



**COPPE/UFRJ**

## SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO

Analia Irigoyen Ferreiro Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Rio de Janeiro

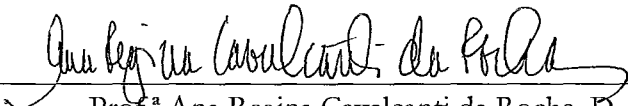
Junho de 2009

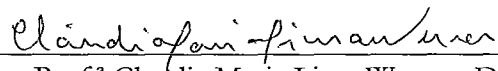
SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO

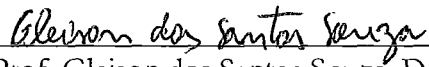
Analia Irigoyen Ferreira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

  
Prof.<sup>a</sup> Ana Regina Cavalcanti da Rocha, D. Sc.

  
Prof.<sup>a</sup> Cláudia Maria Lima Werner, D. Sc.

  
Prof. Gleison dos Santos Souza, D. Sc.

  
Prof. Leonardo Cresta Paulino Murta, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2009

Ferreira, Analia Irigoyen Ferreiro

Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico / Analia Irigoyen Ferreiro Ferreira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

XVI, 164 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2009.

Referencias Bibliográficas: p. 148-152.

1. Controle Estatístico de Processos de Software. 2. Melhoria de Processos de Software. 3. Qualidade de Software. I. Rocha, Ana Regina Cavalcanti da. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

“Tudo posso naquele que me fortalece” (Fl 4,13)



## AGRADECIMENTOS

À minha família André, Carolina e Daniela por compreender as longas ausências durante este período e me dar todo amor e carinho que preciso.

Ao pai, às avós, aos avôs, aos padrinhos e aos tios que me apoiaram, cuidando e dando todo o amor que minhas filhas precisavam.

À professora Ana Regina, pela orientação necessária e fundamental, pela compreensão durante os momentos mais difíceis da minha vida e, por, principalmente, acreditar em mim.

Ao grande amigo Mariano Montoni, por ter contribuído não só na minha formação profissional e acadêmica, mas se tornando um amigo “para todas as horas”.

Ao amigo e professor Gleison Santos por desde o início, de forma generosa e suave, contribuir com críticas essenciais para a minha vida acadêmica.

Aos amigos Anne Elise Katsurayama e David Zanetti, por terem especialmente me apoiado ao longo deste último ano.

Aos professores Cláudia Werner, Gleison Santos e Leonardo Murta por participarem da banca e com isso contribuir com este trabalho.

A todos os amigos da COPPE/UF RJ, que ao longo destes 3 anos, contribuíram para a minha vida profissional e acadêmica.

A todos os meus amigos pela amizade e pela força.

À Taisa Guidini, Cláudia Prata, Solange, Mercedes e demais funcionários do PESC, sempre prontos para ajudar no que é necessário.

À Synapsis Brasil, em especial ao Carlos Simões.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO

Analia Irigoyen Ferreira Ferreira

Junho/2009

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Adquirir novas tecnologias e/ou novos métodos para melhorar os processos e, como consequência, tornar a organização mais competitiva é caro. Além disso, incorporá-los com sucesso à organização não é simples. Uma ferramenta fundamental, e que vem sendo utilizada na indústria, para auxiliar nesta tomada de decisão é o controle estatístico dos processos. Neste cenário, realizar corretamente a seleção dos processos que serão alvo de controle estatístico é imprescindível para a efetiva utilização do controle estatístico e, conseqüentemente, para o aumento das vantagens competitivas da organização. Como o controle estatístico requer grande esforço e custo de implementação, é necessário que esta seleção e priorização sejam adequadas e alinhadas aos objetivos de negócio da organização.

Esta dissertação apresenta uma abordagem para a seleção dos processos de uma organização a serem submetidos ao controle estatístico. A abordagem proposta tem como objetivo principal sugerir um processo a ser executado para a seleção e priorização dos processos, possibilitando não só a escolha, mas também uma análise da prontidão para submetê-los ao controle estatístico.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.).

## SELECTING SOFTWARE PROCESS FOR STATISTICAL CONTROL

Analia Irigoyen Ferreiro Ferreira

June/2009

Advisor: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Department: System and Computing Engineering

Acquiring new technologies and/or new methods to improve processes and, as a result, turning the organization more competitive, is expensive. To incorporate new methods into an organization it is not an easy task. An essential tool that has been used in the industry to help in the decision-making process is the statistical process control. In this scenario, performing a correct selection of the processes that will be under control is vital to obtain an effective use of the statistical control and, as a result, improving the competitive advantages of the organization. Since the statistical control requires great effort and implementation costs, it is necessary that this selection and prioritization are adequate and aligned with the business aims of the organization.

This dissertation presents a view on the selection of processes of an organization to be submitted to statistical control. The presented view has the objective to suggest a process to be executed for the selection and prioritization of the processes, making possible not only their selection but also a readiness analysis in order to submit them to statistical control.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Estrutura da Dissertação.....	3
CAPÍTULO 2 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS.....	5
2.1 Introdução.....	5
2.2 Gestão de Processos de Software.....	7
2.3 Controle Estatístico de Processos.....	9
2.4 Controle Estatístico de Processos nas normas e modelos de maturidade.....	16
2.5 Experiências encontradas na literatura.....	20
2.6 Critérios para Seleção de Processos para Controle Estatístico.....	27
2.7. Ferramentas possíveis de utilização como apoio à seleção e priorização de processos.....	31
2.8 Considerações finais.....	42
CAPÍTULO 3 – PROBLEMAS DA IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS SEM UM PROCESSO FORMAL DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO: UM EXEMPLO REAL.....	43
3.1. Introdução.....	43
3.2. Objetivos de desempenho da organização e as metas relacionadas ao “Processo de Testes”.....	44
3.3. Análise da estabilidade do Processo de Testes de Software.....	47
3.4 Problemas e Lições Aprendidas.....	50
3.5. Considerações Finais.....	51
CAPÍTULO 4 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO.....	52
4.1 Introdução.....	52
4.2 Uma abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico .....	54
4.4. Considerações finais.....	79
CAPÍTULO 5 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO: O ESTUDO DA VIABILIDADE	80

5.1 Introdução.....	80
5.2 Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos .....	81
5.3 Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico.....	97
5.4 Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico .....	104
5.5. Lições Aprendidas .....	106
5.6. Melhorias.....	107
5.7. Considerações Finais .....	109
CAPÍTULO 6 – ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO REVISTA APÓS O ESTUDO DE VIABILIDADE.....	110
6.1 Introdução.....	110
6.2. Subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” revisto após o estudo de viabilidade.....	110
6.3 Subprocesso “Adequação ao Controle Estatístico” revisto após o estudo de viabilidade.....	116
6.4. Subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” após o estudo de viabilidade .....	120
6.5. Considerações Finais .....	121
CAPÍTULO 7 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO: O SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE.....	122
7.1 Introdução.....	122
7.2 Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos .....	123
7.3 Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico....	136
7.4 Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico .....	142
7.5. Lições Aprendidas e Melhorias Identificadas na abordagem .....	143
7.6. Considerações Finais .....	144
CAPÍTULO 8 – CONCLUSÃO .....	145
8.1 Considerações finais .....	145
8.2 Contribuições .....	145
8.3 Limitações .....	146
8.4 Perspectivas futuras .....	147

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
ANEXO I – FORMULÁRIOS DA ABORDAGEM “SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO” .....	153
I.1 “Seleção e Priorização dos Processos Críticos para a Organização” .....	153
I.2 “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” .....	159
I.3 “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” .....	163

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma orientado por valor.....	7
Figura 2.2 – Exemplo de uma representação hierárquica de processos.....	8
Figura 2.3 – Figura da Trilogia de JURAN.....	9
Figura 2.4 - Um exemplo de Gráfico de Controle para auxiliar na identificação de causas especiais.....	12
Figura 2.5 – Framework para o processo de Medição.....	16
Figura 2.6 – Abordagem BSR (Baseline-Statistic-Refinement).....	22
Figura 2.7 – Cenário Inicial da Estratégia para Melhoria de Processos em Organizações de Alta Maturidade.....	23
Figura 2.8 – A classificação inicial dos processos e a sua prioridade. ....	26
Figura 2.9 – Um exemplo de matriz decisória para seleção de processos. ....	29
Figura 2.10 – QFD tradicional para planejamento de processos.....	33
Figura 2.11 – Formulário padrão do QFD simplificado e a sua relação com o QFD tradicional.....	35
Figura 2.12 – Exemplo de um formulário do FMEA tradicional.....	36
Figura 2.13 – Formulário padrão do FMEA simplificado e sua relação com o FMEA tradicional.....	38
Figura 2.14 – Processo da Técnica Delphi.....	41
Figura 3.1 – Gráfico de Controle X para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software”.....	48
Figura 3.2 – Gráfico de Controle de amplitude (mR) para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software” .....	48
Figura 3.3 – Gráfico de Controle do indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software” indicando uma causa atribuível.....	49
Figura 4.1 – Subprocessos do processo “Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico.....	54
Figura 4.2 – Atividade e tarefas do subprocesso Identificação de Processos Críticos para a Organização.....	57
Figura 4.3 – Abordagem proposta para a Identificação dos Processos Críticos.....	58
Figura 4.4 – Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades com as adaptações realizadas do QFD simplificado.....	59

Figura 4.5. – Laudo Individual para Seleção de Processos – Problemas com as adaptações realizadas do FMEA simplificado.....	59
Figura 4.6 – Atividades e tarefas do subprocesso Análise da Adequação para o Controle Estatístico.....	66
Figura 4.7 – A abordagem proposta para a Análise de adequação dos processos críticos para o controle estatístico.....	68
Figura 4.8 – Atividades e tarefas do subprocesso Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico.....	75
Figura 4.9 – A abordagem proposta para a Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico.....	76
Figura 5.1 – Laudo Individual para Seleção dos Processos – Foco nas Necessidades – 1ª Iteração.....	85
Figura 5.2 – Laudo Individual para Seleção dos Processos – Foco nos Problemas – 1ª Iteração.....	85
Figura 5.3 – Opinião consolidada do grupo da 1ª Iteração.....	86
Figura 5.4 – Laudo para Seleção de Processos – Problemas, da 2ª Iteração. ....	86
Figura 5.5 – Laudo Final Consolidado com os processos e seus respectivos índices.....	87
Figura 5.6 – Distribuição do tempo total de cada especialista no preenchimento dos laudos individuais. ....	88
Figura 5.7 – Áreas de Processos x Necessidades.....	90
Figura 5.8 – Áreas de Processos x Problemas.....	90
Figura 5.9 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo Cumprimento dos Prazos. ....	91
Figura 5.10 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo Garantir a Qualidade dos Produtos. ....	91
Figura 5.11 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo Garantir efetividade da equipe contratada do LENS no desenvolvimento de produtos de software.....	92
Figura 5.12 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Cumprimento dos Prazos. ....	93
Figura 5.13 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Garantir a Qualidade dos Produtos. ....	93



Figura 5.14 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Garantir efetividade da equipe contratada do LENS no desenvolvimento de produtos de software.....	94
Figura 5.15 – Percentual de Criticidade por Área de Processo.....	96
Figura 5.16 – Resultado da Avaliação da Adequação dos processos.....	99
Figura 5.17 – Os problemas classificados em causas comuns às organizações de software.....	101
Figura 5.18 – N° de indicadores x Seções do Checklist de Adequação das Medidas.....	102
Figura 6.1 – Componentizando Processos Legados.....	112
Figura 6.2 – Atividade e tarefas do subprocesso “Identificação de Processos Críticos” após a execução do estudo de viabilidade.....	113
Figura 6.3 – Versão das atividades e tarefas da “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” após o estudo de viabilidade.....	118
Figura 6.4 – Atividades e tarefas do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” após a execução do estudo de viabilidade.....	120
Figura 7.1 – Componentes Identificados no formulário do Google Docs.....	126
Figura 7.2 – Itens do formulário referentes às necessidades.....	126
Figura 7.3 – Itens do formulário referentes às necessidades.....	127
Figura 7.4 – Laudo Final consolidado com os processos e os seus respectivos índices.....	128
Figura 7.5 – Distribuição do tempo total de cada especialista no preenchimento dos laudos.....	128
Figura 7.6 – Áreas de Processos x Necessidades.....	130
Figura 7.7 – Áreas de Processos x Problemas.....	130
Figura 7.8 – Consenso sobre os componentes de processo críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do primeiro objetivo.....	131
Figura 7.9 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do segundo objetivo.....	131
Figura 7.10 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do terceiro objetivo.....	132
Figura 7.11 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do primeiro objetivo.....	132
Figura 7.12 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do segundo objetivo.....	133

Figura 7.13 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do terceiro objetivo.....	133
Figura 7.14 – Percentual de Criticidade por Componente de Processos considerados críticos.....	135
Figura 7.15 – Resultado da avaliação da Adequação dos Processos.....	138
Figura 7.16 – Os problemas classificados em causas comuns às organizações de software.....	139

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Os gráficos de controle existentes, sua aplicabilidade, objetivos e limitações.....	13
Tabela 2.2– Outros métodos estatísticos existentes, sua aplicabilidade, objetivos e limitações.....	15
Tabela 2.3 – Consolidação dos principais critérios de seleção de processos para controle estatístico.....	30
Tabela 2.4 – Grau de importância das necessidades do cliente levantadas no QFD simplificado.....	34
Tabela 2.5 – O quanto cada ação resolve a necessidade levantada no QFD simplificado....	34
Tabela 2.6 – Exemplo de critérios de severidade do FMEA.....	37
Tabela 2.7 – Exemplo de critérios de ocorrência do FMEA.....	37
Tabela 2.8 – Exemplo de critérios de detecção do FMEA.....	38
Tabela 2.9– Tabela contendo o grau de importância das falhas levantadas.....	38
Tabela 2.10 – O quanto cada solução proposta resolve a questão levantada.....	39
Tabela 3.1 - Metas de desempenho definidas a partir dos objetivos de negócio da organização.....	45
Tabela 3.2 – Medidas Básicas e Derivadas para o processo de testes.....	45
Tabela 3.3 – Dados utilizados para gerar o Gráfico de Controle XmR para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes”.....	48
Tabela 4.1 – Estrutura utilizada para a descrição detalhada dos processos.....	55
Tabela 4.2 – Exemplo de cálculo dos Índices de Importância (II), Disfunção (ID) e Criticidade (IC).....	63
Tabela 4.3 – Checklist de Adequação dos Processos.....	69
Tabela 4.4 – Checklist de Adequação das Métricas.....	71
Tabela 5.1 – Mapeamento das funções exercidas pelos sete participantes..	82
Tabela 5.2 – Processos Críticos priorizados pelo Índice de Criticidade (IC) .....	95
Tabela 5.3 – Questões, as possíveis respostas e a quantidade de participantes associados às respostas. ....	97
Tabela 5.4 – Processos críticos e a análise de adequação final.....	103
Tabela 6.1 – Checklist de Adequação dos Processos.....	116
Tabela 6.2 – Checklist de Adequação das Métricas.....	116
Tabela 7.1 – Mapeamento das funções exercidas pelos dez participantes. ....	124

Tabelas 7.2 – Componentes de Processo Críticos priorizados pelo Índice de Criticidade (IC).....	134
Tabela 7.3 – Questões, possíveis respostas e a quantidade de participantes associados às respostas.....	136
Tabela 7.4 – Componentes de Processo críticos e a análise de adequação final.....	141

# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

*Este capítulo apresenta o contexto que motiva a elaboração desta dissertação de mestrado e o problema para o qual se apresenta uma proposta de solução. Também são detalhados neste capítulo os objetivos do trabalho e a organização dos capítulos da dissertação.*

## 1.1 Motivação

As organizações mais preparadas para enfrentar mudanças são aquelas que se preocupam com o aprimoramento do desempenho dos seus processos de software, tendo como principal objetivo o aumento da qualidade do software produzido (HUMPHREY, 1989). O aprimoramento do desempenho dos processos de software, segundo FLORAC e CARLETON (1999), está diretamente relacionado com o grau de conhecimento destes processos e de seus limites de atuação. Este conhecimento, obtido através do controle estatístico, torna o desempenho de processos mais eficaz porque aumenta a previsibilidade dos resultados.

Ainda nesta linha, além da importância dada ao controle estatístico de forma genérica, a seleção de processos adequados para o controle estatístico também é considerada como um requisito obrigatório por alguns modelos de maturidade, como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (CHRISISS *et al.*, 2006) e o MR-MPS (Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (SOFTEX, 2009) e normas de qualidade como a ISO/IEC 12207 (2008), que descrevem as melhores práticas para o desenvolvimento de software.

Torna-se, portanto, importante buscar meios para que se possa ter o controle dos processos e de seus resultados de forma a garantir um desempenho estável e previsível. No entanto, é inviável submeter todos os processos ao controle estatístico devido às limitações financeiras e humanas de uma organização. Neste momento, se colocam duas questões essenciais: como identificar e selecionar os processos que deverão ser submetidos ao controle estatístico e como avaliar se os processos selecionados possuem os requisitos necessários para que possam ser submetidos ao controle estatístico.

A identificação e seleção de processos candidatos também é uma atividade fundamental na reengenharia de processos e algumas importantes estratégias foram elaboradas para resolver esta questão.

HAMMER e CHAMPY (1993), por exemplo, relatam a importância dos processos candidatos estarem alinhadas aos objetivos estratégicos da organização e DAVENPORT (1993) complementa que sem o enfoque nos processos estratégicos, considerados por ele “processos críticos”, os recursos financeiros e humanos são desperdiçados. Neste sentido, duas abordagens para realizar a identificação de processos críticos candidatos são sugeridas pelo autor: a abordagem exaustiva e a abordagem de alto impacto. Na abordagem de alto impacto, DAVENPORT (1993) sugere critérios de seleção, tais como: alinhamento à organização e importância. Por outro lado, na abordagem exaustiva, todos os processos podem ser identificados como críticos e priorizados por ordem de urgência de reengenharia.

Da mesma forma, HAMMER e CHAMPY (1993) definem critérios para seleção de processos estratégicos, sugerindo os de disfunção, importância e praticidade, cujos detalhes serão abordados no Capítulo 2.

Na área de controle estatístico, foram encontradas na literatura diferentes estratégias, métodos, processos e ferramentas que são utilizados para a implementação do controle estatístico em organizações de software (SARGUT e DEMIRORS, 2006; TARHAN e DEMIRORS, 2006; WANG *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2007; JALOTE e SAXENA, 2002; FLORAC e CARLETON, 1999; BARCELLOS, 2008) e, apesar disso, foi observado que existe uma percepção semelhante com relação à importância do alinhamento do controle estatístico aos objetivos de negócio da organização.

Mesmo ressaltando a importância deste fato, foi notada a falta de detalhamento na grande maioria dos relatos de experiência em seleção e priorização de processos para controle estatístico (SARGUT e DEMIRORS, 2006; CANGUSSU *et al.*, 2003; WANG *et al.*, 2007; JALOTE e SAXENA, 2002; WANG *et al.*, 2006; BARCELLOS, 2008; BALDASSARE *et al.*, 2005).

Apoiando de forma parcial, as duas questões apresentadas, GOH e XIE (1998) e TARHAN e DEMIRORS (2006) abordaram detalhes da seleção e priorização de processos para controle estatístico. Além da seleção e priorização de processos, estes autores detalham critérios de adequação ao controle estatístico das medidas relacionadas aos processos estratégicos. De forma análoga, BARCELLOS (2008) propõe um conjunto inicial de critérios para a avaliação da base de medidas da organização, identificando quais processos selecionados e que medidas relacionadas a estes processos estão aptos para serem submetidos ao controle estatístico.

Além dos relatos citados anteriormente, BORIA (2007) e KITCHENHAN *et al.*, (2006) ressaltam que uma das dificuldades na implantação e realização bem sucedida do controle estatístico dos processos em uma organização é identificar quais processos são críticos para esta organização e se suas medidas relacionadas estão preparadas para serem submetidas ao controle estatístico.

Uma motivação para esta dissertação foi a experiência de início do controle estatístico de processos em uma empresa de software. Durante esta experiência foi observado que após uma seleção subjetiva de um processo de software (o processo de testes) e um esforço considerável realizado, os modelos de desempenho elaborados não puderam ser utilizados para a gerência estatística e não resultaram em nenhuma melhoria para o alcance dos objetivos de negócio da organização.

A decisão de quais processos devem ser selecionados para o controle estatístico torna-se, portanto, uma atividade estratégica dentro da organização que deseja alcançar altos níveis de maturidade. Sendo assim, as organizações de software necessitam de apoio para: (i) selecionar processos alinhados aos objetivos de negócio da organização; (ii) priorizar os processos selecionados; e (iii) verificar quais destes processos e medidas relacionadas, em uma análise inicial, podem ser considerados adequados ao controle estatístico.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é propor uma abordagem para seleção de processos para controle estatístico de forma que estes sejam, de fato, representativos para o negócio da organização. Esta abordagem deverá apoiar uma organização de software: (i) na seleção e priorização dos processos a partir dos objetivos estratégicos organizacionais definidos; (ii) na análise inicial da adequação dos processos para o controle estatístico.

## **1.3 Estrutura da Dissertação**

Este capítulo introdutório apresentou a caracterização do problema, a motivação e os objetivos deste trabalho. Estes tópicos serão refinados ao longo dos próximos capítulos. A organização do texto deste trabalho segue a seguinte estrutura:

- Capítulo II – Controle Estatístico de Processos: Este capítulo descreve os conceitos de Processos de Software, Gerenciamento de Processos de Software e Controle Estatístico de Processos, bem como as ferramentas possíveis para a seleção e priorização de processos relacionados ao tema desta dissertação. Relatos de experiências, normas e modelos relacionados à controle estatístico e à seleção e priorização de processos também são apresentados.
- Capítulo III – Problemas da Implantação do Controle Estatístico de Processos sem um processo formal de seleção e priorização: um exemplo real. Neste capítulo, são apresentados o planejamento, a execução e os resultados obtidos ao implantar o controle estatístico de processos sem um processo formal de seleção. Além disso, uma discussão sobre as lições aprendidas é realizada.
- Capítulo IV – Uma abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico: Este capítulo descreve a abordagem proposta para a seleção e priorização dos processos que serão alvo de controle estatístico.
- Capítulo V – Uma abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico: O Estudo da Viabilidade. Neste capítulo, são apresentados o planejamento, a execução e os resultados obtidos ao executar a abordagem proposta na Área de Qualidade do LENS da COPPE/UFRJ.
- Capítulo VI – Abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico revista após o estudo de viabilidade. Este capítulo apresenta a segunda versão da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico revista após a execução do estudo de viabilidade.
- Capítulo VII – Uma abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico: O Estudo de Caso. Neste capítulo, são apresentados o planejamento, a execução e os resultados obtidos ao executar a abordagem proposta em uma empresa de software, multinacional, localizada na cidade de Niterói, no Rio de Janeiro. São descritos também, os aprimoramentos da abordagem realizados a partir dos resultados deste estudo de caso.
- Capítulo VIII – Conclusão: Este capítulo contém as conclusões, as contribuições e limitações deste trabalho, além de indicar possíveis trabalhos futuros.
- Anexo I – Formulários do processo de “Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico”. Este anexo contém a última versão de todos os formulários indicados no processo.



# CAPÍTULO 2 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

*Este capítulo apresenta os principais conceitos, ferramentas, relatos de experiências, normas e modelos de referência relacionados ao controle estatístico de processos e à seleção e priorização de processos que foram utilizados como base para a definição da abordagem proposta.*

## 2.1 Introdução

Em consequência da grande concorrência existente no mercado, produzir softwares com qualidade tornou-se a condição de sobrevivência das empresas de software. Neste contexto, a preocupação com a qualidade é a realidade de toda a empresa que coloca seu produto ou serviço no mercado, tornando a melhoria de processos de software um caminho estratégico a ser seguido para garantir e melhorar a qualidade de seus produtos (HUMPHREY, 1989).

Apesar desta preocupação com a qualidade ser imperativa nos dias de hoje, desde o início da história da humanidade, esta preocupação já existia com os produtos que vinham da agricultura. Naquela época, uma das técnicas utilizadas para garantir a qualidade dos grãos, era fazer pequenos furos nos sacos, para assim, observar a sua qualidade. De forma análoga, as organizações de software precisam de técnicas que as ajudem a controlar a qualidade dos seus produtos. É necessário, portanto, o uso de ferramentas que auxiliem no controle de falhas e na melhoria dos processos de produção, como por exemplo, o controle estatístico de processos (WHEELER, 2000; WHEELER e CHAMBERS, 1992; FLORAC e CARLETON, 1999).

Neste contexto, como de alguma forma os processos de uma organização contribuem para a qualidade do produto final, em maior ou menor grau, o ideal seria submeter todos os processos existentes ao controle estatístico. No entanto, o número de processos em uma organização pode ser bastante significativo, já que, por definição, um processo é um conjunto de atividades estruturadas, que recebe uma entrada (*input*), realiza uma transformação nesta entrada e gera uma saída (*output*), para um cliente interno ou

externo (HARRINGTON, 1991), tornando a solução ideal inviável por causa da limitação de recursos humanos e financeiros em uma organização.

Neste sentido, para que energias, recursos e tempo da organização não sejam desperdiçados ao longo da implantação do controle estatístico de processos, DAVENPORT (1993) e FLORAC e CARLETON (1999) ressaltam a importância de selecionar os processos críticos, a partir de fatores críticos, que são os principais motivos pelos quais os objetivos de negócio não estão sendo alcançados. Ainda nesta linha, alguns modelos de maturidade, como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (CHRISISSIS *et al.*, 2006) e o MR-MPS (Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (SOFTEX, 2009) e normas de qualidade como a ISO/IEC 15504 (2003), destacam também, a importância da seleção de processos estratégicos como o ponto de partida para a implantação do controle estatístico de processos.

Apesar da implementação do controle estatístico ser amplamente realizada na indústria, nas organizações de software, esta prática é incipiente e, por isso, alguns problemas básicos são relatados em (BORIA, 2007; KITCHENHAN *et al.*, 2006; GOH e XIE, 1998), e, dentre eles, a seleção de processos inadequados, ou seja, processos que não estão alinhados aos objetivos da organização ou não são adequados para o controle estatístico.

Este capítulo trata da revisão da literatura sobre os principais conceitos e ferramentas de apoio à seleção e priorização de processos estratégicos para a organização e um estudo sobre as características necessárias para indicar, a partir de uma análise inicial, se estes processos estratégicos são adequados ou não para o controle estatístico. Estes itens irão nortear, então, a definição da abordagem proposta por este trabalho. A seção 2.2 define o conceito de processos de software, o principal objetivo da gestão de processos e a sua relação com o controle estatístico. A seção 2.3 define o conceito de controle estatístico de processos e a sua importância. A seção 2.4 apresenta normas e modelos de referência que destacam a importância da seleção de processos de software para o controle estatístico. A seção 2.5 apresenta uma consolidação dos artigos e trabalhos sobre controle estatístico e critérios de seleção de processos críticos encontrados na literatura. A seção 2.6 apresenta uma consolidação sobre os critérios de seleção de processos encontrados na literatura. A seção 2.7 apresenta ferramentas possíveis de utilização como apoio à seleção de processos, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) e FMEA simplificado, QFD (*Quality Function Deployment*) e QFD Simplificado e a técnica Delphi. Por fim, a seção 2.8 apresenta as considerações finais deste capítulo.

## 2.2 Gestão de Processos de Software

O termo “processo” possui diferentes significados e representações e podem gerar diferentes entendimentos e algumas confusões. Esta seção, portanto, descreve os principais significados de processo existentes na literatura, esclarece o significado de processos para esta abordagem e qual é a relação da gestão de processos com o controle estatístico.

Na literatura, as principais definições encontradas para processo são semelhantes, entre elas, se destacam: (i) procedimentos, pessoas, materiais, energia, equipamentos que estão logicamente inter-relacionados e organizados em atividades definidas para produzir um resultado específico (PAULK *et al.*, 1995); (ii) uma sequência de atividades que atinge um determinado objetivo corporativo (HARMON, 2003); (iii) uma cadeia de atividades logicamente inter-relacionadas e organizadas, que possuem a finalidade de produzir resultados específicos para a realização de um determinado objetivo e é caracterizada por entradas mensuráveis, valor agregado e saídas mensuráveis (HARRINGTON, 1991; CHRISISSIS *et al.*, 2006); (iv) um conjunto de atividades que, a partir de uma ou mais entradas, cria uma saída que tem valor para o cliente (HAMMER, 2001) e; (v) uma série sistemática de ações dirigidas à realização de uma meta (JURAN, 1992).

