

# Consequências e Características de um Processo de Desenvolvimento de Software de Qualidade e Aspectos que o influenciam: uma avaliação de especialistas

Jeann M. Andrade, Adriano B. Albuquerque, Fábio B. Campos, Ana Regina C. Rocha  
{jeann, bessa, Bianchi, arocha}@cos.ufrj.br  
Programa de Engenharia de Sistemas de Computação - COPPE/UFRJ

## Resumo

A sistematização do desenvolvimento pelo uso de processos de engenharia de software tem o potencial de trazer vários benefícios para as organizações desenvolvedoras de software, porém, caracterizar objetivamente o que é um processo efetivo e eficaz não é tarefa simples. Esta caracterização se mostra importante em vários momentos: na definição do processo adequado à organização e seus projetos; na implantação desse processo; no acompanhamento dos seus resultados e na sua melhoria. Visando iniciar essa caracterização, foi realizada uma pesquisa (survey) onde foram apresentados aos participantes, três grupos distintos de questões relativas a processos de software, que buscam responder às seguintes perguntas: Que benefícios o uso de processos de engenharia de software pode trazer? Quais são as principais características que um processo efetivo deve ter? e, por último, Que aspectos organizacionais, humanos e técnicos podem influenciar para a efetividade dos processos?. Os resultados consolidados da pesquisa são apresentados, permitindo uma análise preliminar de quais seriam aqueles aspectos mais relevantes a se considerar na definição, uso e melhoria de processos.

**Palavras-chaves:** Processo de Software, Melhoria de Processos, Tomada de Decisões, Qualidade de Software.

## Abstract

The systematization of software development through the use of software engineering processes has the power to bring many benefits to software development organizations, however, characterizing objectively, what is an effective and efficient process is not a simple task. This characterization is important in many times: in the definition of an adequate process to the organization and its projects; in the deployment of this process; in the monitoring of its results and in its improvement. To initiate this characterization, a survey was conducted, presenting three distinct groups of questions related to software processes, that aimed to answer the following questions: What benefits the use of a software engineering process can bring? Which are the main characteristics that an effective process must have?, and, finally, Which organizational, human and technician aspects can influence the effectiveness of the processes. The consolidated results of the research are presented, allowing a preliminary analysis of which aspects would be more relevant to be considered in the definition, utilization and improvement of processes.

**Key-Words:** Software Process, Process Improvement, Decision making, Software Quality.

## 1. Introdução

Produtos de software estão presentes na sociedade das mais diversas formas. Segundo REED [1] se alguns sistemas de uso global deixarem de funcionar, aproximadamente 40% da população mundial sofrerá as consequências do problema.

No Brasil, observa-se também o crescimento da indústria de software e a importância que a mesma está representando para a economia. De acordo com a publicação “Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro” [2], o valor total da comercialização bruta de software das organizações da amostra apurado para o ano 2000 foi de R\$ 1.684 milhões, onde 70% resultou de software por encomenda (R\$ 1.185 milhões). Os domínios de software que mais se destacaram na pesquisa, dentre vinte categorias definidas, foram: administração

privada (42%), serviços em geral (38%), setor financeiro e indústria (35%), comércio (34%) e administração pública (33%).

As organizações de software que não conseguem: maior qualidade nos seus produtos, tornando-os confiáveis, maior produtividade, redução de custos e melhoria na previsibilidade dos seus projetos, correm grandes riscos de não mais permanecerem no mercado.

Diante deste contexto, a indústria de software e a academia estão, cada vez mais, investindo em processos de software, apostando neste recurso como um meio para alcançar algumas das exigências do mercado relacionadas acima. Além disso, há grandes evidências de que a qualidade de um produto de software está fortemente relacionada com a qualidade dos processos que foram utilizados para desenvolvê-lo. No entanto, para que um processo de software seja realmente efetivo para os seus projetos, é importante considerar vários aspectos.

O objetivo do presente trabalho é identificar o que a comunidade de engenharia de software considera como conseqüências de um bom processo para projetos de software, as características de um bom processo de software e os aspectos que podem influenciar positivamente e negativamente na utilização do processo.

O resultado deste trabalho auxiliará as organizações a conseguirem obter um maior sucesso na implantação e utilização de seus processos de desenvolvimento de software, levando-as, principalmente, a conhecerem os riscos que devem ser prioritariamente administrados, bem como os pontos de melhoria mais relevantes.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta, resumidamente, conceitos de processo de software, melhoria de processos e seus benefícios; a seção 3 mostra a metodologia utilizada na pesquisa; a seção 4 apresenta os resultados obtidos, que são analisados na seção 5 e a seção 6 apresenta as conclusões deste trabalho e suas perspectivas de continuidade.

## **2. Processo de Software e Melhoria do Processo**

As organizações têm dado uma maior ênfase na utilização de processos de software como uma das formas de buscar, principalmente, uma maior qualidade e controle sobre custos e prazos dos projetos.

Processo de Software pode ser definido como: um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que pessoas utilizam para desenvolver e manter software e seus produtos associados [3].

Para ZAHARAN [4], a melhoria da qualidade, seja em processos de desenvolvimento de software, seja em qualquer outra área, está intimamente ligada à necessidade de adaptação da empresa com ênfase em produto, para a empresa focada em processos. O autor aponta os seguintes benefícios, quando o foco dos projetos está no processo: alinhamento entre as atividades e o foco comum; consistência entre as várias atividades; possibilidade de medição e maior facilidade na condução das equipes.

No entanto, assim como as organizações, os processos não são estáticos e necessitam acompanhar a dinâmica das organizações e seus negócios. Daí a importância da melhoria de processos, disciplina que envolve as seguintes etapas: identificação dos pontos fortes, identificação dos problemas que estão interferindo na capacidade do processo, implementação das devidas alterações e avaliação dos impactos e benefícios decorrentes das modificações realizadas.

