

Uma Abordagem para a Implementação Multi-Modelos de Qualidade de Software Adotando a CERTICS e o CMMI-DEV

Fabício Wickey da Silva Garcia, *Mestrando em Ciência da Computação, PPGCC-UFPA*,
Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira, *Dr. Prof. Adjunto, PPGCC-UFPA*,
Clênio Figueiredo Salviano, *Dr. Prof., Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer*, e
Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos, *PhD. Prof. Associado, CIn-UFPE*
fabriciowsrgarcia@gmail.com, srbo@ufpa.br, clenio.salviano@cti.gov.br, amlv@cin.ufpe.br

Abstract— This paper proposes a mapping between two product quality and software processes models used in the industry, the CERTICS national model and the CMMI-DEV international model. The stages of mapping are presented step by step, as well as the mapping review, which had the cooperation of one specialist in CERTICS and CMMI-DEV models. It aims to correlate the structures of the two models in order to facilitate and reduce the implementation time and costs, and to stimulate the execution of multi-model implementations in software developers companies.

Index Terms— CERTICS, CMMI-DEV, Model Mapping, Multi-Models Quality Models, Software Quality.

Resumo— Este trabalho apresenta uma proposta de mapeamento de dois modelos de qualidade de produto e processos de software adotados na indústria, o modelo nacional CERTICS e o internacional CMMI-DEV. As etapas do mapeamento são apresentadas passo a passo, assim como a revisão do mapeamento, o qual contou com a colaboração de um especialista nos modelos CERTICS e CMMI-DEV. Com a correlação das estruturas dos dois modelos, pretende-se facilitar e reduzir o tempo e os custos de implementações, além de estimular a realização de implementações multi-modelos nas indústrias desenvolvedoras de software.

Palavras-chave— CERTICS, CMMI-DEV, Mapeamento de Modelos, Multi-Modelos, Modelos de Qualidade, Qualidade de Software.

I. INTRODUÇÃO

Com a utilização de produtos de software nas organizações, grande parte do trabalho manual passa a ser automatizado, assim como boa parte das rotinas de uma organização [1].

Estes benefícios proporcionados pela adoção de produtos de software acabam gerando uma demanda elevada, tendo em vista que as organizações se tornam cada vez mais dependentes dos benefícios proporcionados pelos softwares.

Assim como a demanda está elevada, a exigência dos clientes também é proporcional. Desta forma, as

exigências de qualidade nos produtos de software são cada vez maiores, uma vez que estes clientes estão cada vez mais criteriosos no que se refere à aceitação de um produto de software [2].

Para garantir a qualidade dos produtos de software, existem diversos modelos de certificação no mercado, tais como, CMMI – *Capability Maturity Model Integration* [3], ISO/IEC 15504 [4] e Six-Sigma [5]. No Brasil, existem dois modelos que vêm ganhando destaque que são o MPS.BR - Melhoria de Processo de Software Brasileiro [6], e o modelo CERTICS – Certificação de Tecnologia Nacional de Software e Serviços Correlatos [7].

O Brasil é um país cujo desenvolvimento de produtos de software está entre os maiores do mundo, e a cada dia, aumenta o nível de exigência por parte dos clientes no que diz respeito à qualidade e complexidade dos produtos. A partir deste ponto, pode-se observar que as empresas estão buscando cada vez mais a maturidade nos seus processos de software para atingir padronizações de qualidade e produtividade internacionais, que são essenciais para a sobrevivência no mercado de TI. Porém, o custo de uma certificação para uma empresa pode ser de até US\$ 400 mil, o que se torna inviável para empresas de micro, pequeno e médio porte, característica das empresas de TI nacionais. Em razão disso a Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação iniciou diversas iniciativas do Governo e do Mercado marcando a transição para uma postura mais agressiva voltada à exportação de software: a criação de modelos para atender estas características das empresas nacionais; e as recentes políticas de investimento na qualificação e especialização de profissionais [6, 7].

Apesar da grande diversidade de modelos de certificação, muitas organizações tendem a adotar mais de um destes, pois nem sempre um único consegue atender completamente as suas necessidades, já que estes

modelos em algumas exigências são complementares. A grande dificuldade na implantação de mais de um modelo é que cada um possui um tipo de estrutura distinta, o que acaba gerando conflitos e problemas de entendimento entre os que serão implantados na organização.

Como forma de reduzir esses problemas em implantações de mais de um modelo faz-se necessária a realização da harmonização entre os modelos, pois tal tarefa permite identificar nas estruturas dos modelos o que existe de equivalente, assim como as divergências entre os mesmos [8]. Esta harmonização é plenamente aceita pelos organismos normativos como forma de complementar a obtenção da qualidade dos produtos e serviços relacionados a software.

Nesse sentido, a realização desta pesquisa justifica-se pela necessidade de materiais que norteiam o processo de implementação multi-modelos em organizações, fornecendo subsídios para que se possa identificar pontos fortes e fracos nos modelos. Além disso, esta pesquisa objetiva mostrar o relacionamento entre os modelos de qualidade CERTICS e CMMI-DEV, por meio do mapeamento entre os dois modelos.

A escolha do CERTICS dá-se, segundo [7], pelo modelo possibilitar benefícios para as empresas desenvolvedoras de software a partir do aumento da oportunidade de negócios via margem de preferência nos processos licitatórios [14] e a construção de uma imagem positiva da organização como desenvolvedora de software com desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no país. Até Setembro/2015 este modelo apresentou um total de 27 produtos certificados e registrados no site (www.certics.cti.gov.br).

Diante do exposto, espera-se com os resultados desta pesquisa reduzir os esforços das empresas com implantações conjuntas dos modelos, minimizando as inconsistências e conflitos entre modelos, além de diminuir custos com esse tipo de implantação.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira. A Seção II apresenta trabalhos semelhantes a esta pesquisa, os quais realizam a harmonização de dois ou mais modelos. Na Seção III encontra-se a metodologia da pesquisa, detalhando cada etapa de desenvolvimento deste trabalho. Em seguida, na Seção IV o mapeamento dos modelos CERTICS x CMMI-DEV é apresentado. A Seção V contém os resultados da revisão por pares que foi realizada no mapeamento, como forma de avaliação. Por fim, a Seção VI contém as considerações finais, as limitações desta pesquisa e alguns possíveis trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

O trabalho de Baldassarre *et al.* [9] propõe um modelo de harmonização que tem o objetivo de apoiar e orientar

as organizações interessadas na integração, gerenciamento e alinhamento de práticas de desenvolvimento de software e de gestão de qualidade, ou que estão preocupados em melhorar os já existentes. Isso é possível através do mapeamento da norma ISO 9001 e o modelo CMMI-DEV, com a utilização do GQM (*Goal Question Metrics*) para a definição de metas operacionais. Neste trabalho, as declarações da norma ISO 9001 podem ser reutilizadas em avaliações CMMI.

Basicamente o processo de harmonização proposto por Baldassarre *et al.* [9] é constituído por dois subprocessos: processo de comparação teórica e processo de aplicação.

No processo de comparação teórica os artefatos organizacionais são utilizados como entrada e são inicialmente identificados. A saída do processo é um documento de comparação que aponta a relação entre a norma ISO 9001 e o CMMI-DEV, considerando que a empresa possui as duas certificações. A partir daí foi possível identificar se a norma ISO satisfaz os requisitos do CMMI e a existência de áreas de sobreposição que permitem a reutilização de dados e informações da ISO para a avaliação de qualquer um dos níveis do CMMI.

O processo de aplicação usa os resultados obtidos com a execução do sistema de gestão de uma organização específica. Nesse processo é utilizado o método GQM para formalizar um modelo de qualidade de acordo com as áreas de sobreposição, reutilizando os dados e as informações obtidas no primeiro subprocesso.

O trabalho de Pardo [10] realiza uma revisão sistemática da literatura com propostas existentes sobre modelos de referência de harmonização para a melhoria de processos. Nesse trabalho foi possível identificar um considerável aumento na publicação de artigos com ênfase em multi-modelos, onde 38% harmonizam a norma ISO e o modelo CMMI. A existência de tantos trabalhos deste tipo deve-se ao fato da subjetividade do entendimento das práticas e exigências constantes nos modelos pelos profissionais deste ramo. A integração e a implementação dos modelos de avaliação em diferentes modelos de referência de processo, têm sido estudados, onde 25% dos estudos propõem uma solução para apoiar a harmonização multi-modelo.