Apesar de não existirem diferenças significativas conceituais, os processos são mais comumente representados de duas formas: a orientada por valor (HARMON, 2003) e a hierárquica (HARRINGTON, 1991). Segundo HARMON (2003), conforme o fluxograma representado na Figura 2.1, os processos podem ter diversos níveis, variando entre processos de negócio, processos, subprocessos, atividades e tarefas. A tarefa é o maior nível de detalhe de um processo, ou seja, é onde são encontradas as pessoas desempenhando seu trabalho ou então um software processando informações (HARMON, 2003). Também é importante destacar que, nesta estrutura, as atividades podem ser divididas em três grupos principais: as que têm valor agregado percebido pelo cliente, as que agregam valor empresarial e as que não agregam valor (HARMON, 2003).



Figura 2.1 – Fluxograma orientado por valor. Fonte: Adaptada de HARMON (2003)

Neste mesmo contexto, segundo HARRINGTON (1991), por causa de diferenças entre processos complexos e simples, torna-se necessária uma hierarquia de processos,

contendo: macro-processo, processos, subprocessos, atividades e tarefas. A Figura 2.2 exemplifica esta estrutura.

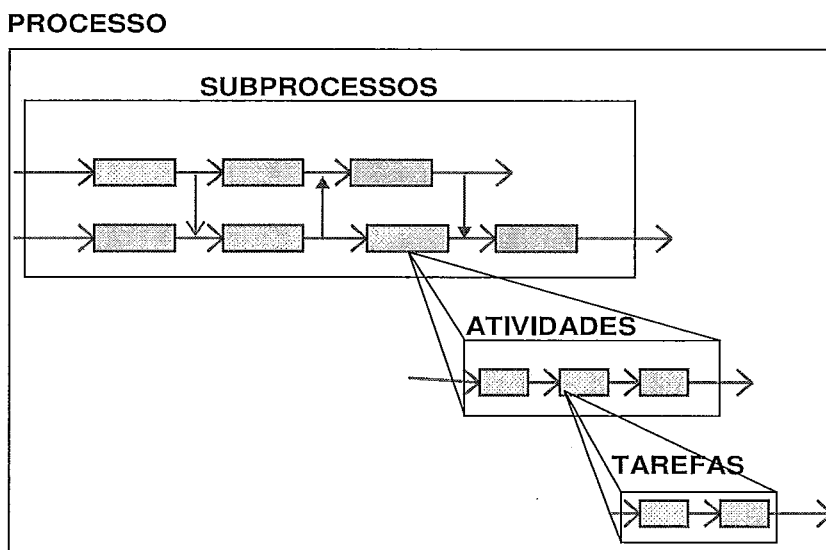


Figura 2.2 – Exemplo de uma representação hierárquica de processos.

Neste trabalho, o termo “processo” não se refere somente aos macro-processos da organização, mas a qualquer processo ou subprocesso utilizado por um projeto de software ou pela organização.

O objetivo principal da gestão destes processos é garantir que os resultados produzidos contribuam continuamente para o alcance dos objetivos de negócio da organização (HARRINGTON, 1991).

Para alcançar este objetivo, portanto, a gestão dos processos deve ser dividida em três partes: (i) a identificação dos processos organizacionais; (ii) o estabelecimento de critérios de avaliação dos processos identificados na primeira fase; e (iii) os processos mais significativos para a empresa devem ser aperfeiçoados, para que haja um aumento e/ou garantia da sua eficácia (HARRINGTON, 1991).

Para que seja possível aprimorar estes processos, JURAN (1992), conforme ilustrado pela Figura 2.3, define que uma gestão da qualidade deve ser estabelecida e composta pelos seguintes processos: o planejamento da qualidade, o controle da qualidade e a melhoria da qualidade. Um processo e os resultados produzidos por ele devem ser definidos com o objetivo de contribuir para o alcance dos objetivos de negócio da organização. A partir do momento que o processo passa a existir, ou seja, é padrão, o gerenciamento deve ser feito para manter ou melhorar a qualidade atual, até que os

esforços em melhoria e manutenção da qualidade entrem em equilíbrio e o processo fique estabilizado.

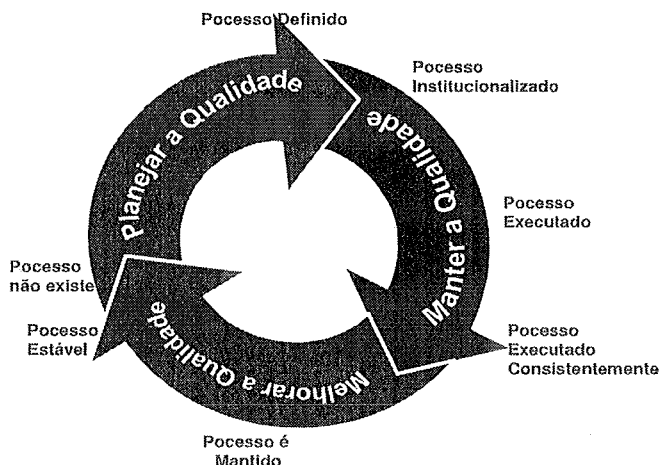


Figura 2.3 – Figura da Trilogia de JURAN. Fonte: Adaptada JURAN (1992).

Para que o processo seja considerado estabilizado, portanto, o seu desempenho deve estar dentro dos limites definidos pela organização, e isto envolve as seguintes atividades do controle estatístico (FLORAC e CARLETON, 1999): (i) obter informações para conhecer o desempenho atual do processo e determinar se o processo está ou não sob controle; (ii) analisar as informações para identificar as variações causadas por anomalias no processo; e (iii) realizar ações corretivas para eliminar estas anomalias e estabilizar novamente o processo. Neste sentido, as informações de contexto (pessoas, materiais, etc.) utilizadas na definição do termo processo para PAULK *et al.* (1993) se mostram imprescindíveis para apoiar a análise realizada com o objetivo de identificar as variações.

## 2.3 Controle Estatístico de Processos

O controle estatístico de processos surgiu com SHEWART (1980) durante o estudo da aleatoriedade de processos industriais, que identificou quando a origem da variabilidade dos processos era aleatória ou por causas especiais. Para isso, utilizou os gráficos de controle que permitem um maior conhecimento do processo para, além de controlá-lo, melhorar a sua capacidade.

Neste sentido, o controle estatístico de processos é definido, de forma resumida, como uma ferramenta de resolução de problemas na obtenção de estabilidade e na melhoria da capacidade de processos através da redução da variabilidade (FLORAC e

CARLETON, 1999). Outros autores (WHEELER, 2000; WHEELER e CHAMBERS, 1992) complementam que o controle estatístico de processos possibilita: a detecção de padrões de variação no processo de produção e a garantia que os padrões de qualidade estabelecidos para os produtos sejam alcançados.

Desta forma, o foco da estatística clássica na conformidade ou não-conformidade do produto, realizadas pelas inspeções, passou a ser no controle da qualidade através do conhecimento do processo (WHEELER e CHAMBERS, 1992).

Neste contexto, segundo SHEWART (1980), tudo é variável, nada é perfeitamente estável, e os processos variam devido às causas comuns, naturais do processo, e às causas especiais ou atribuíveis. Quanto maior o controle do conhecimento destas causas, maior é o controle da variabilidade, já que as ações sobre as causas comuns tornam possível a melhoria contínua dos processos e as ações sobre as causas especiais mantêm o processo sob controle.

As causas de variação podem ser exemplificadas pelo desgaste de ferramentas, matérias-primas fora das especificações, métodos de trabalho incorretos, gerenciamento inadequados e erros de operação. As causas comuns provocam desvios dentro de um limite aceitável para o comportamento do processo (MONTGOMERY, 2004). De forma contrária, as causas especiais, que são eventos que não fazem parte da execução normal do processo, ultrapassam estes limites, caracterizando assim a instabilidade do processo (FLORAC e CARLETON, 1999).

Um processo sob controle estatístico é estável quando todas as variações no seu comportamento são atribuídas à causas comuns e o desvio está dentro de limites estabelecidos (FLORAC e CARLETON, 1999).

Após a estabilização do processo a sua capacidade deve ser observada, já que é possível que um processo sob controle não seja capaz de atingir os objetivos de um cliente ou de um projeto (FLORAC e CARLETON, 1999; MONTGOMERY, 2004). Neste caso, dependendo da análise da causa desta incapacidade, ações de melhoria ou até mesmo a mudança destes objetivos de desempenho devem ser realizadas.

A capacidade, portanto, é a variabilidade do processo, depois que este foi aperfeiçoado e está sob controle estatístico, ou seja, ela só pode ser obtida quando não existirem causas especiais associadas e somente causas comuns contribuem para esta variabilidade (MONTGOMERY, 2004).

Para que seja possível conhecer o que um processo é capaz de fazer, a utilização dos gráficos de controle é fundamental, já que os limites de um processo estável estão

associados aos limites dos gráficos de controle. Existem diferentes tipos de gráficos de controle que podem ser aplicados conforme o tipo de dados, de variáveis ou de atributos, para melhor diferenciar os “ruídos” (causas comuns) dos sinais de variação (causas atribuíveis) do comportamento dos processos (FLORAC e CARLETON, 1999).

Os gráficos de controle, portanto, apóiam a análise do comportamento dos processos e a identificação das causas de instabilidade ao longo da sua execução. Esta análise é fundamentada pelos limites de controle associados a estes gráficos e a trajetória formada pela sequência dos pontos no gráfico (MONTGOMERY, 2004).

Testes de aleatoriedade, portanto, devem ser realizados para verificar se um determinado processo pode ser considerado estável, ou seja, sujeito à ação de causas comuns de variação. Mesmo que todos os pontos do gráfico estejam dentro dos limites de controle, isso não significa, necessariamente, que não existam causas especiais atuando (MONTGOMERY, 2004).

A seguir algumas análises são apresentadas, sendo a Figura 2.4 útil para a interpretação (FLORAC e CARLETON, 1999; FENTON e PFLEEGER, 1997; MONTGOMERY, 2004): (i) um ou mais pontos fora dos limites de controle; (ii) sequência de pontos do mesmo lado da linha central; (iii) nove pontos consecutivos do mesmo lado da linha central; (iv) presença de ciclos ou tendências. Por exemplo: seis pontos consecutivos aumentando ou diminuindo, ou pontos oscilando para cima ou para baixo formando ciclos; (v) falta de variabilidade. Por exemplo: quatorze pontos consecutivos se alternando para cima e para baixo da linha central; (vi) sequência de pontos próximos dos limites de controle. Por exemplo: dois em três pontos consecutivos bem próximos dos limites de controle superior ou inferior, zona A; (vii) sequência de pontos na zona B. Por exemplo: quatro em cinco pontos consecutivos caírem na zona B; (viii) quinze pontos consecutivos na zona C; (ix) oito pontos sequenciais em ambos os lados da linha central, sem nenhum ponto na zona C.

Além dos gráficos de controle:  $\bar{X}$ -R,  $\bar{X}$ -S,  $\bar{X}$ mR, mR individuais, mAmR, C-chart, U-chart e Z-chart, outros métodos que podem ser aplicados no controle estatístico de processos são: diagrama Scatter, diagrama de tendências, histogramas e gráficos de barras (FLORAC e CARLETON, 1999). As Tabelas 2.1 e 2.2 descrevem os métodos estatísticos, os seus objetivos, a sua aplicabilidade e suas limitações.

Seguindo a linha de que o controle estatístico é uma abordagem de melhoria contínua, a abordagem de FLORAC e CARLETON (1999), conforme ilustrado pela Figura 2.5, sugere o seguinte framework para o processo de medição: (i) esclarecer os objetivos de

negócio: nesta atividade os autores destacam a importância de identificar fatores críticos e associá-los aos processos existentes, os fatores críticos não são necessariamente problemas, podem ser situações de atenção; (ii) identificar e priorizar questões; (iii) selecionar e definir medidas; (iv) coletar e analisar os dados; (v) analisar o comportamento do processo; (vi) remover causas assinaláveis, caso o processo não esteja estável; (vii) mudar o processo caso o processo não seja capaz; e (viii) melhoria contínua, caso existam novas métricas que devam ser criadas.

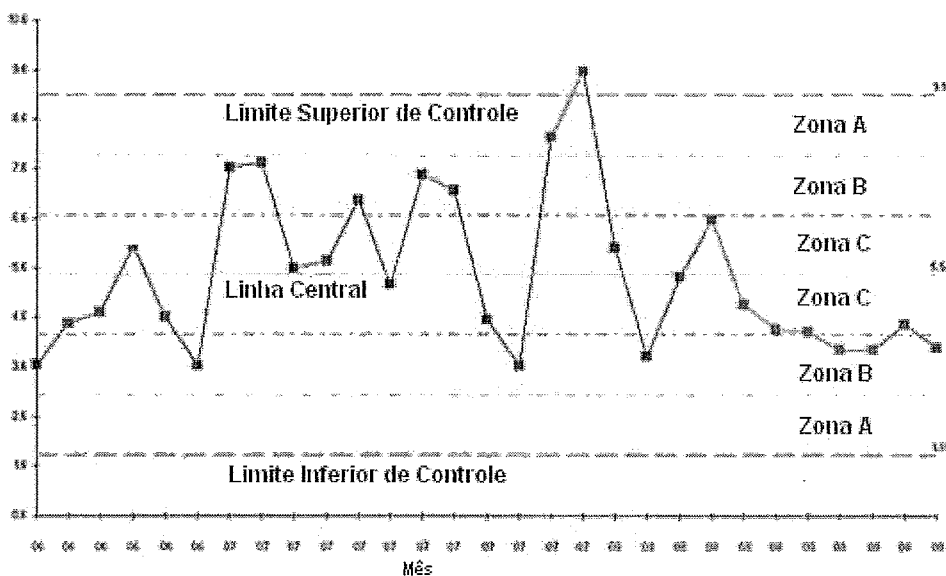


Figura 2.4 - Um exemplo de Gráfico de Controle para auxiliar na identificação de causas especiais. Fonte: Adaptado de WHEELER (2000).

Após identificar os processos e as medidas que serão submetidos ao controle estatístico, segundo FLORAC e CARLETON (1999), a atividade de revisão e avaliação dos dados coletados é muito importante para que as análises posteriores sejam válidas e tenham credibilidade, os critérios e o que deve ser avaliado em cada um deles são: (i) veracidade, garantir que os dados foram coletados de acordo com o que foi especificado e não contém erros de tipo, formato, estarem fora dos limites que foram especificados, estarem incompletos ou aritmeticamente incorretos; (ii) sincronismo, quando valores de dois ou mais atributos estão relacionados com o período em que ocorreram; (iii) consistência, se no mesmo período dois projetos utilizaram calendários diferentes e não têm o mesmo número de dias trabalhados; (iv) validade (WHEELER, 2000), as definições de como as medidas devem ser coletadas, devem ser registradas e comunicadas de forma explícita para todos que as coletam ou usam os resultados destas medidas. Sem definições adequadas e



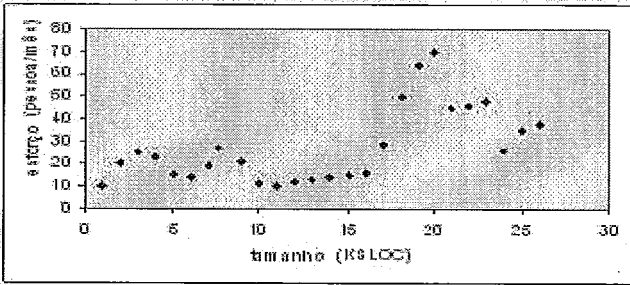
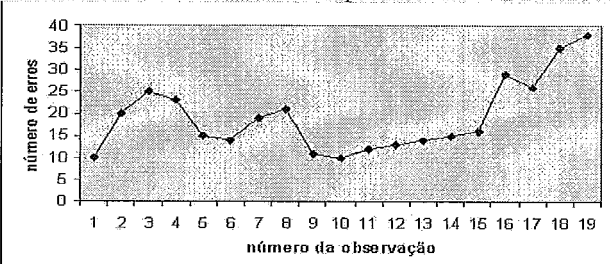
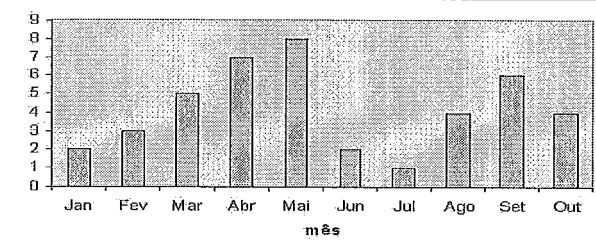
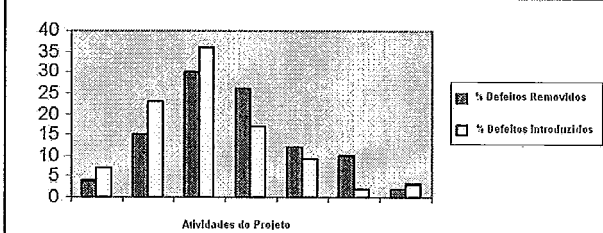
consistentes ao longo de todos os pontos de coleta do processo, nenhum dado pode ser considerado válido para ser utilizado em qualquer tipo de análise; e (v) captura dos dados, conforme a natureza das atividades de medição, uma planilha multifuncional pode ser o suficiente para capturar e analisar os dados, mas quanto maior a organização e o número de projetos, uma base de dados de métricas é o mais adequado.

Tabela 2.1 – Os gráficos de controle existentes, sua aplicabilidade, objetivos e limitações (FLORAC e CARLETON, 1999; MONTGOMERY, 1994)

<b>X-bar e R</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de variáveis.</li> <li>• Analisar o comportamento do processo através de sub-agrupamentos de medidas obtidas, basicamente, sob as mesmas condições, em determinados períodos de tempo.</li> <li>• O gráfico X-bar analisa a média dos valores em cada sub-agrupamento e o gráfico R indica a variação interna dos subgrupos.</li> <li>• Se limita a subgrupos formados por até 10 elementos.</li> <li>• Exemplo: Analisar mensalmente, a quantidade de horas realizadas em uma determinada atividade, considerando que o registro das horas é realizado diariamente.</li> </ul>
<b>X-Bar e S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de variáveis.</li> <li>• Analisar o comportamento do processo através de sub-agrupamentos de medidas obtidas, basicamente, sob as mesmas condições, em determinados períodos de tempo.</li> <li>• Exemplo: analisar a taxa de avaliações por pares da especificação de um produto (taxa de avaliações por pares = tamanho do produto avaliado/número de horas de avaliação realizadas) de 5 releases do produto onde, em cada uma delas, foram realizadas 10 avaliações.</li> </ul>
<b>XmR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de variáveis e de atributos.</li> <li>• São adequados para analisar o comportamento de um processo quando uma mesma medida é coletada frequentemente.</li> <li>• O gráfico X representa os valores individuais das medidas analisadas e o gráfico Xm representa a variação existente entre uma medida e a anterior.</li> <li>• Exemplo: analisar a variação diária do esforço realizado em uma determinada atividade.</li> </ul>
<b>XMmR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de variáveis e atributos.</li> <li>• São adequados para analisar o comportamento de um processo quando uma mesma medida é coletada frequentemente.</li> <li>• Nos gráficos XmR é utilizada a média como base para cálculo dos limites de controle e nos gráficos XMmR é utilizada a mediana.</li> <li>• A mediana pode mostrar as causas assinaláveis que não apareceriam se a média fosse utilizada.</li> <li>• Exemplo: analisar a variação diária do esforço despendido em uma determinada atividade quando, em alguns pontos, a variação do esforço entre um dia e outro é muito alta ou baixa.</li> </ul>

	em relação aos demais, elevando ou diminuindo os limites de controle desnecessariamente.
<b>mXmR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de variáveis.</li> <li>• São adequados para analisar o comportamento de um processo quando uma mesma medida é coletada frequentemente, avaliando as tendências de desempenho dos processos ao longo do tempo.</li> <li>• Exemplo: analisar o comportamento do processo de codificação de unidades de um projeto, considerando as unidades que foram concluídas desde o início da fase de implementação até um determinado momento.</li> </ul>
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de atributos.</li> <li>• São adequados para representar a contagem de eventos discretos em um domínio finito, onde as oportunidades de observação são as mesmas para todos os eventos.</li> <li>• Exemplos: número de defeitos por pontos de caso de uso, número de falhas no sistema registradas por dia, etc.</li> </ul>
<b>U</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de atributos.</li> <li>• São adequados para representar a contagem de eventos que podem ser medidos</li> <li>• em diferentes condições de observação.</li> <li>• Os limites de controle superior e inferior são calculados para cada observação.</li> <li>• Exemplo: quando estão sendo analisadas porções de código em módulos de tamanhos diferentes. A comparação entre as medidas coletadas devem ser realizadas por meio de taxas, como por exemplo número de defeitos por KSILOC.</li> </ul>
<b>Z</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável apenas a dados de atributos.</li> <li>• É adequado para visualizar tendências à instabilidade no comportamento do processo.</li> </ul>

Tabela 2.2 – Outros métodos estatísticos existentes, sua aplicabilidade, objetivos e limitações  
(FLORAC e CARLETON, 1999; MONTGOMERY, 1994)

<p><b>Diagrama de Scatter</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São adequados para representar o relacionamento entre duas características de processo.</li> <li>• São limitados a analisar apenas duas variáveis no tempo.</li> <li>• Podem ser usados como o primeiro passo para a busca de relações entre causas e efeitos.</li> </ul> 
<p><b>Gráficos de Tendência</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São adequados para representar os padrões e tendências existentes nos dados ao longo do tempo.</li> <li>• São similares aos gráficos de controle, porém, sem considerar a linha central e os limites superior e inferior.</li> </ul> 
<p><b>Histograma</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São gráficos adequados para ilustrar as distribuições dos dados, ou seja, a frequência dos eventos que ocorreram para um conjunto de dados em um determinado período.</li> </ul> 
<p><b>Gráficos de Barras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São similares aos histogramas, porém adequados para investigar a distribuição dos dados, considerando mais dimensões que o histograma.</li> </ul> 

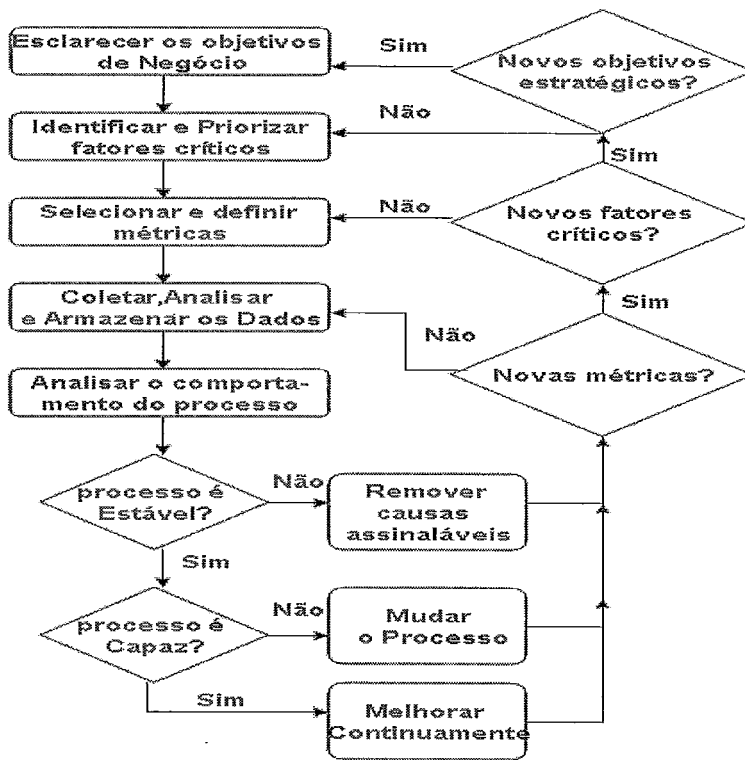


Figura 2.5 – Framework para o processo de Medição. Fonte: Adaptado de FLORAC e CARLETON (1999)

## 2.4 Controle Estatístico de Processos nas normas e modelos de maturidade

### 2.4.1 A Norma Internacional ISO/IEC 15504

A Norma ISO/IEC 15504 (2003) define um modelo bi-dimensional que tem por objetivo a realização de avaliações de processos de software com o foco na melhoria dos processos (gerando um perfil dos processos, identificando os pontos fracos e fortes, que serão utilizados para a elaboração de um plano de melhorias) e a determinação da capacidade dos processos, viabilizando a avaliação de um fornecedor em potencial.

A ISO/IEC 15504 (2003) define seis níveis de capacidade, seqüenciais e acumulativos 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.

A norma ISO/IEC 15504 (2003) possui várias partes distintas, sendo que a segunda é a única parte normativa, e apresenta os requisitos para um modelo de referência

de processos e para um processo e método de avaliação. Esta parte define os seis níveis de capacidade e, para cada nível, são definidos os atributos de processo: (i) Nível 0 - processo incompleto; (ii) Nível 1 - processo executado; (iii) Nível 2 - processo gerenciado; (iv) Nível 3 - processo estabelecido; (v) Nível 4 - processo previsível; e (vi) Nível 5 - processo em otimização.

No contexto desta dissertação, cujo foco de interesse é a seleção de processos para controle estatístico, este tema é tratado no nível 4 (quatro), onde os processos da organização se comportam de forma previsível e são executados dentro dos limites definidos para o alcance dos objetivos relevantes da organização e do projeto. Este nível possui dois atributos de processo: (i) o de medição, onde os resultados de medição devem ser utilizados para garantir que o desempenho do processo alcance os objetivos de desempenho relevantes para a organização; e (ii) o de controle, onde devem ser definidos os métodos de análise das causas e as técnicas de controle adequados para que seja possível identificar as causas especiais da variação do processo e corrigir os problemas encontrados ao longo das suas execuções.

#### 2.4.2 CMMI

O CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (CHRISISSIS *et al.*, 2006) é uma evolução do conhecido SW-CMM (SW-CMM, 1997), um modelo de capacidade e maturidade para software, objetivando diferenciar, dentre as empresas do setor de informática, aquelas que possuem maturidade e qualidade em seus processos.

O modelo possui duas representações: por estágios e contínua. A representação contínua permite uma aproximação flexível à melhoria dos processos. Uma organização pode escolher melhorar o desempenho de um único processo, ou trabalhar num conjunto de áreas alinhadas com os objetivos de negócio da organização. A representação contínua permite igualmente que uma organização melhore diferentes processos em diferentes níveis de classificação. A representação por estágios oferece uma forma sistemática e estruturada de abordagem à melhoria dos processos, realizando uma etapa de cada vez. Ao atingir cada um dos estágios, assegura-se que foram alcançadas melhorias, que servirão de base para o próximo nível (CHRISISSIS *et al.*, 2006).

O CMMI propõe uma melhoria de processos organizada em 22 áreas de processo, sendo que cada área de processo é definida em termos de seu propósito, de objetivos específicos e de objetivos genéricos. Os objetivos específicos relacionam-se apenas a uma

área de processo enquanto os objetivos genéricos estão relacionados a todas as áreas de processo. As práticas específicas são relacionadas aos objetivos específicos e descrevem as atividades que se esperam para a implementação dos objetivos específicos de uma área de processo. Uma prática específica possui subpráticas. Uma subprática é uma descrição detalhada que orienta a interpretação e implementação de uma prática específica ou genérica. As subpráticas são informativas e fornecem dicas para a melhoria do processo. As práticas genéricas são práticas que estão relacionadas a múltiplas áreas de processo. Uma prática genérica é a descrição de uma atividade que deve ser implementada para atingir o objetivo genérico associado.

O modelo por estágios compreende cinco níveis de maturidade, acumulativos, onde o nível um representa um processo não gerenciado e com o desenvolvimento “*ad hoc*”, sendo em geral, o ponto de partida para qualquer empresa. O nível 2 já indica haver procedimentos básicos de gerenciamento de projetos, neste nível a empresa já implantou as áreas de processo: PP (Planejamento de Projetos), PMC (Monitoramento e Controle de Projetos), CM (Gerência de Configuração), SAM (Gerência de Acordos com Fornecedores), PPQA (Garantia de Qualidade de Processos e Produtos), REQM (Gerência de Requisitos) e MA (Medição e Análise). O nível três atesta a existência de um processo definido, integrado, bem documentado e institucionalizado em toda a empresa, neste nível, a empresa já implantou as áreas de processo: IPM (Gerenciamento Integrado de Projetos), RSKM (Gerência de Riscos), REQD (Desenvolvimento de Requisitos), TS (Solução Técnica), PI (Integração do Produto), DAR (Análise de Decisão e Resolução), VAL (Validação), VER (Verificação), OPF (Foco no Processo Organizacional), OPD (Definição do Processo Organizacional), OT (Treinamento Organizacional). No nível 4, os processos são medidos e controlados e passam a ser previsíveis, mediante a implantação do controle estatístico, neste nível a empresa já implantou as áreas de processo: OPP (Desempenho do Processo Organizacional) e QPM (Gerência Quantitativa). Finalmente, no nível 5, o foco é contínuo na melhoria de processos. Neste nível, a empresa já implementou as áreas de processo: CAR (Análise Causal e Resolução) e OID (Desenvolvimento e Inovação Organizacional).

