidade dos produtos de software e serviços, como dos processos de produção de distribuição do software (SOFTEX, 2012).

As organizações estão cada vez mais investindo em projetos de melhoria de processo de software, com o intuito de se tornarem mais competitivas, buscando atender as necessidades dos clientes que buscam uma qualidade melhor para os produtos de software (CERDEIRAL, 2008).

O processo de desenvolvimento de software também chamado de ciclo de vida do software, descreve a “vida” do produto de software desde a concepção passando pela implementação, entrega, utilização e manutenção (PFLEEGER, 2004).

A definição do ciclo de vida de software permite a visão completa do desenvolvimento do software. Com isto, é possível definir etapas que abrangem desde a análise dos requisitos até a entrega do software para o cliente. Um ciclo de vida adequado permite detectar erros mais cedo e manter a qualidade do software, além de prazos e custos estabelecidos. Uma forma de identificar o ciclo de vida do software de uma organização é mapear a situação atual de seus processos por meio de um diagnóstico. Tipicamente, essa atividade é realizada por meio de entrevistas que visam a modelagem de processos a partir de reuniões com a participação dos envolvidos, que são os principais atores da organização (THIRY et al, 2006).

Nesta pesquisa, foi desenvolvido um Sistema Especialista (SE) com regras que capturam todo o ciclo de vida de desenvolvimento, permitindo um diagnóstico mais amplo da organização avaliada. Além do mapeamento sobre como a organização trabalha, o sistema especialista desenvolvido ainda indica pontos fortes e fracos, contribuindo para a avaliação inicial dos processos e oferecendo uma base para estabelecer projetos de melhoria de processos de software.

Após esta seção introdutória, o presente trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 apresenta-se o problema da pesquisa, na Seção 3 é apresentada a abordagem para o desenvolvimento do sistema especialista, na Seção 4 têm-se os resultados da avaliação do sistema especialista, na Seção 5 as considerações finais.

## 2. Problema de pesquisa

Atualmente, o mercado de TI exige que os produtos de software tenham maior qualidade, o que é obtido através de um processo de desenvolvimento de software bem estruturado e alinhado a modelos de qualidade como o CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) e o MR-MPS-SW (Modelo Brasileiro de Referência para Melhoria de Processos de Software). O CMMI e o MPS têm por objetivo modelar as melhores práticas auxiliando as organizações a atingir um nível de maturidade, porém estas atividades exigem tempo e o custo é tipicamente alto (MIYASHIRO et al, 2011).

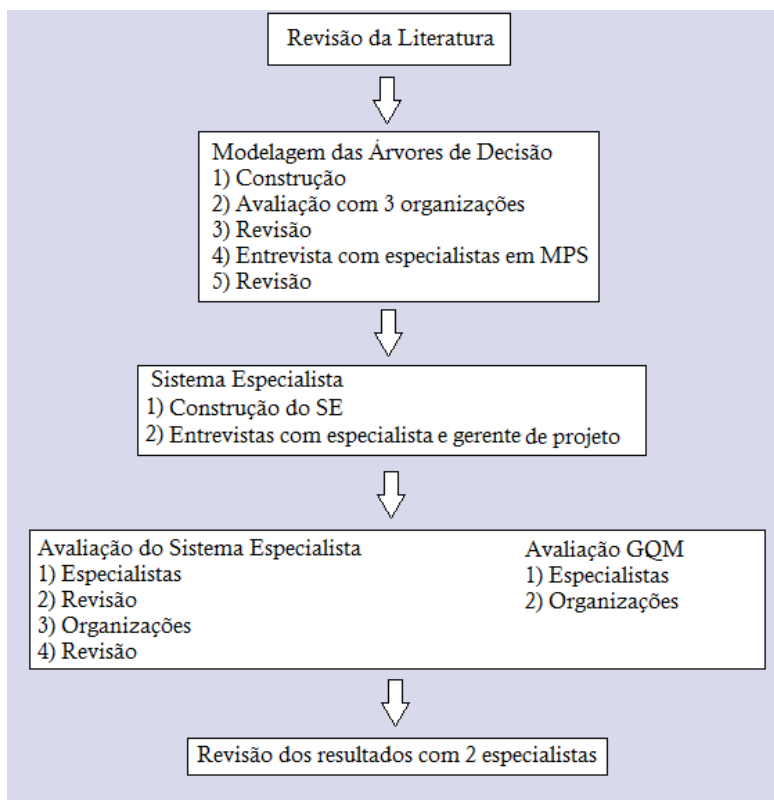
Em busca de uma melhor qualidade de seus produtos uma organização precisa investir em contratação de especialistas na área de melhoria de processo para avaliar e adaptar os processos além de treinar o pessoal envolvido. Em geral os altos custos na contratação destes especialistas inviabilizam nesta área, principalmente em se tratando organizações pequenas e médias (MIYASHIRO et al, 2011).

