

Avaliação de Melhorias em Processos de Software Durante a Execução de um Projeto

Mylene Cabral¹, Ana Regina Rocha¹, Gleison Santos²

¹Programa de Engenharia de Sistemas e Computação – COPPE/UFRJ
Caixa Postal 68.511 – CEP 21.945-970 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Informática – UNIRIO
Av. Pasteur 458, Urca – CEP 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

mylene@gmail.com, darocha@cos.ufrj.br, gleison.santos@uniriotec.br

Abstract. *This paper presents proposal to support the evaluation of changes in the process defined for an ongoing project supported by multicriteria decision techniques. We expect that members of the Software Engineering Process Group of an organization are able to evaluate, through a method to support decision making, whether is advantageous to implement the improvements undertaken in the standard process in the defined process of an ongoing project. The proposed approach was evaluated through a case study performed in three software development organizations. The results indicate that the approach is useful and easy to use.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma proposta de apoio à avaliação de alterações no processo definido para um projeto que se encontra em execução por meio de análise decisória multicriterial. Espera-se, assim, que membros do Grupo de Processos de uma organização de desenvolvimento de software sejam capazes de avaliar, por meio de um método de apoio à tomada decisão, se é vantajoso implantar as melhorias realizadas no processo padrão no processo definido para um projeto já em execução. A proposta foi avaliada por meio de estudo de caso executado em três organizações de desenvolvimento de software. Os resultados dos estudos revelaram indícios de que a proposta é útil e de fácil utilização..*

1. Introdução

Melhorias em processos podem ocorrer em dois níveis: (i) organizacional, quando a melhoria é implementada nos processos padrão da organização; e (ii) de projeto, quando a melhoria é implementada no processo definido para os projetos em execução. Independente do nível, as melhorias precisam ser implementadas de forma controlada. Além disso, é importante que os efeitos da mudança sejam avaliados antes que ela seja efetivada [Raffo, 2005]. O uso de pilotos para avaliar a efetividade da proposta de melhoria é sugerido por modelos de referência, como CMMI [SEI, 2010] e MR-MPS-SW [SOF-TEX, 2012]. Como os efeitos da mudança só podem ser avaliados após a conclusão do projeto, esta abordagem não é viável quando a alteração ocorre em processos definidos para projetos que já estão em execução.

Uma alternativa à adoção de pilotos pode ser a utilização de modelos de simulação de processos de software. No entanto, estudos destacam a dificuldade de se construir e manter estes modelos [Raffo *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2007], visto que exigem alto

grau de conhecimento relacionado não só a modelos de simulação, mas também ao processo de desenvolvimento a ser modelado. Técnicas de análise multivariada de dados também podem ser utilizadas para prever os efeitos de mudanças em processos [Hair *et al.*, 2007]. Porém, para que o erro da predição seja reduzido, é necessária uma boa base de dados históricos de execuções dos processos, o que pode ser um empecilho para a maioria das organizações.

A implementação de melhorias em processos de software pode ser considerada um problema de tomada de decisão. Assim, é possível adotar métodos multicritério de apoio à decisão (AMD) para avaliar qual é o melhor processo padrão para a organização ou o melhor processo definido para um projeto em execução. A vantagem desses métodos é que a execução não exige experiência além da que já é exigida ao papel que o decisor desempenha na organização. No entanto, a seleção do método AMD mais apropriado para o problema de decisão tem um papel crucial no sucesso do processo de tomada de decisão [Al-Shemmeri *et al.*, 1997; Guitouni e Martel, 1998].

Diante desse contexto, este trabalho propõe uma abordagem para apoiar a avaliação prévia da alteração no processo definido para um projeto que se encontra em execução, baseada em análise decisória multicriterial. Espera-se, desta forma, que seja possível avaliar se é vantajoso estender as melhorias implementadas no processo padrão de desenvolvimento de software da organização aos processos definidos para os projetos que já se encontram em execução, evitando ou reduzindo, assim, as chances de ocorrência de efeitos contrários ao que é esperado.

O presente artigo está organizado em cinco seções, incluindo esta introdução. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados ao apoio a avaliação de melhorias em processos em execução. A Seção 3 trata de apoio multicritério à tomada de decisão. A Seção 4 descreve a abordagem proposta. Na Seção 5 são apresentados os três estudos de casos executados para avaliar a abordagem. Por fim, na Seção 6, são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Apesar da importância de se avaliar os efeitos de uma melhoria antes de efetivá-la [Raffo, 2005], um estudo de mapeamento sistemático da literatura, detalhado em [Cabral, 2012], observou que apenas duas das abordagens para melhorias em processos durante a execução de um projeto se propõem a apoiar a avaliação do impacto da mudança no processo antes de implementá-la. São elas: PIE (*Process Instance Evolution*) [Beydeda e Gruhn, 2004] e PROMPT (*PROject Management of Process Tradeoffs*) [Raffo, 2005].

PIE (*Process Instance Evolution*) [Beydeda e Gruhn, 2004] é um sistema para avaliar o impacto de evoluções dinâmicas de processo de software com ênfase em aspectos de apoio à tomada de decisão. A técnica proposta faz uso de um algoritmo capaz de extrair informações a partir do cronograma do processo, que consiste de itens que indicam o fim da execução do processo. Cada item possui atributos para custo total e probabilidade de concluir no tempo planejado. O cronograma para um processo específico pode ser utilizado para determinar a distribuição de probabilidade tanto de duração como de custo total. Uma vez identificada a distribuição de probabilidade, medidas estatísticas, como, por exemplo, valor esperado e variância, podem ser utilizadas como medidas de risco. Baseado em tais medidas de risco, uma função de utilidade para cada alternativa pode ser determinada, levando em consideração as preferências e aversão a

risco do gerente de processo. Desta forma, selecionar uma alternativa envolve computar a função de utilidade para todas as alternativas disponíveis e selecionar aquela que domina todas as outras.

O sistema PIE [Beydeda e Gruhn, 2004] espera que a organização possua uma boa quantidade de dados históricos de execução de seus processos de modo a tornar mais precisa a geração das distribuições de probabilidade e o cálculo das medidas de risco para os dois únicos parâmetros observados: duração e custo. Esta pré-determinação dos parâmetros também pode ser considerada uma limitação do trabalho, visto que os parâmetros de comparação das alternativas de projetos podem ser dos mais variados, dependendo dos objetivos estratégicos da organização ou, até mesmo, dos objetivos específicos do projeto.