No contexto deste trabalho, a área de processo de interesse é a de “Desempenho do Processo Organizacional (OPP)”. Esta área tem o propósito de estabelecer e manter uma compreensão quantitativa quanto ao desempenho do conjunto de processos padrão da organização, que suportam os objetivos de qualidade e de desempenho dos processos. Esta área de processo fornece os dados de desempenho do processo, as baselines e os modelos

para gerenciar quantitativamente os projetos da organização. Para esta área, são definidas pelo modelo as práticas específicas: (i) selecionar processos; (ii) estabelecer medidas de desempenho de processos; (iii) estabelecer objetivos de desempenho de qualidade e de processo; (iv) estabelecer baselines de desempenho de processos; e (v) estabelecer modelos de desempenhos de processo.

De forma mais detalhada, a prática selecionar processos, o principal objetivo deste trabalho, sugere alguns critérios de seleção, como: o alinhamento aos objetivos de negócio; a existência de indicadores relevantes com dados válidos que indiquem que o processo no projeto pode ser estabilizado ou está estável; a existência de estabilidade; o estágio atual da variância destes dados; e a disponibilidade de informações de contexto que possam ser utilizadas para construir os modelos preditivos (CHRISISS *et al.*, 2006).

### 2.4.3 MR-MPS

O MPS.BR (SOFTEX, 2009) é um Programa para Melhoria de Processos do Software Brasileiro coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), que possui os seguintes objetivos: (i) definir e aprimorar um modelo de melhoria e avaliação de processos de software; (ii) ser reconhecido como uma modelo aplicável a organizações de desenvolvimento de software, com o principal foco nas micro, pequenas e médias empresas.

O MPS.BR (SOFTEX, 2009) é composto de um modelo de referência para processos de software, um processo e um método de avaliação de processos, de forma a garantir que o MPS.BR está sendo utilizado conforme as suas definições. A base técnica para construção e aprimoramento deste modelo de melhoria e avaliação de processos de software é composta pelas normas ISO/IEC 12207 – Processos de Ciclo de Vida de Software (ISO/IEC 12207, 2008) e pelas Emendas 1 (ISO/IEC 12207/AMD2, 2002) e 2 (ISO/IEC 12207/AMD2, 2004) da norma ISO/IEC 12207, e pela ISO/IEC 15504-2 – Avaliação de Processos (2003). A compatibilidade com o CMMI (CHRISISS *et al.*, 2006) também foi garantida durante a definição do MPS.BR (SOFTEX, 2009).

O MR.MPS define sete níveis de maturidade, esta escala se inicia no nível G e progride até o nível A: G (Parcialmente Gerenciado), F (Gerenciado), E (Parcialmente Definido), D (Largamente Definido), C (Definido), B (Gerenciado Quantitativamente) e A (Em Otimização). Estes níveis de maturidade estabelecem patamares de evolução dos

processos, caracterizando os estágios de melhoria da implementação de processos em uma organização (SOFTEX, 2009).

Os processos no MR-MPS possuem um propósito e resultados esperados. O propósito descreve o objetivo a ser alcançado com a execução do processo e os resultados esperados estabelecem os resultados a serem obtidos após a implementação do processo. A capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos descritos em termos dos resultados esperados e expressa o grau de institucionalização dos processos na organização. Um nível de maturidade, que é composto de processos e atributos de capacidade, é alcançado quando todos os resultados relacionados aos seus processos e capacidade são obtidos, sempre acumulando os resultados esperados do nível anterior (SOFTEX, 2009).

No contexto deste trabalho, o nível de interesse é o nível B. Neste nível, a análise de desempenho é um requisito necessário para a organização satisfazer os atributos de processo AP 4.1- o processo é medido e o AP 4.2 - o processo é controlado no nível B do modelo.

Para atender aos requisitos presentes no atributo de processo AP 4.1, a organização deve: (i) identificar as necessidades de informação para apoiar seus objetivos organizacionais e dos projetos; (ii) selecionar os seus processos críticos, a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação; (iii) definir os objetivos de medição e objetivos quantitativos de desempenho; (iv) selecionar, coletar e analisar medidas para caracterizar o desempenho dos processos e; (v) monitorar o atendimento aos objetivos quantitativos de desempenho estabelecidos.

Para atender aos requisitos presentes no atributo de processo AP 4.2, a organização deve aplicar métodos estatísticos para: (i) analisar o comportamento dos processos; (ii) estabelecer e manter baselines de desempenho e; (iii) investigar e tratar as causas especiais de variação no comportamento dos processos.

## 2.5 Experiências encontradas na literatura

Dentre as abordagens encontradas na literatura para apoiar a implantação do controle estatístico, algumas podem ser destacadas.

*Six Sigma* (STAMATIS, 2003), que é a mais conhecida e a mais utilizada pela indústria, possui dois métodos principais: o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), que é usado para melhorar os processos existentes, e o DMADV (*Define, Measure,*



*Analyze, Design, Verify*), que é também conhecido como DFSS “*Design For Six Sigma*”. Os dois foram inspirados no ciclo do PDCA de *Deming* (SIVY e HARPER, 2005).

BREYFOGLE (2002) adaptou a abordagem da Motorola, que é orientada para processos de manufatura, para uma abordagem de desenvolvimento de produtos e processos.

MONTGOMERY (2004), que define um roteiro prático e abrangente sobre a seleção dos gráficos de controle existentes e um guia para a sua implementação.

OWEN (1989), que destaca as 16 etapas importantes para implementação de um programa de controle estatístico de processos. No entanto, estas etapas, por serem muito extensas, necessitam ser analisadas, considerando o contexto da organização.

HRADESKY (1988) ressalta que a administração é mais importante que a estatística para garantir a eficácia do controle estatístico. Este controle contém 5 itens principais: técnicas estatísticas, técnicas de solução de problemas, liderança, planejamento da qualidade e um método sistemático.

WHEELER (2000) ressalta que o controle estatístico é eficaz quando se conhece o suficiente para obter o máximo dos seus processos e com isso melhorá-los continuamente, utilizando os princípios de *Shewart*.

Especificamente, para controle estatístico de processos de software, podemos destacar as abordagens de WANG *et al.*, (2006), BARCELLOS (2008), CAMPOS *et al.* (2007), MONTONI *et al.* (2007) e CERDEIRAL *et al.* (2007).

WANG *et al.* (2006) definem a abordagem BSR (*Baseline-Statistic-Refinement*), conforme ilustrado pela Figura 2.6, a partir de 6 passos: (i) identificação dos objetivos quantitativos do processo; (ii) coletar dados e construir exemplos; (iii) evoluir a *baseline* de desempenho; (iv) estabelecer a *baseline* de desempenho dos processos; (v) refinar o desempenho do processo da *baseline*; e (vi) analisar as causas da instabilidade do desempenho do processo.

Antes de “Identificar os objetivos quantitativos”, o primeiro passo da abordagem proposta, os autores destacam a identificação de quais processos serão alvo do controle estatístico como uma importante atividade a ser realizada. Além disso, sugere os seguintes critérios de seleção: alinhamento aos objetivos de negócio, confiabilidade do processo (correta implementação, consistência na execução e dados agrupados corretamente) e estabilidade.

Após a identificação dos objetivos quantitativos, durante a atividade “Coletar Dados e Construir Exemplos”, exemplos de gráficos de controle são construídos e

analisados. As melhorias resultantes destas análises são implementadas e novos gráficos de controle são gerados, até que seja possível estabelecer uma *baseline* de desempenho dos processos. Os autores sugerem que, nesta fase, sejam utilizados o método GQM (*Goal-Question-Metric*) ou o PSM (*Practical Software Measurement*) como ferramentas para determinar métricas adequadas para avaliar o desempenho dos processos.

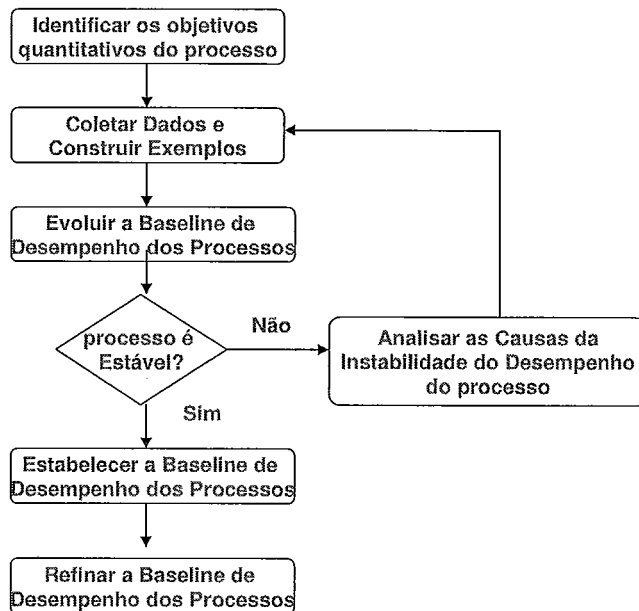


Figura 2.6 – Abordagem BSR (*Baseline-Statistic-Refinement*). Fonte: Adaptado de WANG *et al.* (2006)

Após estabelecer o que os autores chamam de “*baseline* inicial” de desempenho dos processos, com base nos gráficos de controle gerados inicialmente, o próximo passo é evoluir esta *baseline*. A evolução desta *baseline* consiste em: (i) realizar análises dos gráficos de controle; e (ii) sugerir ações de melhorias conforme os valores encontrados para o Limite Central (LC) e a variação ( $\sigma$ ). Se o resultado desta análise, portanto, indicar que o processo está instável, a atividade “Analisar as Causas da Instabilidade de Desempenho do processo” é iniciada com o objetivo de descobrir as causas desta instabilidade. As atividades de “Coletar Dados e Construir Exemplos” e “Analisar as Causas da Instabilidade do Desempenho do processo” são realizados repetidamente, até que o processo esteja estável e uma *baseline* final de desempenho possa ser estabelecida.

Uma vez estabelecida a *baseline* final de desempenho para os processos estáveis, os autores iniciam o seu refinamento, que é a última atividade descrita no processo para que o controle estatístico seja considerado implantado. Este refinamento consiste em avaliar a

capacidade do processo, ou seja, avaliar o quanto que este processo é capaz de atingir os objetivos de desempenho definidos. Melhorias são sugeridas até que este processo alcance a sua capacidade máxima.

De forma mais abrangente, incluindo a conformidade com os modelos de referência CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (CHRISSEIS *et al.*, 2006) e o MPS.BR (Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (SOFTTEX 2009) e as normas de qualidade como a ISO/IEC 15504 (2003), BARCELLOS (2008) baseia a melhoria de processos em organizações de alta maturidade em dois cenários: (i) o inicial, onde a organização precisa identificar os processos críticos, conhecê-los e estabilizá-los; e (ii) o cenário pós-estabilização, onde o objetivo principal é a gerência quantitativa dos projetos.

A Figura 2.7 apresenta o cenário inicial da estratégia para melhoria de processos em organizações de alta maturidade.

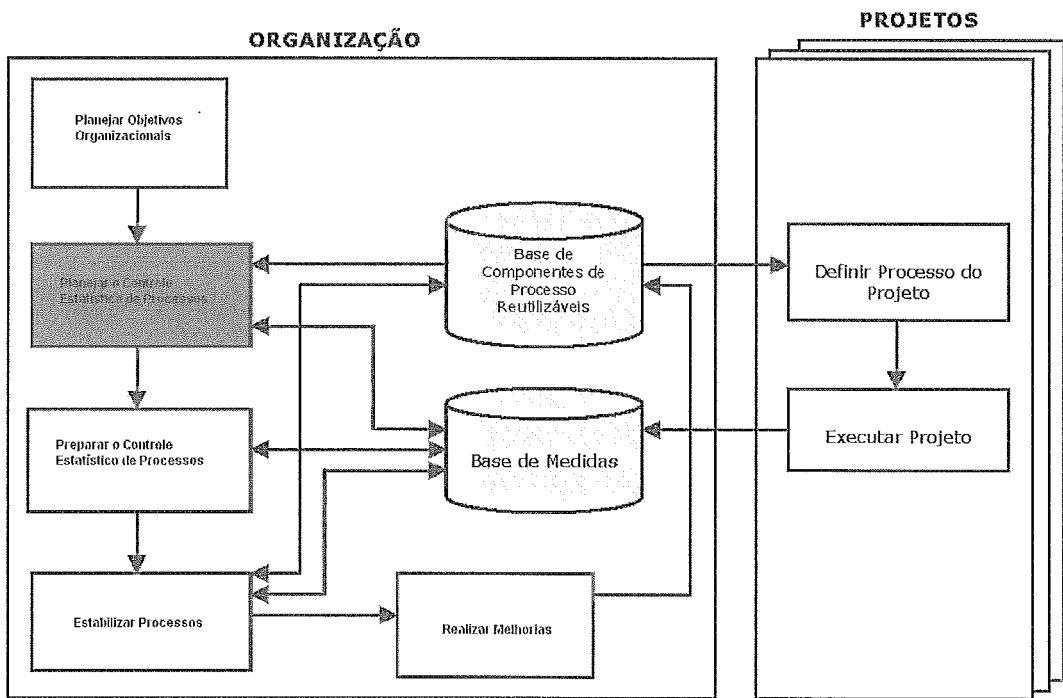


Figura 2.7 – Cenário Inicial da Estratégia para Melhoria de Processos em Organizações de Alta Maturidade. Fonte: Adaptado de BARCELLOS (2008).

Neste primeiro cenário, os principais componentes são (BARCELLOS, 2008): (i) Planejar Objetivos Organizacionais, que tem como objetivo apoiar a identificação e priorização dos objetivos quantitativos de software; (ii) Planejar Controle Estatístico dos Processos, que tem como objetivo apoiar a seleção dos processos que serão submetidos ao controle estatístico de processos e a identificação das medidas relacionadas ao desempenho desses processos que devem ser consideradas; (iii) Preparar Controle Estatístico dos

Processos, que tem como objetivo analisar a base de medidas dos processos selecionados para verificar sua adequação e prontidão para o controle estatístico; (iv) Estabilizar Processos, que tem como objetivo estabilizar os processos selecionados, através do apoio metodológico, ferramental e de conhecimento; (v) Realizar Melhorias, que tem como objetivo alcançar a estabilização através do apoio à realização de melhorias; (vi) Definir Processo do Projeto, que tem como objetivo a definição dos processos para os projetos; (vii) Executar Projeto, que tem como objetivo o apoio à execução dos projetos, permitindo a análise eficaz do comportamento dos processos e das melhorias aplicadas.

Os componentes “Preparar Controle Estatístico de Processos”, “Estabilizar Processos” e “Realizar Melhorias”, bem como a definição completa da abordagem é objeto da tese de doutorado de BARCELLOS (2008).

No contexto desta dissertação, que trata da seleção de processos para o controle estatístico, esta abordagem está contida na atividade “Planejar Controle Estatístico dos Processos” e utiliza critérios sugeridos por BARCELLOS (2008) para a avaliação da base de medidas, considerando a adequação das medidas para o controle estatístico.

CAMPOS *et al.* (2007) destacam a existência de três fases que a organização precisa seguir para que o controle estatístico seja estabelecido e ressalta que estes marcos para serem atingidos podem levar um longo período. São elas: (i) Fase Conhecer: o propósito desta fase é definir os atributos dos processos cujo desempenho se deseja conhecer. Medidas são definidas, visando conhecer o desempenho e variabilidade destes atributos. O marco que caracteriza esta fase é atingir um volume de dados coletados, que possua qualidade e significância estatística, para efetuar as análises necessárias nas fases posteriores; (ii) Fase Estabilizar: O propósito desta fase é estabilizar o desempenho dos atributos do processo escolhido, atuando nas causas especiais de variabilidade. O marco que caracteriza esta fase é que o processo tenha atingido um ponto de operação em que seu desempenho seja estatisticamente estável, com *baselines* e modelos de desempenho produzidos e; (iii) Fase Controlar: O propósito desta fase é que os processos que atingiram a estabilidade sejam gerenciados quantitativamente, usando as *baselines* e modelos estabelecidos.

Em uma empresa do Rio de Janeiro, MONTONI *et al.* (2007) relatam a aplicação do controle estatístico dos processos de Garantia da Qualidade e Verificação, e, através do modelo de desempenho gerado, realizaram um estudo da relação entre eles.

Também no Brasil, mas em uma organização multinacional, CERDEIRAL *et al.* (2007) relatam sua experiência com o controle estatístico para o processo de Monitoração e Controle de Projetos.

Além destas abordagens para implantação do controle estatístico de software, foram encontrados relatos de sucesso na implantação do controle estatístico em outras áreas, como: software, manufatura, eletrônica, química, entre outras (XIE e GOH, 1995; GOH e XIE, 1998; BALDASSARE *et. al.*, 2005; TONG *et al.*, 2004; FASTING e GISVOLD, 2003; LANTZY, 1992; TARHAN e DEMIRORS, 2006; WANG *et al.*, 2006 ; CARD *et al.*, 2008).

As abordagens de GOH e XIE (1998), XIE e GOH (1995) e TARHAN e DEMIRORS (2006) se destacam por descrever de forma mais detalhada como foi realizada a seleção e priorização dos processos.

GOH e XIE (1998) e XIE e GOH (1995) propõem a seleção e priorização de processos no início da implantação do controle estatístico, baseados na importância técnica e estatística. A abordagem de análise hierárquica (AHP) foi utilizada no planejamento da implantação do controle estatístico para selecionar e priorizar os processos. Esta abordagem consiste na montagem de uma estrutura hierárquica, partindo-se de um objetivo geral até chegar-se a diversas alternativas. A priorização desta matriz é feita fazendo a comparação dos pares dos diversos critérios, sempre da mesma hierarquia, iniciando pelo nível mais elevado. Para cada uma das comparações é, conforme a importância, dado um valor, que pode variar de 1 a 9 (SAATY e VARGAS, 2006).

Conforme ilustrado pela Figura 2.8, na abordagem proposta os autores sugerem para cada processo, além do critério de importância técnica ou estatística, uma classificação adicional nos seguintes grupos: (i) atenção imediata: neste caso estão os processos que são importantes estatisticamente e tecnicamente, ou seja, estes precisam de atenção imediata e alta prioridade para as ações corretivas; (ii) bons – categoria A: neste caso os processos são tecnicamente críticos e precisam ser considerados em estudos futuros; (iii) processos não-preparados e devem ser excluídos desta iteração, estes processos precisam ter as suas especificações ajustadas ou estabilizados; (iv) podem esperar: neste caso os processos são estatisticamente críticos mas não tecnicamente críticos, estes processos precisam de ações de melhoria, mas estão em segunda prioridade e; (v) bons – categoria B: neste caso os processos não são tecnicamente críticos e têm prioridade menor que os da Categoria A. Os autores sugerem ainda o QFD (*Quality Function Deployment*) (AKAO, 1994) como ferramenta para identificar e priorizar o que é importante para o cliente.

TARHAN e DEMIRORS (2006) tratam especificamente de uma proposta para avaliação dos processos e medidas quanto à adequação ao controle estatístico de processos. Para isso, os autores definem critérios de avaliação dos processos e das suas medidas

associadas. Os critérios relacionados pelos autores são: (i) consistência: é avaliada pela similaridade nos valores dos atributos do processo encontrados nas execuções do processo; (ii) utilização das métricas, que envolve a avaliação dos seguintes critérios: identificação da métrica, existência de dados, verificabilidade, dependência, normalização e integrabilidade com os objetivos organizacionais.



Figura 2.8 – A classificação inicial dos processos e a sua prioridade. Fonte: Adaptado de GOH e XIE (1998)

Para avaliar a consistência do processo, os valores de cada atributo do processo (entradas, saídas, atividades, perfil, ferramentas e técnicas) são registrados em um formulário e os valores obtidos avaliados com o auxílio de uma Matriz de Similaridade de Processos. Para a avaliação do critério de utilização das métricas, os autores fazem uso de questionários separados para as métricas básicas e para as derivadas. Cada questão possui um peso e um valor, multiplicando os valores individuais de cada questão. Um Índice de Adequação das Métricas da Métrica (MUI) é obtido e a sua interpretação segue a seguinte regra: (i) Não usado ([0.00-0.25]); (ii) pouco usado ([0.26-0.50]); (iii) largamente utilizado ([0.51-0.75]) e; (iv) totalmente utilizado ([0.76-1.00]). Os autores observaram, durante uma avaliação, que nem todas as métricas classificadas como largamente utilizadas estavam prontas para serem submetidas ao controle estatístico, por isso, destacaram a importância de avaliar outras informações de contexto antes de consolidar a seleção de processos e suas medidas.

Alguns problemas também foram encontrados durante a implantação e realização do controle estatístico de processos e relatados em BORJA, 2007; KITCHENHAM *et al.*, 2007; WANG *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2007; GOH e XIE, 1998; WHEELER e POLING, 1998.

BORIA (2007) destacou, após as análises realizadas durante as suas auditorias formais e informais em empresas de alta maturidade, que os dois principais obstáculos para a realização do controle estatístico de processos eram os processos e medidas inadequadas.

KITCHENHAM *et al.* (2006) concluíram que somente a implementação dos resultados esperados das práticas de modelos de referência não garante que a implantação do controle estatístico seja realizada em empresas avaliadas no nível 4 ou 5 do CMMI. A falta de conhecimento dos métodos estatísticos e de como aplicá-los foi o principal problema detectado.

WANG *et al.* (2006) destacam que a seleção de processos alinhados aos objetivos estratégicos é um pré-requisito para aplicar a estratégia proposta, por ser inviável aplicar o controle estatístico a todos os processos. A dificuldade em estabelecer *baselines* para processos de software também foi um problema ressaltado.

GOH e XIE (1998) relatam a dificuldade na seleção e priorização de uma grande quantidade de processos.

Finalmente, para WHEELER e POLING (1998), um dos maiores problemas na implantação do controle estatístico, está em caracterizar medidas válidas e dados de qualidade.

## 2.6 Critérios para Seleção de Processos para Controle Estatístico

Das diferentes propostas de diferentes áreas para a seleção de processos estratégicos encontradas na literatura (DAVENPORT, 1993; FLORAC e CARLETON, 1999; WANG *et al.*, 2006; GOH e XIE, 1998), as características encontradas nos processos alinhados a estratégia da organização, que serão transformadas em critérios de decisão da seleção de processos para o controle estatístico, foram: (i) devem ser selecionados os processos relacionados aos objetivos organizacionais que também contribuem para melhor atender a seus mercados e clientes; (ii) os processos de apoio não podem ser negligenciados e devem ser selecionados desde que possam contribuir para melhor alcançar os objetivos da organização.

Neste sentido, DAVENPORT e SHORT (1990) sugerem duas abordagens para a escolha dos processos a serem melhorados: (i) abordagem exaustiva, que consiste, inicialmente, na identificação de todos os processos de uma organização e, posteriormente, na priorização destes processos por criticidade; (ii) abordagem de alto impacto, que

identifica apenas os processos mais importantes ou aqueles em conflito com a visão do negócio e os objetivos estabelecidos.

Para estes autores, esta última abordagem tem sido suficiente; já que a abordagem exaustiva apesar de ser mais completa, leva muito mais tempo para ser executada e a grande maioria das empresas tem a percepção de quais são os processos mais críticos ao seu sucesso ou os mais problemáticos. Corroborando com esta idéia, HAMMER e CHAMPY (1993) reportam três critérios que são freqüentemente utilizados pelas empresas para a seleção de processos na área de reengenharia e melhoria de processos: (i) a disfunção, ou seja, identificar os processos que estão com os maiores problemas; (ii) a importância, ou seja, identificar os processos que têm o maior impacto sobre os clientes; e (iii) praticidade, ou seja, identificar no momento quais são os mais adequados.

Seguindo nesta linha, FLORAC e CARLETON (1999) também indicam que um conjunto de atividades seja realizado, para identificar as questões de processo que impedem que os objetivos de negócio sejam alcançados, são elas: (i) esclarecer os objetivos de negócios e relacioná-los com os processos de software e, como na maioria das vezes estes objetivos estão atrelados a custo, qualidade ou tempo, a sua associação é direta; (ii) identificar os processos críticos, que são geralmente processos que deram algum problema no passado ou estão usando uma tecnologia pela primeira vez; (iii) caso os processos já estejam sob controle estatístico, os processos críticos também são aqueles que não estão alcançando a capacidade esperada; (iv) listar os problemas potenciais associados aos processos, o que auxilia no aumento do conhecimento dos processos e da relação entre eles, facilitando a priorização; e (v) agrupar a lista de problemas potenciais em tópicos, facilitando, também, a obtenção do conhecimento para priorizar os processos. Especificamente para selecionar processos que possuem medidas adequadas para o controle estatístico, os seguintes critérios são relacionados: veracidade, sincronismo, consistência, validade e captura dos dados.

Segundo DAVENPORT (1993), após a seleção dos processos críticos, uma matriz de prioridades deve ser elaborada e, para a decisão final, o somatório obtido para cada um destes processos deve ser totalizado, conforme ilustrado na Figura 2.9. Os processos com maior somatório devem ser selecionados. Com a lista dos selecionados, ainda deve ser realizada uma última análise. Esta buscará identificar se os processos selecionados possuem independência em relação aos não selecionados, ou seja, se para melhorar um dado processo selecionado não há necessidade de melhorar um processo não selecionado. Caso



haja dependência, as pontuações dos processos selecionados e não selecionados devem mudar.

Matriz Decisória para Seleção de Processos					
Nome do Processo					
Item de Decisão	Espectro de Alinhamento				
	Alto				Baixo
Consistência com a Estratégia					
Importância					
Disfunção					
Praticidade					
Total	$\Sigma$ do total de pontos no espectro				

Figura 2.9 – Um exemplo de matriz decisória para seleção de processos. Fonte: Adaptado de DAVENPORT (1993).

Ainda para os autores GOH e XIE (1998), os critérios de seleção e priorização de processos para controle estatístico são baseados na importância estatística e técnica. O critério de importância estatística avalia a estabilidade e a capacidade dos processos envolvidos. Por outro lado, o critério de importância técnica avalia o quanto o processo contribui para a qualidade final do produto e o processo de produção. Para este segundo critério, os seguintes sub-critérios são avaliados: (i) importância funcional, (ii) importância para a manutenção e a confiabilidade; (iii) importância entre processos; e (iv) importância para o cliente. Para a priorização destes critérios, os autores sugeriram a Análise Hierárquica dos processos (SAATY e VARGAS, 2006).

TARHAN e DEMIRORS (2006), também, definem critérios de avaliação dos processos e das medidas associadas aos processos. Os critérios relacionados pelos autores são: (i) consistência: é avaliada pela similaridade nos valores dos atributos do processo encontrados nas execuções do processo; (ii) utilização das métricas, que envolve a avaliação dos seguintes critérios: identificação da métrica, existência de dados, verificabilidade, dependência, normalização e integrabilidade com os objetivos organizacionais.

BARCELLOS (2008) consolida os critérios relacionados à aplicabilidade ao controle estatístico das medidas básicas e derivadas em um *Checklist* de Avaliação de Medidas.

A Tabela 2.3 apresenta o quadro com a consolidação dos principais critérios de seleção de processos para controle estatístico resultantes desta revisão da literatura.

Tabela 2.3 – Consolidação dos critérios de seleção de processos para controle estatístico.