Em se tratando de MPS (Melhoria de Processos de Software), durante as etapas iniciais do programa, é aconselhável a realização de um diagnóstico sobre, por exemplo, a situação atual dos processos de software utilizados, com o objetivo de levantar os pontos fortes e pontos fracos como base para o estabelecimento de ações de melhorias (SANTANA, 2007), (WANGENHEIM et al, 2005), (HAUCK, WANGENHEIM e THIRY, 2007).

A busca de uma abordagem mais ampla, que permita caracterizar a organização, desde a identificação de requisitos até a liberação do software é necessária. Este trabalho apresenta um sistema especialista para mapear todo o processo de desenvolvimento, dando maior relevância à forma como o trabalho é conduzido na organização.

### 3. Abordagem para desenvolvimento do Sistema Especialista

A abordagem para o mapeamento inicial do ciclo de vida de desenvolvimento de software a partir de um autodiagnóstico foi organizada em cinco etapas, de acordo com a Figura 1. Cada uma destas etapas é detalhada nas próximas seções.



**Figura 1. Metodologia de desenvolvimento da abordagem para construção e avaliação do SE**

#### 3.1 Revisão da literatura

Esta etapa da pesquisa mostrou que mapear ciclos de vida de desenvolvimento de software, não é um tema muito fácil de se encontrar.

Embora os trabalhos focados em analisar o ciclo de vida do desenvolvimento do software tenham sido poucos, há entre eles àqueles que de certa forma contribuíram com metodologias para uma avaliação inicial do ciclo de vida e processo de desenvolvimento da organização. Apesar de haver poucos resultados com relação ao levantamento inicial de ciclos de vida, a pesquisa trouxe materiais importantes a respeito de avaliações/diagnóstico, bem como a forma como as avaliações foram tratadas.

Pode-se dizer que esta pesquisa vem consideravelmente contribuir para a área da melhoria de processos, por ser um tema pouco explorado, mostrando que apesar dos avanços na qualidade do software desenvolvido, ainda há um déficit em trabalhos que relatem tal importância para o mercado. A contribuição deste trabalho, visa atender em parte, as organizações que desejam iniciar um processo de melhoria de desenvolvimento. Os trabalhos analisados, apontam que as organizações, estão cada vez

mais em busca de qualidade para o produto final e buscam constantemente maneiras de se produzir um software com qualidade e baixo custo.

Por fim, a conclusão extraída, é que o ciclo de vida de desenvolvimento de software embora pouco explorado, traz soluções eficientes ao desenvolvimento do software, levantando pontos forte, fracos e oportunidades de melhoria através de metodologias e abordagens que atendam as expectativas das organizações na busca de melhoria de processo de software.

### 3.2. Modelagem das árvores de decisão

A fim de modelar o conhecimento envolvendo as fases de um ciclo de vida de desenvolvimento de software, foram criadas árvores de decisão, para então definir as regras de produção.