A norma ISO/IEC 12207 [5] define processo de melhoria como um processo para estabelecer, avaliar, medir, controlar e melhorar um processo de ciclo de vida de software. E a ISO 9000 [6] aponta as seguintes ações como as necessárias para uma melhoria contínua: análise e avaliação da situação existente para identificar áreas para melhorias; estabelecimento

dos objetivos para melhoria; pesquisa de possíveis soluções para atingir os objetivos; avaliação e seleção destas soluções; implementação da solução escolhida; medição, verificação, análise e avaliação dos resultados da implementação para determinar se os objetivos foram atendidos; e formalização das alterações.

### **3. Metodologia de pesquisa**

O objetivo desta pesquisa é identificar as conseqüências do uso de um bom processo de desenvolvimento; as características que devem estar presentes em um bom processo de desenvolvimento; e os aspectos que podem influenciar positiva ou negativamente a utilização do processo.

Como instrumentação para a pesquisa, foi elaborado um questionário que aborda questões a respeito das características e conseqüências de um bom processo de desenvolvimento de software e aspectos que influenciam positiva e negativamente este processo. Tais questões foram implementadas, baseadas na literatura de Engenharia de Software, e não tem a pretensão de ser uma lista completa, podendo o participante da pesquisa inserir novos itens ao questionário. O questionário foi dividido em cinco partes, sendo que a primeira parte tem como objetivo caracterizar e qualificar o participante em relação à atividade que desempenha, sua formação, sua experiência profissional em projetos de software e seu conhecimento e experiência em Processo de Software. O restante do questionário é formado de questões fechadas com opções múltiplas e exclusivas abrangendo, respectivamente, as conseqüências de um bom processo de desenvolvimento, as características de um bom processo de desenvolvimento e os aspectos que podem influenciar positiva e negativamente a utilização do processo de desenvolvimento de software.

Os questionários foram entregues aos participantes sem que o preenchimento sofresse nenhum tipo de acompanhamento nem controle de tempo de preenchimento. Para tanto, foram utilizados questionários em meio físico, que foram entregues pessoalmente e em meio eletrônico, distribuídos através de e-mail. O preenchimento foi voluntário e realizado no tempo e no ambiente escolhidos pelo participante.

Os indivíduos foram selecionados por conveniência e disponibilidade. No esforço de abranger uma parcela representativa do universo de especialistas em Qualidade e Engenharia de Software no Brasil, o questionário foi distribuído a diversos participantes do II Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (II SBQS); aos participantes do Encontro da Qualidade e Produtividade em Software – EQPS, ambos em Fortaleza, CE; a alunos de pós-graduação e professores da COPPE/UFRJ e a diversas outras pessoas com conhecimento reconhecido na área de Qualidade e Engenharia de Software. Assim sendo, procurou-se obter a colaboração de indivíduos da indústria e da academia, de diversas regiões do país e com experiências diversas com o objetivo de diminuir um possível viés na amostra, decorrente de pontos de vista particulares de cada um desses segmentos.

### **4. Consolidação da pesquisa**

A Metodologia e critérios adotados para a consolidação desta pesquisa basearam-se em FARIAS [7] e NOGUEIRA e ROCHA [8] e será vista a seguir.

#### **4.1. Perfil da amostra inicial**

A primeira parte do questionário tem como objetivo caracterizar e qualificar o participante da pesquisa. De acordo com esta caracterização, será atribuído um peso às suas respostas, uma vez que a amostra utilizada é composta de pessoas de diferentes seguimentos – indústria,

academia, estudantes – com diferentes graus de conhecimento e experiência. A reunião de todas estas informações permite caracterizar o perfil da amostra inicial. As tabelas de 1 a 6 mostram, para a amostra inicial, respectivamente: Área de Atuação, Atuação em Indústria, Atuação em Universidade, Formação Acadêmica, Conhecimento em Processo de Software e Experiência em Processo de Software. Na tabela 4 foi considerado o nível de formação mais alto, uma vez que o questionário permitia mais de uma escolha.

**Tabela 1 - Participantes por Área de Atuação**

<b>Total de Participantes</b>	<b>91</b>
Participantes com atuação na indústria	58
Participantes com atuação na universidade	67
Participantes com atuação exclusiva na indústria	24
Participantes com atuação exclusiva na universidade	33
Participantes com atuação concomitante em ambas	34

**Tabela 2 - Participação por Atuação em Indústria**

<b>Atuação</b>	<b>n</b>
Empresário	5
Gerente de Informática	2
Gerente da Qualidade	4
Gerente de Projeto	11
Analista de Sistemas	23
Chefe de Desenvolvimento	2
Consultor TI	2
Programador	2
Outros	12

**Tabela 3 - Participação por Atuação em Universidade**

<b>Atuação</b>	<b>n</b>
Professor	23
Pesquisador	14
Consultor	8
Aluno de Doutorado	11
Aluno de Mestrado	23
Aluno de Graduação	7

**Tabela 4 - Participantes por Formação Acadêmica**

<b>Nível e Área</b>	<b>Eng. de Software</b>	<b>Computação/Informática</b>	<b>Outro</b>	<b>Total</b>
Doutorado	11	4	3	18
Mestrado	27	10	2	39
Especialização	2	9	8	19
Graduação	0	11	4	15
Total	40	34	17	91

**Tabela 5 - Participantes por Conhecimento em PS**

<b>Conhecimento</b>	<b>n</b>
Excelente	9
Alto	33
Médio	44
Baixo	5
Nenhum	0

**Tabela 6 - Participantes por experiência em PS**

<b>Experiência</b>	<b>n</b>
Excelente	4
Alta	19
Média	40
Baixa	27
Nenhuma	1

No que se refere ao tempo de atuação na área, o tempo médio foi de 9 anos e a mediana do número de projetos em que participou foi de 7 projetos.