Item de Decisão	Crítérios	Fonte
Consistência com a Estratégia	Processos relacionados aos objetivos de negócio que melhor atendem aos seus clientes	(DAVENPORT, 1993) (FLORAC e CARLETON, 1999) (HAMMER e CHAMPY, 1993)
	Processos de suporte que contribuem para melhor alcançar os objetivos da organização	(GOH e XIE, 1998) (TARHAN e DEMIRORS, 2006) (WANG <i>et al.</i> , 2006)
	Processo e Métricas integrados com a estratégia da organização	(BARCELLOS, 2008)
Importância Técnica ou Importância	Importância para o Cliente	(DAVENPORT, 1993) (FLORAC e CARLETON, 1999) (HAMMER e CHAMPY, 1993) (GOH e XIE, 1998)
	Importância Funcional	(GOH e XIE, 1998)
Disfunção	Identificar os processos que estão com os maiores problemas	(FLORAC e CARLETON, 1999) (HAMMER e CHAMPY, 1993) (DAVENPORT, 1993)
Importância Estatística ou Praticidade	Veracidade e Identificação das Métricas	(TARHAN e DEMIRORS, 2006) (FLORAC e CARLETON, 1999) (BARCELLOS, 2008)
	Verificabilidade ou Validade	(TARHAN e DEMIRORS, 2006) (FLORAC e CARLETON, 1999) (BARCELLOS, 2008)
	Consistência, Normalização e Existência de Dados	(TARHAN e DEMIRORS, 2006) (FLORAC e CARLETON, 1999) (BARCELLOS, 2008) (WANG <i>et al.</i> , 2006)
	Captura de Dados	(FLORAC e CARLETON, 1999)
	Sincronismo e Dependência	(TARHAN e DEMIRORS, 2006) (FLORAC e CARLETON, 1999)
	Estabilidade	(FLORAC e CARLETON, 1999) (TARHAN e DEMIRORS, 2006) (GOH e XIE, 1998) (WANG <i>et al.</i> , 2006)
	Capacidade	(FLORAC e CARLETON, 1999) (TARHAN e DEMIRORS, 2006) (GOH e XIE, 1998)

## 2.7. Ferramentas possíveis de utilização como apoio à seleção e priorização de processos

Com relação às ferramentas possíveis de utilização como apoio à seleção e priorização de processos para o controle estatístico, uma busca da literatura foi realizada com o objetivo de verificar se existia algum processo, método, apoio ou ferramenta para a seleção de processos de software para controle estatístico.

Para facilitar a busca, portanto, foi definida a seguinte string: ("quantitative management" <or> "statistical process control" <or> "statistical control") <and> ("prioritizing" <or> "prioritize" <or> "suitability" <or> "critical process") <and> ("software" <or> "tool" <or> "process" <or> "implementation" <or> "method").

A string de busca definida foi utilizada nas bibliotecas digitais de periódicos da CAPES (ACM Digital Library, IEEE Computer, Scopus, Web of Science, Inspec, EI Compendex) disponíveis na Internet e no site do CMMI – SEI (<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>).

Foram encontrados 57 artigos no total, sendo: 15 artigos na IEEE Computer, 20 artigos no Scopus, 13 artigos na Web of Science, 1 artigo na ACM Digital Library e 8 artigos na Compendex. Não foram encontrados artigos na Inspec.

Após a leitura do resumo dos artigos, foram encontradas algumas sugestões de ferramentas comuns para apoiar a identificação e/ou priorização de necessidades e problemas, o QFD (*Quality Function Deployment*) e o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Isto foi considerado um indício de que estas ferramentas poderiam ser adequadas para o tema deste trabalho.

Dentre estes autores, GOH e XIE (1995) destacaram a importância de utilizar a ferramenta QFD na priorização dos processos para serem submetidos ao controle estatístico.

SIVIY e HARPER (2005) também identificaram a ferramenta QFD para ser utilizada durante a identificação de áreas de melhoria, dentre as ferramentas e métodos comumente utilizados por empresas que implementaram o *Six Sigma*.

Uma versão simplificada das ferramentas do QFD e FMEA foi sugerida por BRUSSE (2004), que indica que, além do QFD simplificado, o FMEA simplificado também seja realizado na fase de definição do DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

A técnica Delphi foi identificada por minimizar o impacto das incertezas em relação à tomada de decisão (WOUNDENBERG, 1991) e substituir as reuniões iniciais de *brainstorming* propostas pelas ferramentas FMEA e QFD.

Desta forma, foram selecionadas as seguintes ferramentas possíveis de utilização como apoio à seleção e priorização de processos: QFD, QFD Simplificado, FMEA, FMEA simplificado e a Técnica Delphi.

### 2.7.1 QFD (*Quality Function Deployment*) e QFD Simplificado

Em 1978, Shigeru Mizuno e Yoji Akao desenvolveram a ferramenta *Quality Function Deployment* (QFD), cujo principal objetivo era a integração entre as necessidades dos clientes e o desenvolvimento de produtos e processos.

Segundo AKAO (1994), o QFD é a transformação das necessidades do cliente em características de qualidade do produto e, através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do cliente e as características do produto, realizar o desenvolvimento da qualidade de projeto para o produto final. Existem três principais mecanismos neste método (BERK, 2000): (i) identificar os requisitos que precisam ser alcançados (o que?); (ii) identificar como eles serão alcançados (como?); e (iii) identificar a intensidade do relacionamento entre os dados das duas tabelas que compõem a matriz.

Além disso, outros conceitos são necessários para o melhor entendimento do método (BERK, 2000): (i) extração: é o processo de utilizar os elementos de uma tabela como referência para se obter os elementos de outra tabela; (ii) conversão: é o processo de transferir a importância relativa dos dados de uma tabela da matriz para os dados da outra tabela, em função da intensidade das relações existentes entre eles, auxiliando na sua posterior priorização.

Dentre as abordagens existentes, a mais conhecida é a “das quatro fases”, que é composta por (BERK, 2000): (i) planejamento do produto, nesta fase existe a tradução do que é importante para o cliente, “voz do cliente”, em requisitos do produto; (ii) desdobramento das partes – que transforma as características do produto em requisitos dos componentes; (iii) planejamento do processo – que transforma as características dos componentes em requisitos do processo, conforme Figura 2.10; e (iv) planejamento da produção – que transforma as características do processo em requisitos da produção.

Outra abordagem do QFD, que surgiu com a utilização da estratégia *Six Sigma* para o controle estatístico, foi a versão simplificada de BRUSSE (2004). Segundo BRUSSE

(2004), o que o cliente realmente precisa não está claro durante o desenvolvimento de um produto, serviço ou processo.

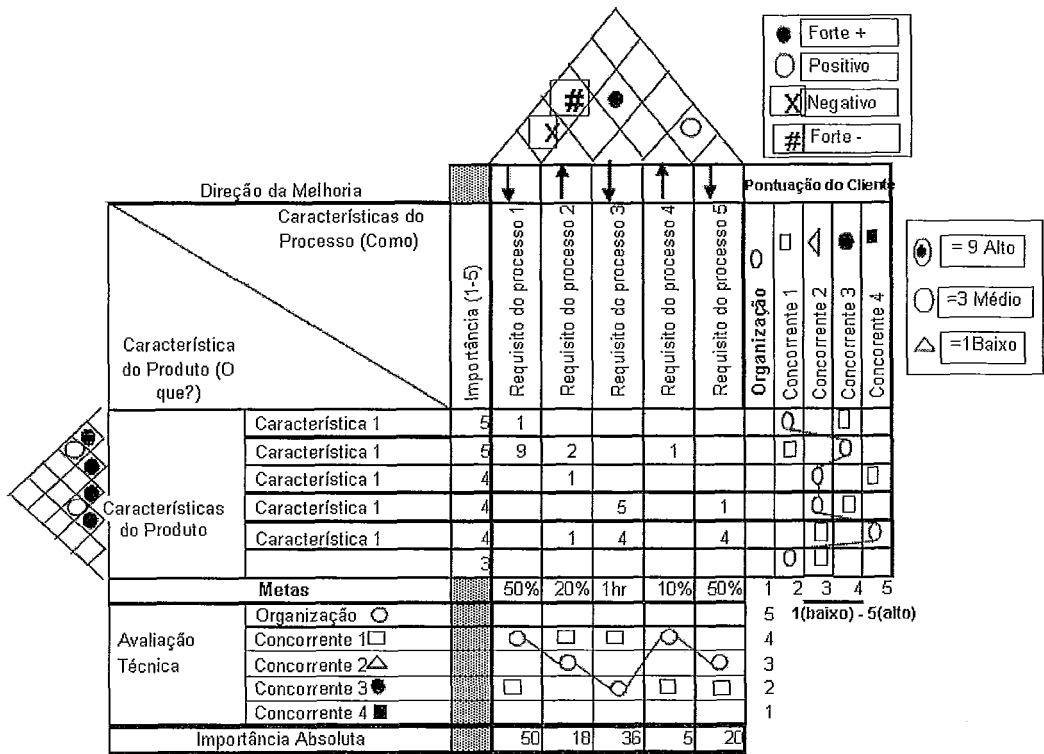


Figura 2.10 – QFD tradicional para planejamento de processos.  
 Fonte: adaptado de <http://www.qimacros.com/qiwizard/qfd.html>

Desta forma, um QFD simplificado, se realizado de forma cuidadosa, minimiza os problemas causados pela falta de entendimento entre as partes envolvidas nestas tarefas. Esta forma simplificada tem o mesmo objetivo da forma tradicional de transformar as necessidades do cliente em ações obrigatórias ao longo do processo de produção de uma forma mais compacta. Neste sentido, o QFD simplificado converte essas necessidades em ações priorizadas. E, nesta abordagem, não só os clientes podem participar deste levantamento de necessidades, mas todos aqueles que participam do processo produtivo durante a sua execução ou após o seu encerramento (BRUSSE, 2004).

Por outro lado, a maior dificuldade desta abordagem está em conseguir reunir todos os clientes deste processo produtivo para o preenchimento dos formulários obrigatórios, já que todos os grupos afetados por este processo devem estar representados nesta reunião inicial. Estes formulários são uma forma de quantificar as questões (desafios, riscos, estratégias, produtos, processos,...) de acordo com as necessidades do cliente e os possíveis valores para esta relação, que estão relacionados na Tabela 2.4. Neste sentido, a Figura 2.11 ilustra um formulário QFD simplificado e sua relação com o QFD tradicional.

Desta forma, as ações que resolvem as necessidades estão listadas no topo do formulário. Debaixo de cada ação proposta, o grau de como esta ação vai resolver cada necessidade listada deve ser informado conforme Tabela 2.5. Outro ponto importante a ser ressaltado é que estas ações podem ou não fazer parte do processo atual da organização.

Tabela 2.4 – Grau de importância das necessidades do cliente levantadas no QFD simplificado. Fonte: BRUSSE (2004)

Índice	Descrição
5	É uma necessidade crítica ou de segurança.
4	É uma necessidade muito importante.
3	É uma necessidade muito desejada.
2	É uma necessidade que seria importante ter.
1	É um desejo desde que seja fácil de fazer.

Tabela 2.5 – O quanto cada ação resolve a necessidade levantada no QFD simplificado. Fonte: BRUSSE (2004)

Índice	Descrição
5	Satisfaz todas as necessidades do cliente.
4	Satisfaz a maior parte das necessidades do cliente.
3	Satisfaz parte das necessidades do cliente.
2	Satisfaz alguma parte das necessidades do cliente.
1	Satisfaz uma pequena parte das necessidades do cliente.
0	Não satisfaz as necessidades do cliente ou não tem relevância.
<0	Impacta negativamente na satisfação do cliente.

Mais uma vantagem do QFD simplificado para o QFD tradicional é que este possui muitos formulários e uma matriz robusta para ser preenchida e por este motivo a utilização do QFD simplificado reduz significativamente o esforço do QFD tradicional (BRUSSE, 2004).

Outro ponto de discussão é a reunião inicial para levantamento de necessidades e priorização que existe nas duas abordagens. Mesmo que no QFD simplificado exista uma redução do tempo de reunião, ainda persistem problemas, como (WOUNDENBERG, 1991): (i) a influência de outro especialista na priorização; (ii) somente uma iteração do conhecimento elicitado e; (iii) ruído de informações menos relevantes .

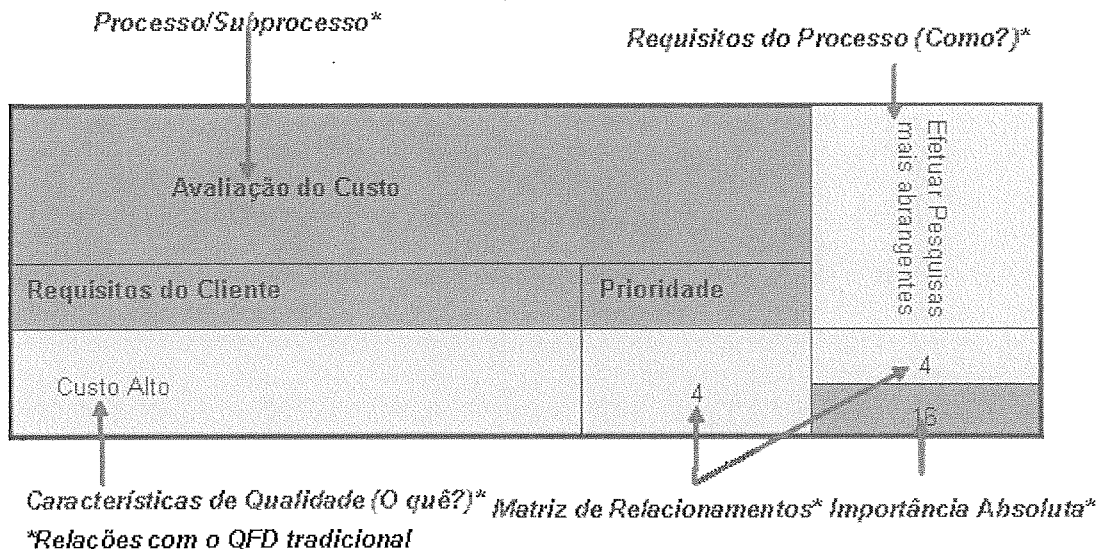


Figura 2.11 – Formulário padrão do QFD simplificado e a sua relação com o QFD tradicional. Fonte: Adaptado de BRUSSE (2004)

### 2.7.2 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) e FMEA Simplificado

Em um FMEA, conforme STAMATIS (2003) devem ser identificadas as falhas atuais e potenciais e seus efeitos em sistemas e processos com o objetivo de definir ações que visem reduzir ou eliminar os riscos associados a cada falha. O FMEA avalia, também, a severidade de cada falha com relação ao impacto causado aos clientes, a sua probabilidade de ocorrência e de detecção antes de chegarem ao cliente final. Desta forma, com base nestes três elementos (severidade, ocorrência e detecção), é possível priorizar as falhas de maior risco ao cliente.

Existem três tipos principais de FMEA (STAMATIS, 2003): FMEA de sistema, FMEA de produto e o FMEA de processo. O FMEA de sistema é utilizado para avaliar as falhas em sistemas nos estágios iniciais de conceituação e projeto. O FMEA de produto é utilizado para avaliar possíveis falhas no projeto do produto antes da sua liberação para a produção. O FMEA de processo é utilizado para avaliar as falhas em processos antes mesmo da sua definição.

Após a execução do FMEA, necessidades de alterações no sistema, produto ou processo são identificadas e priorizadas, ações de melhoria são realizadas e a definição do plano de controle é realizada.

O fluxo deste processo é o mesmo para os diferentes tipos de FMEA e segue as seguintes fases (STAMATTIS, 2003): Planejamento, Análise de Falhas e Avaliação dos Riscos.

A fase do “Planejamento” é realizada pelo responsável pela aplicação do FMEA e abrange: (i) descrição dos objetivos e abrangência da análise, identificando qual produto ou processo será analisado; (ii) formação dos grupos de trabalho, que deve ser pequeno (entre 4 a 6 pessoas) e multidisciplinar; (iii) planejamento das reuniões, que devem ser agendadas com antecedência e com o consentimento de todos os participantes para evitar paralelizações; e (iv) preparação da documentação.

A fase da “Análise de Falhas” é realizada pelo grupo de trabalho que discute e preenche o formulário FMEA de acordo com os passos: (i) função e característica do produto ou processo; (ii) tipo de falha potencial para cada função; (iii) efeito do tipo de falha; (iv) causa possível da falha; e (v) controles atuais.

Por fim, na fase da “Avaliação dos Riscos” são definidos pelo grupo os índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para cada causa de falha, de acordo com critérios previamente definido. Depois são calculadas as prioridades de risco (R), por meio da multiplicação dos outros três índices.

A Figura 2.12 ilustra um formulário do FMEA tradicional e as tabelas 2.6, 2.7 e 2.8 detalham os critérios de severidade, ocorrência e detecção.

De forma resumida, é possível afirmar que o FMEA tradicional precisa de múltiplos formulários, muito tempo e muitas pessoas envolvidas. A proposta de BRUSSE (2004), para reduzir custos e tempo é a execução de um FMEA simplificado, que é menos complexo que o FMEA tradicional.

O FMEA simplificado de BRUSSE (2004) propõe que os especialistas tenham um olhar crítico para o processo, prevendo problemas mesmo que este seja executado conforme planejado, possuindo como principais atividades: (i) a identificação de quaisquer problemas que possam acontecer, sem a preocupação com detalhes quantitativos ou do tipo da tarefa; e (ii) identificar as soluções propostas, que podem ser representadas por processos existentes, para mitigar ou resolver estas questões. Neste sentido, é importante que todos os envolvidos que são afetados pelo processo proposto participem do preenchimento dos formulários do FMEA simplificado.

Mais detalhadamente, conforme o formulário da Figura 2.13, o lado esquerdo do formulário do FMEA simplificado deve ser preenchido com uma lista de problemas que podem acontecer, assumindo que a tarefa foi concluída como planejado, ou seja, o



processo executado foi aderente ao processo planejado para a tarefa em questão. A primeira tarefa da reunião inicial, que envolve todos os interessados na tarefa proposta, é gerar esta lista de problemas. Estes problemas serão priorizados segundo o seu grau de importância, opções listadas na Tabela 2.9. Na parte de cima do formulário, ao lado da tarefa proposta, estão as soluções que foram identificadas na reunião inicial para as questões listadas, o grau que estas soluções afetam as questões também deve ser mensurado, conforme listado na tabela 2.10. Também é possível pela Figura 2.14, estabelecer as relações entre o FMEA simplificado e o tradicional.

Função	Modo de Falha	Efeito	Severidade	Causa	Ocorrência	Controles atuais	DETENÇÃO	Ações Recomendadas	Resultados das ações				
									Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	DETENÇÃO	
Baixo Custo	Alto Custo	Prejudica as Vendas devido a queda da satisfação dos clientes		Previsão incorreta devido a variação no mercado		Avaliação dos Custos		Eletuar Pesquisa mais abrangente					

Figura 2.12 – Exemplo de um formulário do FMEA. Fonte: Adaptado STAMATIS (2002).

Tabela 2.6 – Exemplo de critérios de severidade do FMEA. Fonte: STAMATIS (2002).

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre.
2 a 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente.
4 a 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente.
7 a 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente.
9 a 10	Muito Alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança.

Tabela 2.7 – Exemplo de critérios de ocorrência do FMEA. Fonte: STAMATIS (2002).

Índice	Ocorrência
1	Remota: falha é improvável.
2 e 3	Baixa: poucas ocorrências
4, 5 e 6	Moderada: ocorrências ocasionais
7 e 8	Alta: ocorrências frequentes
9 e 10	Muito Alta: ocorrência quase inevitável

Tabela 2.8 – Exemplo de critérios de detecção do FMEA. Fonte: STAMATIS (2002).

Índice	Deteccao	Proporcao
1	Muito Alta	Certamente será detectado.
2 e 3	Alta	Grande probabilidade de ser detectado.
4, 5 e 6	Moderada	Provavelmente será detectado.
7 e 8	Pequena	Provavelmente não será detectado.
9 e 10	Quase impossível	Certamente não será detectado.

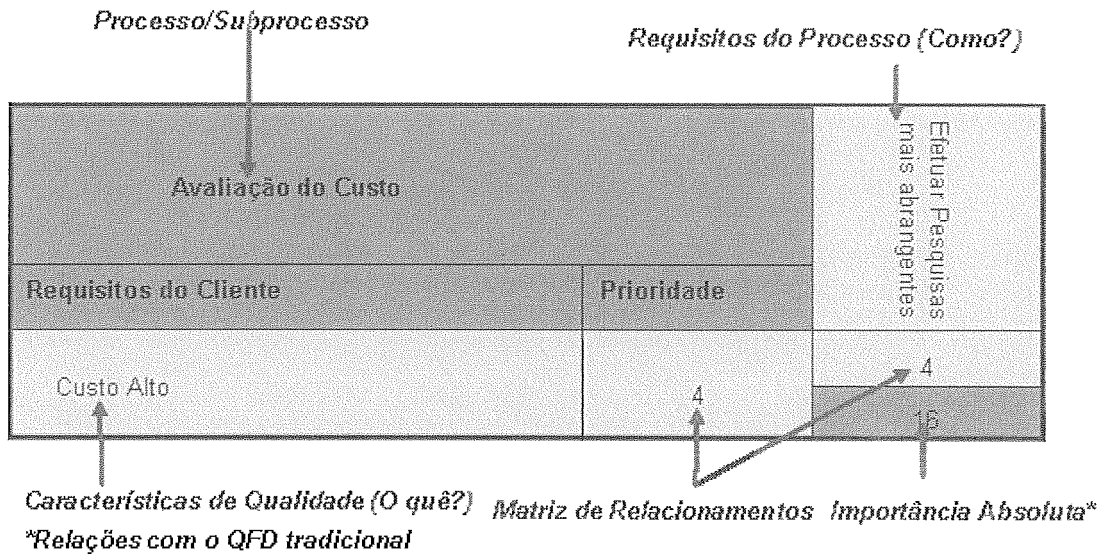


Figura 2.13 – Formulário padrão do FMEA simplificado e sua relação com o FMEA tradicional. Fonte: Adaptado de BRUSSE (2004)

Tabela 2.9– Tabela contendo o grau de importância das falhas levantadas. Fonte: BRUSSE (2004)

Índice	Descrição
5	É uma falha crítica ou de segurança.
4	É uma falha muito importante.
3	É uma falha de importância média.
2	É uma falha de importância mínima.
1	Não existe um consenso se esta é uma falha ou não.

Tabela 2.10 – O quanto cada solução proposta resolve a questão levantada. Fonte:

BRUSSE (2004)

Índice	Descrição
5	Resolve completamente.
4	Resolve bem.
3	Resolve satisfatoriamente.
2	Resolve alguma coisa.
1	Resolve muito pouco.
0	Não afeta em nada.
<0	A solução piora a situação atual.

Apesar de reduzir o tempo e o esforço da reunião inicial, o FMEA simplificado possui um ponto fraco com relação a subjetividade das questões levantadas na reunião inicial bem como na sua priorização, o que também ocorre no FMEA tradicional.

### 2.7.3 Técnica Delphi

A técnica Delphi foi desenvolvida com o objetivo de aumentar a confiança de pesquisas relacionadas com estimativas de parâmetros desconhecidos e predição de eventos futuros (WOUNDENBERG, 1991) e, desde então, tem sido utilizada para apoiar uma grande variedade de problemas, como, por exemplo: (i) em pesquisas nas áreas tecnológicas, educacionais e de indústria química; (ii) em planejamentos diversos; (iii) em sistemas de informação; e (iv) em produtividade de programação. Ainda no contexto de aplicações possíveis para esta técnica, esta foi estendida, para que pudesse ser utilizada também no apoio à tomada de decisão, principalmente porque utiliza vários especialistas, o que minimiza o impacto das incertezas em relação à tomada de decisão quando enfrentada por um indivíduo sozinho (WOUNDENBERG, 1991).

Neste contexto, esta técnica busca deduzir, refinar e gerar uma opinião final a partir de um grupo de especialistas, que não estão fisicamente reunidos, possibilitando a redução dos efeitos negativos da interação das pessoas de um grupo. Neste sentido, segundo WOUNDENBERG (1991), os efeitos negativos desta interação que podem ser reduzidos são: (i) a tendência dos membros com menos poder na organização seguirem as opiniões daqueles com mais poder, mesmo sendo contrárias as suas; (ii) a tendência ao condicionamento da linha de pensamentos após algum período de trabalho; e (iii) as personalidades dominantes influenciarem as respostas do grupo.

Mais uma vantagem desta técnica, que também a diferencia de outros métodos de pesquisa e planejamento, é que esta deve ser aplicada não com o objetivo de deduzir uma simples resposta ou se chegar a um consenso, mas para obter de forma rápida, respostas e opiniões com um alto nível de qualidade. Obtendo desta forma, opiniões e respostas com um alto grau de confiança de um grupo formado por especialistas da área que está em estudo (GUPTA e CLARKE, 1996).

Para que este alto grau de confiança seja alcançado, algumas características básicas sobre a técnica devem ser preservadas, tais como (WOUNDENBERG, 1991): (i) o anonimato: elicitando as opiniões separadamente e de forma privada; (ii) existência de feedback: os resultados dos questionários são resumidos e devolvidos aos participantes para que sejam novamente validados; e (iii) existência de várias iterações: cada vez que os participantes preenchem um questionário tem-se uma iteração.

Além disso, durante a formação da equipe de especialistas, não só características técnicas devem ser observadas, mas algumas características pessoais também devem ser destacadas (WOUNDENBERG, 1991), como: (i) estarem pessoalmente envolvidos no problema em questão; (ii) estarem motivados a participar; e (iii) existir a percepção do valor das informações que serão geradas a partir da execução deste método.

A estrutura básica deste processo, cujo fluxograma está representado na Figura 2.14, possui inicialmente as atividades de elaboração e envio do primeiro questionário. É importante que a primeira atividade, que é a elaboração do questionário seja realizada de forma cuidadosa, para que erros não causem desperdício de tempo no preenchimento do questionário.

Neste sentido, algumas recomendações devem ser observadas (MARTINO, 1993): (i) evitar eventos compostos: se o evento contiver uma parte que o especialista concorda e outra com a qual discorda, ele não saberá o que responder; (ii) evitar colocações ambíguas, pois pessoas podem ter diferentes entendimentos sobre o significado da palavra; (iii) tornar o questionário simples de ser respondido: o questionário deve ser elaborado para que seja fácil de preencher; (iv) número de questões: há um limite de aproximadamente 25 questões; (v) esclarecer questões contraditórias: caso existam questões excludentes, é importante que esteja claro; (vi) evitar pedidos de priorização em uma ordem grande de proposições; e (vii) permitir complementações para enriquecer a pesquisa.

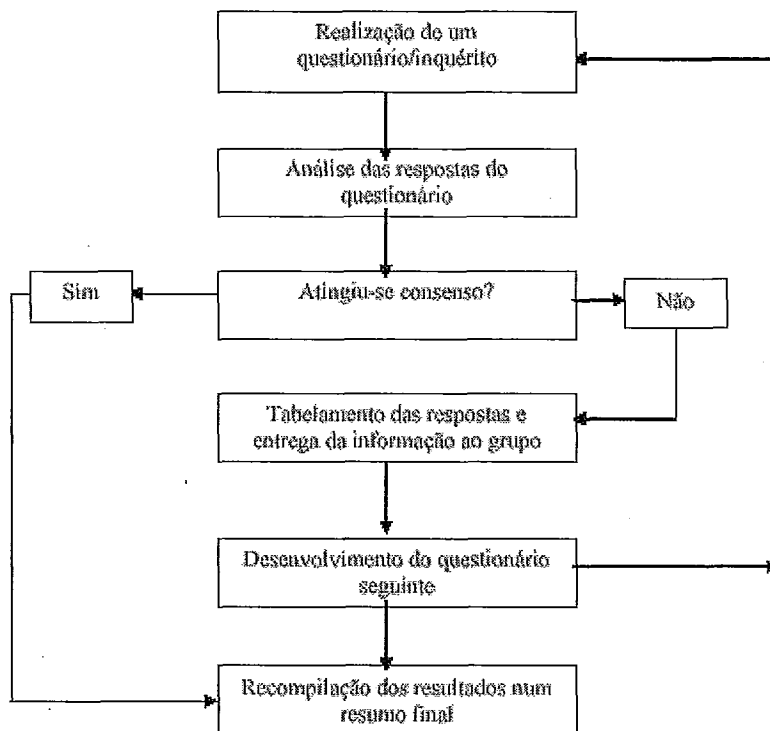


Figura 2.14 – Processo da Técnica Delphi. Fonte: Adaptada de GUPTA e CLARKE (1996)

Na primeira iteração, os especialistas recebem um questionário e a eles é solicitado responder individualmente todas as questões. Após o envio das respostas, estas são quantitativamente tabuladas e devolvidas aos participantes para o início da próxima iteração. A cada nova iteração, as perguntas são repetidas e os participantes devem reavaliar suas respostas de acordo com as respostas numéricas e com as justificativas dadas pelos demais participantes na iteração anterior. Se estas respostas estiverem em desacordo com as respostas centrais do grupo, são solicitadas novas respostas com justificativas. Esse processo é repetido até que a divergência de opiniões entre especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório, neste caso, a resposta da última iteração é considerada como a previsão do grupo para o cenário em questão, momento onde o processo é considerado finalizado.

O uso inadequado da técnica pode gerar problemas, tais como (WOUNDENBERG, 2000): (i) os especialistas sentirem que são forçados ao consenso por má orientação; (ii) questionário mal elaborado com questões que podem gerar mau entendimento; (iii) demora na realização do processo; (iv) desistência de especialistas, de fora da instituição, que não possuem uma remuneração ou contrato.