Para criar essas árvores foi necessário basear-se nos modelos de referência como o MPS.BR e o CMMI-DEV, no material extraído da literatura, em relatórios com resultados de avaliações realizadas por uma empresa de consultoria em MPS e em um experimento inicial realizado com 3 gerentes de projetos de 3 organizações de desenvolvimento.

A Figura 2 apresenta uma árvore de decisão que abrange a fase de requisitos. As formas alaranjadas representam as perguntas que serão realizadas pelo SE. As formas azuis são as variáveis a serem utilizadas na construção do SE e as formas verdes são as regras geradas que na Figura 2, são representadas por códigos.

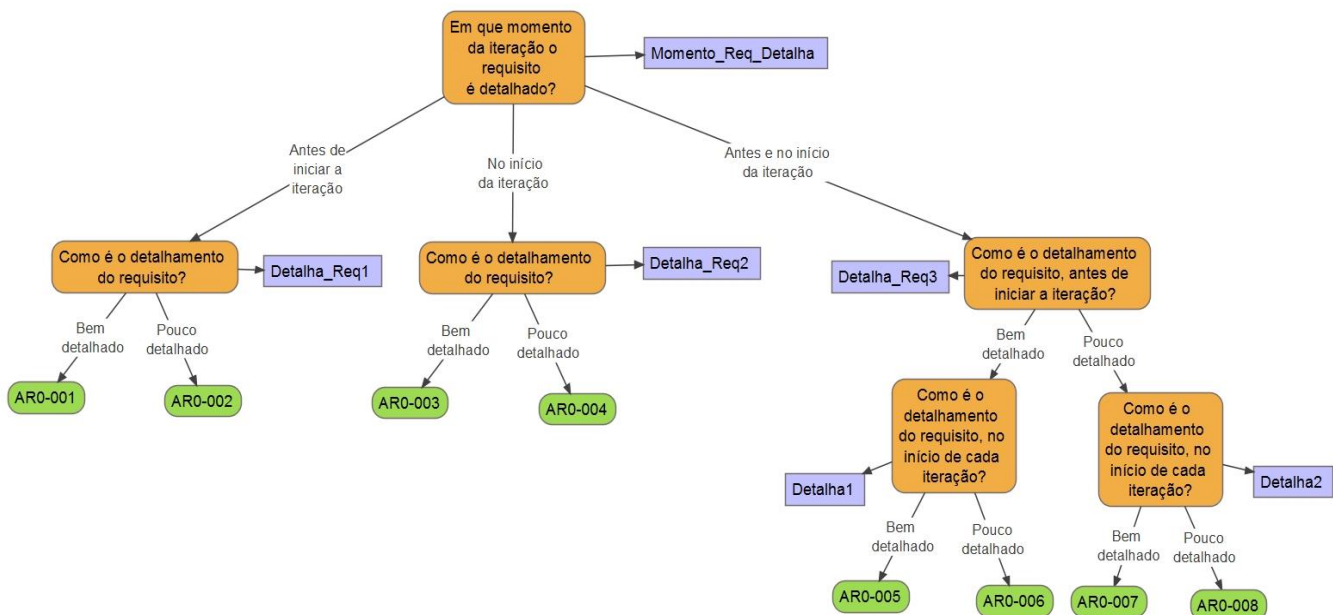


Figura 2. Árvore de Requisitos

Na Figura 2, o usuário pode optar por escolher entre as 3 opções de resposta para a pergunta “Em que momento da iteração o requisito é detalhado?”. Após a escolha da resposta, segue para a segunda pergunta “Como é o detalhamento do requisito?”, tendo 2 opções de resposta.

A fim de validar as informações contidas nas árvores, após os experimentos com os gerentes de projeto, uma nova revisão foi realizada em cada árvore. Essa nova revisão ocasionou na construção de mais árvores, na poda de algumas, no reposicionamento das perguntas, na inserção e alteração de algumas perguntas.

Antes da construção do SE, foram realizadas entrevistas com especialistas da área de melhoria de processos de software, a fim de, verificar e validar as informações contidas nas regras de produção e árvores de decisão. Para estas entrevistas foram convidados 2 avaliadores e implementadores MPS. Por fim, uma nova revisão nas árvores foi realizada.