Em [11] Pelszius e Ragaisis apresentam uma proposta de abordagem de mapeamento e correspondência dos níveis de maturidade do modelo CMMI-DEV e da norma ISO/IEC 15504 (norma que define um modelo de referência de processo que identifica e descreve um conjunto de processos considerados universais e fundamentais para a boa prática da engenharia de software, e define seis níveis de capacidade, sequenciais e cumulativos que podem ser utilizados como uma métrica para avaliar como uma organização está realizando um determinado processo e também podem

ser utilizados como um guia para a melhoria.). Os autores investigaram quais níveis de maturidade de um modelo eram garantidos por cada nível do outro. Assim, o mapeamento foi dividido nas seguintes etapas:

(i) elementos das *Process Areas* do CMMI-DEV foram mapeados com os indicadores do processo ISO/IEC 15504;

(ii) sumarização de cada nível mapeado dos modelos, ou seja, práticas do CMMI foram mapeadas em relação às saídas da ISO/IEC 15504;

(iii) cálculo do percentual dos atributos de processo da ISO/IEC 15504, ou seja, determina o grau de capacidade com que uma empresa executa seus processos alinhados às exigências deste normativo;

(iv) definição dos indicadores para expressar a capacidade de cada processo, como N para Não realizada, P para Parcialmente realizada, L para Largamente realizada e F para Totalmente realizada;

(v) estabelecimento da capacidade dos processos da ISO/IEC 15504; e

(vi) determinação da maturidade organizacional da ISO/IEC 15504, garantindo nível de maturidade do CMMI-DEV.

Assim, foram observados que os níveis de maturidade do CMMI-DEV são completamente compatíveis aos níveis de capacidade da ISO/IEC 15504.

Em [12] Furtado e Oliveira apresentam um *framework* para o processo de aquisição de software e serviços referente às recomendações e boas práticas para a melhoria dos processos dos modelos existentes, tais como: CMMI-ACQ e Guia de Aquisição MPS.BR. Além disso, o estudo proporciona o desenvolvimento de uma ferramenta de software livre para apoiar na implementação e execução do *framework* em questão. Uma revisão teórica sobre os dois modelos foi realizada a fim de viabilizar o mapeamento. Tal mapeamento levou em consideração os seguintes itens de cada modelo:

(i) tarefas previstas no Guia de Aquisição do MPS.BR; e

(ii) práticas específicas do CMMI-ACQ.

O *framework* proposto foi avaliado por especialistas e os resultados coletados foram analisados e priorizados para a indicação dos pontos fracos e das oportunidades de melhorias. Além disso, atualmente o *framework* encontra-se em uso em pelo menos 10 (dez) empresas com foco na Aquisição de Softwares & Serviços Correlatos. Para apoiar a sistematização das atividades definidas pelo *framework*, foi desenvolvida uma ferramenta denominada Spider-ACQ. A ferramenta contempla todas as atividades definidas através de 65 casos de uso e é integrada com ferramentas de gerência de projeto e de desvios. O *framework* foi dividido em quatro fases para organizar a execução das atividades, que são:

(i) Preparação da aquisição;

(ii) Seleção de fornecedor;

(iii) Monitoramento da aquisição; e

(iv) Aceitação pelo cliente.

A fim de possibilitar que as organizações tenham conhecimento da capacidade e da maturidade do processo que uma metodologia possa garantir, o trabalho de Peldzius e Ragaisis [11] propõe um *framework* para harmonização de modelos, denominado TSPM (*Transitional Software Process Model*), que permite transformar os resultados de acordo com a avaliação de um modelo de processo para outros modelos, determinar a capacidade/maturidade que uma metodologia pode garantir, além de garantir a transição dos resultados da avaliação existente para uma nova versão do modelo sem reavaliação. O TSMP possui os mesmos níveis de maturidade da ISO/IEC 15504 e do CMMI, e a estrutura definida é a seguinte: nome do processo organizacional, nome do processo, objetivo do processo, saída do processo, prática, propriedade genérica e prática genérica. Logo ele é genérico e pode ser aplicado a qualquer par de modelos.

Em [13] Garcia-Mireles *et al.* apresentam resultados de harmonização de processos e de modelos de qualidade de produto. Este trabalho utiliza uma abordagem diferenciada em relação aos trabalhos anteriores, orientando-se por meio das metas de melhoria de qualidade do produto de software. Para o mapeamento entre os modelos de processos, quatro etapas foram definidas, que são:

(i) Análise de modelos;

(ii) Definição do Mapeamento;

(iii) Execução do mapeamento; e

(iv) Avaliação do resultado do mapeamento.

No trabalho de Garzás *et al.* [14] é abordado o uso e a adaptação de alguns modelos da norma ISO na criação de um modelo de maturidade organizacional para a indústria de software, com o intuito de apoiar a melhoria dos processos de software de várias organizações e, conseqüentemente, ajudar para que as mesmas possuam melhores condições de obter uma certificação de maturidade. O *framework* denominado AENOR foi desenvolvido com o intuito de aprimorar o processo de software de pequenas empresas na Espanha. O modelo proposto especifica três componentes, que são:

(i) modelo de avaliação de capacidade e maturidade;

(ii) modelo de processo de ciclo de vida do software; e

(iii) processo de auditoria, baseado em algumas normas ISO.

O AENOR possui uma estrutura similar ao CMMI, composto de processos e atributos, práticas genéricas e produtos de trabalho, além disso o mapeamento ocorre de acordo com os processos de cada modelo.

E por fim, no trabalho de Araújo [8] são apresentados

dois mapeamentos: o primeiro é realizado entre os modelos MR-MPS-SW – Modelo de Referência do MPS para Software [6] e MPT.Br – Melhoria do Processo de Teste Brasileiro [15]; e o segundo mapeamento é feito com os modelos MR-MPS-SW e CERTICS. Com os resultados de sua pesquisa, identificou-se que o primeiro mapeamento mostrou uma grande aderência entre os modelos utilizados, enquanto que o segundo mapeamento mostrou que o MR-MPS-SW é pouco aderente ao modelo CERTICS. O ganho é o fato da compatibilidade ou não dos modelos, favorecendo a implementação das boas práticas constantes em programas de melhoria e a diminuição dos custos na implementação individual de cada modelo, sendo favorecida pela implementação conjunta.

A existência de inúmeros *frameworks* e trabalhos que tratam da harmonização entre práticas constantes em diferentes modelos de qualidade, favorece a implementação e a avaliação conjunta destes modelos, bem como ajuda com que organismos normativos passem a aceitar a existência de práticas ainda não presentes em versões dos seus modelos, e facilita a melhoria do processo organizacional sem a necessidade de intervenção dos vários modelos de forma individual.

III. METODOLOGIA DA PESQUISA

O mapeamento entre os modelos CERTICS e CMMI-DEV baseou-se na metodologia de Araújo [8], que realizou dois mapeamentos: entre os modelos MR-MPS-SW e MPT.Br; e o segundo mapeamento com os modelos MR-MPS-SW e CERTICS. O trabalho de Araújo [8] e esta pesquisa são muito parecidos, em função da enorme interseção entre MR-MPS-SW e o CMMI-DEV, e que um pode ser usado para verificar o outro, com alguns tratamentos/adequações em relação aos ativos presentes nos dois modelos, como pode ser visto em [16].

Entretanto, este trabalho justifica-se devido à

importância que a implementação do modelo CMMI possui na indústria de software do cenário nacional. Como pode ser observada em <https://sas.cmmiinstitute.com/pars/>, cerca de 100 a avaliações foram registradas nos últimos 4 anos.

O mapeamento entre os modelos CERTICS e CMMI-DEV ocorreu de forma sistemática, por meio da realização de várias etapas bem definidas (vide Figura 1), as quais permitiram analisar os dois modelos e identificar as principais características de cada um, permitindo assim mapear itens que possuam certo grau de equivalência entre os modelos. Esta metodologia precisou de cinco etapas, as quais serão detalhadas nesta seção.

Primeiramente, iniciou-se uma análise dos modelos CERTICS e CMMI-DEV com base no Modelo de Referência para Avaliação da CERTICS [7], e no guia CMMI *for Development* [3]. Nesta etapa, buscou-se obter o entendimento dos modelos, assim como identificar suas estruturas. Com a análise das estruturas dos dois modelos, identificou-se que os modelos possuem estruturas distintas e que para a realização do mapeamento torna-se necessário identificar pontos em comum entre as estruturas dos modelos.

Para poder realizar esta verificação, iniciou-se a segunda etapa, a qual foi intitulada de Definição do Meta-Modelo, que buscou a elaboração de um Meta-Modelo, contendo os pontos equivalentes entre a estrutura da CERTICS e do CMMI-DEV. Nesta etapa pode-se notar, por meio da análise dos modelos, que a CERTICS é dividida por 4 áreas de competência e possui 16 resultados esperados, enquanto que o CMMI-DEV é dividido por 22 *Process Areas*, as quais são compostas de diversas *Specific Practices* e *Generic Practices*. Nas seções a seguir serão detalhados como os componentes estruturantes entre os dois modelos são relacionados.