## 2.8 Considerações finais

Para se ter sucesso na implantação do controle estatístico de processos de software, são necessários vários entendimentos. Deve-se, primeiramente, estabelecer objetivos estratégicos muito bem definidos para evitar a perda do foco, selecionar processos e medidas alinhados a estes objetivos e adequados ao controle estatístico. Com processos e medidas adequadas, buscar a estabilidade, realizar a avaliação da capacidade destes processos de atingir os objetivos estratégicos definidos inicialmente, a partir da seleção dos métodos estatísticos adequados. Se os objetivos não estão sendo atingidos, melhorias nos processos para reduzir a variabilidade devem ser realizadas e, por vezes, a mudança na definição do processo.

Para isto é necessário prover mecanismos para apoiar a implementação do controle estatístico de processos, e, no contexto desta dissertação, a seleção de processos estratégicos e medidas adequadas para o controle estatístico de processos de software.

Este capítulo apresentou a revisão da literatura sobre os paradigmas e abordagens de controle estatístico de software e de ferramentas que podem apoiar a seleção e priorização de processos, difundidos na comunidade de engenharia de software e que serão utilizados para nortear a definição da abordagem proposta por este trabalho. Foram consolidadas abordagens e experiências na implantação do controle estatístico e especificamente na seleção e priorização de processos de software para o controle estatístico. Além destes, foram apresentadas as principais normas e modelos de referência para a melhoria de processos de software e, também, um estudo sobre os critérios pesquisados na literatura para selecionar e priorizar processos para o controle estatístico com os quais a abordagem proposta por este trabalho está relacionada.

No próximo capítulo serão abordadas a experiência na implantação do controle estatístico em uma organização de software e uma discussão sobre os problemas encontrados no transcorrer de sua implementação.

# CAPÍTULO 3 – PROBLEMAS DA IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS SEM UM PROCESSO FORMAL DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO: UM EXEMPLO REAL

*Este capítulo apresenta o planejamento, a execução e os resultados obtidos na tentativa de implantação do controle estatístico de processos em uma organização sem um processo formal de seleção e priorização de processos. Uma discussão sobre os problemas encontrados e as lições aprendidas também é realizada no final deste capítulo.*

## 3.1. Introdução

Esta experiência foi realizada em uma organização de médio porte, com sede no Rio de Janeiro, que além de possuir a certificação ISO 9001:2000, foi avaliada com sucesso no Nível F do MR-MPS e no Nível 3 do CMMI. Como a obtenção de avaliações nos níveis mais altos de maturidade foi uma evidência do sucesso do investimento realizado, a organização decidiu dar prosseguimento aos investimentos se preparando para o nível A do MR-MPS, realizando a implantação do Controle Estatístico de Processos.

Para que este objetivo fosse alcançado, o Grupo de Processos da organização foi capacitado em cursos de Controle Estatístico e de Alta Maturidade em instituições renomadas. E, além disso, 4 (quatro) alunos de doutorado de Engenharia de Software COPPE/UFRJ participaram de forma voluntária nesta implementação.

O processo de “Testes do Software” foi escolhido após algumas reuniões pelos seguintes motivos: (i) a sua grande influência na qualidade do produto entregue aos clientes; (ii) era responsável por grande parte do esforço dos projetos; e (iii) fazia parte do caminho crítico dos projetos.

Após a seleção do processo alvo, os passos planejados pela equipe para a implantação do controle estatístico nesta organização foram: (i) estabelecer os objetivos de desempenho para o processo; (ii) gerar o gráfico de controle considerando as medidas existentes para o processo de testes para verificar a estabilidade; (iii) estabilizar o processo; e (iv) gerar o modelo de desempenho.

Este capítulo descreve a experiência desta implantação, os resultados obtidos e uma discussão sobre as principais dificuldades encontradas pelo grupo de processos.

A seção 3.2 apresenta os objetivos de desempenho da organização e as metas de desempenho definidas para o processo de testes selecionado. A seção 3.3 apresenta os gráficos de controle gerados e uma análise dos dados. A seção 3.4 apresenta uma discussão sobre as principais dificuldades e lições aprendidas desta experiência, e, por fim, a seção 3.5 apresenta as considerações finais do capítulo.

### **3.2. Objetivos de desempenho da organização e as metas relacionadas ao “Processo de Testes”**

De forma resumida, os quatro objetivos de desempenho mais amplos que uma organização pode perseguir são (FLORAC e CARLETON, 1999): (i) qualidade, diminuir a injeção de defeitos ao longo da execução dos processos; (ii) rapidez, minimizar tempo de execução dos processos; (iii) entrega, ou seja, manter o compromisso de entrega assumidos com os clientes; e (iv) custo, executar os processos com a qualidade definida com o menor custo possível.

O desempenho de um processo, portanto, deve contribuir para o alcance dos objetivos de desempenho da organização e, só é possível conhecê-lo quando um processo está estável (FLORAC e CARLETON, 1999).

Neste sentido, as metas de desempenho do processo de testes foram definidas com base: (i) nos dois principais objetivos estratégicos da organização “Satisfação dos Clientes e dos Colaboradores” e “Alto Retorno do Investimento”; (ii) nos resultados anteriores do indicador de “Densidade de Defeitos”; e (iii) nos resultados do indicador de “Satisfação dos Clientes com a Qualidade do Produto”.

A partir destes objetivos e da análise dos indicadores atuais deste processo foi possível concluir que: (i) a densidade de defeitos atual era considerada um bom resultado tanto pelos clientes quanto pelos executores do processo e deveria ser mantida; e (ii) o esforço da realização dos testes era muito alto e deveria ser diminuído.

Neste sentido, o esforço dos testes deveria diminuir mantendo a densidade de defeitos atual, garantindo, assim, a percepção de qualidade que o cliente já tinha da organização.

Foi utilizado o GQM (*Goal – Question- Metric*) para realizar a identificação dos indicadores para este processo (BASILI e ROMBACH, 1994). Duas questões foram



elaboradas: (i) “Qual é a densidade de defeitos total durante a execução dos testes?”, este indicador já existia e era analisado mensalmente; e (ii) “Qual e esforço necessário para realizar os testes em uma quantidade determinada de pontos de função?”, este indicador não existia e teve que ser criado. Ajustes no Plano de Medição e no Relatório de Medição foram realizados.

A partir destas informações, conforme descrito pela Tabela 3.1, as metas de desempenho foram estabelecidas e os indicadores selecionados.

Tabela 3.1 - Metas de desempenho definidas a partir dos objetivos de negócio da organização.

Objetivos de Desempenho	Questões	Indicadores
1. Manter a densidade de defeitos nos testes do software variando entre 0,03 e 1 defeito por ponto de função	1.1 Qual a densidade de defeitos de severidade alta detectados nos testes?	1.1.1 Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) de severidade alta nos testes
	1.2 Qual a densidade de defeitos de severidade média detectados nos testes?	1.2.1 Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) de severidade média nos testes
	1.3 Qual a densidade de defeitos de severidade baixa detectados nos testes?	1.3.1 Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) de severidade baixa nos testes
	1.4 Qual a densidade de defeitos total nos testes?	1.4.1 Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes
2. Manter o esforço de testes variando entre 0,07 e 6 homem-hora por ponto de função	2.1 Qual e esforço necessário para realizar os testes em uma quantidade determinada de pontos de função?	2.1.1 Produtividade (Homem-hora/Pontos de Função) nas atividades de testes.

Após identificar as metas de desempenho, as medidas básicas e derivadas foram identificadas e selecionadas.

A Tabela 3.2, descreve todas as medidas básicas e derivadas relacionadas aos indicadores do processo de testes relacionados aos objetivos de desempenho estabelecidos.

Tabela 3.2 – Medidas Básicas e Derivadas para o processo de Testes de Software.

TRP – Tamanho Real do Projeto	
Atributo a ser medido	Tamanho
Método de Medição	Após o término do projeto, deve ser contado o número de pontos de função real do projeto. A contagem deve ser feita de acordo com os procedimentos usados na organização, que disciplinam o uso dos valores de produtividade e outras considerações que devem ser feitas na contagem.
Periodicidade	Uma vez, após o término do projeto

Quem coleta	Gerente do Projeto
Unidade de Medida	Ponto de Função
NDSAT - Número de Defeitos de Severidade Alta nos Testes – Medida Básica	
Atributo a ser medido	Número de Defeitos
Método de Medição	Deve ser contado o número de defeitos registrados nos relatórios de testes (considerando todas as etapas e ciclos de testes) que estejam indicados como sendo de severidade “Alta” - erros que podem impedir o usuário de executar sua atividade com sucesso (tela branca, erros de lógica permitindo corrompimento de dados,...).
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez após o término dos testes
Quem Coleta	Membro da equipe de testes que realizou os testes
NDSMT - Número de Defeitos de Severidade Média nos Testes – Medida Básica	
Atributo a ser medido	Número de Defeitos
Método de Medição	Deve ser contado o número de defeitos registrados nos relatórios de testes (considerando todas as etapas e ciclos de testes) que estejam indicados como sendo de severidade “Média” - erros que podem atrapalhar ou confundir o usuário, mas que não impedem a execução da atividade (mensagens de erro mal especificadas, <i>layout</i> de tela estourando o espaço definido e atrapalhando o entendimento da tela,...).
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez após o término dos testes
Quem Coleta	Membro da equipe de testes que realizou os testes
NDSBT - Número de Defeitos de Severidade Baixa nos Testes – Medida Básica	
Atributo a ser medido	Número de Defeitos
Método de Medição	Deve ser contado o número de defeitos registrados nos relatórios de testes (considerando todas as etapas e ciclos de testes) que estejam indicados como sendo de severidade “Baixa” - envolve erros simples que não impedem a execução da atividade pelo usuário (cor, erros de escrita,...).
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez após o término dos testes
Quem Coleta	Gerente do Projeto
NTDT – Número total de defeitos detectados nos testes – Medida Básica	
Medidas Utilizadas	NDSBT, NDSMT e NDSAT
Função de Medição	Após o término dos testes (todas as etapas), calcula-se a soma de NDSBT, NDSMT e NDSAT.
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez, após os testes serem concluídos
Quem Coleta	Gerente do Projeto
DDTT - Densidade de Defeitos de Total nos Testes – Medida Derivada	
Medidas Utilizadas	TRP e NTDT

Função de Medição	Após o término dos testes (todas as etapas), calcula-se a razão entre NDTD e TRP.
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez, após os testes serem concluídos
Quem Coleta	Gerente do Projeto
ETT – Esforço total de um projeto nas atividades de testes – Medida Básica	
Atributo a ser medido	Esforço
Método de Medição	Deve ser contado o número de homens-hora gastos no projeto com atividades de testes (planejamento e execução de testes)
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez no término do projeto
Quem Coleta	Gerente do Projeto
PAT – Produtividade nas Atividades de Testes – Medida Derivada	
Medidas Utilizadas	TRP e ETT
Função de Medição	Após o término do projeto, calcula-se a razão entre ETT e TRP.
Periodicidade	A coleta deve ser feita apenas uma vez, após o término do projeto
Quem Coleta	Gerente do Projeto

### 3.3. Análise da estabilidade do Processo de Testes de Software

Seguindo o planejado pela equipe responsável, o próximo passo após o estabelecimento das metas de desempenho e a identificação dos indicadores foi a geração dos gráficos de controle para analisar a estabilidade.

O gráfico de controle XmR foi escolhido por ser indicado para analisar o comportamento dos processos quando uma mesma medida é coletada frequentemente e sobre as mesmas condições, características contidas nos indicadores selecionados.

De forma mais detalhada, o gráfico X representa os valores individuais das medidas analisadas e auxilia na análise da variabilidade. O gráfico mR representa a variação existente entre uma medida e a anterior, auxiliando: na análise da variabilidade e na detecção das causas atribuíveis.

Foi gerado, o gráfico de controle para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software” (Tabela 3.1), e os dados utilizados foram os representados pela Tabela 3.3.

O cálculo detalhado dos valores ilustrados na Figura 3.1, gráfico de controle X, e na Figura 3.2, gráfico de controle mR, é realizado a seguir.

As linhas centrais dos gráficos foram calculadas a partir da média dos valores de densidade de defeitos detectados nos testes (DDTT) e da média das amplitudes móveis (mR).

Tabela 3.3 – Dados utilizados para gerar o Gráfico de Controle XmR para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes”

Projeto	DDTT	TRP	mR	Média (CL)	Média mR (CL)	UNPL	LNPL	UCLR
P1	21,000	54,550	0,295	0,685	1,318	4,191	0,000	4,307
P2	8,000	89,000	0,276	0,685	1,318	4,191	0,000	4,307
P3	15,000	41,000	2,185	0,685	1,318	4,191	0,000	4,307
P4	291,000	114,080	2,516	0,685	1,318	4,191	0,000	4,307
P5	34,000	971,200		0,685		4,191	0,000	

Os limites superiores e inferiores do gráfico mR foram assim calculados:

$$UNPL = \text{Média DDTT} + (2,66 * \text{Média mR}) = 0,685 + (2,66 * 0,685) = 4,191$$

$$LNPL = \text{Média DDTT} - (2,66 * \text{Média mR}) = 0,685 - (2,66 * 0,685) = -1,14$$

$$UCLR = 3,268 * (\text{Média mR}) = 4,307$$

Os valores “2,66” e “3,268” são constantes que fazem parte da fórmula.

Os limites inferiores negativos foram desconsiderados por não existir densidade de defeitos negativa. O valor zero, portanto, foi considerado como limite inferior.

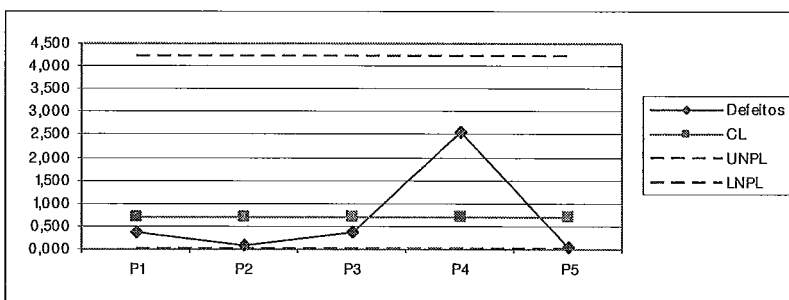


Figura 3.1 – Gráfico de Controle X para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software”

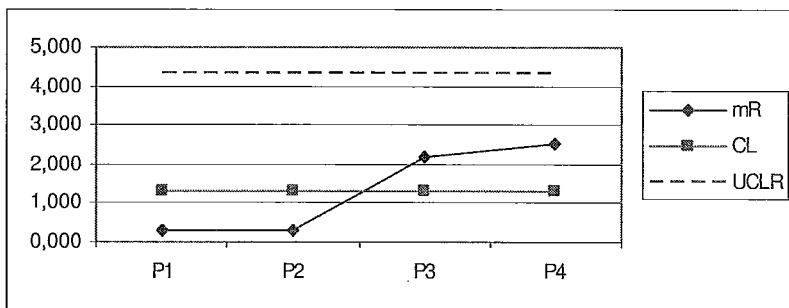


Figura 3.2 – Gráfico de Controle de amplitude (mR) para o indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software”

Ao realizar a análise dos gráficos (Figura 3.1 e Figura 3.2), percebeu-se que o processo estava sob controle, mesmo que os limites ainda estivessem altos, os pontos estavam dentro dos limites de controle. Idealmente, os valores deveriam ser comparados com um *baseline* anterior, como era o primeiro *baseline* gerado na organização, não foi possível realizá-la.

Após algumas análises no gráfico mR, um ponto muito diferente dos demais foi identificado. Realizando análises mais detalhadas, foi possível observar que: (i) este projeto apresentou um número muito alto de defeitos; (ii) foi um projeto atípico na organização, já que foi o primeiro projeto executado pelo gerente na empresa; e (iii) atividades de verificação (inspeção de código e as avaliações por pares dos documentos de análise) que foram planejadas não foram executadas, aumentando assim, o número de defeitos ao longo das atividades de testes.

Diante destas análises, os limites foram recalculados desconsiderando o projeto atípico. O cálculo realizado foi:

$$UNPL = \text{Média DDTT} + (2,66 * \text{Média mR}) = 0,219 + (2,66 * 0,300) = 1,019$$

$$LNPL = \text{Média DDTT} - (2,66 * \text{Média mR}) = 0,219 - (2,66 * 0,300) = -0,579$$

$$UCLR = 3,268 * (\text{Média mR}) = 0,980$$

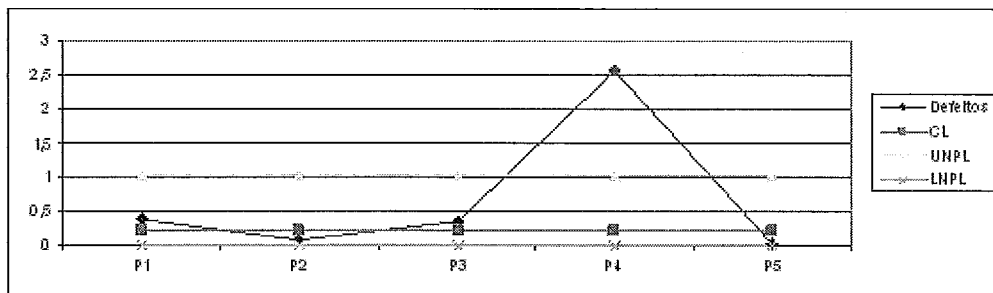


Figura 3.3 – Gráfico de Controle do indicador “Densidade de Defeitos (Nº de defeitos / ponto de função) total nos testes de software” indicando uma causa atribuível.

No gráfico, ilustrado pela Figura 3.3, portanto, foi possível identificar uma causa atribuível no projeto P4.

Os limites se estreitaram e ficaram mais próximos da realidade da empresa, confirmando que o projeto 4 era uma causa especial.

### 3.4 Problemas e Lições Aprendidas

O primeiro problema encontrado pela equipe responsável foi estabelecer os objetivos e metas de desempenho para o processo de testes. A equipe sabia que este era o processo alvo para estabelecer um modelo de desempenho, que a organização gastava muito tempo nos testes e que a qualidade atual não poderia ser reduzida.

Outro item observado pela equipe foi que o percentual do esforço da atividade de testes de software que apoiava o cálculo das estimativas para um novo projeto era calculado a partir da média na organização e o tamanho do projeto não era considerado.

Sendo assim, a equipe chegou a conclusão de que um bom modelo de desempenho seria um modelo que o Gerente do Projeto pudesse estimar o esforço necessário para executar os testes (unitários, integração, software, homologação interna e externa) em um determinado projeto de acordo com o tamanho do projeto dado em pontos por função.

O primeiro problema desta decisão foi que esse modelo de desempenho não poderia ser utilizado para gerenciar quantitativamente os projetos, já que só apoiaria a estimativa de uma atividade específica do processo planejado para o projeto. O indicador que seria utilizado para estabelecer o modelo de desempenho “Qual o esforço necessário para realizar os testes em uma quantidade determinada de pontos de função?” não era adequado por não poder ser utilizado para tomadas de decisão ao longo do processo de testes escolhido.

Outro problema encontrado pela equipe foi o Projeto 4, que não foi executado de forma aderente ao processo organizacional.

Além disso, sem um processo formal de seleção de processos de software, não foi possível identificar se o processo em questão era realmente o mais crítico para a organização. Através de análises mais detalhadas em outras medidas bases do processo de testes, chegou-se a conclusão que a principal causa do tempo excessivo gasto em testes não era a quantidade de defeitos encontrados, mas o tempo realizando testes de regressão, que não eram automatizados a cada versão nova disponibilizada. Uma automatização dos testes funcionais seria a solução ideal para este problema.

A importância de um processo formal de seleção e priorização pôde ser observada, já que problemas simples seriam detectados executando um processo definido com critérios estabelecidos, e, com isso, identificar a real prontidão da organização para o controle estatístico.

### 3.5. Considerações Finais

Esta seção apresentou a experiência da implantação de controle estatístico em uma empresa avaliada no Nível 3 do CMMI.

Foram apresentados os passos para a implantação, os problemas encontrados e como uma abordagem formal poderia ter minimizado os problemas encontrados nesta implantação.

No próximo capítulo, tema central desta dissertação, será discutido: a abordagem para selecionar e priorizar processos de software para o controle estatístico.

# CAPÍTULO 4 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO

*Este capítulo apresenta a abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico e os seus componentes, bem como a definição detalhada dos processos e subprocessos que compõem a abordagem.*

## 4.1 Introdução

O controle estatístico vem sendo utilizado pelas organizações como ferramenta para obter melhores processos de produção com menos variabilidade, propiciando níveis melhores de qualidade nos resultados da produção (FLORAC e CARLETON, 1999). Além disso, a obtenção de melhores processos nos remete a outro objetivo importante que é a redução de custos, já que estes diminuem principalmente em função de duas razões: a inspeção por amostragem e a redução de defeitos encontrados no produto final (FLORAC e CARLETON, 1999).

No entanto, como a implantação do controle estatístico nas organizações de software é incipiente, diversos problemas ainda são encontrados. Segundo BÓRIA (2007), KITCHENHAN *et al.* (2006) e GOH e XIE (1998), um dos problemas existentes na implantação do controle estatístico é a seleção inadequada de processos, ou seja, existe uma dificuldade em identificar quais são realmente os processos críticos para uma organização e o quanto estão preparados para serem submetidos ao controle estatístico. Apesar de alguns autores (GOH e XIE, 1998; TARHAN e DEMIRORS, 2006; BARCELLOS, 2008) realizarem a seleção e priorização de processos baseados nos atributos do processo e/ou na avaliação da base de medidas, eles concluem que uma seleção inicial a partir dos objetivos estratégicos deve ser feita.

GOH e XIE (1998) propõem a utilização do QFD (*Quality Function Deployment*) (BERK, 2000) para auxiliar na priorização do critério de importância técnica, mas não detalham a sua utilização, e indicam um único critério para a adequação estatística, que é a existência da estabilidade. Por outro lado, TARHAN e DEMIRORS (2006) não detalham



como devem ser selecionados processos alinhados aos objetivos organizacionais e nem sugerem ferramentas de apoio para esta tarefa, mas detalham bem outros critérios, além da estabilidade proposta por GOH e XIE (1998) para avaliar a adequação ao controle estatístico.

No mesmo contexto, BARCELLOS (2008) não detalha como a seleção e priorização de processos deve ser realizada, mas, a partir da avaliação da base de medidas, considera a sua aplicabilidade ao controle estatístico de processos.

Por outro lado, os métodos FMEA e QFD simplificados (BURSSE, 2004) propõem a seleção e priorização de soluções para os fatores críticos da organização, seja com o foco na importância para o cliente (QFD simplificado) ou nos problemas que podem ser identificados (FMEA simplificado), propondo que sejam realizadas reuniões de *brainstorming* para obter estas informações dos especialistas (BURSSE, 2004). O foco destas ferramentas, que são recomendadas e comumente utilizadas por empresas de alta maturidade (SIVIY e HARPER, 2005), é o planejamento de melhorias em geral e não tratam nenhum critério referente ao controle estatístico.

Apesar da seleção de processos para controle estatístico estar claramente definida como essencial em modelos de referência, como por exemplo, MR-MPS (SOFTTEX, 2009) e CMMI (CHRISIS *et al.*, 2006), estes modelos não indicam como esta seleção deve ser implementada, podendo resultar em dificuldades e até no fracasso de algumas implementações.

Neste contexto, a abordagem proposta neste trabalho tem como objetivo apoiar as organizações: (i) no estabelecimento dos critérios (fatores influenciadores) para que os processos sejam selecionados e priorizados; (ii) na seleção e priorização dos processos críticos para a organização, a partir dos critérios definidos e processos padrão da empresa; e (iii) na definição, avaliação e análise de critérios baseados em informações das métricas existentes.

Nos capítulos anteriores, foi descrita a revisão da literatura relativa aos temas mais importantes para este trabalho e que formaram a base para a definição da abordagem proposta. Este capítulo apresenta a abordagem proposta nesta dissertação para seleção e priorização de processos para controle estatístico.

A seção 4.2 apresenta detalhes da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico e os processos de apoio à abordagem e a seção 4.3 apresenta as considerações finais do capítulo.

## 4.2 Uma abordagem para Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico

A abordagem de Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico foi definida com base: (i) em um dos requisitos presentes para atender o atributo de processo AP 4.1 do nível B do MR-MPS (SOFTEX, 2009), que é “selecionar os seus processos críticos, a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação”; (ii) na prática específica SP 1.1, que é “Selecionar Processos”, da área de processo de Desempenho do Processo Organizacional (OPP) do CMMI (CHRISISS *et al.*, 2006); (iii) nos objetivos do componente “Planejar Controle Estatístico” da abordagem “Melhoria de Processos em Organizações de Alta Maturidade” descrita em BARCELLOS (2008); (iv) nas necessidades e problemas encontrados ao longo da revisão da literatura e detalhadas no Capítulo 2; e (v) nos resultados esperados GDE3, GDE4, GDE5, GDE6 e GDE7 da área de processo de Gerência de Decisões do Nível C do MR-MPS (SOFTEX, 2009).

Para apoiar a abordagem foi definido um processo, cuja notação utilizada para a sua representação é de AGUIAR (2004), que contém uma descrição detalhada das atividades e tarefas propostas. Além disso, foram definidos roteiros que irão apoiar a execução do mesmo.

O processo definido, conforme representado na Figura 3.1, contém tarefas organizacionais e é composto pelos seguintes subprocessos: (i) “Identificação dos Processos Críticos”; (ii) “Análise da Adequação para o Controle Estatístico”; e (iii) “Seleção e Priorização dos Processos para o Controle Estatístico”.

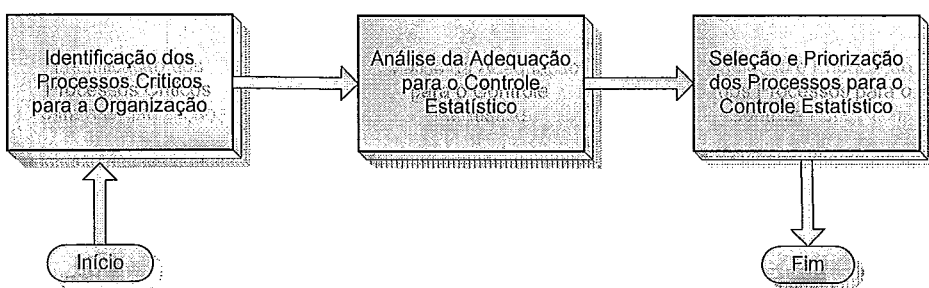


Figura 4.1 – Subprocessos do processo para “Seleção de Processos de Software para Controle Estatístico”.

Cada subprocesso foi definido com as atividades e tarefas, as condições de entrada e saída, a pós-tarefa, os artefatos requeridos, os artefatos produzidos e o responsável por cada atividade (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Estrutura utilizada para a descrição detalhada de cada tarefa do processo (SOFTEX, 2009).

<b>Nome da Tarefa</b>	Identifica a tarefa através de um nome.
<b>Descrição da Tarefa</b>	Descreve a tarefa em detalhes.
<b>Responsáveis</b>	Quem responde pela execução da tarefa.
<b>Participantes</b>	Quem são os envolvidos na execução da tarefa.
<b>Pré-tarefa</b>	Tarefa que deve ser executada antes da tarefa em questão.
<b>Critério de Entrada</b>	Critérios necessários de serem atendidos para que a tarefa seja iniciada.
<b>Critério de Saída</b>	Critérios necessários de serem atendidos para que a tarefa seja considerada finalizada.
<b>Artefatos Requeridos</b>	Relaciona os insumos necessários para executar a tarefa.
<b>Artefatos Produzidos</b>	Relaciona os produtos a serem produzidos na execução dessa tarefa.
<b>Pós-tarefa</b>	Relaciona a tarefa que deve ser executada, após esta ser finalizada.

Os dois primeiros subprocessos “Identificação de Processos Críticos para a Organização” e “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” apóiam os dois objetivos do componente “Planejar o Controle Estatístico de Processos” da abordagem descrita em BARCELLOS (2008).

Além disso, o primeiro subprocesso apóia os seguintes itens de decisão para seleção de processos: (i) Consistência com a Estratégia (DAVENPORT, 1993; FLORAC e CARLETON, 1999; HAMMER e CHAMPY, 1993; GOH e XIE, 1998; TARHAN e DEMIRORS, 2006; WANG et al., 2006; BARCELLOS, 2008); (ii) “Importância Técnica ou Importância” (DAVENPORT, 1993; FLORAC e CARLETON, 1999; HAMMER e CHAMPY, 1993; GOH e XIE, 1998); e (iii) Disfunção (FLORAC e CARLETON, 1999; HAMMER e CHAMPY, 1993; DAVENPORT, 1993).