Partindo das árvores foi possível modelar informações necessárias para serem utilizadas nas organizações de desenvolvimento de software, regras de produção foram criadas com o intuito de mapear o maior número de informações em relação ao ciclo de vida e processos de desenvolvimento, além da construção de um mecanismo de inferência, a fim de definir a ordem com que serão processadas as informações das árvores de decisão para chegar a conclusões ou recomendações de ações.

### 3.3. Sistema Especialista

A partir destas regras de produção um sistema especialista foi desenvolvido, utilizando a ferramenta CLIPSJNI. O sistema especialista conta com aproximadamente 132 perguntas, distribuídas entre a fase de requisitos até a fase de manutenção. Após responder às perguntas do sistema, o mesmo emite vários resultados considerando alguns pontos fracos, pontos fortes e oportunidades de melhoria.

Para validação inicial do SE, foram entrevistados 1 gerente de projeto e 2 especialistas. Os resultados destas 3 validações, permitiram corrigir falhas no SE, bem como inserir mais perguntas e excluir outras. Foi possível também, melhorar a descrição dos resultados emitidos pelo SE.

Após a revisão do SE com base nesta primeira validação inicial, foi possível fazer avaliações do SE junto a especialistas e organizações de desenvolvimento. Ao todo foram 6 organizações entrevistadas e 7 especialistas em MPS.

As Figuras 3 e 4, demonstram parte das perguntas e resultados.

```
***** SISTEMA ESPECIALISTA *****
A organização trabalha por projeto (s/n)? s
A organização utiliza alguma metodologia em seus projetos (s/n)? s
Existem fases distintas para a metodologia adotada pela organização (s/n)? s
Essas fases são executadas sequencialmente, onde uma só inicia após o término da outra (s/n)? s
A metodologia adotada pela organização é sempre seguida pelos projetos ou cada projeto tem uma
metodologia própria?
Observação: Considere que as respostas deverão seguir uma das metodologias que você
desenvolve.
(a) Todos os projetos possuem a mesma metodologia
(b) Projetos com metodologia própria
Resposta: a
A organização trabalha com especificação de requisitos (s/n)? s
A organização trabalha com fase de construção (s/n)? s
A organização trabalha com testes (s/n)? s
A organização trabalha com fase de implantação (s/n)? n
A organização trabalha com fase de manutenção (s/n)? n
Ao iniciar um novo projeto/operação, o planejamento passa por uma análise de riscos (s/n)? n
A organização trabalha com o desenvolvimento de protótipos (tela e funcional) (s/n)? s
A partir destes protótipos é possível iniciar a fase de desenvolvimento (s/n)? s
Estes protótipos são validados pelo cliente (s/n)? s
Após esta validação, há um refinamento dos protótipos (s/n)? s
Após o refinamento o cliente valida novamente (s/n)? s
Os requisitos são identificados no início do projeto/operação (s/n)? s
Após a identificação do requisito, são criadas iterações (s/n)? s
```