Apesar da distribuição dos questionários ter sido feita em eventos que, por natureza, apresentavam um elevado número de especialistas, não se pode generalizar e acreditar que a

amostra, na sua totalidade, seja realmente representativa no contexto da pesquisa. Pelo fato dos questionários terem sido distribuídos publicamente em tais eventos, estudantes de graduação e outros profissionais considerados como não-especialistas participaram da pesquisa. Neste sentido, a heterogeneidade da amostra no que tange aos critérios citados acima fica evidenciada nos dados apresentados.

## 4.2. Cálculo da Pontuação Individual

Com o objetivo de diferenciar as respostas dos participantes de acordo com a sua caracterização, a cada indivíduo foi atribuída uma pontuação individual, calculada em função dos diversos fatores que o caracteriza. A fórmula utilizada para atribuir esta pontuação é:

$$P(i) = \text{Max}\{\text{Max}[I(i)]; \text{Max}[U(i)]\} + F_1(i) + F_2(i) + T(i) + N(i) + C(i) + E(i), \text{ onde:}$$

- $P(i)$  é a pontuação total atribuída ao participante  $i$ ;
- $I(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de sua atuação na indústria de desenvolvimento de software segundo a tabela 7;
- $U(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu nível de formação acadêmica segundo a tabela 8;
- $F_1(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu nível de formação acadêmico segundo a tabela 9;
- $F_2(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função da área de formação acadêmica segundo a tabela 10;
- $T(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu tempo de atuação na área segundo a tabela 11;
- $N(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função do número de projetos nos quais participou segundo a tabela 12;
- $C(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu conhecimento em Processo de Software segundo a tabela 13;
- $E(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função da sua experiência em Processo de Software segundo a tabela 14.

**Tabela 7 - Pontuação por atuação na indústria**

Atuação na indústria	I(i)
Empresário	2
Gerente de Informática	2
Gerente da Qualidade	4
Gerente de Projeto	3
Analista de Sistemas	1
Consultor	3

**Tabela 8 - Pontuação por atuação na universidade**

Atuação na Universidade	U(i)
Professor	4
Pesquisador	3
Consultor	3
Aluno de Doutorado	2
Aluno de Mestrado	1
Aluno de Graduação	0

**Tabela 9 - Pontuação por nível de formação**

Nível de Formação	F <sub>1</sub> (i)
Doutorado	4
Mestrado	3
Especialização	2
Graduação	1

**Tabela 10 - Pontuação por área de formação**

Área de Formação	F <sub>2</sub> (i)
Engenharia de Software	4
Informática/Computação	2
Outras áreas	0

**Tabela 11 - Pontuação por número de projetos**

Número de Projetos	N(i)
A partir de 10	4
De 4 a 9	2
Até 3	0

**Tabela 12 - Pontuação por tempo de atuação**

Tempo de Atuação	T(i)
Mais de 15 anos	6
Acima de 5, até 15 anos	3
Até 5 anos	0

**Tabela 13 - Pontuação Conhecimento em Processo de Software**

Conhecimento em Processo de Software	C(i)
Excelente	4
Alto	3
Médio	2
Baixo	1
Nenhum	0

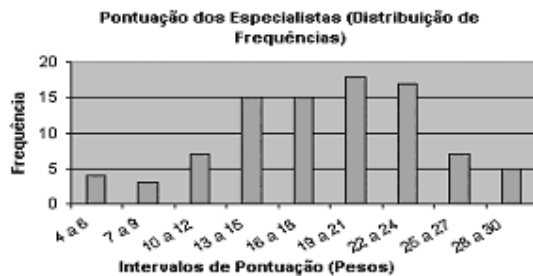
**Tabela 14 - Pontuação Conhecimento em Processo de Software**

Experiência em Processo de Software	E(i)
Excelente	4
Alta	3
Média	2
Baixa	1
Nenhuma	0

Para que os dados qualitativos fornecidos pelos participantes pudessem ser tratados de forma quantitativa, optou-se pela adoção de tabelas de classes. Para os dados já quantitativos por natureza, a opção de manter as tabelas de classes decorreu do fato de tais itens não serem precisos como, por exemplo: o número de projetos que já participou. A adoção do agrupamento por tabelas de classes permitiu contornar ambos os problemas.

#### 4.3. Distribuição dos Pesos da Amostra Inicial

Depois de calculados os pesos dos participantes da amostra inicial, a Distribuição de Frequência pôde ser determinada, conforme mostrado no gráfico da Figura 1. Dividindo a amostra em quartis, obtêm-se os limites mostrados na Tabela 15.



**Tabela 15 - Quartis**

Quartis	Pontuação
Valor mínimo	5,0
Limite do 1º Quartil	10,0
Limite do 2º Quartil	16,0
Limite do 3º Quartil	22,0
Limite do 4º Quartil	30,0

**Figura 1 - Distribuição de Frequência de Pontuação**

#### 4.4. Ajuste da Amostra Inicial

Devido ao método de coleta de questionários utilizado, vários dos participantes da amostra inicial não se caracterizam como “especialistas”. Os critérios de pontuação adotados permitiram que estes participantes fossem identificados e isolados, sendo representados pelos participantes que compõem o 1º Quartil da amostra, que foram desconsiderados da amostra no momento da análise de forma a se ter uma melhor representatividade desta.

#### 4.5. Perfil da Amostra Ajustada

Uma vez excluídos os participantes que compõem o 1º Quartil ( $p(i) \leq 10,0$ ), chega-se a um novo perfil para a amostra utilizada na análise. Com o corte, o número de participantes caiu de 91 para 83, porém, a representatividade da amostra foi aumentada.