De forma análoga, o subprocesso “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” apóia os seguintes subitens do item de decisão “Importância Estatística ou Praticidade” para seleção de processos (TARHAN e DEMIRORS, 2006; WANG et al., 2006; FLORAC e CARLETON, 1999; BARCELLOS, 2008): (i) Veracidade e Identificação das Métricas; (ii) Verificabilidade ou Validade; (iii) Consistência, Normalização e Existência de Dados; (iv) Captura de Dados; e (v) Sincronismo e Dependência. Por outro lado, os subitens de Estabilidade e Capacidade (TARHAN e DEMIRORS, 2006; WANG et al., 2006; FLORAC e CARLETON, 1999; BARCELLOS, 2008) não são considerados, pois o escopo deste trabalho está inserido em um cenário onde os processos críticos da organização ainda não estão estabilizados.

O terceiro subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos para o Controle Estatístico” tem o objetivo de apoiar a tomada de decisão final, considerando como critérios de decisão, não só os critérios técnicos, oriundos dos dois primeiros processos, mas outros critérios relacionados aos fatores externos da própria organização.

A descrição completa e detalhada de cada subprocesso encontra-se nas seções seguintes. Já os roteiros de documentos definidos para apoiar a abordagem estão no Anexo I.

#### **4.2.1 Identificação de Processos Críticos para a Organização**

O primeiro subprocesso “Identificação de Processos Críticos para a Organização” apóia o primeiro objetivo “identificando os processos críticos para a organização” do componente de “Planejar o Controle Estatístico de Processos” da abordagem descrita em BARCELLOS (2008).

Foram consolidados os itens de decisão: “Consistência com a Estratégia”, “Importância Técnica ou Importância” e “Disfunção” em um único conceito de “processos críticos” que atendem aos seguintes critérios: (i) importância, ou seja, são essenciais para o alcance dos objetivos da organização; e (ii) disfunção, ou seja, são os processos e podem ser obstáculos para o alcance de um objetivo de software.

Desta forma, identificam-se como alternativas de solução para a seleção de processos que podem ser submetidos ao controle estatístico os processos relacionados aos objetivos de software da organização e aos seus fatores críticos, critérios utilizados para avaliação destas alternativas.

As principais atividades deste primeiro subprocesso são: (i) realizar a identificação e seleção dos processos críticos; e (ii) realizar a priorização dos processos críticos.

As atividades e tarefas que compõem este subprocesso são apresentadas na Figura 4.2 descrita a seguir.

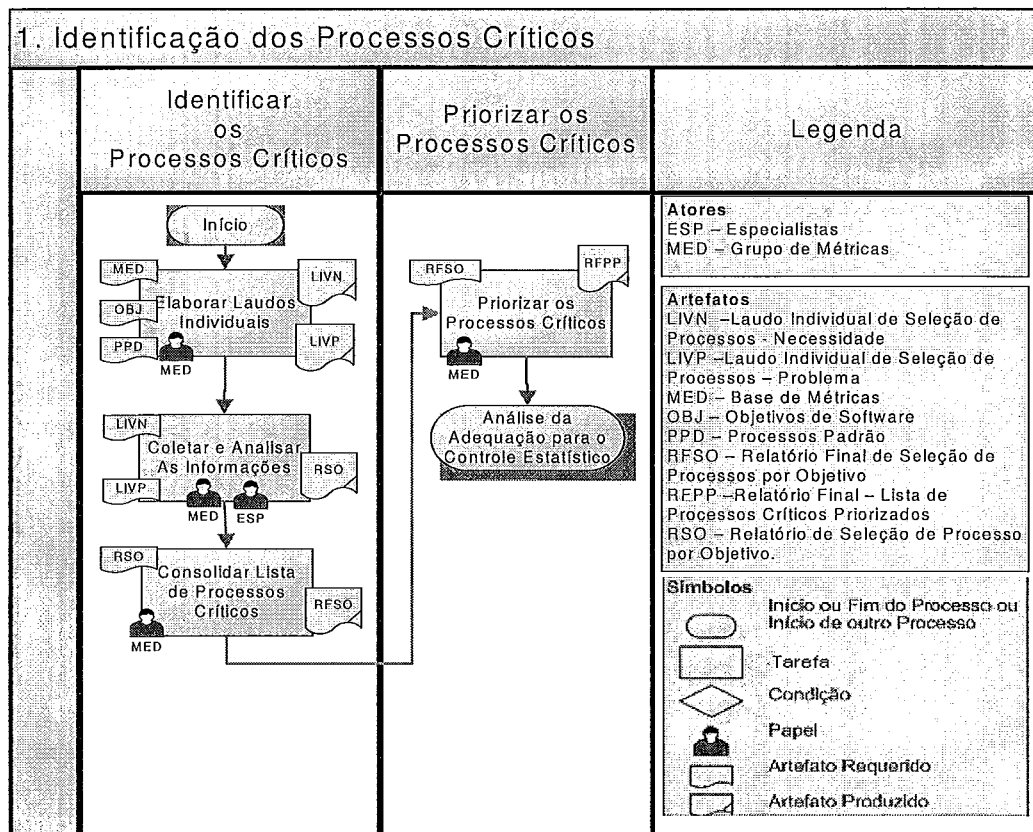


Figura 4.2 – Atividade e tarefas do subprocesso Identificação de Processos Críticos para a Organização

A Figura 4.3, ilustra a abordagem proposta para o subprocesso “Identificação de Processos Críticos para a Organização”, que será detalhada a seguir.

A atividade “Identificar os Processos Críticos” é realizada com base nos formulários QFD e FMEA simplificados propostos por BRUSSE (2004) e, ao invés das reuniões de *brainstorming* propostas, os formulários são preenchidos através da utilização da Técnica Delphi (GUPTA e CLARKE, 1996), minimizando assim, os efeitos negativos de reuniões deste tipo.

A primeira tarefa desta atividade, “Elaborar Laudos Individuais”, tem como principal objetivo a elaboração de laudos individuais para identificação dos processos críticos, baseados nos formulários propostos pelo QFD e FMEA simplificados (BRUSSE, 2004).

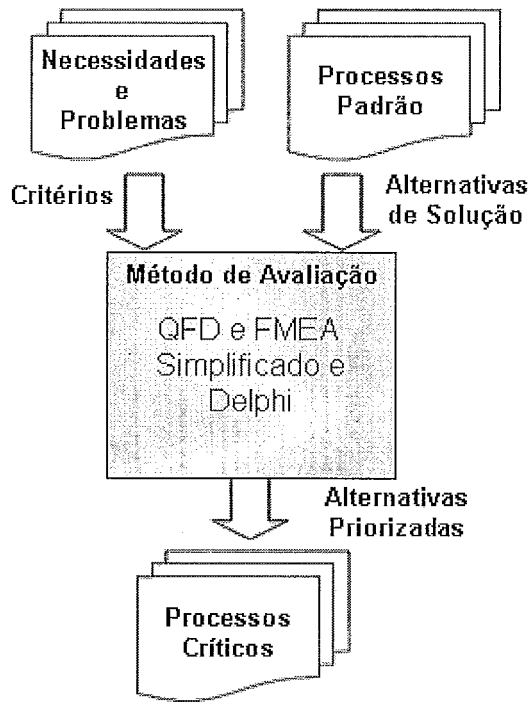


Figura 4.3 – Abordagem proposta para a Identificação dos Processos Críticos.

Nesta tarefa, portanto, os seguintes laudos devem ser elaborados: “Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades” e “Laudo Individual para Seleção de Processos – Problemas”.

Desta forma, os dois principais focos necessários para a identificação dos processos críticos da organização são obtidos: (i) o que é necessário para que o objetivo de software seja alcançado com sucesso e os seus processos relacionados; e (ii) quais são os problemas que podem contribuir para o fracasso de um determinado objetivo de software e os seus processos relacionados.

A Figura 4.4 e a Figura 4.5 ilustram exemplos dos Laudos Individuais para Seleção de Processos com o foco nas necessidades e nos problemas e indicam algumas adaptações realizadas pela abordagem.

As adaptações feitas pela abordagem nos formulários originais do QFD e FMEA simplificados (BRUSSE, 2004) foram: (i) arbitrar o que deve ser preenchido em cada campo para tratar a situação específica de seleção de processos críticos que serão submetidos ao controle estatístico, já que nos formulários originais estes estão definidos de forma genérica para qualquer tipo de melhoria. Foram arbitrados os objetivos de software e os processos relacionados a este objetivo no formulário. As descrições contidas no formulário original foram adaptadas para que o especialista dê as respostas considerando o

problema apresentado. Foram adaptadas as descrições contidas no grau de importância da necessidade ou problema para o objetivo. Foram adaptadas as descrições contidas no grau de intensidade da relação entre o processo e as necessidades ou problemas levantados; (ii) a inclusão da coluna do grau de confiança na resposta, conforme abordagem da Técnica Delphi, importante para consolidar a opinião do grupo e elaborar o laudo consolidado com a opinião do grupo; (iii) informações sobre a experiência dos especialistas no processo, para que seja possível dar maior peso para as respostas dos mais experientes; (iv) instruções detalhadas de preenchimento; e (v) a adaptação dos cálculos dos índices originais para refletir a opinião do grupo.

Objetivos de Software	Processos Atuais							
	Subprocessos Relacionados		Realizar Avaliações por Pares		Planejamento do Projeto		Elaborar Plano de Capacitação	
O que é necessário para que este objetivo seja alcançado?	Qual a prioridade da sua necessidade para que o obj seja cumprido?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que este processo resolve a sua necessidade?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que este processo resolve a sua necessidade?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que este processo resolve a sua necessidade?	Qual a sua confiança na sua resposta?
Boa Especificação de Requisitos	5	Alta	2 10	Alta	5 25	Média	1 5	Alta
Alocar Pessoas Adequadas	4	Alta	1 4	Alta	1 4	Alta	1 4	Alta
Total			14		29		9	

adaptado do QFD simplificado      adaptado do QFD simplificado      Grau de Confiabilidade

Figura 4.4. – Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades com as adaptações realizadas do QFD simplificado (BRUSSE, 2004).

Objetivos de Software	Processos Atuais							
	Subprocessos relacionados		Realizar Avaliações por Pares		Planejamento do Projeto		Elaborar Plano de Capacitação	
De que maneira é possível fracassar no alcance deste objetivo?	Qual o grau de importância deste problema com relação a este objetivo?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que esta processo resolve o problema apresentado?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que esta processo resolve o problema apresentado?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que esta processo resolve o problema apresentado?	Qual a sua confiança na sua resposta?
Estimativas Irrealis	5	Alta	4 20	Alta	1 5	Média	1 5	Alta
Capacitação Ineficaz	4	Alta	0 0	Alta	1 4	Alta	1 4	Alta
Total			20		9		9	

adaptado do FMEA simplificado      adaptada do FMEA simplificado      Grau de Confiabilidade

Figura 4.5. – Laudo Individual para Seleção de Processos – Problemas com as adaptações realizadas do FMEA simplificado (BRUSSE, 2004).

Neste contexto, as perguntas incluídas nos formulário “Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades” foram: (i) “O que é necessário para que este objetivo seja alcançado?”; (ii) “Quais são os processos relacionados a este objetivo?”; (iii) “Qual a importância desta necessidade para o objetivo?”; e (iv) “Quanto que o processo atual está definido para resolver a necessidade?”, esta pergunta só é realizada se o processo possui relação com a necessidade identificada. Para o “Laudo Individual para Seleção de Processos - Problemas” foram incluídas as perguntas: (i) “De que maneira é possível fracassar no alcance deste objetivo?”; (ii) “Quais são os processos relacionados a este objetivo?”; (ii) “Qual a importância deste problema para o objetivo?”; (iv) “Quanto que o processo atual está definido para resolver o problema identificado?”. Os valores atribuídos pelos especialistas possuem um campo adicional onde deve ser indicado o grau de confiança na resposta, que possui os valores: alta, média e baixa.

Adaptações, também, foram feitas nos graus de importância dos fatores críticos (necessidades ou problemas) com relação ao cumprimento do objetivo organizacional e na intensidade da relação entre o processo e estes fatores críticos.

Desta forma, para esta abordagem, os valores possíveis para o grau de importância da necessidade para o alcance dos objetivos de software são: 5 – é uma necessidade crítica; 4 – é uma necessidade muito importante; 3 – é uma necessidade altamente desejada; 2 – é uma necessidade classificada como “seria bom se tivesse”; 1 - é uma necessidade somente se for fácil de se resolver. O grau de importância do problema para o não alcance do objetivo organizacional possui os seguintes valores: 5 – é um problema crítico; 4 – é um problema muito importante; 3 – é um problema de importância média; 2 – é um problema menor; 1 - é discutível se realmente é um problema.

De forma análoga, o campo que atribui valor na relação de quanto os processos atuais atendem a necessidade ou resolvem o problema levantado também foi adaptado. Neste sentido, o valor referente à intensidade do relacionamento entre o processo e a necessidade é também de 1 a 5, sendo composta por: 5 – atende à necessidade completamente; 4 – atende bem à necessidade; 3 – atende em parte; 2 – atende um pouco à necessidade; 1 – atende muito pouco; 0 – não afeta em nada à necessidade e; um número negativo indica o quanto que o processo atinge negativamente a necessidade. Mantendo as diferenças somente nas descrições, o valor da intensidade com que o problema identificado é resolvido pelos processos atuais é: 5 – resolve o problema completamente; 4 – resolve bem o problema; 3 – resolve o problema de forma satisfatória; 2 – resolve parte do



problema; 1 - resolve pouco o problema; 0 – significa que não resolve o problema e; um número negativo significa o quanto que o processo faz com que o problema fique pior.

Outra importante adaptação foi a substituição do campo livre para escrever soluções por uma lista de processos, possibilitando assim, a relação entre os objetivos de software, fatores críticos (necessidades ou problemas) e processos de software. Como o foco desta abordagem é a seleção de processos críticos existentes, se a necessidade ou problema não estiver relacionado com os processos já definidos na organização, o especialista deixará o processo em branco, indicando simplesmente uma melhoria que será consolidada no relatório final, elaborado ao final do subprocesso “Análise da Adequação para o Controle Estatístico”.

Estes processos, portanto, devem ser identificados a partir das informações existentes na documentação da organização e disponibilizados nos laudos individuais.

A decisão de qual a granularidade do processo (macro-processo, processo, subprocesso, atividade e tarefa) será disponibilizada para os especialistas, faz-se necessária neste momento. Considerando a definição de encadeamento de processos sugerido por HARRINGTON (1991), a abordagem propõe que os processos identificados sejam no máximo “atividade” e no mínimo “subprocessos”. Um macro-processo ou processo são muito grandes para que seja possível tomar decisões ao longo de sua execução e as tarefas são muito pequenas.

Após esta identificação, a segunda tarefa “Coletar e Analisar as Informações” é iniciada e os seus objetivos principais são: coletar as opiniões individuais, analisar as informações e consolidar a opinião do grupo. A abordagem propõe que sejam realizadas duas iterações, já que é o número aonde se chega ao máximo de consenso, conforme os estudos realizados nesta área (GUPTA e CLARKE, 1996).

Neste sentido, convém também ressaltar que o grupo de especialistas deve ser um grupo multidisciplinar e que represente o maior número possível de papéis existentes na organização (BRUSSE, 2004).

Desta forma, os laudos são enviados para o grupo de especialistas sempre com a preocupação de preservar o anonimato das respostas individuais, caracterizando assim o início da primeira iteração. Os especialistas respondem às questões e devolvem os formulários preenchidos. As respostas das questões quantitativas são tabuladas recebendo um tratamento estatístico simples, calculando a mediana e os quartis. A mediana foi escolhida, pois, desta forma, valores muito baixos ou muito altos não terão influência na média do grupo.

Para o cálculo dos valores individuais, o valor da importância total do processo para um determinado objetivo organizacional (foco nas necessidades ou nos problemas) é obtido através da seguinte fórmula proposta por BRUSSE (2004) e adaptada pela abordagem:  $Q_i = \sum_j (W_j \times R_{ij})$ , onde: (i)  $Q_i$  é o valor da importância relativa do  $i$ -ésimo processo para o objetivo; (ii)  $W_j$  é a importância relativa da  $j$ -ésima necessidade ou problema identificado para o objetivo que está sendo avaliado; (iii)  $R_{ij}$  é a intensidade do relacionamento entre  $i$ -ésimo processo e a  $j$ -ésima necessidade ou problema identificado (BRUSSE, 2004).

A próxima tarefa, que é a consolidação dos valores dos fatores críticos (necessidades ou problemas) por processo é realizada utilizando a fórmula proposta na técnica Delphi (GUPTA e CLARKE, 1996) e adaptada pela abordagem:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{y_i} \cdot (S_i)^2 \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n \sqrt{y_i} \cdot (S_i)^2}$$

onde: (i)  $n$  representa o número de especialistas; (ii)  $X_i$  é o valor da importância do laudo individual (quando o laudo tiver o objetivo de identificar necessidades) ou valor de disfunção (quando o laudo tiver o objetivo de identificar problemas) feita pelo  $i$ -ésimo especialista; (iii)  $S_i$  é o valor que o  $i$ -ésimo especialista atribuiu para o grau de confiança na estimativa de  $X_i$ ; (iv)  $Y_i$  é o grau de experiência do  $i$ -ésimo especialista e; (v)  $W$  é o valor da importância ou disfunção, que reflete a opinião do grupo, ponderado pela experiência e confiança na estimativa. Desta forma, o maior peso será dado às respostas em que o especialista tenha mais experiência e esteja mais confiante.

Este valor da importância reflete a opinião do grupo sobre a identificação dos processos críticos nos laudos finais. Neste momento, os especialistas que responderam o valor do índice nos quartis superior e inferior devem expor os motivos que os levaram a selecioná-lo.

As informações coletadas juntamente com as estatísticas do valor do índice, são enviadas aos especialistas na segunda iteração do processo. Os especialistas podem ajustar os valores, considerando ou não a opinião do grupo, já que o objetivo principal não é o consenso, mas permitir que sejam identificados erros durante a primeira iteração. Todos os processos selecionados pelos especialistas, portanto, são considerados críticos e serão priorizados pela próxima tarefa.

Ao final desta tarefa, os valores de importância e disfunção consolidado pelo grupo vão ser considerados como base para o cálculo dos Índices de Importância (II) e Disfunção (ID).

Desta forma, o Índice de Importância (II) relacionado às necessidades e o Índice de Disfunção (ID) relacionado aos problemas são calculado por processo, e, neste cálculo, foi considerado que o mesmo peso deve ser dado para os diferentes objetivos de software da organização. O mesmo peso para os objetivos foi considerado, pois indiretamente este peso é dado pelo especialista ao identificar a importância do processo para o objetivo. Quanto mais problemas ou necessidades existirem associados a um determinado processo que está associado a um objetivo mais valor ele terá.

Após a coleta e a análise das informações, a atividade “Priorizar os Processos Críticos” é iniciada e o seu objetivo é realizar a priorização dos processos críticos identificados. Esta priorização é realizada através do cálculo do Índice de Criticidade (IC) para cada processo selecionado, calculado a partir da média aritmética dos Índices de Importância (II) e Disfunção (ID), que foram obtidos a partir dos laudos consolidados, com a opinião do grupo.

Após esta consolidação, os Índices de Importância (II) e Disfunção (ID) são calculados considerando a seguinte forma de cálculo: o(s) processo(s) que tiver(em) o maior valor absoluto terá(ão) o valor do índice arbitrado em 1 e os outros processos terão o seu índice calculado em função do maior valor absoluto. Desta forma, a abordagem propõe que os processos que mais contribuem para o alcance dos objetivos de software da organização estejam associados ao valor máximo permitido para o Índice de Importância (II), mantendo assim matematicamente o mesmo grau de importância. A Tabela 4.2 contém um exemplo da aplicação destes cálculos.

Tabela 4.2 – Exemplo de cálculo dos Índices de Importância (II), Disfunção (ID) e Criticidade (IC).

Processo/Subprocesso	Valor da Importância	II	Valor da Disfunção	ID	IC (II+ID)/2
Avaliação por Pares	14	0.48	20	1	0.74
Planejamento do Projeto	29	1	9	0.45	0.72
Elaborar Plano de Capacitação	9	0.31	9	0.45	0.38

\* Considerando todos os objetivos de software

Na Tabela 4.2 é possível observar que o Índice de Criticidade (IC) de cada processo para a organização é obtido através da média aritmética do Índice de Importância (II) e do Índice de Disfunção (ID).

É possível, portanto, equilibrar matematicamente os valores encontrados para os processos que foram identificados nos dois focos. Um processo muito importante que não exerce nenhuma influência negativa para o mesmo objetivo terá um valor menor do que um processo que possui a mesma importância e pode influenciá-lo negativamente. E, de forma análoga, o valor será reduzido pela metade se um processo só tiver sido identificado em um dos dois focos (necessidades e problemas).

Desta forma, ao final da execução do subprocesso, é produzida uma lista com os processos, alinhados aos objetivos organizacionais. A lista é priorizada conforme a criticidade para a organização, através do Índice de Criticidade (IC).

A seguir, é realizada uma descrição estruturada das atividades e tarefas do subprocesso descrito acima.

Atividade	Identificar os Processos Críticos
Tarefa	Elaborar Laudos Individuais
Descrição	O grupo de Métricas da organização elabora os laudos individuais, a partir dos objetivos de software derivados das necessidades estratégicas da organização, preenchendo-os com a informação dos processos que poderão ser selecionados para o controle estatístico. Os processos de apoio também devem ser mencionados nesta matriz. Após a elaboração dos laudos, a escolha dos participantes para selecionar os processos deve ser realizada. É importante que tenham pessoas que representem a maioria das funções dentro da organização. A experiência na execução dos processos também deve ser observada. A participação dos especialistas deve ser confirmada e planejada.
Crítérios de Entrada	Ter-se definido processos padrão e objetivos de software.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	Grupo de Processos (caso seja necessário)
Pré-tarefa	-
Artefatos Requeridos	Objetivos de Software, Processos Padrão da organização.
Condição de Saída	Ter-se elaborado os laudos individuais e selecionado os participantes para a próxima tarefa.
Artefatos Produzidos	Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades e Laudo Individual para Seleção de Processos – Problemas, Lista de Especialistas com o planejamento da atividade de coleta.
Pós-tarefa	Coletar e Analisar as Informações
Tarefa	Coletar e Analisar as informações
Descrição	O grupo de Métricas distribui para os especialistas um questionário

	com a lista de processos atuais e os objetivos da organização. O grupo de especialistas: (i) lista os fatores críticos (problemas e necessidades) e sua importância para o alcance dos objetivos de software e identifica os processos relacionados; (ii) quantifica a intensidade com que os processos atuais atendem a necessidade ou resolvem o problema. A equipe de métricas elabora consolidações parciais e devolve ao grupo para que seja realizada mais uma coleta de informações. Os especialistas que responderam o valor do índice nos quartis superior e inferior devem expor os motivos que os levaram a selecioná-lo e podem concordar ou não com a opinião do grupo. Após o fim das iterações, o grupo de métricas finaliza a coleta de informações. Neste momento devem ser calculados os Índices de Importância (II) e Disfunção (ID) que são a base para o cálculo do Índice de Criticidade (IC) para cada processo.
Critérios de Entrada	Ter-se elaborado os laudos individuais e obtidos a confirmação da participação dos especialistas
Responsáveis	Grupo de Métricas, Especialistas
Participantes	Grupo de Processos (se necessário)
Pré-tarefa	Elaborar Laudos Individuais
Artefatos Requeridos	Laudo Individual de Seleção de Processos- Necessidades e Laudo Individual de Seleção de Processos – Problemas
Condições de Saída	Ter-se realizado a consolidação da opinião do grupo e registrado nos relatórios finais
Artefatos Produzidos	Relatório de Seleção de Processos Consolidado – Necessidades, Relatórios de Seleção de Processos Consolidado – Problemas e Relatório de Seleção dos Processos por Objetivo
Pós-tarefa	Consolidar Lista de Processos Críticos
Tarefa	Consolidar Lista de Processos Críticos
Descrição	O grupo de Métricas utiliza os Relatórios de Seleção de Processos – Necessidades e Seleção de Processos – Problemas, para calcular o Índice de Criticidade. Ao consolidar os laudos, quando e possível, faz-se necessário uma análise da base de métricas que ajude a confirmar ou não os fatores críticos identificados pelos especialistas.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado o cálculo dos Índices de Importância (II) e Disfunção (ID)
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Coletar e Analisar as informações
Artefatos Requeridos	Relatório de Seleção dos Processos por Objetivo
Artefatos Produzidos	Relatório Final de Seleção de Processos por Objetivos
Condições de Saída	Ter-se realizado a consolidação da opinião do grupo e registrado nos relatórios finais
Pós-tarefa	-
Atividade	Priorizar os Processos Críticos
Tarefa	Priorizar os Processos Críticos
Descrição	Nesta atividade, o grupo de Métricas e o grupo de processos podem: (i) manter a priorização baseada no Índice de Criticidade (IC) calculado; (ii) sugerir outra priorização com base na análise das métricas e das necessidades e problemas levantados.

Critérios de Entrada	Ter-se finalizado o cálculo do Índice de Criticidade e a elaboração do Relatório Final.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	Grupo de Processos (se necessário)
Pré-tarefa	Consolidar Lista de Processos Críticos
Artefatos Requeridos	Relatório Final de Seleção de Processos por Objetivos.
Artefatos Produzidos	Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados
Condições de Saída	Ter-se realizado a priorização dos processos críticos e registrado no relatório final
Pós-tarefa	-

#### 4.2.2 Análise da Adequação para o Controle Estatístico

O segundo subprocesso “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” apóia os dois objetivos do componente “Planejar Controle Estatístico” descritos em BARCELLOS (2008) realizando as seguintes atividades: (i) Avaliar a Adequação dos Processos e suas Medidas; e (ii) Analisar a Adequação para o Controle Estatístico.

As atividades e tarefas que compõem este subprocesso são apresentadas na figura 4.6 descritas a seguir.

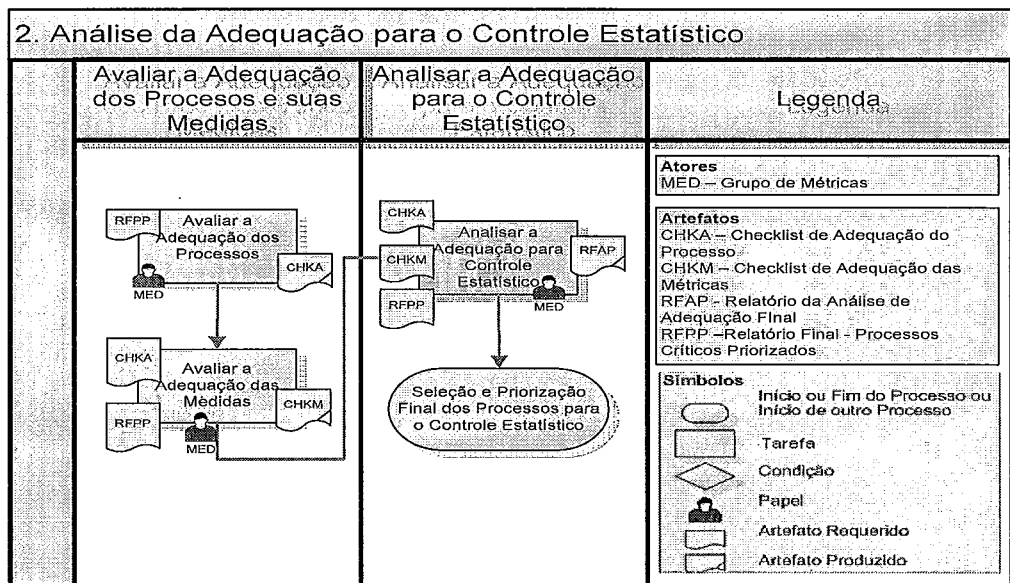


Figura 4.6 – Atividades e tarefas do subprocesso “Análise da Adequação para o Controle Estatístico”.

Segundo FLORAC e CARLETON (1999), o controle estatístico de processos é um método preventivo onde existe a comparação contínua dos resultados de um processo

padrão. Desta forma, o controle estatístico de processos deve: (i) permitir uma descrição detalhada do comportamento do processo, através da identificação da sua variabilidade; (ii) possibilitar seu controle ao longo do tempo, através da coleta contínua dos dados; (iii) analisar e bloquear as possíveis causas especiais, responsáveis pela instabilidade dos processos; e (iv) proporcionar uma rápida identificação de anomalias, proporcionando consistência e previsibilidade no processo, visando à tomada de decisões (FENTON e PFLEEGER, 1997; FLORAC e CARLETON, 1999).