Figura 3. Trecho das perguntas feitas pelo SE

Na Figura 3, é possível verificar um trecho das perguntas feitas pelo sistema especialista. No início o sistema procura fazer perguntas que abranjam todo o processo de desenvolvimento. Em seguida, ele segue fazendo perguntas mais específicas à cada fase do ciclo de vida de desenvolvimento.

```
***** Descrição dos Resultados *****
---> Resultado da Árvore_Inicial_1: AI1-001: - PONTO FORTE: A organização trabalha por projeto e utiliza uma metodologia em seus projetos. -
    Essa metodologia possui fases distintas que não são executadas sequencialmente. Essas fases são sobrepostas e com iterações.
---> Resultado da Árvore_Inicial_2: AI2-002: - PONTO FORTE: A metodologia seguida pela organização é adotada por todos os projetos.-
    Os projetos não possuem especificação de requisitos
---> Resultado da Árvore_Inicial_3: AI3-003: Os projetos possuem fases de construção, testes e manutenção. Não possuem fase de entrega.
---> Resultado da Árvore_Inicial_4: AI4-011: - PONTO FRACO: Em um novo projeto/operação o mesmo não passa por uma análise de riscos. -
    Para determinar esses riscos são desenvolvidos protótipos de tela e de funcionalidade. Esses protótipos são validados com o cliente, na qual após a validação é feito um refinamento dos mesmos que por fim são validados novamente pelo cliente. A partir destes protótipos validados inicia-se a fase de desenvolvimento.
---> Resultado da Árvore_Inicial_5: AI5-005: - PONTO FORTE: Os requisitos são identificados no início do projeto. -
    Após a identificação dos requisitos são criadas as iterações com as atividades de definição, planejamento e projeto arquitetônico.
    Após a conclusão destas atividades inicia-se o desenvolvimento, que possui as fases de design, codificação e testes.
    Com a conclusão destas atividades é liberado um executável para o cliente.
---> Resultado da Árvore_Requisitos_0: AR0-004: - PONTO FRACO: O requisito é pouco detalhado no
```

**Figura 4. Trecho dos resultados emitidos pelo SE**

Na Figura 4, é possível verificar um trecho dos resultados emitidos pelo sistema especialista. Os resultados são descritos, por árvore de decisão, indicando por onde o SE passou.

Após a avaliação do SE realizada junto aos especialistas em MPS e organizações de desenvolvimento foi possível fazer uma avaliação GQM sob dois pontos de vista, dos especialistas e das organizações.

### 3.4. Avaliação do Sistema Especialista utilizando o GQM

A avaliação de processos consiste basicamente em uma medição de aspectos relevantes às metas de melhoria. Isso pode ser feito utilizando abordagens de medição como, por exemplo, o GQM (*Goal/Question/Metric*) (BASILI; CALDEIRA; ROMBACH, 1994).

A avaliação do resultado do mapeamento produzido pelo sistema especialista foi baseada no método GQM. Inicialmente, foram definidos dois objetivos (*goals*): a) verificar a adequação dos resultados obtidos pelo sistema especialista em relação aos resultados de abordagens tradicionais sob o ponto de vista dos especialistas; e b) verificar a aderência dos resultados obtidos pelo sistema especialista em relação a situação real da organização avaliada do ponto de vista das organizações.

Para avaliar cada objetivo, foi definido um conjunto de questões (Quadros 1 e 2). Para cada questão, as respostas possíveis são: CT – Concordo Totalmente; CP – Concordo Parcialmente; IN – Indiferente; DP – Discordo Parcialmente; e DT – Discordo Totalmente.

#### Quadro 1. Avaliação sob o ponto de vista da Aderência

<b>Perguntas para avaliar Aderência</b>
---

1. Os resultados obtidos com a execução do sistema especialista estão aderentes com a realidade da organização?
2. O ciclo de vida identificado pelo sistema especialista corresponde ao ciclo de vida de desenvolvimento da organização?
3. As fases do ciclo de vida da organização estão aderentes ao resultado do sistema especialista?
4. Os resultados são aderentes ao ciclo de vida da organização?
5. As perguntas realizadas no sistema especialista permitem entender a estrutura da abordagem para a identificação do processo de desenvolvimento da organização?
6. O sistema especialista e seus resultados contribuem positivamente para a área de MPS da organização?

As perguntas do Quadro 1, tem por objetivo, avaliar a aderência do sistema especialista em relação a realidade das organizações. Essas perguntas, buscam analisar o se o SE consegue mapear o ciclo de vida e processo de desenvolvimento das mesmas. O principal objetivo é avaliar o SE mostrando que o mesmo consegue fazer o levantamento de informações necessárias para que se possa trabalhar melhorias no desenvolvimento de software.