No que se refere à experiência profissional, o tempo médio de atuação na área aumentou para 9,6 anos e a mediana do número de projetos que o profissional participou aumentou para 8 projetos.

**Tabela 16 - Participantes por Área de Atuação**

<b>Total de Participantes</b>	<b>83</b>
Participantes com atuação na indústria	54
Participantes com atuação na universidade	60
Participantes com atuação exclusiva na industria	23
Participantes com atuação exclusiva na universidade	29
Participantes com atuação concomitante em ambas	31

**Tabela 18 - Participação por Atuação em Universidade**

<b>Atuação</b>	<b>n</b>
Professor	23
Pesquisador	14
Consultor	8
Aluno de Doutorado	11
Aluno de Mestrado	22
Aluno de Graduação	1

**Tabela 19 - Participantes por Formação Acadêmica**

<b>Atuação/área</b>	<b>Eng. de Software</b>	<b>Computação /Informática</b>	<b>Outro</b>	<b>Total</b>
Doutorado	11	4	3	18
Mestrado	27	10	2	39
Especialização	2	9	8	19
Graduação	0	5	2	7
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>83</b>

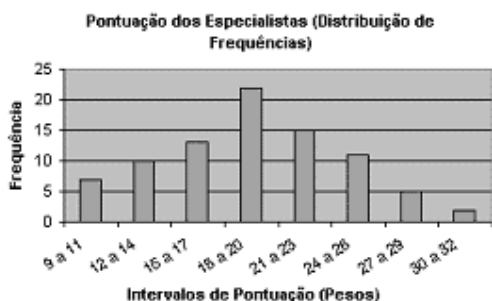
**Tabela 20 - Participantes por Conhecimento em PS**

<b>Conhecimento</b>	<b>n</b>
Excelente	9
Alto	32
Médio	41
Baixo	1
Nenhum	0

**Tabela 21 - Participantes por experiência em PS**

<b>Experiência</b>	<b>n</b>
Excelente	4
Alta	19
Média	38
Baixa	22
Nenhuma	0

As pontuações calculadas para os participantes da amostra ajustada apresentam, agora, a Distribuição de Frequência apresentada no gráfico da Figura 2.



**Tabela 22 - Quartis**

<b>Quartis</b>	<b>Pontuação</b>
Valor mínimo	11,0
Limite do 1º Quartil	15,0
Limite do 2º Quartil	19,0
Limite do 3º Quartil	24,0
Limite do 4º Quartil	30,0

**Figura 2 -Distribuição de Frequência de Pontuações**

Novamente o agrupamento dos especialistas em classes, adotando-se uma pontuação única para todos aqueles que pertencem à mesma classe foi realizado.

Os Quartis para a amostra ajustada são mostrados na Tabela 22. Na Tabela 23 são apresentadas as classes definidas e seus respectivos valores limite, frequência (Qtd.), valor médio e desvio padrão.

**Tabela 23 - Classes de especialistas**

Classe	Pontuação Limite	Qtd.	Valor Médio	Desvio Padrão
A	Até 15,0	21	13,28	1,55
B	De 16,0 a 19,0	23	17,86	1,09
C	De 20,0 a 24,0	27	22	1,46
D	Maior que 24,0	12	27,16	1,69

**Tabela 24 - Peso por classe**

Classe	Cálculo do Peso	Peso
A	1,0	1,00
B	17,86/13,28	1,34
C	22/13,28	1,65
D	27,16/13,28	2,04

Considerando-se a Média e o Desvio Padrão de cada classe, pode-se observar que cada uma apresenta um grau razoável de homogeneidade, o que permite considerar como “não significativa” as diferenças de pesos existentes entre cada um dos componentes.

Para o cálculo dos pesos a serem atribuídos a cada uma das classes, utilizou-se a primeira classe como referência, atribuindo-se a ela um peso igual a 1,0. Para as demais classes, seu peso foi calculado em relação ao peso da primeira classe, de acordo com a fórmula:

$$P(j) = \frac{\bar{X}(j)}{\bar{X}(A)} \text{ , onde:}$$

P(j) é o peso atribuído à classe j;

X(j) é o peso Médio da classe j;

X(A) é o peso Médio da classe A.

Assim, obtêm-se os pesos de cada classe conforme a tabela 24.

#### 4.6. Consolidação dos resultados

Na consolidação dos resultados, cada voto foi computado de acordo com a classe a que pertence. Para efeito de apresentação dos dados, uma normalização foi aplicada ao total dos votos de cada questão. As Tabelas 25 a 28 apresentam o resultado da consolidação.

Na Tabela 25 é apresentada a consolidação da pesquisa para as conseqüências de um bom processo de desenvolvimento. As colunas 0, 1 e 2 indicam, respectivamente, que o item sendo avaliado nunca está relacionado, às vezes está relacionado ou está muito relacionado.

**Tabela 25 - Consolidação dos resultados: Conseqüências de um bom processo de desenvolvimento**

Item	0	1	2
Qualidade atingida no produto final	0,00	0,10	0,90
Cronograma previsto atingido	0,00	0,42	0,58
Custos previstos não ultrapassados	0,01	0,42	0,57
Baixo índice de retrabalho	0,01	0,23	0,75
Satisfação da equipe	0,06	0,46	0,48
Satisfação do cliente	0,01	0,50	0,49
Alta produtividade da equipe	0,02	0,42	0,56
Produto manutenível	0,02	0,20	0,78
Time-to-market	0,05	0,53	0,42
Controle gerencial do projeto	0,00	0,15	0,85
Relação custo/benefício do uso do processo adequada	0,01	0,28	0,71
Riscos gerenciados ao longo do processo de desenvolvimento	0,01	0,25	0,74
Qualidade do processo gerenciada (desvios e não conformidades documentados e tratados)	0,01	0,13	0,86
Produtividade da equipe passível de ser medida	0,00	0,33	0,67
Satisfação do usuário	0,05	0,55	0,40
Melhoria da imagem corporativa da organização	0,04	0,57	0,39
Aumento da competitividade da organização	0,02	0,48	0,50
Facilidade de adequar-se às mudanças durante o projeto	0,02	0,32	0,66
Facilidade de atualização da documentação	0,03	0,30	0,67