O *framework* PROMPT (*PROject Management of Process Tradeoffs*) [Raffo, 2005] utiliza OBLC (*Outcome Based Control Limits*), funções de utilidade e medidas de desempenho financeiro. Na fase de planejamento, um modelo de simulação quantitativo auxilia na tomada de decisão, prevendo o desempenho de cada alternativa de processo. Durante a execução do projeto, dados atualizados alimentam parâmetros do modelo, provendo uma previsão mais precisa da trajetória atual e resultados esperados do projeto. Quando uma ação corretiva se torna necessária para tratar desvios no projeto, o modelo de simulação é utilizado para prever o desempenho das alternativas de processo em cada medida de desempenho, além de prever o risco ou variabilidade associada aos valores esperados. As distribuições previstas para cada alternativa de processo são comparadas aos OBCLs para determinar a probabilidade do desempenho do projeto ficar dentro dos limites de controle aceitáveis pelo gerente. Embora o *framework* PROMPT não apresente restrições quanto à quantidade de parâmetros a serem observados na comparação das alternativas de processo, é esperado que o usuário desenvolva um modelo de simulação. Estudos destacam a dificuldade de se construir e manter estes modelos [Raffo *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2007], visto que, para isso, é necessário alto grau de conhecimento relacionado a modelos de simulação e ao processo de desenvolvimento a ser modelado.

3. Apoio à Tomada de Decisão

A tomada de decisão é o processo de escolher um curso de ação possível dentre várias alternativas [Malakooti, 1988]. Sabe-se, hoje em dia, que este processo vai além do modelo clássico: otimizar uma função de objetivo único visando encontrar uma "solução ótima" para um problema [Guitouni e Martel, 1998]. Acredita-se que aspectos conflitantes devem ser simultaneamente levados em consideração, de modo a estimular os decisores a considerarem não mais uma decisão ótima, mas uma decisão satisfatória [Guitouni e Martel, 1998; Brans, 2002; Forneck, 2008].

Guitouni e Martel [1998] afirmam que, apesar da grande quantidade de métodos AMD disponíveis, não existe um que retorne boas recomendações para todas as situações. Da mesma forma, Al-Shemmeri *et al.* [1997] acreditam que cada método AMD apresenta pontos fortes e pontos fracos que determinam em quais situações de tomada de decisão (DMS – *Decision Making Situation*) o método pode ou não ser utilizado. Como consequências da escolha inadequada de um método AMD pode-se considerar [Al-Shemmeri *et al.*, 1997]: (i) a possibilidade de obtenção de resultados subótimos; (ii) perda de tempo e dinheiro decorrente do descarte de técnicas mais adequadas; e (iii)

potencial desestímulo por parte dos tomadores de decisão com relação à aplicação da técnica.

Diante deste contexto, neste trabalho, houve uma preocupação com a seleção do método AMD mais adequado. Para tal, foi realizado um estudo em duas etapas. A primeira etapa foi conduzida com base em [Guitouni e Martel, 1998], que caracterizou 29 métodos AMD. A partir dessa caracterização, foi selecionado um subconjunto de métodos que apresentavam as características consideradas essenciais para tratar a situação de decisão em questão. Na segunda etapa, foram definidas novas características, não contempladas no trabalho de Guitouni e Martel [1998]. Cada método candidato foi cuidadosamente estudado para identificar estas novas características. O resultado do estudo identificou o método TOPSIS [Yoon e Hwang, 1995] como o mais apropriado. Detalhes deste estudo podem ser encontrados em [Cabral, 2012].

3.1. O Método TOPSIS

O método TOPSIS [Yoon e Hwang, 1995] é baseado no conceito de que a alternativa escolhida deve ter a menor distância da Solução Ideal e a maior distância da Solução Indesejável. A seguir são apresentados os passos do método (Quadro 1):

Quadro 1. Passos do TOPSIS [Yoon e Hwang, 1995]

<p>Passo 1. Calcular matriz normalizada. A normalização por vetor é realizada por meio da Equação (1).</p> $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$ <p>Onde: m é o número de alternativas e x_{ij} representa a pontuação do critério j para a alternativa i.</p>
<p>Passo 2. Calcular matriz com os respectivos pesos. A pontuação normalizada com o peso é calculada da seguinte forma:</p> $v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (2)$ <p>Onde: w_j é o peso definido para cada atributo ou critério</p>
<p>Passo 3. Identificar a Solução Ideal e a Solução Indesejada. A^* e A^- são definidas em termos das pontuações normalizadas com seus pesos.</p> $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} = \{(max v_{ij} j \in J_1), (min v_{ij} j \in J_2)\}$ $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} = \{(min v_{ij} j \in J_1), (max v_{ij} j \in J_2)\} \quad (3)$ <p>Onde: J_1 é o conjunto de critérios de benefícios e J_2 é o conjunto de critérios de custo</p>
<p>Passo 4. Calcular medidas de separação. A distância entre as alternativas pode ser medida por meio da distância Euclidiana, calculada de acordo com a Equação (4):</p> $S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4)$
<p>Passo 5. Calcular similaridades com a Solução Ideal. O índice de similaridade é calculado a partir da seguinte fórmula:</p> $C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)} \quad (5)$ <p>O índice de similaridade pode variar de 0 a 1. $C_i^* = 0$ significa que $A_i = A^-$, isto é, a alternativa analisada é a Solução Indesejada. Em contrapartida, $C_i^* = 1$ quer dizer que $A_i = A^*$, ou seja, a alternativa analisada é a Solução Ideal.</p>
<p>Passo 6. Classificar ordem de preferência. A alternativa com maior C_i^* pode ser escolhida ou pode ser feita uma ordenação de todas as alternativas, de acordo com o C_i^* calculado.</p>

4. A Abordagem Proposta

A proposta deste trabalho faz uso de dois processos: (i) um processo de tomada de decisão baseado no método de apoio à tomada de decisão selecionado TOPSIS, apresentado na seção 4.1; e (ii) um processo para melhorias em processos, apresentado na seção 4.2. Como o método TOPSIS não possui ferramenta própria, também foi elaborado um mecanismo de apoio desenvolvido a partir do Microsoft Excel® (Figura 1). São exibidos os mecanismos para estruturação das alternativas e critérios a serem considerados, a forma de avaliação das alternativas e as recomendações sugeridas pela aplicação do TOPSIS.