**Quadro 1. Avaliação sob o ponto de vista da Adequação**

<b>Perguntas para avaliar Adequação</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A quantidade de perguntas é adequada à quantidade estimada de fases de um ciclo de vida de desenvolvimento de software?</li> <li>2. O conteúdo do sistema especialista é adequado às situações praticadas nas organizações?</li> <li>3. As perguntas descritas no sistema especialista estão adequadas a realidade de cada fase do ciclo de desenvolvimento de software?</li> <li>4. As perguntas descritas no sistema especialista estão adequadas com a realidade de um especialista, ao entrevistar uma organização?</li> <li>5. A execução da avaliação do ciclo de vida de desenvolvimento de software através de diálogos automatizados (SE) está de acordo com a primeira etapa de avaliação de um processo de melhoria de desenvolvimento de software?</li> <li>6. O resultado do diálogo automatizado (SE) é tão confiável quanto o resultado de um diálogo verbal feito por um especialista na área de melhoria de processo de software?</li> <li>7. É possível levantar pontos fracos, pontos fortes e oportunidades de melhorias com os resultados do sistema especialista?</li> </ol>

As perguntas do Quadro 2, tem por objetivo, avaliar a adequação do sistema especialista em relação as entrevistas realizadas pelos especialistas em MPS, durante a avaliação inicial num processo de melhoria de software. Essas perguntas, buscam analisar se o SE consegue fazer um diagnóstico inicial, tão próximo à realidade de um especialista.

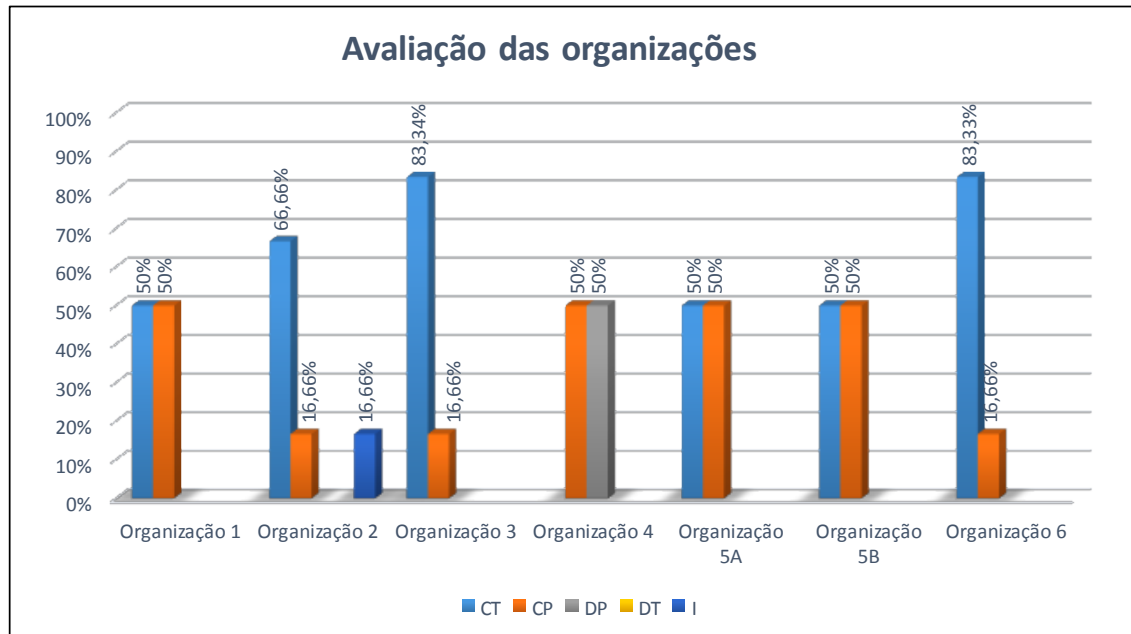
**4. Resultados da avaliação do SE**

Após a execução das entrevistas com os recursos da organização, o sistema especialista gerou relatórios com pontos fortes, pontos fracos e possíveis melhorias no processo da



organização. Em seguida, através de um documento de avaliação o SE foi avaliado conforme descrito na Seção 3.4.