Motivação da equipe de desenvolvimento em utilizar o processo	0,00	0,47	0,53
Crescimento no nível de qualificação dos desenvolvedores	0,03	0,37	0,60
Promoção de uma cultura comum na organização	0,00	0,20	0,80
Menor impacto por rotatividade de pessoal	0,03	0,40	0,57

A Tabela 26 apresenta a consolidação da pesquisa para as características de um bom processo de desenvolvimento. As colunas 0, 1 e 2 indicam, respectivamente, que o item sendo avaliado não tem importância, tem alguma importância e é muito importante.

**Tabela 26 - Consolidação dos resultados: Características de um bom processo de desenvolvimento**

Item	0	1	2
Métodos e técnicas adequadas ao projeto	0,00	0,08	0,92
Possuir apoio automatizado	0,04	0,51	0,45
Fácil de ser utilizado	0,00	0,14	0,86
Produzir um volume de documentação adequado ao projeto	0,00	0,36	0,64
Processo bem definido	0,00	0,04	0,96
Existência de diretrizes para execução das atividades do processo	0,00	0,11	0,89
Responsabilidades definidas	0,00	0,07	0,93
Entrada/saída de atividades definidas	0,00	0,09	0,91
Template de documentos definidos	0,04	0,33	0,64
Modelo de ciclo de vida adequado ao projeto	0,00	0,09	0,91
Controle da qualidade dos artefatos definido	0,01	0,16	0,83
Tipos de testes bem definidos	0,01	0,24	0,75
Fornecer conhecimento de experiências em projetos anteriores	0,00	0,43	0,57
Adequação ao tamanho e complexidade do projeto	0,00	0,12	0,88
Adequação ao tipo de projeto (web, software crítico, etc.)	0,01	0,14	0,85
Possuir representação gráfica (visual) do processo	0,03	0,62	0,35
Apoio à gerência do projeto	0,00	0,14	0,86
Estar baseado nas melhores práticas da Engenharia de Software	0,01	0,23	0,76
Aderência à cultura organizacional	0,01	0,25	0,73
Permitir avaliação e melhoria de processo	0,00	0,18	0,82
Fácil de entender	0,01	0,11	0,88
Conformidade com ISO 9000	0,10	0,63	0,26
Conformidade com CMM	0,05	0,61	0,34
Granularidade adequada ao desenvolvimento de software	0,00	0,31	0,67
Possuir mecanismos para o desenvolvedor fornecer feedback sobre o processo	0,00	0,26	0,74
Estar alinhado aos objetivos de negócio da organização	0,00	0,16	0,84
Ter sido definido considerando a realidade atual da organização	0,01	0,18	0,81
Estar baseado em expectativas realistas	0,00	0,14	0,86
Fácil de aprender	0,02	0,26	0,73

As Tabelas 27 e 28 apresentam a consolidação da pesquisa para os aspectos que podem influenciar positiva e negativamente a utilização do processo de desenvolvimento. As colunas 0, 1 e 2 indicam, respectivamente, que o item sendo avaliado não tem influência, tem alguma influência e tem muita influência.

**Tabela 27 - Consolidação dos resultados: Aspectos que podem influenciar positivamente a utilização do processo de desenvolvimento**

Item	0	1	2
Equipe experiente	0,02	0,36	0,62
Gerência experiente	0,00	0,21	0,79
Bom relacionamento com o cliente	0,09	0,51	0,40
Existência de apoio automatizado	0,03	0,48	0,49
Alto comprometimento da equipe com o projeto	0,00	0,17	0,83
Alto comprometimento da gerência com o projeto	0,00	0,12	0,88
Treinamento formal da equipe no processo	0,01	0,18	0,80

Apoio da direção da empresa	0,00	0,09	0,91
Motivação da equipe	0,00	0,18	0,82
Papéis claramente definidos	0,00	0,12	0,88
Estabilidade da equipe	0,05	0,44	0,51
Existência de políticas de incentivo ao uso do processo (ex.: premiações para projetos com menor número de desvios / não-conformidades)	0,07	0,56	0,37
Existência de orientações para uso do processo	0,01	0,14	0,84
Apoio à utilização do conhecimento de experiências em projetos anteriores	0,00	0,38	0,62
Ambiente físico de trabalho adequado	0,01	0,47	0,52
Boa infra-estrutura de apoio (equipamentos, software, rede, biblioteca, etc.)	0,00	0,31	0,69
Existência de um Grupo de Processo de Engenharia de Software na empresa (SEPG)	0,04	0,45	0,51
Sensibilização na empresa da importância do uso do processo	0,00	0,12	0,88
Aderência do processo à cultura organizacional	0,00	0,19	0,81
Existência de auditorias da aderência ao processo	0,02	0,43	0,55
Estimativas realistas para o projeto	0,01	0,16	0,83
Clareza do que pode ser melhorado na organização	0,04	0,35	0,62
Seguir rigorosamente uma abordagem de processo (ISO, CMM, etc.)	0,12	0,56	0,32
Ter claro que se quer atingir um nível mais alto de maturidade ou certificação ISO	0,07	0,60	0,33
Iniciar a implantação do processo pelas atividades mais fáceis	0,14	0,62	0,24
Iniciar a implantação do processo pelas atividades mais relevantes	0,06	0,34	0,61
Disciplina na implantação das atividades	0,02	0,13	0,85
O processo estar alinhado aos objetivos de negócio da organização	0,00	0,13	0,87
O processo estar baseado em expectativas realistas	0,00	0,10	0,90
O processo considerar a complexidade e o tempo necessário para mudanças culturais efetivas	0,00	0,25	0,75