Estruturação

1. Na coluna "Alternativas" informe as alternativas de processo que serão avaliadas, incluindo o processo atual.
 2. Na coluna "Critérios" informe os critérios que serão usados para comparar as alternativas.
 3. Na coluna "Tipo de Escala" selecione a opção "Quanto maior, melhor" ou, para o critério, quanto maior o desempenho, melhor. E selecione a opção "Quanto menor, melhor", se, para o critério, quanto menor o desempenho, melhor.
 4. Na coluna "Desempenhos de Processo Atual" informe os desempenhos do processo atual, em cada um dos critérios definidos.
 5. Na coluna "Objetivos", informe os objetivos almejados para o processo em cada critério. Por exemplo, objetivos de redução (para processos públicos) ou objetivos de um projeto (para processos definidos).

Alternativas	Critérios	Tipo de Escala	Desempenhos de Processo Atual	Objetivos
Processo Atual	Critério 1	Quanto maior, melhor	50,00	80,00
Processo Alterado	Critério 1	Quanto maior, melhor	50,00	80,00
	Critério 2	Quanto maior, melhor	50,00	80,00
	Critério 3	Quanto maior, melhor	50,00	80,00
	Critério 4	Quanto maior, melhor	50,00	80,00
	Critério 5	Quanto maior, melhor	50,00	80,00

Recomendações

Resultados Individuais		
Decisor	Peso	
Manoel	0,4	
Luz	0,3	
Maria	0,3	
Processo Atual		
Manoel	0,19	0,23
Luz	0,25	0,19
Maria	0,00	0,20
Processo Alterado		
Manoel	0,00	0,40
Luz	0,30	0,00
Maria	0,00	0,30
Total	0,3	0,7
Resultado Geral		
Processo Atual	2ª Posição	
Processo Alterado	<< Mais Adequado	

Avaliação

NOME DO DECISOR: Manoel

Para cada alternativa, informe os pesos e os desempenhos esperados em cada um dos critérios. A soma dos pesos deve ser igual a 1.

Matriz de Decisão					
	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5
Pesos	0,20	0,30	0,10	0,20	0,20
Orientação da escala	Quanto maior, melhor	Quanto menor, melhor	Quanto maior, melhor	Quanto menor, melhor	Quanto maior, melhor
Processo Atual	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Processo Alterado	60,00	60,00	50,00	40,00	50,00
Solução Ideal	80,00	30,00	80,00	30,00	80,00
Matriz de Decisão Normalizada					
	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5
Pesos	0,20	0,30	0,10	0,20	0,20
Orientação da escala	Quanto maior, melhor	Quanto menor, melhor	Quanto maior, melhor	Quanto menor, melhor	Quanto maior, melhor
Processo Atual	0,09	0,18	0,05	0,14	0,09
Processo Alterado	0,11	0,22	0,05	0,11	0,09
Solução Ideal	0,14	0,11	0,07	0,08	0,15
Medidas de Separação					
	S*	S-			
Processo Atual	0,12	0,07			
Processo Alterado	0,13	0,04			
Índice de Similhança					
	C*				
Processo Atual	0,19				
Processo Alterado	0,23				
Resultado Individual					
Processo Atual					
Processo Alterado	<< Mais Adequado				

Análise de Sensibilidade do Critério 4

Figura 1. Mecanismo de apoio ao processo de tomada de decisão

4.1. Processo de Tomada de Decisão para Melhoria em Processos

Para tornar o método TOPSIS mais adequado ao problema em questão, foram definidas algumas adaptações. Baseado na proposta de Liou *et al.* [2011], a Solução Ideal passou a ser composta pelos desempenhos aspirados em cada alternativa e não mais pelos melhores desempenhos, como propõe a versão original do método. Essa adaptação foi considerada relevante, face à importância de se observar a proximidade das alternativas de processo com relação aos objetivos estratégicos da organização ou com relação aos objetivos do projeto.

Uma segunda adaptação foi a adoção de uma forma simplificada de condução de uma análise de sensibilidade dos pesos dos critérios, devido importância de verificar o quão sensível a pequenas variações é o modelo de decisão gerado, visto que a definição dos pesos dos critérios é feita com base na experiência do decisor.

A última adaptação foi a adoção de uma função de escolha social para que fosse possível levar em consideração a opinião individual de cada membro do Grupo de Processos da organização. Para tal, foi escolhida a regra de escolha de Borda. Nela, cada

decisor atribui a nota 0 para a última alternativa no seu *ranking*, 1 para a penúltima, ..., e m-1 para a sua alternativa preferida. As notas de cada alternativa, para cada decisor, são somadas e aquela que obtiver a maior soma é considerada a melhor alternativa.

O processo de tomada de decisão, ilustrado na Figura 2, é iniciado sempre que houver a necessidade de alterar um processo padrão da organização ou um processo definido para um projeto em execução. É composto por três atividades, descritas nas seções a seguir.

4.1.1 Estruturação

Nesta atividade, composta por duas tarefas (Tabela 1), o grupo de decisão define as possíveis alternativas de processo (incluindo a versão original do processo), bem como os critérios que serão utilizados para avaliar cada alternativa.

Tabela 1. Atividade Estruturação

Tarefa:	Definir alternativas de processo
Descrição:	Nesta tarefa, as possíveis alternativas de processo são definidas. O processo original também é considerado uma das alternativas.
Tarefa:	Definir critérios para a avaliação
Descrição:	Nesta tarefa, os critérios que serão adotados para comparar as alternativas são definidos, juntamente com seus desempenhos esperados e objetivos organizacionais de desempenho. Cada critério deve ter a orientação da sua escala definida para que seja possível diferenciar critérios com escala orientada positivamente de critérios com escala orientada negativamente.

4.1.2. Avaliação

A atividade Avaliação é composta por sete tarefas (Tabela 2), que, quando executadas, geram o modelo de decisão para o problema a ser tratado. As tarefas que compõem esta atividade são executadas individualmente, por cada participante do grupo de decisão.