Desta forma, algumas características dos processos precisam ser avaliadas para que os objetivos do controle estatístico sejam alcançados, são elas: (i) fazer parte do processo padrão da organização e do caminho crítico do projeto (BORIA, 2007); (ii) ser executado pelos projetos de forma consistente atingindo a estabilidade (BORIA, 2007; TARHAN e DEMIRORS, 2006); (iii) possuir o tamanho adequado para que seja possível identificar as variabilidades ao longo de sua execução e; (iv) ter a relação com os outros processos estabelecida para permitir uma tomada de decisão mais precisa ao longo da execução dos processos. Ainda neste contexto, pela própria definição de controle estatístico, critérios quanto aos indicadores também podem ser definidos, como: (i) devem ser detalhados e indicar o comportamento do processo; (ii) a coleta dos dados que compõem os indicadores deve ser contínua e consistente e; (iii) as informações de contexto e de análise devem ser detalhadas e consistentes, para que tomadas de decisão possam ser realizadas.

Na atividade “Avaliar a Adequação dos Processos e suas Medidas”, portanto, os processos críticos identificados e suas medidas relacionadas são analisados quanto à sua adequação para o controle estatístico. Para isso, duas tarefas foram propostas: (i) Avaliar a Adequação dos Processos; e (ii) Avaliar a Adequação das Métricas.

A primeira tarefa desta atividade tem o objetivo de avaliar os seguintes critérios relacionados ao processo (CHRISSIS *et al.*, 2006; BORIA, 2007; SOFTEX, 2009): (i) o processo possui o tamanho necessário para que seja possível a monitoração ao longo da sua execução; (ii) o processo compõe o ciclo de vida definido para o projeto; (iii) o processo possui a sua relação com outros processos estabelecida e definida; (iv) o processo faz parte do caminho crítico dos projetos; (v) o processo é executado de forma aderente ao processo definido ao longo das sua iterações (FLORAC e CARLETON, 1999; KITCHENHAN, 2006); e (vi) o quanto o processo está sendo alvo de aplicação de ajustes e melhorias que interfiram diretamente na sua forma de execução (FLORAC e CARLETON, 1999; TARHAN e DEMIRORS, 2006; KITCHENHAN, 2006).

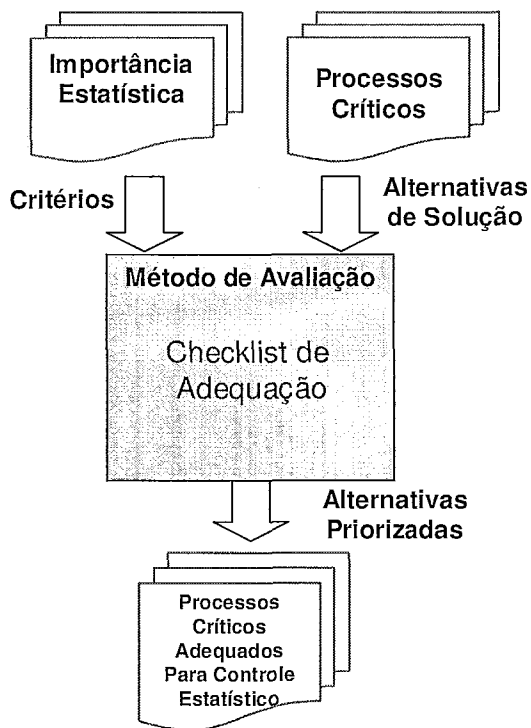


Figura 4.7 – A abordagem proposta para a análise de adequação dos processos críticos para o controle estatístico.

A proposta prevê, portanto, que o grupo de métricas da organização preencha o *Checklist* de Adequação (Tabela 4.3), para cada processo crítico identificado na primeira fase.

Os critérios são classificados como eliminatórios ou classificatórios. Os critérios eliminatórios vão gerar um valor do Índice de Adequação de Processo (IAP) igual a zero. Já o valor dos critérios classificatórios foi definido da seguinte forma: se a resposta da questão for “Sim”, o valor atribuído deve ser 1 (um); caso contrário, o valor atribuído deve ser 0 (zero). Ao final, a média aritmética é calculada, e um Índice de Adequação (IAP) é atribuído a cada processo.

O critério eliminatório deste *checklist* é “Possui o tamanho necessário para que seja possível a tomada de decisão ao longo do processo?”. Isto se dá pelo motivo de processos muito grandes ou muito pequenos não permitirem a tomada de decisão ao longo da sua execução, não sendo, portanto, adequados ao controle estatístico (FLORAC e CARLETON, 1999; BORLA, 2006).

A média aritmética foi proposta, dando o mesmo peso para os 6 critérios do *Checklist* de Adequação, por não ter sido encontrado na literatura, motivos que pudessem justificar pesos diferentes para os critérios apresentados.



Tabela 4.3 – *Checklist* de Adequação dos Processos, segundo critérios de BORIA (2002) e FLORAC e CARLETON (1999)

Questão	Resposta				Valor	Peso
1. Possui o tamanho necessário para que seja possível a tomada de decisão ao longo do processo?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/6
2. Compõe o ciclo de vida definido para os projetos?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/6
3. Sua relação com outros processos está definida?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/6
4. Faz parte do caminho crítico dos projetos?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/6
5. É executado de forma aderente ao processo definido ao longo das suas iterações?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/6
6. As melhorias e ajustes aplicados ao processo, durante o período a ser considerado pelos gráficos de controle, interferiram na forma de execução do processo definido?	( )	S	( )	N	S=0 e N=1	1/6
Valor Total	$\Sigma$ Valor					

A segunda tarefa “Avaliar a Adequação das Métricas” tem o objetivo de realizar uma avaliação dos critérios relacionados às medidas dos processos críticos identificados, segundo a classificação de TARHAN e DEMIRORS (2006). São eles: (i) identificação completa, ou seja, as métricas devem ser identificadas de forma detalhada (BARCELLOS, 2008); (ii) existência de informações, ou seja, para que qualquer análise seja feita, dados devem ter sido coletados e devem ter no mínimo 20 pontos (BORIA, 2007; FLORAC e CARLETON, 1999); (iii) validade, ou seja, as métricas devem ser coletadas no mesmo momento do processo, pelos mesmos responsáveis e utilizando os mesmos métodos (BARCELLOS, 2008); (iv) dependência, ou seja, dados devem ser coletados e armazenados de forma a assegurar a acurácia e a precisão (BARCELLOS, 2008); (v) normalização, ou seja, os indicadores devem ser normalizados para que análises corretas possam ser realizadas; (vi) integração, ou seja, os indicadores devem fazer parte das análises estatísticas para estarem integrados à organização; (vii) apoio à tomada de decisão, se a medida está relacionada ao desempenho de processos e possibilita o apoio à tomada de decisão considerando os fatores críticos identificados para o processo em questão (BARCELLOS, 2008; BORIA, 2007; FLORAC e CARLETON, 1999).

Neste sentido, de acordo com a abordagem proposta, o grupo de métricas deve preencher o “*Checklist* de Usabilidade das Métricas” (Tabela 4.4), para cada uma das medidas relacionadas aos processos críticos identificados na primeira fase.

Durante a identificação das medidas relacionadas aos processos críticos, medidas existentes, que não estão associadas de forma direta a este processo, podem ser úteis para o conhecimento do processo. Desta forma, para apoiar na identificação das medidas que não estão relacionadas diretamente aos processos, a abordagem sugere que, para cada processo, seja realizada uma classificação dos fatores críticos (necessidades e problemas) em questões comuns às organizações de software (FLORAC e CARLETON, 1999): (i) qualidade, executar os processos da forma definida e diminuir a injeção de defeitos; (ii) tempo, minimizar o tempo de execução do processo; (iii) entrega, manter os compromissos de entrega; e (iv) custo, executar os processos com a qualidade definida com o menor custo possível. Desta forma, medidas que possam auxiliar no entendimento dos fatores críticos identificados também devem ser avaliadas e associadas ao processo.

Um “*Checklist* de Usabilidade das Métricas”, portanto, deve ser preenchido para cada uma das medidas identificadas. O valor e o peso de cada critério estão definidos no próprio *checklist*. Desta forma, o Índice de Adequação das Métricas (IM) é calculado, considerando a média aritmética dos valores encontrados para as questões definidas. Algumas considerações sobre os critérios devem ser destacadas.

Existem alguns critérios eliminatórios que fazem parte das seções de “Identidade”, “Existência de Dados” e “Apoio à tomada de decisão”.

Na seção “Identidade”, portanto, os critérios são: (i) “Qual o tipo de escala utilizado?”, se a resposta for “outros”, significa que a medida não pode ser utilizada para o controle estatístico, já que este só é aplicável a escalas racionais ou absolutas; (ii) “Se a medida é passível de normalização, ela está correta?”, se a resposta for “não”, a medida está incorreta e não pode ser utilizada. Na seção “Existência de Dados”, outro critério que inviabiliza a aplicação do controle estatístico, quando a resposta for “menos que 20 pontos” é o critério “Existem dados coletados?” (TARHAN e DEMIRORS, 2006).

Na seção de “Apoio à tomada de decisão”, se a medida não possibilitar a tomada de decisão, sobre o seu desempenho (questões de entrega do produto, qualidade, custo e prazo) ao longo do processo, também inviabiliza o controle estatístico do processo selecionado.

Após a obtenção dos dois índices: Índice de Adequação do Processo (IAP) e Índice de Adequação das Métricas (IAM) a análise da prontidão para o controle estatístico deve ser realizada. Esta tarefa está definida para ser executada durante a atividade “Análise da Adequação Final para o Controle Estatístico” do subprocesso “Analisar a Adequação do Processo para o Controle Estatístico”.

Tabela 4.4 – Checklist de Adequação das Métricas, adaptado de TARHAN e DEMIRORS (2006) e BARCELLOS (2008).

Critério: Identidade Peso: 1/15					$\Sigma$ Valor i; onde i= 1..3
Questão	Resposta				Valor
1. A definição operacional da medida é correta e satisfatória?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
2. Qual é o tipo de escala utilizado? (nominal, ordinal, intervalo, racional, absoluto)	( )	Racional ou absoluto	( )	outros	racional ou absoluto =1 e outros = 0
3. Se a medida é passível de normalização, ela está correta?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Existência de Dados Peso: 1/10					$\Sigma$ Valor i; onde i= 4..5
Questão	Resposta				Valor
4. Existem dados coletados?	( )	>20	( )	<20	>20 =1 e <20=0
5. Não existem dados perdidos para a medida ou a quantidade de dados perdidos é irrelevante?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Validade Peso: 1/20					$\Sigma$ Valor i; onde i= 6..9
Questão	Resposta				Valor
6. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas no mesmo momento definido?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
7. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas pelos responsáveis definidos?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
8. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas da mesma forma definida?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
9. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram armazenadas no mesmo lugar definido?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Dependência Peso: 1/40					$\Sigma$ Valor i; onde i= 10..17
Questão	Resposta				Valor
10. As frequências das gerações dos dados, coleta e armazenamento são iguais?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
11. As medidas estão armazenadas de forma precisa?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
12. As medidas foram coletadas para um fim específico?	( )	Sim	( )	Não	Sim= 1 e Não =0
13. O propósito da coleta dos dados é conhecido por todos os participantes do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
14. As métricas foram analisadas e reportadas?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0

15. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos participantes do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
16. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos gerentes?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
17. Os resultados da análise da medida são úteis à melhoria de processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Apoio à tomada de decisão Peso: 1/5					$\Sigma$ Valor i, onde i = 18
18. O resultado da análise das métricas é utilizado como base para tomadas de decisão de desempenho ao longo do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Valor Total		$\Sigma$ Valor			

Neste contexto, o Índice de Adequação Final (IAF) é calculado a partir da média aritmética dos índices de Adequação do Processo (IAP) e Adequação das Métricas (IAM), somente se o índice do processo for diferente de zero. Nos casos em que o Índice de Adequação do Processo (IAP) for zero o Índice de Adequação Final (IAF) também será zero.

No entanto, isto não ocorre quando o Índice de Adequação das Métricas (IAM) é zero, pois é possível que não existam métricas que possam avaliar o desempenho do processo e auxiliar na tomada de decisão ao longo do mesmo e isto não significa que o processo não é adequado, mas que medidas precisam ser criadas para atender estes objetivos.

Mesmo assim, a média aritmética é utilizada na priorização, pois processos adequados que possuem medidas parcialmente adequadas devem ter um peso maior atribuído do que os processos adequados que não possuem medidas.

Relacionando o Índice de Criticidade (IC) e o Índice de Adequação Final (IAF), a organização terá a análise da adequação dos processos críticos, com a seguinte classificação: (i) processos críticos que devem ter atenção imediata (IC = 1), e estão prontos para serem submetidos ao controle estatístico (IAF = 1); (ii) processos críticos que devem ter atenção imediata (IC = 1) e ter seus ajustes de não-conformidades realizados imediatamente (IAF < 1); (iii) processos que não são tão críticos (IC < 1), mas podem ser submetidos ao controle estatístico imediatamente (IAF = 1) e; (iv) processos que podem esperar, ou seja, não são tão críticos (IC < 1) e não estão preparados para o controle estatístico (IAF < 1).

Desta forma, ao final da execução do subprocesso, é produzida uma lista com os processos, alinhados aos objetivos organizacionais, e suas medidas. A lista é priorizada

conforme a criticidade para a organização e a análise da adequação, através dos Índices de Criticidade (IC) e de Adequação Final (IAF).

A seguir, é realizada uma descrição estruturada das atividades e tarefas do subprocesso descrito acima.

Atividade	Avaliar Adequação dos Processos e suas Medidas
Tarefa	Avaliar a Adequação dos Processos
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas verifica a adequação do processo com relação à sua adequação ao controle estatístico, através dos critérios definidos no formulário <i>Checklist</i> de Adequação do Processo.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado o subprocesso “Identificação dos Processos Críticos para a Organização”.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	-
Artefatos Requeridos	Formulário <i>Checklist</i> de Adequação do Processo, Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados
Artefatos Produzidos	<i>Checklist</i> de Avaliação da Adequação de todos os processos e os respectivos Índices de Adequação (IAP)
Critérios de Saída	Ter-se realizado a avaliação de adequação de todos os processos críticos identificados e calculado o Índice de Adequação do Processo (IAP).
Pós-tarefa	Avaliar a Adequação das Medidas
Tarefa	Avaliar a Adequação das Medidas
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas verifica a adequação ao controle estatístico das medidas relacionadas aos processos com base em critérios objetivos. As medidas relacionadas aos processos nem sempre estão explícitas no plano de medição da organização, por isto é importante realizar a análise diretamente na base de medidas, considerando medidas possíveis para analisar o desempenho do processo. Só serão avaliadas as medidas relacionadas aos processos que possuem o Índice de Adequação do Processo (IAP) > 0.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado a análise de adequação de todos os processos.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Avaliar a Adequação dos Processos
Artefatos Requeridos	Base de Medidas, Formulário <i>Checklist</i> de Adequação das Métricas, Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados, <i>Checklist</i> de Avaliação da Adequação de todos os processos e os respectivos Índices de Adequação (IAP)
Artefatos Produzidos	<i>Checklist</i> de Avaliação da Adequação das Métricas de todas as medidas relacionadas aos Processos e os respectivos Índices de Usabilidade (IAM)
Critérios de Saída	Ter-se realizado a avaliação de usabilidade de todas as medidas relacionadas aos processos críticos identificados.

Pós-tarefa	Analisar a Adequação para o Controle Estatístico
Atividade	Analisar a Adequação ao Controle Estatístico
Tarefa	Analisar a Adequação ao Controle Estatístico
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas analisa o Índice de Adequação Final (IAF), levando em consideração os Índices de: Criticidade (IC), Adequação (IAP) e Adequação das Métricas (IAM).
Crítérios de Entrada	Ter-se finalizado a análise de usabilidade de todas as medidas relacionadas aos processos.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Avaliar a Adequação das Métricas
Artefatos Requeridos	Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados, <i>Checklist</i> de Avaliação de todos os processos críticos, com o seu respectivo Índice de Adequação (IAP), <i>Checklist</i> de Avaliação da Usabilidade de todas as medidas, com o seu respectivo Índice de Adequação das Métricas (IAM).
Artefatos Produzidos	Relatório de Análise da Adequação Final
Crítérios de Saída	Ter-se realizado a análise da adequação de todos os processos identificados
Pós-tarefa	-

#### 4.2.3 Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico

O subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” apóia o grupo de processos na definição e análise das alternativas de solução e na tomada de decisão do cenário mais adequado para a organização, considerando: vantagens e desvantagens, restrições e premissas e uma avaliação inicial dos riscos.

As atividades e tarefas que compõem este subprocesso são apresentadas na figura 4.8 descritas a seguir.

De posse da lista de processos priorizados pela importância para a organização e pela adequação ao controle estatístico, o ideal seria realizar a implantação do controle estatístico com todos os processos críticos e prontos, já que estes possuem os requisitos de alinhamento aos objetivos da organização e adequação ao controle estatístico satisfeitos. Porém, existem fatores como: orçamento, prazo, recursos, perfil dos recursos, quantidade de projetos, ferramentas disponíveis, que não estão diretamente ligados às características dos processos, mas ao cenário atual de uma organização.

Estes fatores externos podem influenciar na decisão de, por exemplo, selecionar um processo crítico que não está adequado para o controle estatístico, pois o esforço e o custo para ajustar as não-conformidades são baixos e o benefício de submetê-lo ao controle estatístico é alto, considerando o cenário atual analisado, conforme ilustrado na Figura 4.9.

Neste sentido, os modelos MR-MPS (SOFTEX, 2009) e CMMI (CHRISISS *et al.*, 2006) indicam que a formalização de um processo de decisão é necessária sempre que uma decisão envolve questões financeiras, alteração significativa do cronograma ou qualidade planejados e decisões técnicas não triviais. Como a decisão de quais processos serão submetidos ao controle estatístico faz parte de um contexto financeiro e não é trivial, esta abordagem sugere que a equipe de métricas e processos embase e justifique suas decisões de maneira formal, fazendo com que o raciocínio por trás desta tomada de decisão fique registrado não apenas nas cabeças das pessoas que participaram do processo, mas na organização.

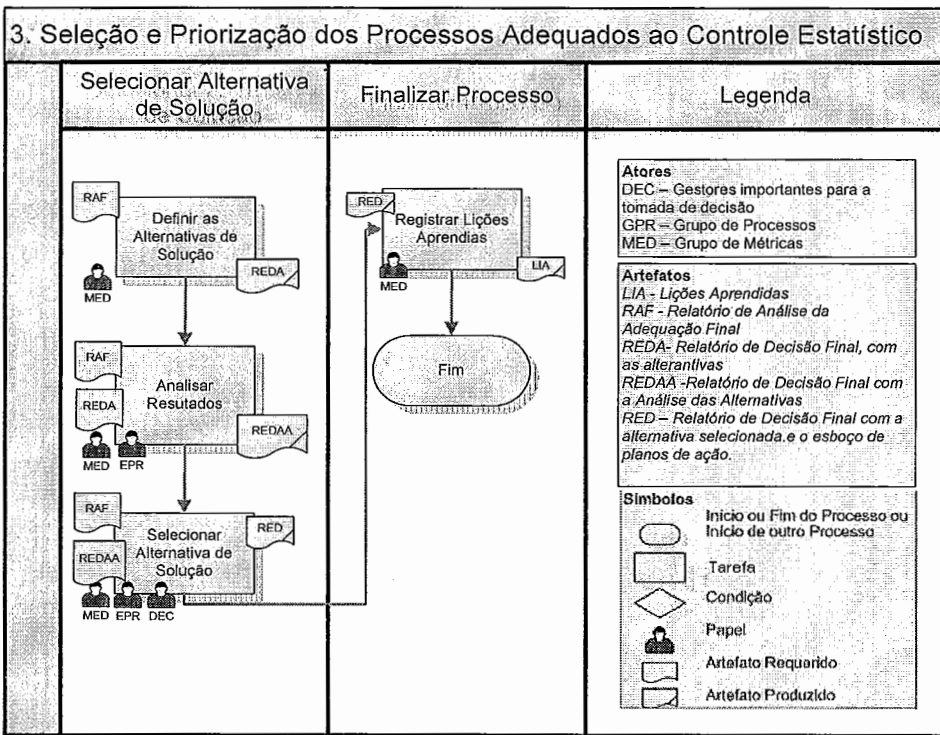


Figura 4.8 – Atividades e tarefas do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico”.

Neste contexto, o terceiro subprocesso da abordagem proposta “Seleção e Priorização dos Processos para o Controle Estatístico”, tem como atividades: (i) “Realizar a seleção final dos processos” e; (ii) “Finalizar o processo de Seleção de Processos para o Controle Estatístico”.

A primeira atividade, “Realizar a seleção final dos processos”, tem como objetivos: (i) o apoio à tomada de decisão sobre quais processos serão submetidos ao controle estatístico; e (ii) quais processos serão alvo de sugestões de planos de ação.

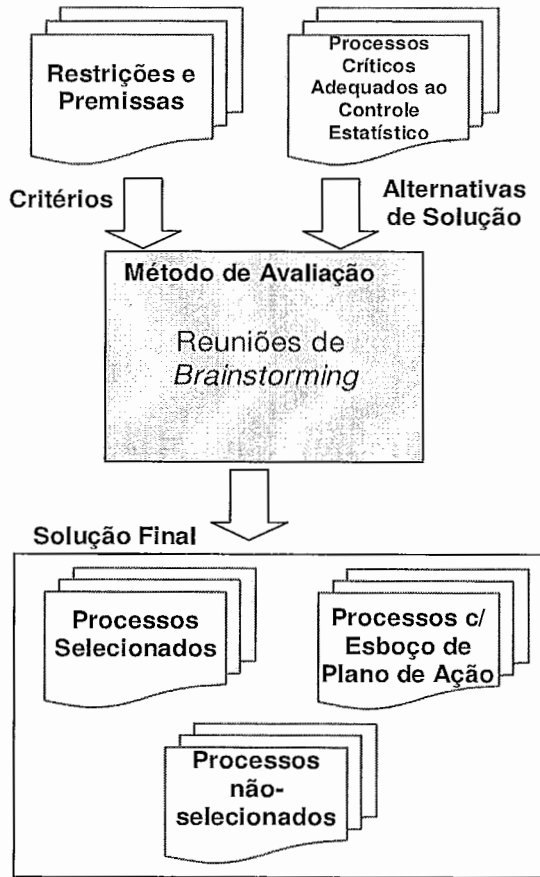


Figura 4.9 – A abordagem proposta para a Seleção e Priorização dos Processos para o Controle Estatístico.

A abordagem sugere que a equipe de métricas e a equipe de processos da organização participem desta atividade para possibilitar um melhor resultado.

Ao executar a tarefa “Selecionar Alternativa de Solução”, o grupo responsável, a partir da lista de processos e conforme a Análise da Adequação Final e da Criticidade realizadas na etapa anterior, define as alternativas de solução, com o objetivo inicial de selecionar os processos que serão estabilizados.

Cada alternativa de solução deve definir uma lista de processos que serão submetidos ao controle estatístico e uma lista de processos para os quais serão sugeridos esboços de planos de ação. Estas alternativas de solução devem ser discutidas pela equipe de processos e a abordagem sugere que estas sejam avaliadas em uma reunião de *brainstorming*.

Nesta reunião, além das alternativas de solução, devem ser levantados os riscos, problemas, vantagens, desvantagens e possíveis premissas e restrições para a implementação da solução escolhida. É importante, portanto, que o maior número possível



de alternativas de solução seja identificado, facilitando assim a tomada de decisão pela melhor solução entre as alternativas levantadas.

Após a definição de todas as alternativas de solução possíveis, a tarefa “Analisar Resultados” é iniciada com o objetivo de escolher uma das alternativas definidas como uma sugestão de solução para a organização. Esta sugestão é baseada no Relatório de Decisão que possui informações importantes para o apoio à tomada de decisão.

Ao executar a tarefa “Selecionar a Alternativa de Solução”, a equipe de métricas e processos, juntamente com os principais decisores, escolhe a alternativa que melhor se enquadra. Esta escolha é baseada não somente nos critérios de criticidade e de adequação definidos, mas também nos fatores externos (restrições, premissas e opções políticas) definidos pela organização. Além disso, para que questionamentos futuros possam ser esclarecidos, a equipe de processos deve registrar os motivos que justificam a solução escolhida, bem como o que levou à exclusão das demais alternativas. Estas informações devem ser registradas no Relatório de Decisão Final.

A tarefa “Finalizar Processo” é iniciada logo após a decisão final. O principal objetivo desta tarefa é registrar as lições aprendidas ao longo do processo de Seleção e Priorização de Processos para Controle Estatístico. As lições aprendidas sobre o que foi realizado devem destacar os erros, acertos, ou qualquer outra informação que possa ser útil futuramente.

A seguir, é realizada uma descrição estruturada das atividades e tarefas descritas acima.

Atividade	Selecionar Alternativa de Solução
Tarefa	Definir as Alternativas de Solução
Descrição	Nesta tarefa, o grupo de processos define as alternativas de solução avaliando diferentes grupos de processos que podem ser selecionados para serem submetidos ao controle estatístico, considerando não só os Índices de Adequação Final (IAF) e Criticidade (IC). Também é importante considerar outros fatores importantes para a avaliação dos resultados, como: riscos, premissas, restrições, vantagens e desvantagens. Este relatório deve apresentar o nível de detalhe suficiente para permitir que seja possível entender o escopo, a profundidade da avaliação e rever as alternativas, caso seja necessário.
Crítérios de Entrada	Ter-se realizado o subprocesso “Análise da Adequação do Controle Estatístico”
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	Especialistas (se necessário)
Pré-Tarefa	-
Artefatos Requeridos	Formulário do Relatório de Decisão, Relatório de Análise de Adequação Final
Artefatos Produzidos	Relatório de Decisão contendo as alternativas de solução

CrITÉrios de Saída	Ter-se definido pelo menos uma alternativa de solução, o ideal é que sejam duas ou mais.
Pós-Tarefa	Analisar Resultados
Tarefa	Analisar Resultados
Descrição	Nesta tarefa, o grupo de processos e o grupo de métricas analisam o relatório com as alternativas de solução, através de reuniões de <i>brainstorming</i> . É possível que seja necessário rever a análise que foi feita anteriormente e itens sejam adicionados ou modificados. Nesta reunião uma solução pode ser sugerida pelo grupo como a melhor solução do ponto de vista técnico, considerando as premissas e restrições existentes.
Responsáveis	Grupo de Métricas, Grupo de Processos
Participantes	-
Pré-Tarefa	Definir as Alternativas de Solução
Artefatos Requeridos	Relatório de Decisão contendo as alternativas de solução.
Artefatos Produzidos	Relatório de Decisão contendo a análise das alternativas de solução.
CrITÉrios de Saída	Ter-se analisado as alternativas de solução e indicado a sugestão de solução.
Pós-Tarefa	Selecionar a Alternativa de Solução
Tarefa	Selecionar a Alternativa de Solução
Descrição	O objetivo desta tarefa é escolher a melhor alternativa de solução dentre os conjuntos de alternativas indicadas pela análise. Após esta decisão, o relatório de Decisão Final deve ser atualizado indicando a alternativa selecionada, o motivo pelo qual foi escolhida. Além disso, deve ser registrado o motivo da não escolha das outras alternativas.
CrITÉrios de Entrada	Ter-se definido e analisado as alternativas de solução existentes.
Responsáveis	Grupo de Métricas, Grupo de Processos
Participantes	Decisores (Stakeholders importantes para a tomada de decisão)
Pré-Tarefa	Analisar Resultados
Artefatos Requeridos	Relatório de Decisão contendo a análise das alternativas de solução.
Artefatos Gerados	Relatório de Decisão Final
CrITÉrios de Saída	Ter-se selecionado a melhor solução dentre as alternativas identificadas e analisadas.
Pós-Tarefa	Registrar Lições Aprendidas

Atividade	Finalizar Processo
Tarefa	Registrar Lições Aprendidas
Descrição	O objetivo desta atividade é registrar as lições aprendidas durante a execução das atividades ao longo de todo o processo. Estas lições aprendidas devem passar por um processo de aprovação e, após aprovadas, disponibilizadas para que possam ser utilizadas por qualquer pessoa que possa executar este processo.
CrITÉrios de Entrada	Ter-se finalizado a atividade Selecionar Alternativa de Solução
Responsáveis	Equipe de Métricas
Participantes	Executores do processo

Pré-Tarefa	Selecionar a Alternativa de Solução
Artefatos Requeridos	Relatório de Decisão Final
Artefatos Gerados	Lições Aprendidas
Critérios de Saída	Ter-se registrado as lições aprendidas
Pós-Tarefa	-

#### 4.4. Considerações finais

Neste capítulo, foi apresentada a proposta desta dissertação para apoiar as atividades de seleção e priorização de processos para o controle estatístico.