**Tabela 28 - Consolidação dos resultados: Aspectos que podem influenciar negativamente a utilização do processo de desenvolvimento**

Item	0	1	2
Mudanças nos objetivos da organização	0,00	0,44	0,56
Falta de apoio da direção da organização	0,00	0,12	0,88
Perda de atualidade do processo	0,03	0,39	0,57
Inexistência de políticas de incentivo ao uso do processo	0,04	0,50	0,46
Equipe do projeto mal dimensionada	0,04	0,33	0,63
Equipe com perfil inadequado ao projeto	0,02	0,18	0,80
Inadequação às características dos desenvolvedores	0,01	0,30	0,69
Falta de comunicação entre os membros da equipe	0,02	0,19	0,80
Falta de um bom relacionamento entre os desenvolvedores e o gerente	0,02	0,24	0,74
Falta de um envolvimento continuado dos interessados	0,00	0,22	0,78
Grande número de mudanças de requisitos no projeto	0,07	0,36	0,56
Resistências à implantação do processo	0,00	0,17	0,83
Não institucionalização do processo	0,00	0,27	0,73
Alta rotatividade da direção da organização	0,09	0,39	0,52
Estimativa de custo/prazo não realistas	0,01	0,24	0,75
Pouca experiência da equipe	0,04	0,57	0,39
Pouca experiência da gerência	0,02	0,40	0,58
Problemas no relacionamento da equipe	0,02	0,37	0,61
Falta de apoio automatizado	0,07	0,62	0,31
Falta de comprometimento da equipe	0,00	0,11	0,89
Falta de comprometimento da gerência	0,00	0,02	0,98
Falta de treinamento no processo	0,00	0,19	0,81
Falta de coordenação e liderança nas atividades de implantação	0,00	0,12	0,88
Inadequação às características dos projetos	0,00	0,26	0,74
Desconsiderar a complexidade e o tempo necessário para mudanças culturais efetivas	0,00	0,23	0,77
Não ter claro que se quer atingir um nível mais alto de maturidade ou certificação ISO	0,20	0,61	0,20
Alta rotatividade de desenvolvedores	0,08	0,42	0,51

Alta rotatividade de gerentes	0,02	0,31	0,67
-------------------------------	------	------	------

## 5. Análise dos resultados

Os resultados apresentados na seção anterior foram muito interessantes, por tornar claras as concepções que a indústria e academia têm em relação a processos de desenvolvimento de software. Como veremos a seguir, algumas estão de acordo com o que foi evidenciado em estudos encontrados na literatura. Em outras, percebem-se contradições.

No primeiro subgrupo de itens: “Conseqüências de um bom processo de desenvolvimento”, pôde-se identificar o que a comunidade acredita serem os principais resultados que um bom processo de desenvolvimento é capaz de atingir. O resultado mostra que se acredita que a maior conseqüência é a “Qualidade atingida no produto final”, estando de acordo com a evidência da forte relação entre a qualidade do produto final e a qualidade do processo utilizado. Segundo FLORAC e CARLETON [9], para melhorar a qualidade deve-se focar nos processos que geram os produtos e serviços.

A próxima conseqüência mais bem avaliada foi a “Qualidade do processo gerenciada (desvios e não conformidades documentados e tratados)”. Esta avaliação mostra a compreensão de que quanto melhor um processo, melhor a sua gerência de qualidade. Em terceiro lugar apresentou-se a conseqüência: “Controle gerencial do projeto”. Isto denota a concepção de que um bom processo de desenvolvimento de software auxilia sobremaneira na gerência dos vários fatores envolvidos em um projeto de software.

PFLEEGER [10] apóia as avaliações anteriores ao definir que quanto maior a maturidade do processo, maior a sua visibilidade, fornecendo um conjunto mais rico de informações e um melhor entendimento do mesmo.

De acordo com os participantes da pesquisa, o menor resultado obtido com a implantação de um bom processo de desenvolvimento de software é a “Melhoria da imagem corporativa da organização”. E a segunda conseqüência foi a “Satisfação do usuário”.

Estes dois resultados demonstram uma não compreensão da interdependência dos vários efeitos que um bom processo de desenvolvimento de software pode gerar, pois os mesmos participantes elegeram a “Qualidade atingida no produto final” como sendo a maior conseqüência de um bom processo. Porém se uma organização melhora o seu produto final, melhorará também a satisfação dos seus usuários, melhorando a imagem corporativa da organização no mercado.

“Time-to-market”, ou seja, a rapidez em colocar um novo produto ou versões no mercado foi a terceira conseqüência menos considerada. A avaliação deste item está em desacordo com alguns trabalhos da literatura que mostram a importância de um bom processo para o aumento da produtividade e diminuição do retrabalho, que estão intimamente relacionados à velocidade de entrega de produtos ao mercado.

Algo que pode ter acontecido é o item ter sido mal compreendido pelos participantes da pesquisa. Além disto, podem ter raciocinado que uma empresa, apesar de não ter um bom processo, pode conseguir colocar seus produtos em tempo hábil no mercado, mesmo em detrimento da qualidade do produto.

Outro subgrupo apresenta o que a comunidade considera serem características de um bom processo de desenvolvimento, ou seja, os critérios e seus valores que podem classificá-lo como um bom processo. A principal característica considerada foi “Processo bem definido”, evidenciando que os participantes da pesquisa acreditam que para um processo de desenvolvimento ser bom de se utilizar, deve ser definido criteriosamente. Segundo GRUHN [11], uma boa modelagem de um processo de software é fundamental para facilitar a sua implantação e utilização.