Tabela 2. Atividade Avaliação

Tarefa:	Estabelecer pesos para os critérios
Descrição:	Nesta tarefa, cada decisor define, por meio de pesos, a importância relativa de cada critério para o problema de decisão a ser tratado.
Tarefa:	Estabelecer desempenhos esperados para cada critério
Descrição:	Nesta tarefa, cada decisor estabelecerá o desempenho esperado para cada critério, considerando cada uma das alternativas de processo.
Tarefa:	Definir matriz de decisão normalizada
Descrição:	Tendo definidos os critérios, seus respectivos pesos e os desempenhos esperados para as alternativas em cada critério, é possível definir a matriz de decisão. Nesta matriz, os desempenhos das alternativas em cada critério são normalizados e multiplicados pelo seu peso.
Tarefa:	Identificar solução ideal e solução indesejada
Descrição:	Esta tarefa tem como objetivo a identificação da solução ideal e da solução indesejada. Vale ressaltar que estes piores desempenhos devem observar a orientação da escala de cada critério. Para critérios de escala com orientação negativa, o pior desempenho é o maior valor e, para critérios de escala com orientação positiva, o pior desempenho é o menor valor.
Tarefa:	Calcular distâncias de cada alternativa à solução ideal e à solução indesejada
Descrição:	Nesta tarefa é verificada o quão próxima uma alternativa de processo está da solução ideal e o quão distante ela se encontra da solução indesejada. Para tal, é utilizada a Distância Euclidiana de cada alternativa de processo para a solução ideal e para a solução indesejada.
Tarefa:	Calcular a proximidade relativa de cada alternativa com a solução ideal
Descrição:	Nesta tarefa é verificado o quão similar é à solução ideal de cada alternativa de processo definida (incluindo o processo atual). Para isto, é calculado um índice de similaridade que combina a proximidade com a solução ideal e o afastamento da solução indesejada.

Tarefa:	Definir ordem de preferência individual das alternativas de processo
Descrição:	Esta tarefa conclui a atividade Avaliação. Com base no índice de similaridade com a solução ideal, calculado para cada alternativa de processo na tarefa anterior, é elaborada uma lista, para cada decisor, contendo a ordem de preferência das alternativas de processos.

4.1.3. Recomendações

A atividade Recomendações é composta por três tarefas, descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Atividade Recomendações

Tarefa:	Executar análise de sensibilidade
Descrição:	Esta tarefa é executada após a execução do método AMD. Nela, são definidos cenários de variações dos pesos de cada critério, considerando que os demais critérios permanecem com seus pesos fixos. No primeiro cenário, é atribuído a um determinado critério um peso de valor 0. No cenário seguinte, o peso passa a ser 0.1 e assim sucessivamente até alcançar o valor 1. Para cada variação do peso, o Índice de Similaridade é recalculado. A partir dos valores obtidos para os Índices de Similaridade, são gerados gráficos que demonstram o comportamento da ordem de preferência das alternativas ao longo da variação do peso do critério. Estes gráficos têm a função de auxiliar o decisor a identificar o critério mais crítico, ou seja, aquele cujo valor do peso que causa alteração no resultado do processo de decisão está mais próximo do valor originalmente a ele atribuído. Critérios críticos devem ser analisados com mais cuidado.
Tarefa:	Consolidar preferências individuais
Descrição:	Nesta tarefa, cada decisor recebe um peso e todos os resultados individuais são consolidados por meio da regra de escolha de Borda, gerando uma nova lista de preferências das alternativas. Esta lista consolidada é considerada a decisão do grupo.
Tarefa:	Escolher a melhor alternativa de processo
Descrição:	Nesta tarefa, o grupo de decisão escolhe, com base na lista de preferência coletiva das alternativas de processo, o melhor processo para a organização ou para o projeto.

4.2. Processo da Abordagem

Com o intuito de facilitar o entendimento da proposta como um todo, foi definido um processo composto por 13 tarefas distribuídas em 3 atividades, como ilustra a Figura 3.

4.2.1. Avaliar Impacto da Alteração no Processo Padrão

Alterações em processos padrão podem fazer com que ele apresente um desempenho pior do que o processo padrão original [Raffo, 2005], o que torna necessário avaliar previamente os efeitos destas mudanças. Nesta proposta, a avaliação do impacto da alteração no processo padrão dar-se-á por meio da comparação de alternativas de processos padrão, incluindo o processo padrão original, com relação a critérios que podem estar associados, por exemplo, aos objetivos estratégicos organizacionais ou objetivos específicos de projeto. Esta atividade é composta por quatro tarefas, apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Atividade Avaliar Impacto da Alteração no Processo Padrão

Tarefa:	Analisar necessidades de melhoria
Descrição:	Esta tarefa tem por objetivo analisar as necessidades de melhoria registradas no Repositório de Necessidades de Melhoria, selecionar as que devem ser implementadas e definir a ordem de prioridade. As necessidades que serão implementadas devem passar da situação “aberta” para “em planejamento”.
Tarefa:	Definir itens de ação e planejar melhoria
Descrição:	Após a análise das necessidades de melhoria, são definidos os itens de ação para cada processo padrão correspondente. Um plano de ação para implementação das melhorias é, então, elaborado. Este planejamento deve definir também quais indicadores serão utilizados para monitorar os efeitos das melhorias, a periodicidade da monitoração e a quantidade de monito-

	rações necessárias para que seja possível avaliar os efeitos das melhorias.
Tarefa:	Executar processo de tomada de decisão com TOPSIS
Descrição:	Nesta tarefa, as alternativas de processo padrão, incluindo o processo padrão atual, são comparadas. Quando o processo atual é considerado o mais adequado, volta-se para a atividade anterior para definir novos itens de ação ou adia-se a melhoria. A avaliação das alternativas de processo é apoiada pelo processo de tomada de decisão com TOPSIS, definido na seção 3.1. Se o resultado da tomada de decisão definir que o processo atual é o mais apropriado, o Grupo de Processos pode optar por definir novos itens de ação ou adiar a melhoria. Decidindo pelo adiamento, a situação da necessidade de melhoria deve retornar para “aberta”.
Tarefa:	Alterar processo padrão
Descrição:	Esta tarefa é executada quando se decide alterar o processo padrão. Seu objetivo é alterar o processo padrão com base na alternativa de processo escolhida. Inicialmente, este novo processo padrão será rotulado como “em avaliação”. Uma vez alterado, o novo processo padrão deve ser utilizado em novos projetos e, se possível, nos projetos em execução. Neste momento, a versão anterior do processo padrão passa a ter a situação “descontinuado”. Além disso, as necessidades implementadas devem passar para a situação “em avaliação”.

4.2.2. Avaliar Impacto da Alteração nos Processos Definidos em Execução

Uma vez que melhorias são implementadas, os novos projetos devem fazer uso do novo processo padrão da organização. Também é importante avaliar a viabilidade de se utilizar este novo processo padrão nos projetos em execução que tiveram seus processos definidos com base na versão anterior do processo padrão.