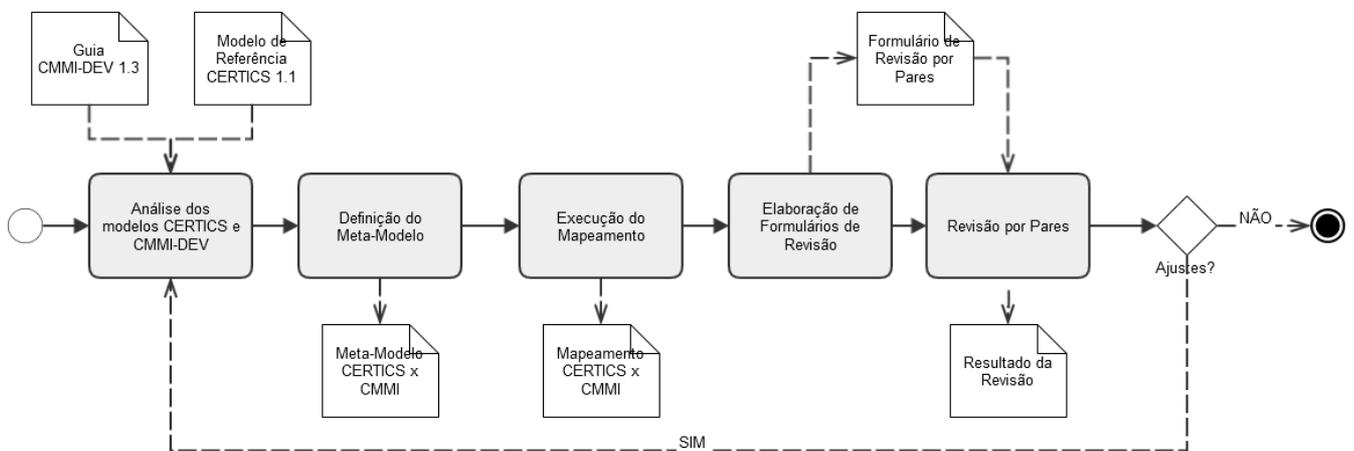


Fig. 1. Etapas do Mapeamento dos Modelos CERTICS e CMMI-DEV

A. Definição do Meta-modelo

Apesar das diferentes estruturas de cada modelo, com as análises realizadas em cada deles foi possível identificar que alguns itens eram equivalentes, os quais foram identificados e representados na Figura 2, onde se tem a CERTICS e o CMMI-DEV.

As Áreas de Competência da CERTICS são equivalentes às *Process Areas* do CMMI-DEV, pois ambas são compostas por um conjunto de práticas (resultados esperados), que quando utilizadas acabam satisfazendo os objetivos da Área de Competência, no caso da CERTICS, ou *Process Area*, se o modelo em questão for o CMMI-DEV.

As Perguntas-Chave da CERTICS equivalem às *Specific Goals* e *Generic Goals* do CMMI-DEV, pois ambas descrevem as características que devem ser encontradas para satisfazer as exigências dos modelos.

Os Resultados Esperados da CERTICS correlacionam-se com as *Specific Practices* e *Generic Practices* do CMMI-DEV, pois os mesmos detalham o que é exigido como prática em cada modelo. Cada Resultado Esperado, *Specific Practice* ou *Generic Practice* caracteriza uma determinada exigência do modelo. No caso da *Generic Practice*, a mesma pode ser aplicada a várias áreas de processo, por isso é considerada “genérica”. Estas correlações são bem aceitas na área, uma vez que servem para evitar implementações duplicadas de boas práticas existentes em diferentes modelos.

As Orientações da CERTICS equiparam-se às *Subpractices* e *Generic Practices Elaborations* do CMMI-DEV, pois estas norteiam o processo de implementação dos modelos, fornecendo orientações sobre como implementar cada item do modelo. Por

último, têm-se as Evidências da CERTICS que são equivalentes aos *Example Work Products* do CMMI-DEV, que atuam como uma base de referências sobre o que é esperado para que se tenha o atendimento de cada exigência dos modelos

Baseado nestes conceitos fundamentais, os Quadros 1, 2, 3 e 4, a seguir, mostram a correlação entre as áreas de competências da CERTICS com as *Process Areas* do CMMI-DEV. Percebe-se nesta correlação que não existe apenas uma *Process Area* que seja equivalente a uma Área de Competência da CERTICS, já que para ocorrer o atendimento dos resultados esperados da CERTICS é necessário um conjunto de *Process Areas* do modelo CMMI-DEV.

Por questões de limitação do espaço o documento completo do mapeamento entre as práticas específicas e os resultados esperados encontra-se disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_Mapeamento_CERTIC_SCMCI.doc.

Vale enfatizar que se adotou o CERTICS como modelo de origem deste mapeamento uma vez que o alcance dos resultados esperados presentes nas suas áreas de competência pode ser favorecido pelas inúmeras recomendações das práticas constantes no CMMI-DEV, ou seja, para a implementação dessas práticas o modelo CMMI-DEV propõe em seu guia, embora em caráter informativo, o uso de *Subpractices*, *Generic Practices Elaborations* e *Example Work Products*.

Para contemplar os resultados esperados da Área de Competência Desenvolvimento tecnológico, o Modelo de Referência para Avaliação da CERTICS [7] recomenda que a unidade organizacional atenda aos seguintes resultados esperados:

- DES.1. Competência sobre Arquitetura;

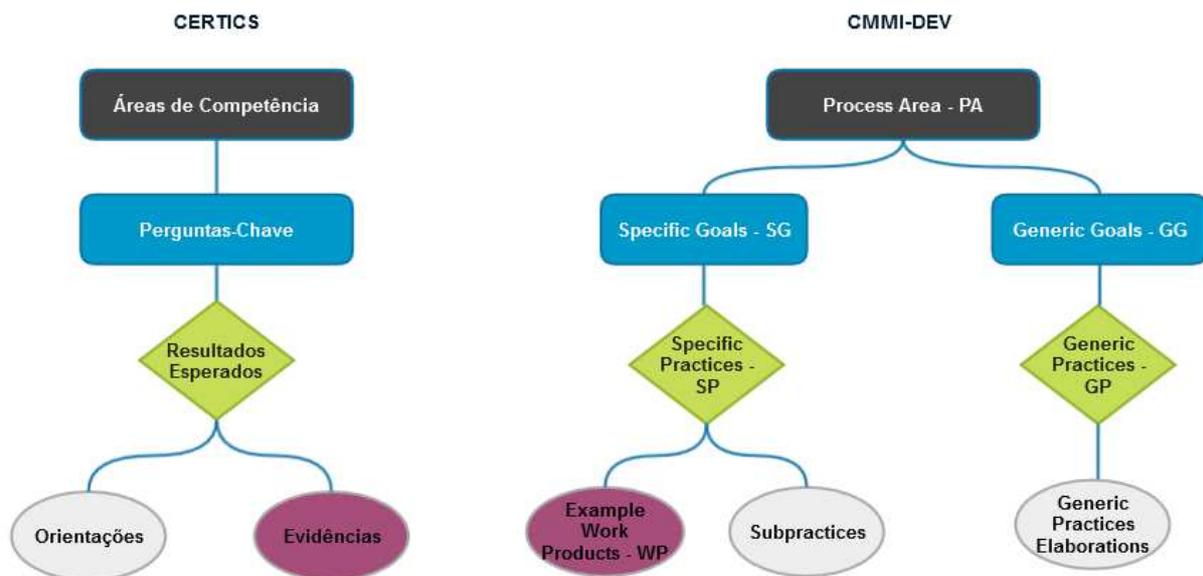


Fig. 2. Meta-Modelo CERTICS x CMMI-DEV. As cores iguais denotam elementos equivalentes entre os modelos.

- DES.2. Competência sobre Requisitos;
- DES.3. Fases e Disciplinas Compatíveis com o Software;
- DES.4. Papéis e Pessoas Identificados;
- DES.5. Dados Técnicos Relevantes Documentados;
- DES.6. Competência para Suporte e Evolução do Software.

Para que o CMMI-DEV dê cobertura aos Resultados Esperados da Área de Competência de Desenvolvimento Tecnológico é necessário utilizar as *Specific Practices* de 10 *Process Areas*, conforme o Quadro I.

QUADRO I. Correlação da Área de Desenvolvimento Tecnológico x CMMI-DEV

CERTICS		CMMI-DEV		
SIGLA	ÁREA DE COMPETÊNCIA	NÍVEL	SIGLA	PROCESS AREA
DES	Desenvolvimento Tecnológico	2	PP	<i>Project Planning</i>
		2	PMC	<i>Project Monitoring and Control</i>
		3	OT	<i>Organizational Training</i>
		3	TS	<i>Technical Solution</i>
		3	PI	<i>Product integration</i>
		2	REQM	<i>Requirements Management</i>
		3	RD	<i>Requirements Development</i>
		3	IPM	<i>Integrated Project Management</i>
		2	CM	<i>Configuration Management</i>

A Área de Competência de Desenvolvimento Tecnológico (DES) está voltada para o domínio nas tecnologias presentes no produto de software, de forma que a unidade organizacional aplique práticas que mostrem que a mesma possui competência para o desenvolvimento, suporte e atualização do produto de software.