A segunda característica melhor avaliada foi “Responsabilidades definidas”. Há um entendimento da importância das responsabilidades estarem claramente definidas. EMAM [12] destacou que um dos elementos mais importantes para a infra-estrutura de um processo é ter as responsabilidades bem definidas, confirmando a avaliação realizada.

A característica “Métodos e técnicas adequadas ao projeto” foi a terceira melhor avaliada. Esta característica diz respeito à existência de diferenças entre projetos e da necessidade de tratá-los de forma diferente. OLIVEIRA [13] define como um dos passos para a definição de um processo de software, identificar os métodos e ferramentas utilizadas na organização para o tipo de software a ser desenvolvido.

LEUNG e YUEN [14] realçaram esta importância ao apresentarem um relato de experiência de uma empresa em Hong Kong que começou por definir um processo padrão para todos os projetos da organização, apesar de 80% dos seus projetos serem pequenos. Observou-se depois a necessidade de adaptar o processo padrão para pequenos projetos, pois estava havendo um aumento das atividades administrativas e de documentação.

As próximas duas características melhor avaliadas foram: “Modelo de ciclo de vida adequado ao projeto” e “Entrada/saída de atividades definidas”. Estas dizem respeito à importância da escolha de um modelo de ciclo de vida adequado ao projeto, que é uma das decisões mais difíceis de serem tomadas, e à relevância do processo de desenvolvimento definir claramente os artefatos de entrada e saída para cada atividade.

As características com avaliação mais baixa, em ordem decrescente, foram: “Conformidade com ISO 9000”, “Conformidade com CMM” e “Possuir representação gráfica (visual) do processo”. Este resultado mostra que a comunidade não considera ser relevante para a qualidade de um processo de desenvolvimento estar em conformidade com as normas ISO 9000 e CMM, normas estas desenvolvidas por organizações de renome e cuja certificação ou atestado está sendo buscado, cada vez mais, pelas empresas em âmbito internacional.

Para HEFNER e TAUSER [15] é estrategicamente importante definir claramente os objetivos da organização, não tendo como principal objetivo apenas conseguir mais um nível de maturidade. MESSNARZ [16] destacou que as orientações dadas pelas metodologias para avaliações, tipo CMM, nem sempre estão de acordo com os objetivos da empresa.

Considerou-se, também, que ter uma representação gráfica de um processo não significa necessariamente que este é bom.

O terceiro subgrupo a ser analisado contém os aspectos que podem influenciar positivamente a utilização de um processo de desenvolvimento. Com isto buscou-se conhecer os aspectos que estão muito relacionados ao sucesso da utilização de um processo.

O aspecto considerado como mais importante foi o “Apoio da direção da empresa”. Acredita-se, portanto, que o envolvimento da alta direção é extremamente relevante para a utilização do processo de software em uma organização, o que confirma a literatura.

O segundo aspecto identificado como de muita relevância foi “O processo estar baseado em expectativas realistas”. Constatou-se que a comunidade acredita que um processo deve ser definido especificamente para uma organização, baseando-se em expectativas que estejam dentro do real e do possível. FLORAC e CARLETON [9] compactuaram deste argumento ao dizerem que quando da definição, implementação e manutenção de um processo de software, deve-se garantir que a empresa tem habilidade para executar e manter os processos.

Os aspectos: “Alto comprometimento da gerência com o projeto”, “Papéis claramente definidos” e “Sensibilização na empresa da importância do uso do processo”, ficaram empatados como terceiro aspecto mais importante. Evidencia-se a importância que é dada ao comprometimento do gerente de um projeto com o processo de desenvolvimento de software, bem como a compreensão, por parte da equipe do projeto, da relevância para um projeto de

software em seguir um processo de desenvolvimento. O outro aspecto mostrou ser considerado importante para a utilização do processo: ter cada um dos participantes conhecimento claro de seus papéis.

KALTIO e KINNULA [17] destacaram a relevância de sensibilizar a empresa a respeito da importância de se utilizar processos de software, ao apresentarem um estudo de caso ocorrido na empresa Nokia Mobile Phones Ltd. onde o último elemento do *framework* de implantação do processo de desenvolvimento foi a atividade de promoção do processo, que foi fundamental para o sucesso do projeto de implantação.

Os três aspectos considerados como os que têm menos influência positiva na utilização do processo foram: “Iniciar a implantação do processo pelas atividades mais fáceis”, “Seguir rigorosamente uma abordagem de processo (ISO, CMM, etc.)” e “Ter claro que se quer atingir um nível mais alto de maturidade ou certificação ISO”. A comunidade considerou como não sendo relevante iniciar pelas atividades mais fáceis e nem seguir rigorosamente uma abordagem de avaliação de processo. Além disto, não se viu muita relação entre a facilidade de utilizar um processo de desenvolvimento com a clareza em atingir um nível mais alto de maturidade ou certificação ISO. CATTANEO et al. [18] confirmaram a pequena influência do item “Seguir rigorosamente uma abordagem de processo (ISO, CMM, etc.)” na utilização de um processo, ao descreverem a experiência de uma empresa em que não foi suficiente usar apenas o CMM, sendo importante analisar, detalhadamente, os problemas organizacionais e estratégicos da empresa.

O último subgrupo diz respeito aos aspectos que podem afetar negativamente a utilização do processo de desenvolvimento, ou seja, aqueles fatores que devem ser bem gerenciados para que a equipe utilize bem e de forma adequada o processo implantado.

O aspecto considerado mais crítico foi o “Falta de comprometimento da gerência”, mostrando que os participantes da pesquisa consideram que o fato da gerência não estar comprometida com o processo como sendo o maior risco para o sucesso da sua utilização.