Diante deste contexto, a atividade “Avaliar impacto da alteração nos processos definidos em execução” objetiva identificar os processos definidos para os projetos em execução que adotaram a versão anterior do processo padrão. Uma vez identificados os processos definidos em execução, para cada projeto correspondente, deve-se avaliar o impacto da alteração no seu processo definido para decidir se pode ser vantajosa ou não. Se o resultado da avaliação revelar que é vantajoso para o projeto alterar seu processo definido para que ele seja adaptado a partir do novo processo padrão, o processo definido é alterado e o projeto passa a executar essa nova versão. Caso contrário, o projeto segue executando seu processo definido com base na versão anterior do processo padrão. Esta atividade é composta de três tarefas, descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Atividade Avaliar Impacto da Alteração nos Processos Definidos em Execução

Tarefa:	Selecionar processos em execução, cujos projetos podem ser beneficiados pela mudança
Descrição:	Esta tarefa tem como objetivo identificar, dentre os projetos em execução que tiveram seus processos definidos com base na versão anterior do processo padrão, aqueles que podem ser beneficiados pela mudança.
Tarefa:	Executar processo de tomada de decisão com TOPSIS para cada projeto selecionado
Descrição:	O objetivo desta tarefa é, para cada processo definido selecionado na atividade anterior, comparar as alternativas de processo definido (incluindo o processo definido atual), com relação a critérios previamente especificados, via mecanismo de apoio à tomada de decisão (seção 3.1).
Tarefa:	Alterar processos dos projetos onde a adoção do novo processo definido foi considerada vantajosa
Descrição:	Esta tarefa é executada quando, pelo menos, um processo definido em execução for selecionado para ser alterado com base no novo processo padrão. Após a alteração, o projeto passará a executar este novo processo definido.

4.2.3. Monitorar Efeitos da Alteração no Processo Padrão

Esta atividade tem como objetivo a monitoração e o registro dos efeitos das alterações no processo padrão a partir dos indicadores definidos na tarefa “Definir itens de ação e planejar melhoria”. A Tabela 6 detalha as seis tarefas que compõem esta atividade.