Nesse sentido, com a utilização das práticas do CMMI-DEV passa-se a dar cobertura a esta Área de Competência, pois as *Process Areas* do CMMI-DEV atendem a Área de Competência de Desenvolvimento Tecnológico da seguinte maneira:

- *Project Planning* (PP) – Permite realizar o planejamento da gestão de dados e as habilidades das partes interessadas de forma que somente profissionais qualificados estejam envolvidos no projeto;
- *Project Monitoring and Control* (PMC) – Complementa PP, permitindo a realização do monitoramento dos recursos humanos e materiais

com base no que foi planejado em PP. Além de realizar monitoramentos, PMC contempla a exigência da CERTICS com a identificação de questões críticas nos projetos e implementações de soluções corretivas para as mesmas;

- *Organizational Training* (OT) – Busca identificar e fornecer treinamento com base nas necessidades identificadas na organização, de forma que a mesma esteja sempre buscando qualificar seus profissionais nas tecnologias utilizadas em seus projetos;
- *Technical Solution* (TS) – Esta *Process Area* permite gerar evidências que mostrem que a unidade organizacional possui competência sobre os elementos relevantes da arquitetura do produto de software;
- *Product integration* (PI) – Fornece o tratamento correto às interfaces internas e externas, buscando garantir sempre a compatibilidade das mesmas. Além disso, realiza o monitoramento e o gerenciamento de mudanças dessas interfaces;
- *Requirements Management* (REQM) – Permite dar autonomia para que a unidade organizacional realize mudanças nos requisitos, visando garantir que o plano de projetos esteja sempre alinhado aos requisitos;
- *Requirements Development* (RD) – Contempla a CERTICS com a definição e a documentação dos requisitos, pois permite estabelecer e manter os requisitos do produto e componentes do produto com base nos requisitos do cliente, identificando os requisitos de interface, além de tratar do refinamento e da alocação dos requisitos funcionais e não funcionais;
- *Integrated Project Management* (IPM) – Estabelece fases e disciplinas compatíveis com o software, pois permite integrar o plano de projeto com outros planos que afetem o projeto. Além disso, permite que se realize o gerenciamento com base no processo que foi definido pela organização;
- *Configuration Management* (CM) – Permite que se implemente na organização um sistema de configuração e gestão de dados, visando garantir que os dados relevantes do projeto sejam armazenados de forma segura e que os mesmos estejam disponíveis e sejam de fácil acesso. As mudanças passam a ser gerenciadas e auditorias passam a ser executadas.

Outra Área de Competência do modelo CERTICS é a Gestão da Tecnologia, que possui 4 resultados esperados que precisam ser evidenciados pela unidade organizacional, que de acordo com o Modelo de Referência para Avaliação da CERTICS, [7] são:

- TEC.1. Utilização de Resultados de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico;

- TEC.2. Apropriação das Tecnologias Relevantes Utilizadas no Software;
- TEC.3. Introdução de Inovações Tecnológicas;
- TEC.4. Capacidade Decisória nas Tecnologias Relevantes do Software;

O CMMI-DEV possui 4 *Process Areas* que contém *Specific Practices* relacionadas ao atendimento destes Resultados Esperados da CERTICS, conforme ilustra o Quadro II.

Quadro II. Correlação da Área de Gestão da Tecnologia x CMMI-DEV

CERTICS		CMMI-DEV		
SIGLA	ÁREA DE COMPETÊNCIA	NÍVEL	SIGLA	PROCESS AREA
TEC	Gestão da Tecnologia	2	PP	<i>Project Planning</i>
		2	PMC	<i>Project Monitoring and Control</i>
		3	OT	<i>Organizational Training</i>
		5	OPM	<i>Organizational Performance Management</i>

As *Process Areas* do CMMI-DEV que atendem as Áreas de Competência da CERTICS são:

- *Project Planning* (PP) – Esta *Process Area* possui práticas que permitem a realização do planejamento dos profissionais envolvidos no projeto com base em suas especialidades, assim como planeja o envolvimento das partes interessadas e a gestão de dados para o projeto;
- *Project Monitoring and Control* (PMC) – Em gestão da tecnologia, esta prática atua complementando PP, por meio da realização de monitoramentos nas práticas planejadas em PP, assim como permite monitorar o projeto em relação ao plano;
- *Organizational Training* (OT) – Esta *Process Area* é voltada para a identificação das necessidades de capacitação e a realização de treinamentos com base nas necessidades identificadas. Tal prática permite que a unidade organizacional comprove que os profissionais adquiriram o conhecimento tecnológico relevante presente no software;
- *Organizational Performance Management* (OPM) – Esta *Process Area* é voltada para melhorias nos processos organizacionais, pois a mesma permite identificar, selecionar e implementar melhorias com base em avaliações de custo e benefício.

O Modelo de Referência para Avaliação da CERTICS [7] definiu a Área de Competência de Melhoria Contínua sendo composta por 3 Resultados Esperados, os quais a organização deve evidenciar o atendimento dos seguintes resultados:

- MEC.1. Contratação, Treinamento e Incentivo aos Profissionais Qualificados;
- MEC.2. Disseminação do Conhecimento Relacionado ao Software;
- MEC.3. Ações de Melhorias nos Processos.

O CMMI-DEV possui 6 *Process Areas*, que definem *Specific Practices*, voltadas ao atendimento dos Resultados Esperados da Área de Competência de Melhoria Contínua da CERTICS, conforme mostra o Quadro III.

Quadro III. Correlação da Área de Melhoria Contínua x CMMI-DEV

CERTICS		CMMI-DEV		
SIGLA	ÁREA DE COMPETÊNCIA	NÍVEL	SIGLA	PROCESS AREA
MEC	Melhoria Contínua	2	PP	<i>Project Planning</i>
		2	PMC	<i>Project Monitoring and Control</i>
		3	OT	<i>Organizational Training</i>
		3	OPD	<i>Organizational Process Definition</i>
		3	OPF	<i>Organizational Process Focus</i>
		3	OPM	<i>Organizational Performance Management</i>

- *Project Planning* (PP) – Em Melhoria Contínua, esta *Process Area* permite planejar as habilidades de forma que somente profissionais qualificados estejam envolvidos no projeto;
- *Project Monitoring and Control* (PMC) – Permite que monitoramentos sejam realizados a partir dos valores reais dos parâmetros que foram planejados no projeto, assim como a gestão de dados;
- *Organizational Training* (OT) – Busca identificar, estabelecer e manter projetos de treinamento com base nas necessidades organizacionais, além de manter registros da efetividade destes treinamentos;
- *Organizational Process Definition* (OPD) – Em Melhoria Contínua, esta *Process Area* busca estabelecer e manter a descrição das necessidades e dos objetivos organizacionais;
- *Organizational Process Focus* (OPF) – Com esta *Process Area* a organização passa a identificar melhorias para processos e ativos de processos da organização, além de estabelecer e manter planos de implementações de melhorias, para executá-los quando for necessário;
- *Organizational Performance Management* (OPM) - Esta *Process Area* busca manter os objetivos de negócio com base no entendimento das estratégias de negócio da organização e de seus resultados de

desempenho atuais.

No que se refere à Área de Competência Gestão de Negócios do modelo CERTICS, são definidos por este modelo 3 Resultados Esperados que precisam ser evidenciados pela organização, os quais são [7]:

- GNE.1. Ações de Monitoramento do Mercado;
- GNE.2. Ações de Antecipação e Atendimento das Necessidades dos Clientes;
- GNE.3. Evolução do Negócio Relacionado ao Software.

Tais resultados esperados são voltados para o gerenciamento das ações relacionados ao mercado em potencial do produto de software. Neste sentido, o CMMI-DEV não cobre nenhum dos resultados de Gestão de Negócios, pois o foco do CMMI-DEV é o processo de desenvolvimento do produto de software, como pode ser visto no Quadro IV.

QUADRO IV. Correlação da Área de Gestão de Negócios x CMMI-DEV

CERTICS		CMMI-DEV		
SIGLA	ÁREA DE COMPETÊNCIA	NÍVEL	SIGLA	PROCESS AREA
GNE	Gestão de Negócios	X	X	X

Entretanto, o CMMI-DEV não possui nenhuma *Process Area* cujo propósito seja voltado para a administração das práticas relacionadas com o aumento de negócios baseados em conhecimento, a partir do software, tais como ações de monitoramento de tendências de mercado. Desta forma, o CMMI-DEV não atende a Área de Competência Gestão de Negócios, uma vez que o CMMI-DEV foca na melhoria do processo de desenvolvimento de software e não em análises de mercado. Um possível modelo que complementaria esta aderência seria o modelo do CMMI-Services, que é um modelo de referência CMMI que cobre as atividades de prestação e gestão de serviços de qualquer natureza, contendo práticas que cobrem Gestão de Projeto, Gestão de Processo, Gestão de Serviços e outros processos de suporte utilizados na prestação e gestão de serviços.