A Figura 5, apresenta os resultados da avaliação das organizações desenvolvedoras de software, em relação a cada atributo.



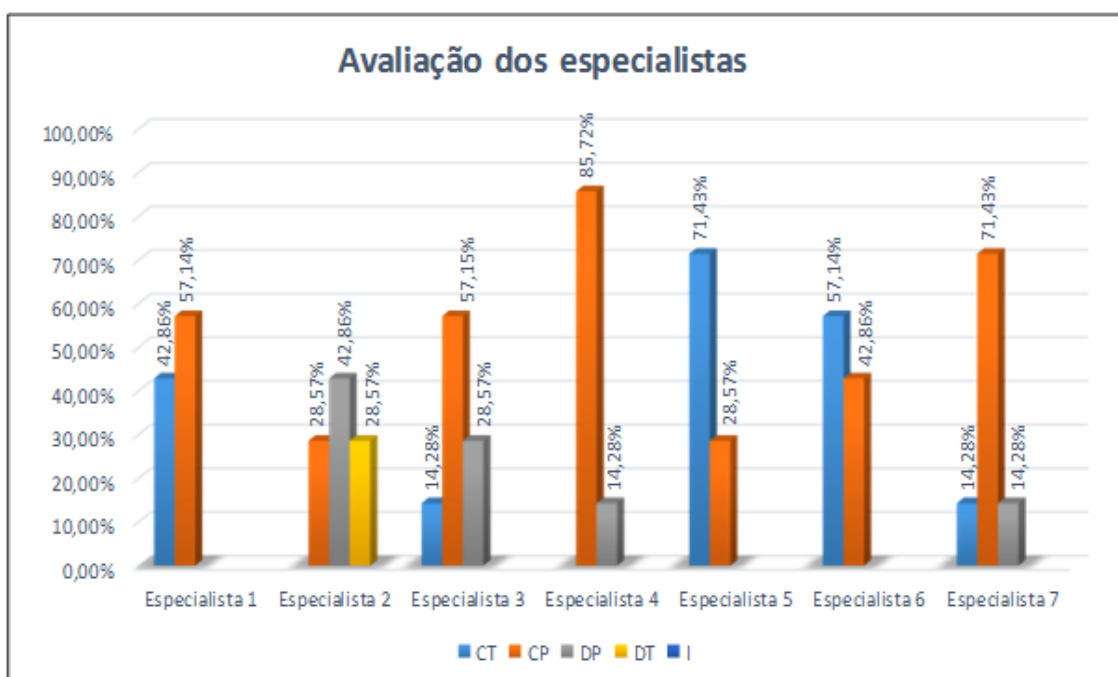
**Figura 5. Avaliação GQM – Organizações**

Na avaliação dos resultados do sistema especialista, sob o ponto de vista das organizações, pode-se verificar uma forte tendência de respostas positivas (concordo totalmente e concordo parcialmente). Pelo resultado parcial, há uma indicação inicial que o objetivo de aderência dos resultados do diagnóstico realizado pelo sistema especialista está sendo alcançado. As organizações se identificaram com as argumentações geradas e acreditam que estas informações podem ajudá-las a encontrar possíveis melhorias no processo. Vale ressaltar que as organizações não responderam com “discordo totalmente”.

Os especialistas também avaliaram os resultados do sistema especialista, conforme descrito na Seção 3.4. Esses especialistas, executaram o SE simulando uma organização de desenvolvimento de software. Eles puderam trabalhar no SE por diversas vezes, podendo avaliar de forma mais ampla os resultados que o SE emite.

A Figura 6, apresenta os resultados da avaliação dos especialistas em melhoria de processo de software em relação a cada atributo.