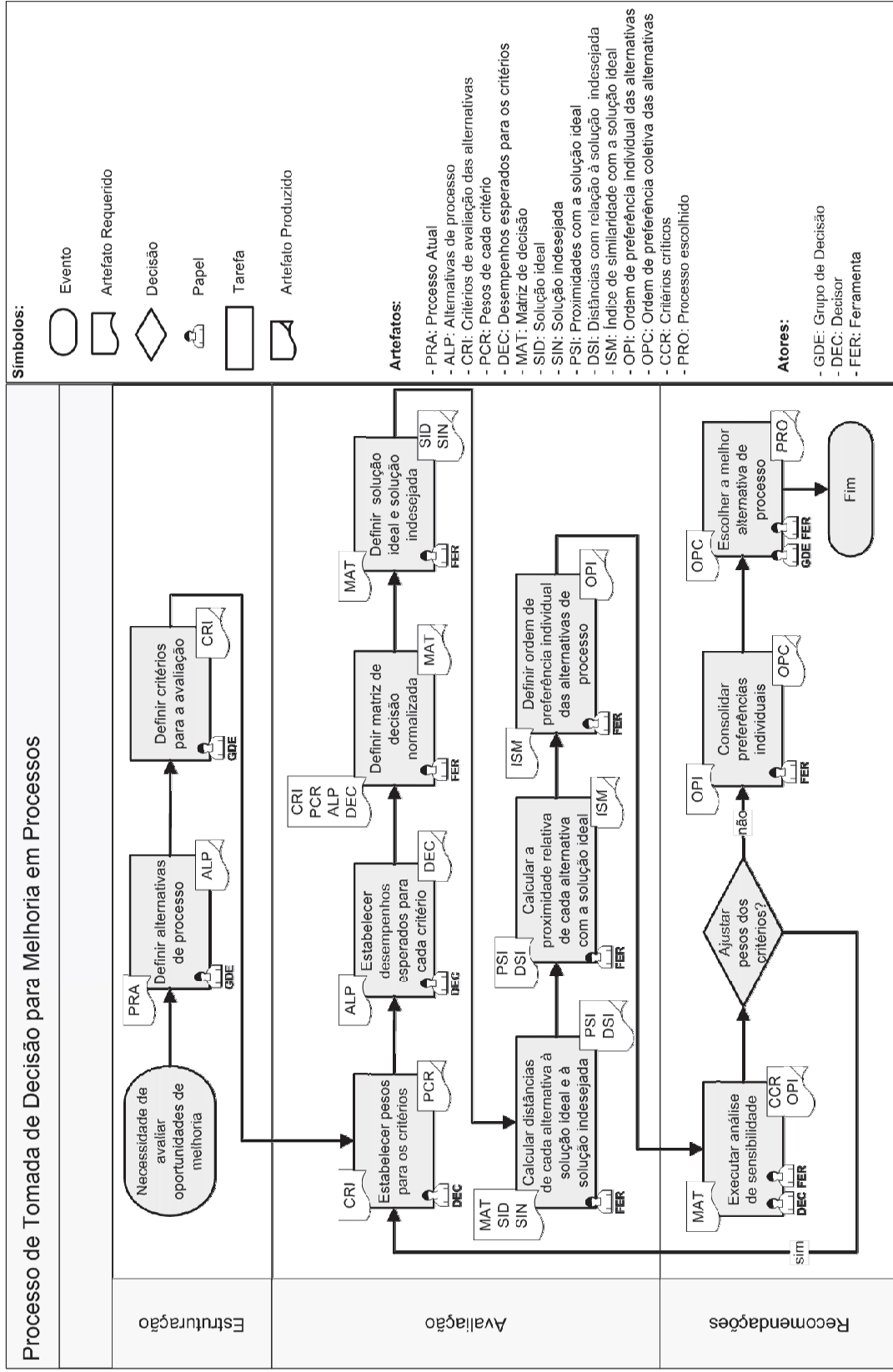


Figura 2. Processo de tomada de decisão com TOPSIS

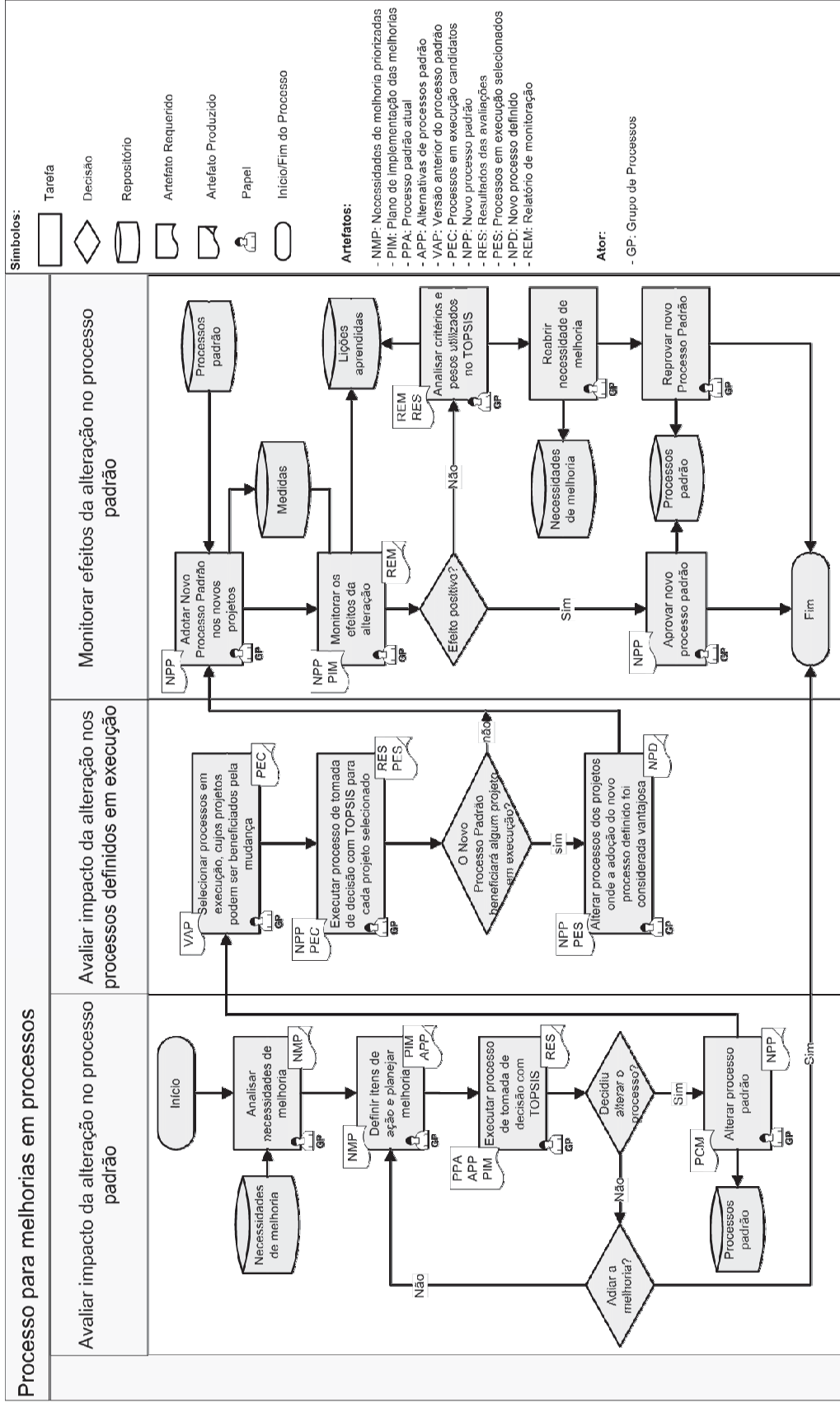


Figura 3. Visão geral da solução proposta

Tabela 6. Atividade Monitorar Efeitos da Alteração no Processo Padrão

Tarefa:	Adotar Novo Processo Padrão nos novos projetos
Descrição:	Esta atividade é executada sempre que o processo padrão é alterado. Os novos projetos devem ter seus processos definidos com base neste novo processo padrão.
Tarefa:	Monitorar os efeitos da alteração
Descrição:	Esta atividade é executada de acordo com a periodicidade definida no plano de implementação das melhorias. O objetivo desta tarefa é monitorar os efeitos reais da alteração do processo padrão, a partir dos indicadores definidos no plano de implementação das melhorias. Esta monitoração serve para prevenir os projetos de impactos negativos por conta do novo processo definido com base no novo processo padrão.
Tarefa:	Analisar critérios e pesos utilizados no modelo de decisão
Descrição:	Esta tarefa deve ser executada sempre que os efeitos da execução do novo processo padrão forem negativos. Os critérios e pesos definidos devem ser revisados para identificar possíveis falhas na construção do modelo de decisão. Caso sejam identificadas falhas, estas devem ser registradas como lições aprendidas de modo a evitar que sejam repetidas.
Tarefa:	Reabrir necessidade de melhoria
Descrição:	Esta tarefa deve ser executada sempre que os efeitos da execução do novo processo padrão forem negativos. Como o novo processo padrão não atingiu os objetivos esperados, a situação da necessidade de melhoria deve ser alterada para “aberta” para que novos itens de ação sejam planejados para o próximo ciclo de melhorias.
Tarefa:	Reprovar novo Processo Padrão
Descrição:	Esta tarefa deve ser executada quando os efeitos da execução do novo processo padrão forem negativos. A situação do novo processo padrão deve ser alterada para “reprovado”.
Tarefa:	Aprovar novo Processo Padrão
Descrição:	Esta tarefa deve ser executada sempre que os efeitos da execução do novo processo padrão mostrarem-se positivos. A sua situação deve ser alterada para “aprovado”.

5. Avaliação

A proposta deste trabalho foi avaliada por meio da execução de três estudos de caso na indústria. Baseado no modelo de aceitação de tecnologia (*Technology Acceptance Model - TAM*) [Davis, 1989], a proposta foi avaliada com relação aos dois principais determinantes: (i) utilidade percebida: grau em que uma pessoa acredita que o uso da tecnologia pode melhorar o seu desempenho; e (ii) facilidade percebida: grau em que uma pessoa acredita que o uso de uma tecnologia será livre de esforço mental e físico. Diante deste contexto, o objetivo do estudo experimental, segundo o paradigma GQM [Basili e Rombach, 1988], foi definido como mostra Quadro 2:

Quadro 2. Objetivo do estudo experimental

<p>Analisar o uso da solução proposta para avaliação de alternativas de processo e seleção do melhor processo.</p> <p>Com o propósito de caracterizar</p> <p>Com relação à utilidade percebida e à facilidade de uso percebida</p> <p>Do ponto de vista de membros do grupo de processos</p> <p>No contexto de melhoria de processos em uma organização de desenvolvimento de software.</p>