B. Definição de Critérios de Cobertura e Planilhas de Mapeamento

Para a realização do mapeamento, adotou-se os critérios de classificação de Araújo [8], os quais consistem em:

- **Coberto – COB:** onde o CMMI-DEV cobre todas as exigências do resultado esperado da CERTICS;
- **Parcialmente Coberto – COB -:** onde o CMMI-DEV cobre alguns ou vários aspectos do resultado esperado da CERTICS;

- **Não Coberto – NÃO:** onde o CMMI-DEV não cobre o resultado esperado da CERTICS.

Após a escolha dos critérios a serem utilizados no mapeamento, percebeu-se a necessidade de padronizar a forma com que as informações presentes nos modelos seriam analisadas e armazenadas. Neste sentido, um modelo de documento para a avaliação e armazenamento das informações foi gerado, permitindo assim padronizar a forma de analisar os modelos CERTICS e CMMI-DEV, conforme ilustra o Quadro V.

Mais uma vez usou-se o CMMI como base. Assim, as tabelas terão apenas uma linha na primeira coluna (a área de competência ou resultado esperado que está sendo mapeado), confrontada com os vários elementos do CMMI-DEV que podem ser mapeados (efetivamente cobrem) o elemento da primeira coluna.

QUADRO V. Modelo de Documento do Mapeamento como usado no restante deste trabalho.

CERTICS	CMMI_DEV				
Área de Competência / Resultado Esperado	Cobertura CMMI	Nível	Process Area	Sigla	Specific Practices/ Generic Practices
Área de Competência / Resultado Esperado	Classificação de Atendimento	Nível da Process Area	Nome da Process Area ou da Generic Practice	Sigla da Process Area	Nome da Specific Practice da Process Area

O modelo de documento representado no Quadro V permite detalhar a estrutura do modelo CERTICS, de forma que os Resultados Esperados de cada Área de Competência estejam descritos e detalhados, assim como as orientações de como os mesmos podem ser atendidos.

No que se trata do modelo CMMI-DEV, o documento permite definir uma classificação de cobertura do modelo CMMI-DEV em relação ao modelo da CERTICS. Além disso, é possível acrescentar quais *Specific Practices* de uma determinada *Process Area* estão em conformidade com o Resultado Esperado da CERTICS, possibilitando fundamentar, por meio de uma descrição, como está ocorrendo o atendimento das *Specific Practices* do CMMI-DEV com os Resultados Esperados do modelo da CERTICS.

IV. MAPEAMENTO DOS MODELOS

O mapeamento dos modelos foi realizado de acordo com os critérios de Araújo [8], utilizando o documento padrão de mapeamento apresentado na Subseção B da Seção III deste trabalho. Para tanto, todas as Áreas de Competência do modelo CERTICS foram analisadas e

comparadas com as *Process Areas* do CMMI-DEV, de forma que os Resultados Esperados da CERTICS fossem contemplados por *Specific Practices* do CMMI-DEV.

O Quadro VI apresenta uma amostra do mapeamento dos modelos CERTICS e CMMI-DEV, onde o Resultado Esperado DES 1 da Área de Competência Desenvolvimento Tecnológico é correlacionado com as *Specific Practices* das *Process Areas Organizational Training, Product Integration, Project Monitoring and Control, Project Planning, Technical Solution* e com a *Generic Practice 2.5*. O documento completo do mapeamento encontra-se disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_Mapeamento_CERTIC_SCMCI.doc, bem como neste documento encontra-se a descrição de cada *Specific Practice* e da *Process Area* que foram utilizadas neste relacionamento.

QUADRO VI. Mapeamento do Resultado Esperado DES 1 ao CMMI-DEV

CERTICS	CMMI-DEV				
Área de Competência / Resultado Esperado	Cobertura CMMI	Nível	Process Area	Sigla	Specific Practices/ Generic Practices
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO (DES 1): COMPETÊNCIA SOBRE A ARQUITETURA	COB -	2	Generic Practices	GP	GP.2.5
					3
		OT.SP.1.2			
		OT.SP.2.1			
		OT.SP.2.2			
		OT.SP.2.3			
		3	Product integration	PI	PI.SP.2.1
					PI.SP.2.2
		2	Project Monitoring and Control	PMC	PMC.SP.1.1
					PMC.SP.1.4
					PMC.SP.1.5
		2	Project Planning	PP	PP.SP.2.5
					PP.SP.2.6
		3	Technical Solution	TS	TS.SP.1.1
					TS.SP.1.2
					TS.SP.2.1
					TS.SP.2.2
TS.SP.2.3					
TS.SP.2.4					
TS.SP.3.1					
TS.SP.3.2					

Os resultados do mapeamento foram de grande importância, pois permitiram identificar quais elementos do CMMI-DEV estavam em conformidade com as exigências do modelo CERTICS, assim como quantificar os elementos do CMMI-DEV que estavam em conformidade com cada um dos Resultados

Esperados do modelo CERTICS. Nesse sentido, o gráfico da Figura 3 apresenta a Área de Competência Desenvolvimento Tecnológico, e o atendimento de cada um de seus Resultados Esperados por meio das práticas do CMMI-DEV.

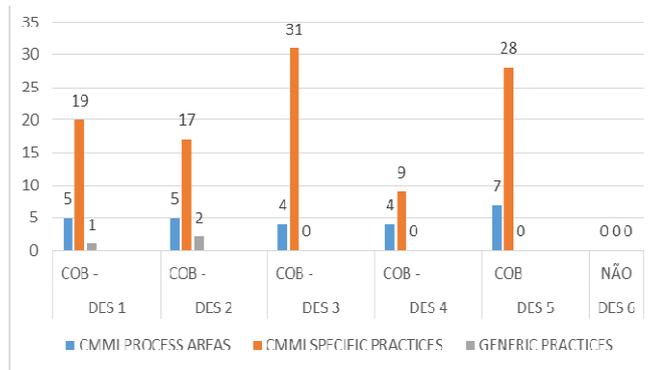


Fig. 3. Atendimento aos Resultados Esperados de Desenvolvimento Tecnológico

O Resultado Esperado DES 1 é Parcialmente Coberto (COB -) pelo CMMI-DEV com 5 *Process Areas*, as quais estão relacionadas a 19 *Specific Practices*. Além disso, o CMMI-DEV possui uma *Generic Practice* que se relaciona com o resultado esperado da CERTICS. A cobertura pelo CMMI-DEV não foi total, pois existem algumas exigências presentes no modelo CERTICS que não são tratadas no CMMI-DEV, tais como: os responsáveis pela arquitetura devem ser contratados em regime CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), ou devem ser sócios da organização e estejam residindo no país. No que se refere à aquisição de *software* e/ou à equipe que o desenvolveu, o CMMI-DEV não faz exigências na autonomia para a tomada de decisões ou para realizar atualizações nesses componentes adquiridos, assim como não exige que se tenha realizada alguma atualização no componente adquirido.

O Resultado Esperado DES 2 é Parcialmente Coberto (COB -) por 5 *Process Areas*, as quais possuem 17 *Specific Practices* e 2 *Generic Practices* que permitem cobrir parcialmente o resultado esperado. Assim como em DES 1, a cobertura não foi total pelo fato de que o CMMI-DEV não faz exigências relacionadas aos profissionais responsáveis pela arquitetura residirem no país, serem contratados CLT ou sócios da empresa, bem como o CMMI-DEV não faz exigências sobre a autonomia para atualizações sobre componentes adquiridos ou comprovação da realização de atualizações nestes componentes.

DES 3 é Parcialmente Coberto (COB -) por meio de 4 *Process Areas* e 31 *Specific Practices*. A cobertura não é total pelas mesmas exigências que não são contempladas pelo CMMI-DEV nos Resultados Esperados DES 1 e DES 2.

Da mesma forma, DES 4 é Parcialmente Coberto (COB -) por 4 *Process Areas* do CMMI-DEV e 9 *Specific Practices*. A cobertura não é total, pois neste resultado esperado faz-se referência à identificação dos profissionais envolvidos nas atividades de suporte e evolução do produto, porém a exigência de atividades de suporte não é tratada no CMMI-DEV, pois seu foco é no desenvolvimento e evolução do produto.

O resultado esperado DES 5 é Coberto (COB) por 7 *Process Areas* do CMMI-DEV e 28 *Specific Practices*. As práticas do CMMI-DEV que foram relacionadas a este resultado esperado do modelo CERTICS permitiram atender todas as exigências do mesmo.

Por último, tem-se o DES 6 que Não foi Coberto por nenhuma prática do CMMI-DEV, pois este resultado esperado faz exigências relacionadas ao suporte e evolução do produto, o que não é atendido por nenhuma prática do CMMI-DEV.