O segundo aspecto considerado crítico foi “Falta de comprometimento da equipe”. Este resultado mostra a importância do comprometimento com o processo, daqueles que fazem parte do projeto. HEFNER e TAUSER [15] confirmaram a relevância do comprometimento da equipe ao destacarem o cuidado que a gerência deve ter na fase de execução do processo, para não dificultar o envolvimento dos participantes e para não negligenciar a necessidade de treinamentos.

Os aspectos “Falta de apoio da direção da organização” e “Falta de coordenação e liderança nas atividades de implantação” também foram tidos como influenciando bastante negativamente a utilização do processo. Estes dizem respeito à importância da direção da organização apoiar a utilização de processos e de a atividade de implantação do processo em um projeto, ser bem coordenada e liderada.

Os três aspectos considerados como de menor risco para o sucesso na utilização de um processo de software foram: “Não ter claro que se quer atingir um nível mais alto de maturidade ou certificação”, “Falta de apoio automatizado” e “Pouca experiência da equipe”. Estes resultados significam que os participantes consideram que, não ter claro que se quer atingir um nível maior de maturidade ou certificação ISO e contar com uma equipe pouco experiente tem pouco efeito negativo na utilização do processo. Além disto, a falta de apoio automatizado ao processo também não é um fator de muita influência negativa para a sua utilização.

A visão de EMAM [12] em relação ao item “Pouca experiência da equipe” é contrária ao resultado da pesquisa, já que o autor ressalta a necessidade de se dispor de pessoal competente para a infra-estrutura de um processo. FLORAC e CARLETON [9] também têm a mesma

opinião ao definirem como sendo, pessoal mal treinado, uma das causas que podem interferir na variação de um processo.

## 6. Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho apresentou o resultado de uma pesquisa, caracterizando concepções que a indústria e a academia, no contexto brasileiro, têm em relação a processos de desenvolvimento de software. Com isto, tornou-se possível compreender as possíveis motivações que estão por trás de um projeto de implantação e melhoria de processos de software, bem como as características de qualidade de um processo e os aspectos que podem influenciar positiva ou negativamente na utilização deste processo.

Observou-se que, para implantar e utilizar um processo de software é necessário considerar vários fatores, conhecer o peso de cada um deles e o tipo de relações existentes entre eles. Com isto, pode-se obter um direcionamento melhor que ajude a ter mais sucesso na sua utilização, auxiliar a administração dos principais riscos envolvidos na utilização do processo, bem como conhecer os possíveis resultados de uma melhoria. Além disto, pode ajudar a priorizar as melhorias a serem implantadas, baseando-se nos pesos de cada fator.

Como trabalhos futuros, espera-se realizar outra pesquisa que possibilite identificar as relações entre os diversos itens que foram identificados, quantificando a força da relação, bem como o grau de incerteza, de modo a gerar um diagrama de influências que auxilie na construção de modelos de simulação a serem implementados em uma ferramenta. Com isto, buscar-se-á apoiar, de forma mais simples, os gerentes de projetos a anteciparem possíveis tendências durante o processo e a priorizar as melhorias a serem implantadas no processo de desenvolvimento.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro ao projeto. Agradecem também a todos os participantes da pesquisa e a Mauro Oddo Nogueira.

## Referências

1. REED, K., 2000, *Software engineering – a new millenium?*, IEEE Software, July-August.
2. MCT/SEPIN – Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002, *Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro – 2001 / n.4.*, Brasília.
3. PAULK, M. C., CURTISS, B., CHRISISS, M. B., WEBER, C. V., 1993, *Capability Maturity Model for Software*, Version 1.1, Pittsburgh, Software Engineering Institute.
4. ZAHARAN, S., 1997, *Software Process Improvement – Practical Guidelines for Business Success*; Addison-Wesley.
5. ISO/IEC 12207, 1995, *ISO/IEC 12207. Information technology – software life cycle*, International Standard Organization.
6. ISO 9000, 2000, *Quality Management Systems – Fundamental and Vocabulary*.
7. FARIAS, L. L., 2002, *Planejamento de Riscos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização*, Tese de M.SC., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

8. NOGUEIRA, M. O., ROCHA, A. R., 2003, *Práticas Relevantes em Engenharia de Software: uma avaliação de especialistas*, II Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Fortaleza, CE, Brasil.
9. FLORAC, W., CARLETON, A. E., 2000, *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*, Addison-Wesley.
10. PFLEEGER, S. L., 2000, *Improving Predictions, Products, Processes and Resources*, In: Software Engineering, cap.13, pp. 563-592.
11. GRUHN, V., 2000, *Software Process Landscaping*, Software Process: Improvement and Practice, 5:111-120.
12. EMAM, K. E., 2001, *Software Engineering Process*, in IEEE - Trial Version.
13. OLIVEIRA, K. M., 1999, *Modelo para Construção de Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Domínio*, Tese de D.SC., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
14. LEUNG, H. K. N., YUEN, T. C. F., 2001, *A Process Framework for Small Projects*, Software Process: Improvement and Practice, 6:67-83.
15. HEFNER, R., TAUSER, J., 2001, *Things They Never Taught You in CMM School*, 26th Annual NASA Goddard Software Engineering Workshop, November, pp. 27-29.
16. MESSNARZ, R., 1999, *Road map for Readers and How to Use the Book*, In: Richard Messnarz and Colin Tully (eds.), *Better Software Practice for Business Benefit: Principles and Experience*, IEEE Computer Society, cap1, pp.1-13.
17. KALTIO, T., KINNULA, A., 2000, *Deploying the Defined SW Process*, Software Process: Improvement and Practice, 5:65-83.
18. CATTANEO, F., FUGGETA, A., SCIUTO, D., 2001, *Pursuing Coherence in Software Process Assessment and Improvement*, Software Process: Improvement and Practice, 6:3-22.