Foram conduzidos três estudos de caso, cada um em uma organização de desenvolvimento de software diferente, avaliando processos distintos. Cada estudo de caso foi executado em três etapas. Na primeira etapa, os participantes definiram as alterações a serem realizadas no processo e escolheram o processo que consideravam mais apropriado. Em seguida, foi solicitado que preenchessem um formulário pré-execução, cujo objetivo era caracterizar o participante quanto à sua experiência em melhoria de processos. A segunda etapa consistiu em uma apresentação do processo da proposta, treinamento do mecanismo de apoio à tomada de decisão e, por fim, da utilização do mecanismo

para gerar os modelos de decisão individual. Nos estudos executados por mais de um participante, os critérios de comparação, desempenhos atuais do processo padrão e objetivos organizacionais de desempenho foram definidos em consenso. No final, os modelos de decisão individual foram consolidados para gerar as recomendações coletivas. A terceira etapa visou avaliar, a partir de um formulário pós-execução, a percepção de cada participante quanto à facilidade e à utilidade da proposta.

As ameaças relacionadas a este estudo seguem os tipos de ameaças apresentados em [WÖHLIN *et al.*, 2000] e estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3. Ameaças à validade

<p>Validade interna. A medição do tempo poderia influenciar o resultado do estudo. Para mitigar esta ameaça, o tempo foi medido pela pesquisadora. Além disso, foi acrescentada ao formulário pós-execução uma pergunta questionando se o tempo despendido na execução da proposta foi factível ou não. Outra ameaça que precisa ser considerada é que as opiniões dos participantes podem ter sido influenciadas pela preocupação em não prejudicar os resultados do trabalho.</p>
<p>Validade externa. Este tipo de ameaça foi reduzido pelo fato de os participantes terem alto nível de experiência em melhorias de processos e pelo fato de os estudos de casos terem sido conduzidos em processos reais, com problemas reais e em contextos distintos.</p>
<p>Validade de construção (ou Constructo). Uma ameaça à validade de construção poderia ser a escolha dos indicadores. No entanto, a ameaça foi minimizada com a adoção dos indicadores sugeridos pelo TAM [Davis, 1989].</p>
<p>Validade de conclusão. A principal ameaça a este tipo de validade é o tamanho da amostra, cujo número de <i>data points</i> não tem significância estatística. Por esta razão, os resultados do estudo não podem ser considerados conclusivos, mas apenas indícios.</p>

5.1. Execução dos Estudos de Caso

5.1.1. Organização A

A Organização A foi avaliada no nível C do MR-MPS-SW. Os dois participantes são implementadores e avaliadores MR-MPS-SW, com mais de 9 anos de experiência em melhorias de processos. Os participantes selecionaram duas melhorias no processo padrão de desenvolvimento, definiram uma alternativa de processo e, com base em suas experiências, decidiram que o novo processo com estas duas alterações seria mais adequado para a Organização A do que o processo padrão atual. Em seguida, eles executaram o processo de tomada de decisão. Após a consolidação dos modelos de decisão individual, a recomendação foi que o novo processo com as melhorias planejadas seria mais apropriado para a Organização A, coincidindo com a opinião dos participantes.

O passo seguinte foi a identificação dos projetos em execução, que poderiam ser beneficiados pela mudança. Neste momento, apenas um dos participantes executou o processo, pois estava diretamente envolvido com os projetos em execução. A recomendação gerada foi a de que poderia ser vantajoso para o projeto adotar o novo processo padrão com as melhorias planejadas. O participante concordou com o resultado.

5.1.2. Organização B

A Organização B foi recentemente avaliada no nível C do MR-MPS-SW. O estudo de caso contou com a participação de um único membro do Grupo de Processos. O participante tinha mais de 6 anos de experiência em melhorias de processos. O participante selecionou duas melhorias para o processo padrão de Verificação, definiu três alternativas de processo e escolheu uma das alternativas como a mais adequada para a sua orga-

nização. A recomendação final após a execução do processo de tomada de decisão foi que não alterasse o processo padrão. A alternativa de processo escolhida pelo participante foi considerada a segunda melhor opção de processo para a Organização B. Embora trazendo um resultado divergente da sua opinião inicial, o participante concordou que as oportunidades de melhoria avaliadas requeriam uma melhor preparação da organização antes de serem implementadas.

Como a decisão tomada foi a de manter o processo padrão atual, não houve necessidade de avaliar os projetos em execução.

5.1.3. Organização C

A Organização C foi avaliada no nível G do MR-MPS-SW. Os dois participantes do estudo eram implementadores e avaliadores do MR-MPS-SW, com mais de 6 anos de experiência em melhorias de processos. Os participantes planejaram a implementação de uma única melhoria no processo padrão de desenvolvimento, definiram duas alternativas de processo e decidiram que o processo atual ainda seria o mais adequado para a organização. A execução do processo de tomada de decisão recomendou uma das alternativas de processo definidas. Os participantes concordaram com a recomendação fornecida e acabaram acatando as reivindicações dos colaboradores.

Como a Organização C não possuía projetos em execução que estivessem utilizando o processo padrão a ser alterado, não foi possível avaliar a viabilidade de adotar o novo processo padrão nos projetos em execução.

5.2. Resultados

Os resultados obtidos com relação à percepção dos cinco participantes sobre a utilidade da proposta podem ser observados na Figura 4.

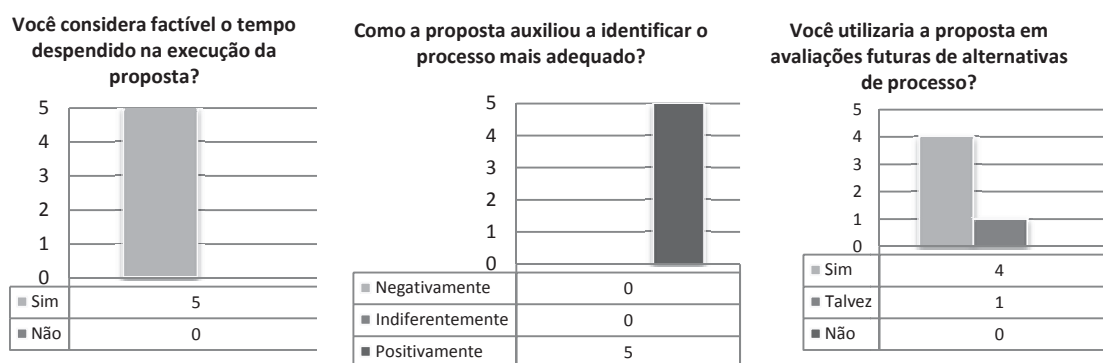


Figura 4. Resultados quanto à utilidade percebida

Com relação à facilidade de uso percebida pelos participantes do estudo, três participantes afirmaram que o grau de dificuldade é *fácil* e dois participantes afirmaram que o grau de dificuldade é *mediano* (Figura 5). As justificativas para o grau de dificuldade *mediano* foram a necessidade de auxílio para a definição da orientação dos critérios (positiva e negativa) e a definição consensual dos critérios de avaliação. Diante das informações apresentadas, é possível afirmar que os participantes do estudo consideraram a proposta útil e fácil de utilizar.