Na área de competência Gestão da Tecnologia, tem-se 4 resultados esperados (TEC 1, TEC 2, TEC 3 e TEC 4), os quais foram representados no gráfico da Figura 4, ilustrando a quantidade de práticas do CMMI-DEV que atendem a cada resultado esperado desta área.

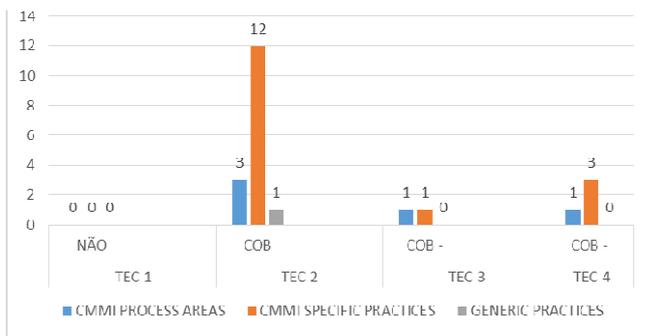


Fig. 4. Atendimento aos Resultados Esperados de Gestão da Tecnologia

O primeiro resultado esperado TEC 1, Não foi Coberto pelo CMMI-DEV, pois o modelo não exige a utilização de resultados de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em sua implementação. Para o atendimento desse resultado esperado seria necessário práticas do CMMI-DEV que comprovassem a utilização de recursos tecnológicos, tais como projetos de definições de soluções técnicas geradas com base em P&D – Pesquisa e Desenvolvimento, parcerias ou indicadores de investimentos em P&D relacionados ao produto de software.

O TEC 2 foi Coberto (COB) por 3 *Process Areas*, 12 *Specific Practices* e 1 *Generic Practice*, atendendo assim a todas as exigências deste resultado esperado do modelo CERTICS.

O resultado esperado TEC 3 foi Parcialmente Coberto (COB -) pelo CMMI-DEV, pois o modelo possui 1 *Process Area* (OPM – *Organizational Performance*

Management) e 1 *Specific Practice* (SP2.1 – *Elicit Suggested Improvements*) que atende as exigências deste resultado.

Ressalta-se que para que o resultado TEC 3 seja atendido, segundo [7], é necessário verificar se a Unidade Organizacional tem a cultura inovativa, se incentiva seus profissionais na busca de idéias que sejam inovadoras e se alguma inovação tecnológica foi implementada ou aprimorada no software. É necessário encontrar informações que mostrem a realização de ações voltadas à implementação ou ao aprimoramento desse aspecto inovador no software.

Alinhada a esta meta está a SP2.1 de OPM onde, segundo [3], concentra-se em eliciar melhorias sugeridas e inclui a categorização destas melhorias como incrementais ou inovadoras, onde as inovadoras podem ser decorrentes de uma procura sistemática de soluções para os problemas de desempenho específicos ou oportunidades para melhorar o desempenho.

Entretanto, o atendimento não foi total, pois o CMMI-DEV não possui práticas voltadas para a realização de bonificações de profissionais que criaram propostas de inovação tecnológica. Outra exigência não atendida é a incorporação de idéias inovadoras resultantes de trabalho conjunto com equipes de P&D, assim como a liberação de software com inovação tecnológica.

Da mesma forma, o TEC 4 foi Parcialmente Coberto (COB -) pelo CMMI-DEV, onde o modelo possui 1 *Process Area* e 3 *Specific Practices* que estão relacionadas com as exigências deste resultado esperado da CERTICS. No entanto, o atendimento foi parcial, pois apesar do CMMI-DEV possuir práticas que permitem analisar melhorias sugeridas, selecionar para implantar e validar estas melhorias, este modelo não faz exigências sobre evidências que comprovem a realização de atualizações nas tecnologias relevantes presentes no software a partir de uma decisão da unidade organizacional.

A área de competência Gestão de Negócios (GNE) possui 3 resultados esperados, os quais são voltados para a realização de ações de monitoramento de mercado (GNE 1), ações de antecipação das necessidades dos clientes (GNE 2) e evolução do negócio relacionado ao software (GNE 3). Neste contexto, o modelo CMMI-DEV não possui nenhuma *Process Area* que atenda a estas exigências do modelo CERTICS, posto que seu foco não é nas questões administrativas. Assim, os 3 resultados esperados não são cobertos pelo CMMI-DEV, conforme mostra o gráfico da Figura 5.



Fig. 5. Atendimento aos Resultados Esperados de Gestão de Negócios

Por fim, a área de competência Melhoria Contínua possui 3 resultados esperados (MEC 1, MEC 2 e MEC 3), os quais foram relacionados com o CMMI-DEV conforme ilustra o gráfico da Figura 6.

O resultado esperado MEC 1 foi Parcialmente Coberto (COB -) por 3 *Process Areas*, 11 *Specific Practices* e 1 *Generic Practice* do CMMI-DEV. Este resultado esperado foi parcialmente coberto, pois o CMMI-DEV não faz nenhuma exigência relacionada à realização de programas de incentivo aos profissionais da organização. Outro item não atendido pelo CMMI-DEV é a exigência da comprovação de ações voltadas para a contratação e treinamento de profissionais para as atividades relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e de negócios, atividades de suporte e de evolução do software.

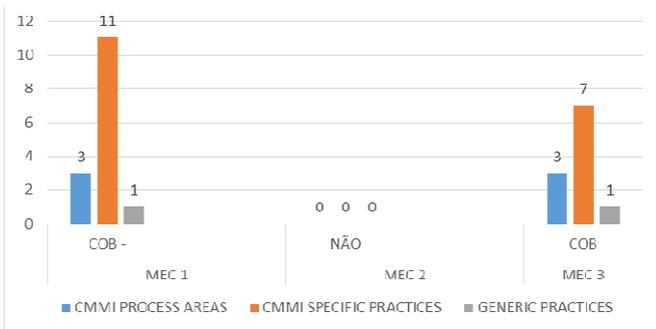


Fig. 6. Atendimento aos Resultados Esperados de Melhoria Contínua

O MEC 2 é voltado para a disseminação do conhecimento que é gerado no desenvolvimento do produto de software e nas atividades de negócio presentes no software. Tais práticas não possuem cobertura no modelo CMMI-DEV, logo este resultado esperado foi classificado como Não Coberto (NÃO). Isto se deve ao fato do modelo CMMI-DEV não apresentar práticas relacionadas à gestão do conhecimento, como: planejamento e estabelecimento de uma estratégia para a gerência de conhecimento; criação de uma rede de especialistas; e disponibilização e compartilhamento do conhecimento. A área mais próxima no CMMI-DEV relacionada às práticas de gestão de conhecimento tratam

sobre Treinamento Organizacional, cujo objetivo é fornecer subsídios para desenvolver as habilidades e o conhecimento das pessoas para que elas possam desempenhar seus papéis de forma eficiente e eficaz, porém não tratam da gestão do conhecimento obtido pelas pessoas ao longo do desenvolvimento dos projetos, como pode ser observado em [11]. Desta forma, a organização que adotar o modelo CMMI-DEV não terá práticas em seus processos de trabalho relacionados a esta área de gestão, contempladas a partir da adoção do modelo CERTICS, o que caracteriza uma boa justificativa para o trabalho de harmonização, apresentado nesta pesquisa, entre os dois modelos de qualidade de produto e processo.

Já o MEC 3 foi Coberto (COB) pelo CMMI-DEV por meio de 3 *Process Areas*, 7 *Specific Practices* e 1 *Generic Practice*. As práticas do CMMI-DEV que foram relacionadas a este resultado esperado permitiram a comprovação de que ações de melhorias nos processos são realizadas, atendendo por completo a este resultado esperado.

V. REVISÃO POR PARES

Como forma de avaliar a pesquisa realizada, a técnica da Revisão por Pares foi realizada com o auxílio de um especialista nos modelos CERTICS e CMMI-DEV. A escolha do avaliador foi realizada com base no grau de conhecimento do mesmo em relação aos modelos analisados. O perfil do avaliador que realizou a revisão por pares mostrou que o mesmo possui certificações nos modelos CERTICS e CMMI-DEV, além de apresentar um alto conhecimento em modelos de referência de processo e produto de software, atuando a mais de 5 anos com implantações de modelos para melhoria do processo ou produto de software em organizações.

Em seguida, realizou-se a definição dos objetivos da revisão por pares, a qual tinha o intuito de verificar se:

- O Meta-Modelo correlacionou adequadamente as estruturas da CERTICS com o CMMI-DEV;
- As Áreas de Competência da CERTICS estão adequadamente relacionadas com as *Process Areas* do CMMI-DEV;
- Os Resultados Esperados da CERTICS estão adequadamente relacionados com as *Specific Practices* do CMMI-DEV;
- Os critérios de comparação utilizados nas descrições estão adequados.