**Figura 6. Avaliação GQM – Especialistas**

Na avaliação realizada com os especialistas também é possível verificar a tendência de respostas positivas em relação à adequação dos resultados obtidos com o sistema especialista. As respostas estão mais centradas em uma concordância parcial, demonstrando que o sistema especialista precisa ainda ser evoluído. Um dos pontos identificados de melhoria está na fase de gerenciamento/acompanhamento de projetos, na qual foram adicionadas perguntas e outras sofreram um melhor detalhamento. Outra melhoria identificada está na adição de mais pontos fracos e fortes. Os especialistas apontaram para algumas conclusões que podem ser incluídas nos resultados do SE.

## 5. Considerações finais

Este trabalho pretende possibilitar que pequenas e médias empresas de software, reduzam o custo e o tempo em avaliações para melhoria de processos de software, através de uma ferramenta que possa gerar uma avaliação que tenha como resultados pontos fortes e pontos fracos, gerando oportunidades de melhorias em seus processos de desenvolvimento de software.

Para as organizações o fato de poderem visualizar seu processo de desenvolvimento de uma forma ampla, pode trazer benefícios tais como, identificar pontos de melhoria e correções que no dia a dia não se é visível aos olhos de quem coordena ou gerencia um setor de desenvolvimento.

Como trabalhos futuros é possível melhorar a interface do sistema especialista, possibilitando inserir dicas autoexplicativas para cada pergunta, inserir perguntas que explorem as descrições organizacionais e incrementar o sistema com análises de tomada de decisão para os pontos fracos levantados nos resultados.

## 6. Referências

- Basili, V.R.; Caldeira, G.; Rombach, D.; The Goal Goal Question Metric Approach. In: MARCINIAK, J.J. (editor). Encyclopedia of Software Engineering, v.2, New York, NY: John Wiley & Sons, 1994.
- Cerdeiral, C. (2008). Uma Abordagem para Gerência e Avaliação de Projetos de Melhoria de Processos de Software do Ponto de Vista da Instituição de Consultoria. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Hauck, J. C. R.; Wangenheim, C. G. V.; Thiry, M. (2007). Suportando a Modelagem de Processo de Monitoração e Controle em Micro e Pequenas Empresas, alinhado ao CMMI, MPS.BR e ISO/IEC15504. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE (SBQS), 2007, Porto de Galinhas – PE.
- Miyashiro, M.A.S.; Ferreira, M.G.V.; Sant’anna, N.; Silva, J.D.S. (2011) Uma Aplicação para Auxiliar nas Atividades de Pré-Auto-Avaliação da Maturidade dos Processos de uma Organização Utilizando os Modelos CMMI v 1.3 e MPSR. In: WORKSHOP EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS, 2 ed., 2011, São José dos Campos.
- Moreira, D. S. (2012). Abordagem para realização de autodiagnostico de processos de software. 2012. 163f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada), Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Itajaí.
- Pfleeger, Shari Lawrence. (2004). Engenharia de software: teoria e prática. [Traduzido do original: Software engineering - theory an practice]. Tradução de Dino Franklin. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall.
- Santana, André Felipe Lemos. (2007). Problemas em Iniciativas de Melhoria de Processos de Software sob a Ótica de uma Teoria de Intervenção. 191f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife.
- SOFTEX - Associação para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro. (2012) “Guia Geral MPS de Software”. Disponível em: <<http://www.softex.br/mpsbr/guias/>>. Acesso em: Março 2013.
- Thiry, M.; Wangenheim, C.G.V.; Zoucas, A.; Pickler, K. (2006) Uma Abordagem para a Modelagem Colaborativa de Processos de Software em Micro e Pequenas Empresas. In: V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Vila Velha - ES. Anais... Vila Velha, 2006, p. 189 – 202.
- Wangenheim, C. G. V.; Pickler, K.K.; Thiry, M.; Zoucas, A. C.; Salviano, C. F. Aplicando Avaliações de Contextualização em Processos de Software Alinhados ao CMMI-SE/SW. In: VII Simpósio Internacional de Melhoria de Processos de Software. 2005. São Paulo, SP – Brasil. Anais... São Paulo, 2005.