Vale destacar que, em dois dos estudos de caso, a proposta fez com que os participantes mudassem suas opiniões iniciais sobre qual processo seria o mais apropriado

para a organização. Foi percebida uma forte tendência das pessoas considerarem apenas os aspectos (critérios) nos quais o processo considerado inicialmente como o mais adequado apresentava melhor desempenho. Isso pode ser um grande limitador quando a tomada de decisão não é estruturada, podendo levar a escolhas equivocadas.

Devido à pequena quantidade de participantes do estudo, o que pode ser afirmado, por enquanto, é que há indícios de que a proposta auxilia a avaliação prévia alternativas de processo antes que as ações planejadas sejam de fato implementadas.

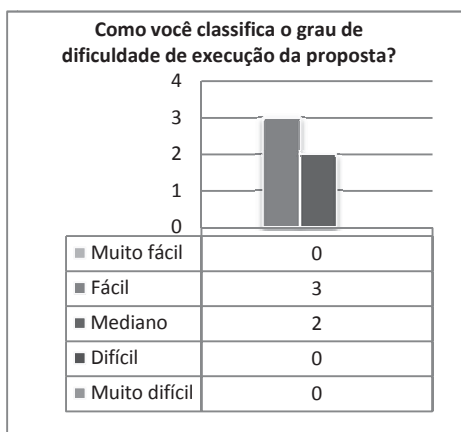


Figura 5. Resultados quanto à facilidade percebida

6. Considerações Finais

Continuamente, as organizações de desenvolvimento de software precisam melhorar seus processos padrão. Uma vez implementadas melhorias, é interessante que os projetos em execução sejam avaliados quanto aos benefícios que podem ser obtidos caso as melhorias no processo padrão sejam estendidas aos seus processos definidos.

Poucas abordagens que lidam com alterações em processos durante a execução do projeto se preocupam em avaliar previamente os efeitos da mudança. Além disso, as que tratam este problema, possuem limitações ou quanto à exigência de dados históricos de execuções dos processos ou com relação aos parâmetros analisados ou pela necessidade de um conhecimento específico, além do papel que o decisor assume na organização. Com o intuito de preencher esta lacuna, foi apresentada uma proposta para apoiar a avaliação prévia de melhorias em processos definidos para um projeto em execução, baseada no método multicritério de apoio à tomada de decisão TOPSIS.

A proposta foi avaliada por meio de três estudos de caso, que revelaram indícios de que ela pode ser útil e fácil de utilizar.

Como trabalhos futuros pretende-se: (i) estudar uma maneira de conduzir o grupo de decisão a identificar mais facilmente os melhores critérios e; (ii) estender a Análise de Sensibilidade para avaliar em tempo hábil o quão sensível é o modelo gerado a pequenas variações nos desempenhos atribuídos aos critérios.

Referências

- Al-Shemmeri, T., Al-Kloub, B. e Pearman, A. (1997). "Model choice in multicriteria decision aid." *European Journal of Operational Research* 97(3): 550-560.
- Basili, V. R. e Rombach, H. D. (1988). "The TAME project: towards improvement-

- oriented software environments." *Software Engineering, IEEE Transactions on* 14(6): 758-773.
- Beydeda, S. e Gruhn, V. (2004). "Dynamic evolution of software processes to evolve software systems during their development." *Software Process Improvement and Practice* 9(4): 229-238.
- Brans, J. P. (2002). "Ethics and decision." *European Journal of Operational Research* 136(2): 340-352.
- Cabral, M. (2012). *Avaliação de Melhorias em Processos de Software Durante a Execução de um Projeto*. Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. M. Sc.
- Davis, F. D. (1989). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems : theory and results*. Sloan School of Management. Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology.
- Forneck, M. (2008). *Análise Multicriterial das Preferências de Gestores e das Decisões nas Operações Logísticas de uma Empresa do setor Químico*. São Leopoldo, UNISINOS. Ms.C.: 109.
- Guitouni, A. e Martel, J.-M. (1998). "Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method." *European Journal of Operational Research* 109(2): 501-521.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. e Black, W. C. (2007). *Análise Multivariada de Dados*, Bookman.
- Liou, J. J. H., Hsu, C., Yeh, W. e Lin, R. (2011). "Using a modified grey relation method for improving airline service quality." *Tourism Management* 32(6): 1381-1388.
- Malakooti, B. (1988). "A decision support system and a heuristic interactive approach for solving discrete multiple criteria problems." *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on* 18(2): 273-284.
- Park, S., Choi, K., Yoon, K. A. e Bae, D. (2007). *Deriving Software Process Simulation Model from SPEM-based Software Process Model*. Software Engineering Conference, 2007. APSEC 2007. 14th Asia-Pacific. Aichi: 382-389.
- Raffo, D., Spehar, G. e Nayak, U. (2003). *Generalized Simulation Models: What, Why and How?* ProSim 2003, Oregon.
- Raffo, D. M. (2005). "Software project management using PROMPT: A hybrid metrics, modeling and utility framework." *Information and Software Technology* 47(15): 1009-1017.
- SEI (2010). *CMMI for Development (CMMI-DEV), Version 1.3.*, Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- SOFTEX. (2012). "MPS.BR - Guia Geral." Disponível em: www.softex.br.
- WÖHLIN, C., RUNESON, P., HÖST, M., OHLSSON, M., REGNELL, B. e WESSLÉN, A. (2000). *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Norwell, MA, USA, Kluwer Academic Publishers.
- Yoon, K. P. e Hwang, C.-L. (1995). *Multiple Attribute Decision Making: an Introduction*. Thousand Oaks, California, SAGE Publications, Inc.