Para padronizar e organizar a tarefa de revisão por pares, foi elaborado um modelo de formulário contendo alguns critérios de avaliação com o intuito de atribuir uma classificação para cada dúvida ou inconsistência encontrada no mapeamento. Tais critérios são definidos como:

- **TA (Técnico Alto)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que, se não for alterado, comprometerá as considerações;
- **TB (Técnico Baixo)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que seria conveniente alterar;
- **E (Editorial)**, indicando que foi encontrado um erro de português ou que o texto pode ser melhorado;
- **Q (Questionamento)**, indicando que houve dúvidas quanto ao conteúdo das considerações;
- **G (Geral)**, indicando que o comentário é geral em relação às considerações.

Diante do exposto, com os objetivos e critérios da revisão por pares definidos, foram entregues ao avaliador: o documento de mapeamento dos modelos CERTICS e CMMI-DEV (disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_Mapeamento_CERTICSCMMI.doc); o formulário de revisão por pares, que continha os critérios para a realização da revisão (disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_FormularioRevisaoPorPares_CERTICSCMMI_NaoPreenchido.doc); assim como um termo de confidencialidade, onde o avaliador autoriza a utilização das informações relacionadas à pesquisa de forma que seu anonimato seja preservado (disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_TermoConfidencialidade.docx).

Neste sentido, após o recebimento dos materiais o especialista iniciou a revisão dos materiais e os problemas que o mesmo identificou foram registrados no formulário de revisão por pares. Com o término da revisão, o especialista devolveu o documento de mapeamento, o formulário de revisão por pares preenchido com suas devidas observações (disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_FormularioRevisaoPorPares_CERTICSCMMI_Preenchido.doc) e o termo de confidencialidade assinado.

Os problemas identificados na revisão por pares (Técnico Alto, Técnico Baixo, Editorial, Questionamento e Geral) foram analisados e tabulados, o que permitiu a geração do gráfico da Figura 7.

Assim, foram identificados: 4 problemas Técnico Alto, 8 problemas Técnico Baixo, 1 problema do tipo Editorial e 1 problema do tipo Geral. O avaliador não classificou nenhum problema do tipo Questionamento (Q). Nos resultados esperados DES 1, DES 2, DES 4 e MEC 1 foram identificados problemas classificados como Técnico Alto. Nos resultados esperados DES 1, DES 2, DES 3, TEC 2, MEC 1 e MEC 3 foram identificados problemas classificados como Técnico Baixo. Os itens em que foram identificados como Geral e Editorial estão relacionados às descrições de alguns itens do documento do mapeamento, tais como os

significados das *Specific Practices* e as descrições dos critérios de cobertura.

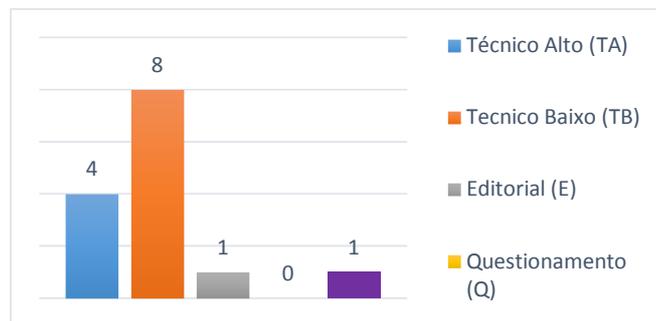


Fig. 7. Problemas identificados após a Revisão por Pares

Neste sentido, as considerações que o avaliador fez em cada problema identificado foram analisadas se as mesmas eram passíveis ou não de aceitação. Após a análise das considerações realizadas pelo especialista, constatou-se que todas deveriam ser aceitas (como mostra o gráfico da Figura 8) e os itens onde foram identificados problemas deveriam ser corrigidos.

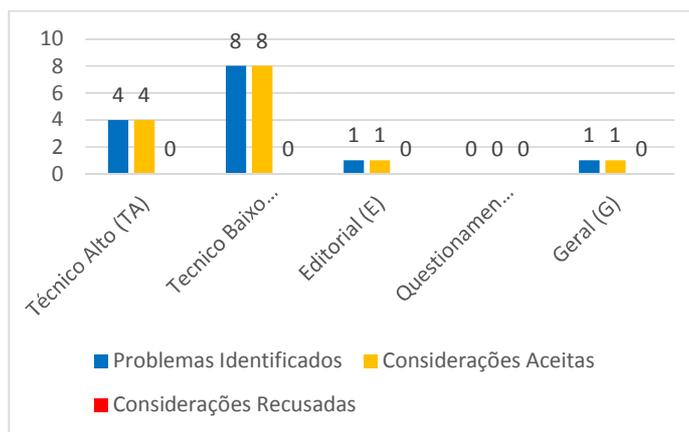


Fig. 8. Considerações Aceitas/Recusadas x Problemas identificados após a Revisão por Pares

Nos itens classificados como Técnico Alto, 1 *Specific Practice* foi relacionada de forma incorreta em 4 resultados esperados da CERTICS, desta forma, recomendou-se a alteração da *Specific Practice* do CMMI-DEV que não estava atendendo aos resultados esperados da CERTICS. A prática tratava-se da SP 1.4 da área de processo PMC, que deveria ser modificada para a prática SP 1.5 da mesma área de processo.

As recomendações sobre os problemas classificados como Técnico Baixo foram relacionadas a ajustes nas justificativas de inclusão de algumas *Specific Practices* do CMMI-DEV, bem como ajustes nas siglas e/ou nomes das mesmas, pois algumas estavam incompletas.

As práticas foram GP 2.2, 2.5 e a prática SP 2.4 da área de processo PP.

Os problemas que receberam a classificação Geral consistem na análise do material como um todo, para a eliminação de itens duplicados e/ou incompletos. Por último, o problema classificado como Editorial está relacionado à descrição dos critérios de cobertura (COB e COB -), pois foi recomendado que se ajustasse a descrição destes critérios.

No Quadro 7 são apresentados os problemas que foram identificados no mapeamento entre a CERTICS e o CMMI-DEV, onde as colunas apresentam o tipo de problema que foi encontrado em cada um dos resultados esperados da CERTICS (representados nas linhas da tabela).

Quadro VII. Problemas encontrados no Mapeamento por Resultado Esperado

	TÉCNICO ALTO (TA)	TÉCNICO BAIXO (TB)	EDITO-RIAL (E)	QUESTIO-NAMENTO (Q)	GERAL (G)
Critérios: COB, COB -	0	0	1	0	0
DES 1	1	2	0	0	1
DES 2	1	2	0	0	1
DES 3	0	1	0	0	1
DES 4	1	0	0	0	1
DES 5	0	0	0	0	1
DES 6	0	0	0	0	1
TEC 1	0	0	0	0	1
TEC 2	0	1	0	0	1
TEC 3	0	0	0	0	1
TEC 4	0	0	0	0	1
GNE 1	0	0	0	0	0
GNE 2	0	0	0	0	0
GNE 3	0	0	0	0	0
MEC 1	1	1	0	0	1
MEC 2	0	0	0	0	1
MEC 3	0	0	0	0	1

O resultado esperado DES 1 apresentou 1 problema do tipo TA, pois o especialista identificou que o mapeamento deste resultado estava incompleto, onde havia 1 *Specific Practice* do CMMI-DEV que não havia sido relacionada a este resultado. Então, foi recomendada a inclusão da *Specific Practice* PMC SP.1.5, que objetiva o monitoramento das partes interessadas no projeto. Neste resultado esperado também foram identificados 2 problemas do tipo TB, sendo o primeiro relacionado à ausência do nome de uma *Generic Practice*, que foi relacionada a este resultado esperado, e o segundo relacionado à ausência da descrição de uma *Specific Practice*, que havia sido relacionada ao resultado DES 1.

Em DES 2 foi identificado 1 problema do tipo TA e 2 do tipo TB. O problema classificado como TA ocorreu devido ao relacionamento incorreto de 1 *Specific Practice* (PMC SP.1.4), que objetiva o monitoramento da gestão de dados do projeto, enquanto que em DES 2 o foco é na competência da unidade organizacional sobre

os requisitos relevantes do software. Assim, o avaliador sugeriu a alteração da prática PMC SP.1.4 para PMC SP.1.5, que objetiva o envolvimento das partes interessadas no projeto. No que se refere aos problemas classificados como TB em DES 2, o primeiro indicava que 1 *Specific Practice* estava descrita de forma incorreta, enquanto que o segundo estava relacionado a uma justificativa de cobertura do resultado esperado que estava incorreta. Assim, o avaliador sugeriu que tais problemas fossem corrigidos.

O resultado esperado DES 3 apresentou 1 problema semelhante ao encontrado em DES 2, o qual também foi classificado como TB, pois neste resultado também foi encontrada uma incoerência em sua justificativa de cobertura, sendo necessário ajustar a mesma.

No resultado esperado DES 4, o problema identificado foi classificado como TA, pois havia um erro em 1 *Specific Practice* que havia sido mapeada, uma vez que este resultado solicita a análise de papéis e pessoas, e a *Specific Practice* PMC SP.1.4 é voltada para o monitoramento da gestão de dados do projeto. Diante do exposto, o avaliador sugeriu a alteração de PMC SP.1.4 para PMC SP.1.5, que é voltada para o envolvimento das partes interessadas no projeto.

Em TEC 2 o avaliador encontrou 1 problema classificado como TB, pois neste resultado esperado 1 *Generic Practice* estava sem nome, sugerindo que o nome da mesma fosse incluído no documento de mapeamento.

O avaliador identificou 2 problemas em MEC 1 que foram classificados como TA e TB. O primeiro, classificado com Técnico Alto, foi o mesmo identificado em DES 4, sendo necessário substituir a *Specific Practice* do CMMI-DEV PMC SP.1.4 para PMC SP.1.5. Já o problema classificado como TB, assim como em TEC 2, o nome de 1 *Generic Practice* também estava ausente, sendo necessário incluir o mesmo no documento de mapeamento.

Por fim, no resultado esperado MEC 3 o avaliador identificou que o nome de 1 *Generic Practice* estava ausente, logo o mesmo registrou que havia um problema classificado como TB neste resultado, solicitando a inclusão da mesma no documento de mapeamento.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a natureza desta pesquisa, deve-se ressaltar a importância de trabalhos que objetivem prover recursos que apoiem a tomada de decisão para organizações desenvolvedoras de software, como forma de facilitar a análise e a adoção do modelo ou norma que mais se adeque as suas necessidades.

Esta pesquisa apresentou o mapeamento de dois modelos de certificação, a CERTICS e o CMMI-DEV. Para atingir seus objetivos, esta pesquisa buscou

identificar as semelhanças e as divergências entre as estruturas dos modelos CERTICS e CMMI-DEV por meio do mapeamento dos mesmos.

Para evitar problemas de entendimento e inconsistências, o mapeamento foi avaliado por especialista nos modelos por meio da técnica de revisão por pares. Os resultados da revisão dos modelos foram analisados e as modificações sugeridas foram implementadas como forma de eliminar as inconsistências e os problemas de entendimento que foram identificados pelo especialista. O documento com o mapeamento completo gerado após a revisão por pares encontra-se disponível em http://cin.ufpe.br/~srbo/SPIDER_Mapeamento_CERTICSCMMI.doc.

As lições aprendidas com a realização desta pesquisa, se dão pelo fato de que a mesma possui um caráter analítico e comparativo entre os modelos. Desta forma, é interessante que a mesma seja realizada por mais de uma pessoa, para que desta forma eventuais conflitos ou dúvidas sejam discutidos e solucionados através de uma revisão por pares.

Uma das limitações deste trabalho é que o mapeamento ainda não foi avaliado em um cenário real de desenvolvimento de software, o mesmo foi avaliado somente por revisão por pares. Uma avaliação do mapeamento em um cenário real permitiria identificar o quanto o mapeamento contribuiu de forma positiva ou negativa em uma implementação multi-modelos.

Outra limitação decorre no fato da revisão por pares ter sido realizada apenas por um único especialista, que pode caracterizar uma visão limitada dos resultados obtidos com a pesquisa, porém este especialista faz parte do grupo de especificação do modelo CERTICS, bem como possui ampla experiência com a implementação do modelo CMMI-DEV, o que diminui o viés do resultado obtido com a revisão. A necessidade de uma nova revisão dá-se pelo caráter subjetivo no entendimento entre os mapeamentos realizados dos dois modelos.

Futuramente, pretende-se continuar evoluindo a pesquisa, objetivando a sua aplicação em um cenário real, permitindo quantificar os pontos positivos e negativos da utilização do mapeamento em uma implantação multi-modelos da CERTICS em conjunto com o CMMI-DEV.

Esta aplicação encontra-se em andamento em um organização de Belém-PA, que possui seus processos em definição seguindo as práticas do CMMI-DEV Nível 2. Até o momento percebe-se como vantagens desta implementação conjunta:

- redução dos custos e tempo para atendimento dos resultados esperados e práticas nos modelos CERTICS e CMMI-DEV;
- geração de evidências unificadas e padronizadas para o alcance dos dois modelos;

- padronização da linguagem técnica, presente nos modelos, para a definição dos processos de desenvolvimento de software.

Outro trabalho futuro retrata a definição do ciclo completo de uma harmonização dos resultados desta pesquisa com o trabalho de Araújo [8] e o guia da SOFTEX [16].

Por fim, vale mencionar que, apesar das semelhanças com o trabalho de Araújo [8], esta pesquisa observou duas diferenças de cobertura em relação a este trabalho, a saber:

- em TEC 3, onde foi detectado que este resultado apresenta cobertura parcial em relação à prática SP 2.1 da área de processo OPM do CMMI-DEV, em razão desta prática requerer a elicitación e a categorização das melhorias sugeridas como inovadoras para o software; e
- em MEC 2, não há cobertura com o CMMI-DEV em razão deste modelo não propor a implementação de boas práticas relacionadas à gestão do conhecimento.

Estas diferenças mostram que, apesar dos modelos tratados nos dois trabalhos (CMMI-DEV e MR-MPS-SW) serem compatíveis, pode-se perceber que o nível de exigência das práticas constantes nestes modelos nem sempre são semelhantes, o que torna este trabalho um diferencial em relação ao trabalho de Araújo [8].

VII. AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu o apoio financeiro da CAPES, a partir da concessão de bolsa institucional de mestrado, além de fazer parte do Projeto SPIDER – *Software Process Improvement: DEvelopment and Research*, institucionalizado na UFPA – Universidade Federal do Pará.

REFERÊNCIAS

- [1] Cordeiro, A. G.; Freitas, A. L. P. Priorização de requisitos e avaliação da qualidade de software segundo a percepção dos usuários. *Ciência da Informação*, v. 40, n. 2, 2012.
- [2] itSMF UK. An Introductory Overview of ITIL® 2011. The IT Service Management Forum UK. Londons, 2011.
- [3] SEI. CMMI for Development (CMMI-DEV). Version 1.3. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Pittsburgh, PA, 2010.
- [4] ISO/IEC. ISO/IEC 15504-2: Information Technology - Process Assessment - Part 2 -Performing an Assessment. Geneve, 2003.
- [5] Tennant, G. Six Sigma - SPC e TQM in Manufacturing and Services. Gower Publishing. Burlington, 2001.
- [6] SOFTEX. Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR) - Guia Geral 2012. Brasil, 2012.
- [7] CTI Renato Archer. Modelo de Referência para Avaliação da CERTICS - Documento de Detalhamento. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer. Campinas, 2013.
- [8] Araújo, L. L. Mapeamento do MPS.SW com os modelos MPT.BR e CERTICS. Dissertação de Mestrado - UFRJ/COPPE. Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha. Rio de Janeiro, 2014.

- [9] Baldassarre, M. T.; Caivano, D.; Pino, F. J.; Piattini, M.; Visaggio, G. Harmonization of ISO/IEC 9001:2000 and CMMI-DEV from a theoretical comparison to a real case application. Springer Science+Business Media. 20:309-335, 2011.
- [10] Pardo, C.; Pino, F. J.; García, F.; Velthuis, M. P.; Baldassarre, M. Trends in Harmonization of Multiple Reference Models. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, CCIS 230, pp. 61-73, 2011.
- [11] Pelsdzius, S.; Ragaisis, S. Comparison of Maturity Levels in CMMIDEV and ISO/IEC 15504. Applications of Mathematics and Computer Engineering. Pages 117-122, 2011.
- [12] Furtado, J. C.; Oliveira, S. R. B. A Process Framework for the Software and Related Services Acquisition Based on the CMMI-ACQ and the MPS.BR Acquisition Guide. IEEE Latin America Transactions. No 6, 2012, Vol. Vol.10, 2012.
- [13] García-Mireles, G. A.; Moraga, M. Á.; García, F.; Piattini, M. Towards the Harmonization of Process and Product Oriented Software Quality Approaches. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. D. Winkler, R.V. O' Connor and R. Messnarz (Eds.), Vols. EuroSPI 2012, CCIS 301, pp.133-144, 2012.
- [14] Garzías, J.; Pino, F. J.; Piattini, M.; Fernandez, C. M. A Maturity Model for the Spanish Software Industry based on ISO Standards. Elsevier B.V. 35, 2013, Vols. 616-618, 2013.
- [15] SOFTEX RECIFE. MPT.Br Melhoria de Processo de Teste Brasileiro - Guia de Referência do Modelo. s.l. : SOFTEX RECIFE, 2011.
- [16] SOFTEX. Guia de Implementação – Parte 11: Implementação e Avaliação do MR-MPS-SW:2012 em Conjunto com o CMMI-DEV v1.3. Brasil, 2012.
- [17] Governo Federal – Casa Civil. Decreto n. 8.186 de 17 de Janeiro de 2014. Brasil, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8186.htm. Último Acesso: Novembro/2015.