No próximo capítulo, será apresentado o estudo de viabilidade da abordagem proposta, os resultados obtidos, as lições aprendidas e as melhorias propostas na abordagem a partir deste estudo.

# CAPÍTULO 5 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO: O ESTUDO DA VIABILIDADE

*Este capítulo apresenta o planejamento, a execução e os resultados obtidos a partir do estudo de viabilidade da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico apresentada no capítulo 4. Os resultados deste estudo indicam indícios da viabilidade da abordagem proposta.*

## 5.1 Introdução

Para avaliar indícios da viabilidade da execução da abordagem proposta, foi realizado um estudo de viabilidade. Isto se tornou necessário na medida em que a abordagem propõe, além da utilização de técnicas de forma conjunta, algumas importantes adaptações nos instrumentos sugeridos pelos autores das técnicas utilizadas.

O estudo de viabilidade é considerado no contexto da Engenharia de Software baseada em evidências, como um primeiro experimento, onde é possível avaliar indícios de viabilidade de uma nova tecnologia. Desta forma, mesmo que considerando um contexto específico, este estudo tem como principal objetivo identificar os problemas, as lições aprendidas e os pontos fortes e fracos, que são informações fundamentais para melhorar as técnicas propostas (MAFRA e TRAVASSOS, 2006; CONTE, 2009).

A escolha da organização alvo deste estudo foi realizada porque a COPPE/UFRJ, mais especificamente a Área de Qualidade do LENS, possui características relevantes que a inserem no contexto desta abordagem, tais como: (i) produzir softwares; (ii) possuir especialistas na área de engenharia de software que executam os processos padrão da organização; (iii) ter sido avaliada no nível E do MR-MPS; e (iv) possuir um planejamento estratégico, que tem como principal objetivo a implantação do controle estatístico para alcançar o nível mais alto de maturidade do modelo MR-MPS, o nível A.

A estrutura deste capítulo é baseada na descrição do plano do estudo experimental de CONTE (2009) e tem sido utilizada pelo grupo de Engenharia de Software Experimental da COPPE/UFRJ (CONTE, 2009).

Neste capítulo, para cada subprocesso da abordagem proposta, são apresentados: (i) a definição e o planejamento do estudo; (ii) a execução do estudo, explicitando as características dos seus participantes; (iii) os resultados da análise sobre os dados coletados ao longo da execução do estudo; e (iv) as lições aprendidas.

A seção 5.2 apresenta o planejamento, a execução e os resultados da análise do primeiro subprocesso da abordagem “Identificação dos Processos Críticos”. De forma análoga, as seções 5.3 e 5.4 apresentam a mesma estrutura para os subprocessos “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” e “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico”. Na seção 5.5, são descritas as lições aprendidas com este estudo de viabilidade. Na seção 5.6, são detalhadas as melhorias propostas para abordagem, a partir das lições aprendidas coletadas e; por fim, a seção 5.7, apresenta as considerações finais do capítulo.

## 5.2 Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos

Este estudo de viabilidade tem o objetivo de identificar se o subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” é: (i) viável com relação ao tempo de execução, já que uma das características da abordagem é propor a utilização da técnica *Delphi* ao invés das reuniões de *brainstorming* do FMEA e QFD Simplificados e, com isso, reduzir o tempo de identificação dos processos críticos; (ii) capaz de atingir o principal propósito, que é selecionar e priorizar os processos críticos; e (iii) consistente na sua execução.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: “Identificação dos Processos Críticos” e “Priorização dos Processos Críticos”. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) a elaboração dos laudos individuais para a identificação dos processos críticos (foco nas necessidades e nos problemas), por meio da análise da documentação da organização (objetivos de software e processos); (ii) a condução da técnica *Delphi* para o preenchimento destes laudos, tendo como resultado um laudo final consolidado com a opinião do grupo; e (iii) a priorização dos processos identificados como críticos pelo grupo.

### 5.2.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” envolve: (i) a escolha dos participantes do estudo; (ii) o planejamento e a execução do piloto; e (iii) caso seja necessário, os ajustes nos formulários após a execução do piloto.

A autora desta dissertação ficou responsável por elaborar os laudos individuais, conduzir o piloto, realizar os ajustes após o piloto, conduzir a técnica Delphi, consolidar as informações nos laudos finais e, finalmente, realizar a priorização.

Oito membros da equipe da Área de Qualidade do LENS, indicados pela coordenadora da área, foram convidados a participar deste estudo para identificar e priorizar os processos críticos, conforme sugerido pela técnica *Delphi*.

Conforme o FMEA e o QFD simplificados propõem, para que o resultado seja representativo, estes participantes devem representar a maior parte das funções existentes na organização. Foram selecionados, portanto, 7 participantes que utilizaram os processos de software definidos, desempenhando uma ou mais funções, conforme a distribuição representada pela Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Mapeamento das funções exercidas pelos sete participantes.

Funções	1	2	3	4	5	6	7
Gerente de Projeto	X		X			X	
Desenvolvedor	X		X				
GQPP		X	X	X			X
Gerente de Configuração				X			
Grupo de Medição				X	X		
Grupo de Processos	X	X	X			X	
Analista de Sistemas	X	X	X				
Revisor Técnico		X	X			X	
Gerente de Escritório de Projetos							
Grupo de Recursos Humanos							
Coordenador de Treinamento	X						
Gerente de Reutilização						X	

Pela análise da Tabela 5.1, é possível concluir que 83% das funções existentes foram representadas, refletindo a adequação da equipe selecionada para a execução desta tarefa.

Além de possuir representatividade com relação às funções definidas, a experiência na execução dos processos da organização também era um aspecto a ser considerado. Para que fosse possível esta caracterização, os participantes preencheram um formulário que continha uma pergunta a ser respondida em uma escala de 1 (nenhuma experiência) a 3 (mais de três projetos) sobre a experiência na execução dos processos da organização. A resposta dos formulários permitiu classificar cada participante de acordo com a seguinte escala: baixa experiência (1 projeto), média experiência (2 projetos) e alta experiência (mais de 3 projetos). Após a consolidação das respostas, foi observado que 100% dos participantes foram classificados como tendo “alta experiência” nos processos.

Ainda neste contexto, um dos principais requisitos para que a técnica Delphi seja conduzida com sucesso, é que estejam claras para os participantes a importância da avaliação e sua representatividade para a organização, bem como exista o desejo de fazer parte da equipe. Neste sentido, um e-mail foi enviado para os oito potenciais participantes, contendo: (i) o escopo e a importância do estudo de viabilidade; (ii) o tempo previsto de participação: 1 hora para cada iteração, com duas iterações previstas; (iii) o prazo de entrega do laudo preenchido (sempre 1 dia após a entrega do formulário); (iv) o motivo de terem sido selecionados; (v) a solicitação de um e-mail de confirmação caso concordassem em participar do estudo de viabilidade; (vi) o planejamento da comunicação (troca de documentos seria realizada por e-mail e esclarecimento de dúvidas por gtalk, skype ou telefone); e (vii) a descrição do processo.

Todos confirmaram a participação através de um e-mail. No entanto, mesmo após a confirmação, um deles não participou do preenchimento dos laudos.

Para minimizar as dúvidas sobre os objetivos do estudo de viabilidade, também, fez parte do planejamento o treinamento de 1 hora na abordagem e no preenchimento dos formulários. Neste treinamento foram apresentados aos participantes o escopo do problema e os laudos individuais adaptados para a organização.

Desta forma, os participantes envolvidos neste estudo atuaram sobre o mesmo escopo, com os mesmos formulários individuais e dentro de uma mesma seqüência de execução, ou seja, não houve qualquer interferência externa, garantindo assim, a independência dos resultados obtidos em relação a estas questões.

### 5.2.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos

A execução da primeira tarefa deste estudo de viabilidade, que foi a elaboração dos laudos individuais com o foco nas necessidades e nos problemas proposto pela abordagem, foi baseada na documentação existente na organização: a política organizacional, a descrição dos processos e os objetivos de software registrados no documento “Objetivos do LENS”, onde estão definidos os objetivos estratégicos da organização e a sua relação com os objetivos de software.

As 58 macro-atividades dos processos da organização foram identificadas como os “processos críticos” candidatos e disponibilizadas em forma de lista para facilitar o preenchimento dos formulários. Além disso, também, foi disponibilizada a descrição dos processos em forma hierárquica, com o objetivo de facilitar o esclarecimento de dúvidas ao longo da sua utilização.

Após a elaboração destes laudos, um piloto foi realizado por um dos 7 (sete) participantes selecionados para o estudo de viabilidade, com o objetivo de refinar o questionário. Este participante, além de propor algumas melhorias no questionário, identificou que o processo poderia ser enviado junto com os laudos para que fosse uma fonte de esclarecimentos de dúvidas.

As melhorias identificadas ao longo deste piloto foram: (i) a descrição da pergunta sobre a relação entre o processo associado ao objetivo e a necessidade e/ou problema. O participante não achou que estava claro que a intenção era identificar o quanto o processo estava definido para atender à necessidade ou resolver o problema, ou seja, deveria ser considerada a hipótese do processo estar sendo executado conforme definido; (ii) a descrição da escala de confiabilidade na resposta, colocando mais objetivamente o significado de cada valor. Por exemplo: 1- Baixa (não tem certeza se a resposta é esta), 2- Média (acredita que a resposta está certa) e 3 - Alta (absoluta certeza na resposta); (iii) a existência de mais papéis que os relacionados; (iv) ajustar a descrição das perguntas do questionário referentes à intensidade da relação entre o processo e a necessidade/problema colocando a palavra “escala” entre parêntesis para melhorar o entendimento; e (v) juntar os dois formulários em um só para facilitar o preenchimento.

Antes do início do estudo de viabilidade, todos os ajustes necessários para resolver os quatro primeiros itens de melhoria identificados no piloto foram realizados. O item (v) não foi realizado, pois levaria muito tempo e não era um impeditivo para continuar o estudo.



A primeira iteração foi iniciada com o envio, por e-mail, do “Laudo Individual para Seleção dos Processos – Necessidade” (Figura 5.1) e do “Laudo Individual para Seleção dos Processos – Problema” (Figura 5.2). Nesta 1ª iteração, os participantes identificaram: (i) as necessidades e os processos relacionados para que os objetivos de software sejam alcançados com sucesso; e (ii) os problemas e os processos que podem impedir o alcance dos objetivos propostos.

<p style="text-align: center;"><b>Garantir a Qualidade dos Produtos</b></p> <p style="text-align: center;">Objetivo de Software</p>	Processos relacionados ao objetivo		Desenvolvimento	
	Subprocessos Relacionados		Fase 2 - Elaboração do Modelo de Análise e Projeto	
O que é necessário para que este objetivo seja alcançado?	Qual a importância desta necessidade em relação ao objetivo?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que o subprocesso atual está definido para resolver a necessidade?	Qual a sua confiança na sua resposta?
Necessidades				

Figura 5.1 – “Laudo Individual para Seleção dos Processos – Necessidades” da 1ª Iteração.

<p style="text-align: center;"><b>Garantir o Cumprimento dos Prazos</b></p> <p style="text-align: center;">Objetivos de Software</p>	Processos relacionados ao objetivo		Desenvolvimento	
	Subprocessos Relacionados		Fase 1- Planejamento do Projeto	
De que maneira é possível fracassar no alcance deste objetivo?	Qual o grau de importância deste problema em relação a este objetivo?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que o processo atual está definido para resolver o problema apresentado?	Qual a sua confiança na sua resposta?
Problemas				

Figura 5.2 – “Laudo Individual para Seleção dos Processos – Problemas” da 1ª Iteração.

Durante o preenchimento dos laudos individuais somente 3 participantes tiveram dúvidas. Estas dúvidas eram referentes ao preenchimento do grau da relação entre o processo e a necessidade e/ou o problema identificado.

Todos os participantes enviaram por e-mail os laudos individuais preenchidos no prazo planejado e levaram em média 1 hora e 15 minutos para preenchê-los.

Após o recebimento dos laudos, foi iniciada a consolidação e a análise dos dados. De forma mais detalhada, foram calculados: os valores individuais de cada participante, os valores considerando a opinião do grupo e os valores da mediana e dos quartis.

Ao analisar os dados, para os participantes que tivessem o valor individual muito abaixo da mediana (1º Quartil) ou muito acima da mediana (3º Quartil), foram solicitadas justificativas. Ao enviar a solicitação de justificativa, foi esclarecido que o objetivo não era chegar a um consenso, mas chamar a atenção para a opinião do grupo e, assim, possibilitar a identificação de possíveis erros no preenchimento ou no entendimento do problema.

Após a consolidação da opinião do grupo, a 2ª iteração foi iniciada a partir do envio de um e-mail para cada um dos participantes, contendo: (i) um formulário com a opinião do grupo (Figura 5.3); (ii) os laudos individuais com os itens em discordância com o grupo destacados (Figura 5.4); e (iii) caso fosse aplicável, uma solicitação para rever ou justificar os itens destacados.

Subprocessos Críticos Selecionados pelo grupo	Problemas Identificados pelo Grupo relacionados ao subprocesso	Percentual de Especialistas que consideraram que o subprocesso pode contribuir para o fracasso no alcance do objetivo	Valor Total de Disfunção	Índice de Disfunção (ID)	Valor total que reflete o quanto os subprocessos atuais são definidos para resolver os problemas identificados	%	Descrição da Atividade
Desenvolvimento - Fase 1 - Planejamento do Projeto	compatibilidade entre o cronograma individual (desenvolvimento das teses) e o cronograma dos projetos; Metodologia de estimativa inadequada; Planejamento muito otimista; Dificil acesso aos fornecedores de requisitos; Estimativas	86%	1509	1	693	1	O objetivo desta atividade é elaborar o plano do projeto. Atividades: 2.1 Estabelecer Estrutura Organizacional do Projeto; 1.1 Determinar Periodicidade do Monitoramento do Projeto; 1.1 Estabelecer Cronograma; 1.1 Planejar Recursos Humanos; 1.1
Desenvolvimento - Fase 1 - Monitoração do Projeto	compatibilidade entre o cronograma individual (desenvolvimento das teses) e o cronograma dos projetos; Equipe mista (mestrandos e consultores) com diferentes objetivos e necessidades; Alta rotatividade de estagiários; Estimativas inadequadas; Prazos iniciais estabelecidos de forma arbitrária; Falta de comunicação.	71%	1176	0,73846	3762	0,6174	O objetivo desta atividade é monitorar o projeto em um determinado período. 1.1 Monitorar o Andamento do Projeto; 1.1 Atualizar o Relatório de Monitoração do Projeto pelo COPP

Figura 5.3 – Opinião consolidada do grupo da 1ª Iteração.

Garantir o Cumprimento dos Prazos	Processos relacionados ao objetivo		Medição	
	Subprocessos Relacionados		Refinar Procedimentos de Coleta e Análise	
De que maneira é possível fracassar no alcance deste objetivo?	Qual o grau de importância deste problema com relação a este objetivo?	Qual a sua confiança na sua resposta?	Quanto que o processo atual resolve o problema apresentado?	Qual a sua confiança na sua resposta?
Equipe mista (mestrandos e consultores) com diferentes objetivos e necessidades	4	1	3 12	1
Alta rotatividade de estagiários	4	1	0 0	

Figura 5.4 – “Laudo para Seleção de Processos – Problemas” da 2ª Iteração, com itens destacados.

Ao final da segunda iteração, cinco participantes enviaram os laudos individuais contendo revisões e justificativas. Os outros dois participantes apenas justificaram, mantendo a opinião da primeira iteração.

Após o recebimento dos laudos individuais da segunda iteração, a opinião do grupo foi consolidada para cada objetivo, para cada foco (necessidade ou problema) e para cada processo. Com estas informações, foi elaborado o laudo final (Figura 5.5), contendo para cada processo crítico, os índices de Importância (II), Disfunção (ID) e Criticidade (IC). Neste laudo, também foi calculado o índice que indica o nível de adequação na opinião dos especialistas, um critério importante a ser considerado na seleção final dos processos.

A priorização dos processos críticos foi realizada, neste mesmo laudo final, por ordem decrescente do Índice de Criticidade (IC).

SubProcessos críticos relacionados aos 3 objetivos	II na Organização (Índice de Importância)	ID na Organização (Índice de Disfunção)	IC (Índice de Criticidade)
Desenvolvimento - Fase 1 - Planejamento do Projeto	0.6667	0.7410	0.7039
Desenvolvimento - Monitoração do Projeto	0.3277	0.5791	0.4534
Desenvolvimento - Fase 2 - Integração e Testes de Software	0.3493	0.3784	0.3639

Figura 5.5 – Laudo Final consolidado com os processos e os seus respectivos índices.

### 5.2.3 Resultados Obtidos para a Identificação dos Processos Críticos

Os dados da caracterização dos participantes, dos artefatos produzidos ao longo da execução e dos questionários preenchidos foram consolidados e analisados.

Na primeira iteração, todos os participantes preencheram e enviaram os laudos individuais dentro do prazo e levaram em média 78 minutos, mais tempo do que o previsto, que era de 60 minutos. O tempo total e a distribuição do tempo de preenchimento de cada participante para cada laudo individual estão ilustrados no gráfico da Figura 5.6.

O tempo previsto foi maior que o planejado, pois 3 participantes tiveram dúvidas no preenchimento da intensidade da relação entre o processo e o problema e/ou necessidade identificada. Apesar de ter sido identificado no piloto um ajuste nesta

descrição, não foi o suficiente para esclarecer todas as dúvidas. Esta descrição, portanto, deve ser alvo de melhorias para que o tempo de execução desta tarefa seja reduzido.

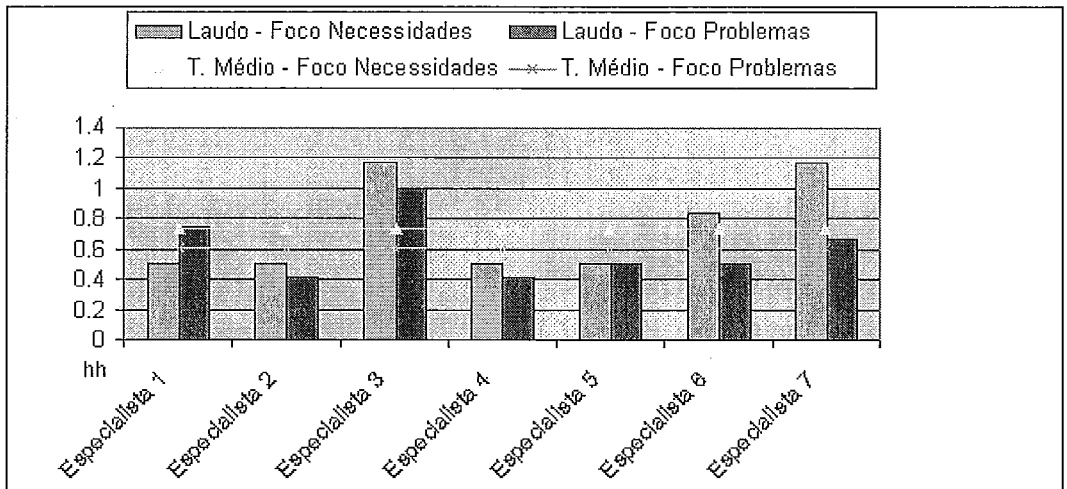


Figura 5.6 – Distribuição do tempo total de cada especialista no preenchimento dos laudos.

Após a consolidação dos laudos individuais e o cálculo da mediana considerando a opinião do grupo, todos os participantes tiveram itens marcados para revisão ou justificativa, por possuírem valores menores que o primeiro quartil ou maiores que o terceiro quartil. Estes itens eram, na sua maioria, referentes a processos selecionados somente por um dos participantes.

Apesar de serem solicitadas revisões no grau de intensidade do relacionamento entre processos e necessidades e/ou problemas, nenhuma revisão de valor foi realizada. As únicas revisões realizadas pelos participantes foram exclusões de processos selecionados.

Após a primeira iteração, foram consolidados 14 laudos individuais. Dos 58 processos, 28 deles foram selecionados como necessários para o alcance dos três objetivos identificados pela organização (“Garantir o Cumprimento dos Prazos”, “Garantir a Qualidade dos Produtos” e “Garantir a Efetividade da Equipe do LENS”). E, destes mesmos 58 processos, 22 deles foram selecionados como processos que podem contribuir para o fracasso no alcance dos objetivos de software da organização. No total, foram selecionados 27 processos diferentes. Além disso, foram identificados 97 necessidades e 72 problemas.

Após a segunda iteração, com a revisão dos laudos feita pelos participantes, este número foi reduzido para 25 processos necessários para o alcance dos objetivos (3 foram excluídos) e 20 processos associados a problemas identificados (3 foram excluídos e 1 foi

incluído). O total de problemas e necessidades foi mantido. No total foram identificados 27 processos críticos para os objetivos da organização, ou seja, 46% do total de processos (58).

Somente um (1) problema identificado, relacionado com a remuneração da equipe, não foi relacionado a nenhum processo existente, por isso não consta destes resultados. Este resultado é importante porque indica que os processos críticos da organização estudada representam menos do que a metade dos processos definidos.

As necessidades e problemas foram consolidados em áreas de processo e sua distribuição foi ilustrada pela Figura 5.7 e Figura 5.8.

Para um melhor entendimento dos gráficos foi realizada uma consolidação dos processos em áreas. A consolidação destas áreas foi feita da seguinte forma: (i) Gerência de Projetos, que envolve os processos: “Planejamento do Projeto”, “Monitoração do Projeto” e “Planejamento do Processo”; (ii) Escritório de Projetos, que envolve o processo “Elaborar Prospecção para o desenvolvimento do Produto”; (iii) Desenvolvimento, que envolve os processos: “Integração e Testes de Software” e “Implementação do Software”; (iv) Garantia da Qualidade envolve os processos: “Relatar a Situação dos Processos” e “Avaliação do Projeto pelo GQPP”. O processo “Avaliação do Projeto pelo GQPP” envolve as seguintes atividades do processo: “Avaliar o planejamento do processo pelo GQPP”, “Avaliar o Planejamento do projeto pelo GQPP”, “Avaliar as Especificações dos Requisitos do Software e as Especificações dos Testes dos Requisitos do Software pelo GQPP”, “Avaliar o Modelo de Análise e Projeto pelo GQPP”, “Avaliar os resultados da integração e dos testes dos requisitos pelo GQPP”, “Avaliar os resultados da avaliação do software e documentação do produto e do usuário pelo GQPP” e “Avaliar o Relatório de Monitoração do Projeto pelo GQPP”; (v) Medição e Análise, que envolve os processos: “Coletar e Monitorar a Coleta de Medidas” e “Consolidar Periodicamente as medidas dos projetos”; (vi) Gerência de Recursos Humanos, que envolve os processos: “Executar Estratégia de Gerência de Recursos Humanos”, “Implementar o Plano de Treinamento”, “Identificar as necessidades de Treinamento”, “Estabelecer Capacidade de Treinamento”, “Registrar Conhecimento” e “Identificar Mecanismos Relacionados à Gerência de Recursos Humanos”; (vii) Gerência de Requisitos, que envolve os processos: “Especificação de Requisitos” e “Gerência de Requisitos”; e (viii) Desenvolvimento de Requisitos que envolve o processo “Elaboração do Modelo de Análise e Projeto”.

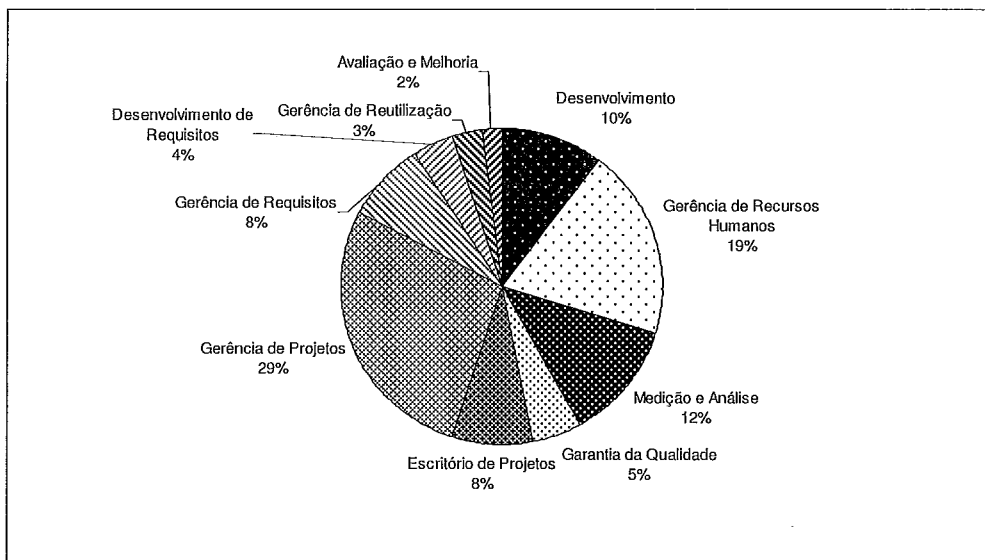


Figura 5.7 – Áreas de Processos x Necessidades

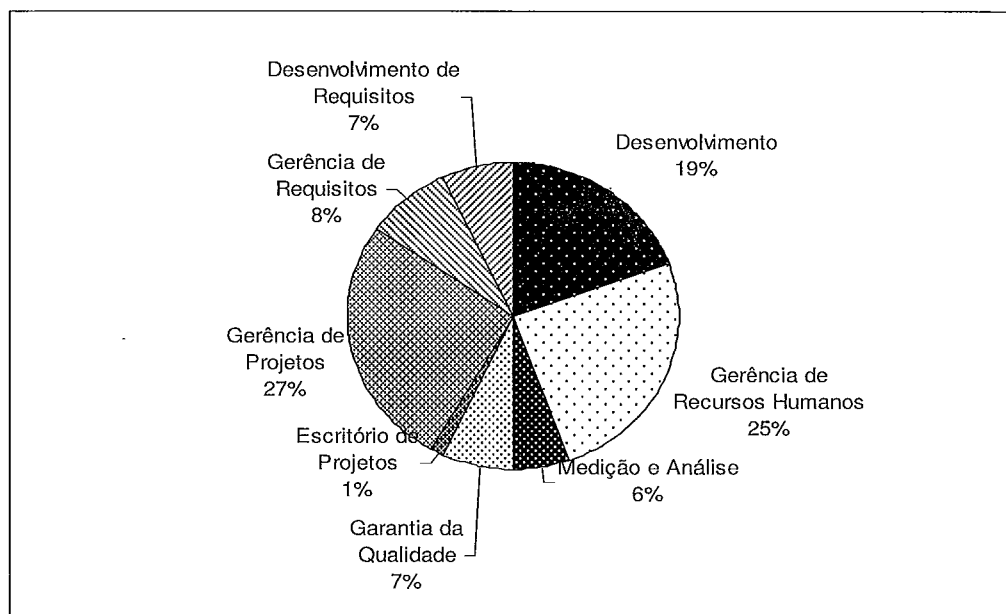


Figura 5.8 – Áreas de Processos x Problemas

Em uma análise realizada nos Relatórios de Medição da Organização, foi observado que existiam realmente problemas nas áreas de Gerência de Projetos, Medição e Análise, Gerência de Recursos Humanos e Desenvolvimento, confirmando, portanto, a opinião dos participantes. As outras áreas identificadas pelos participantes como áreas que podem contribuir para o fracasso do alcance dos objetivos da organização, não foram identificadas nos Relatórios de Medição.

Com relação aos processos necessários para o sucesso do alcance dos objetivos da organização, não foi encontrada em nenhuma documentação a associação destes objetivos com os processos existentes. Portanto, não é possível realizar nenhuma análise adicional.

Apesar do objetivo final não ser o consenso, outro importante resultado obtido nesta consolidação dos laudos individuais foi o percentual de participantes que consideraram um processo crítico para o alcance dos objetivos ou críticos na contribuição para o fracasso dos objetivos.

A Figura 5.9, ilustra o consenso dos processos considerados críticos para o alcance do primeiro objetivo da organização: Garantir o Cumprimento dos Prazos. De forma análoga, a Figura 5.10 e a Figura 5.11 ilustram o consenso obtido para o alcance do segundo e do terceiro objetivo da organização: Garantir a Qualidade dos Produtos e Garantir efetividade da equipe contratada do LENS no desenvolvimento de produtos de software.

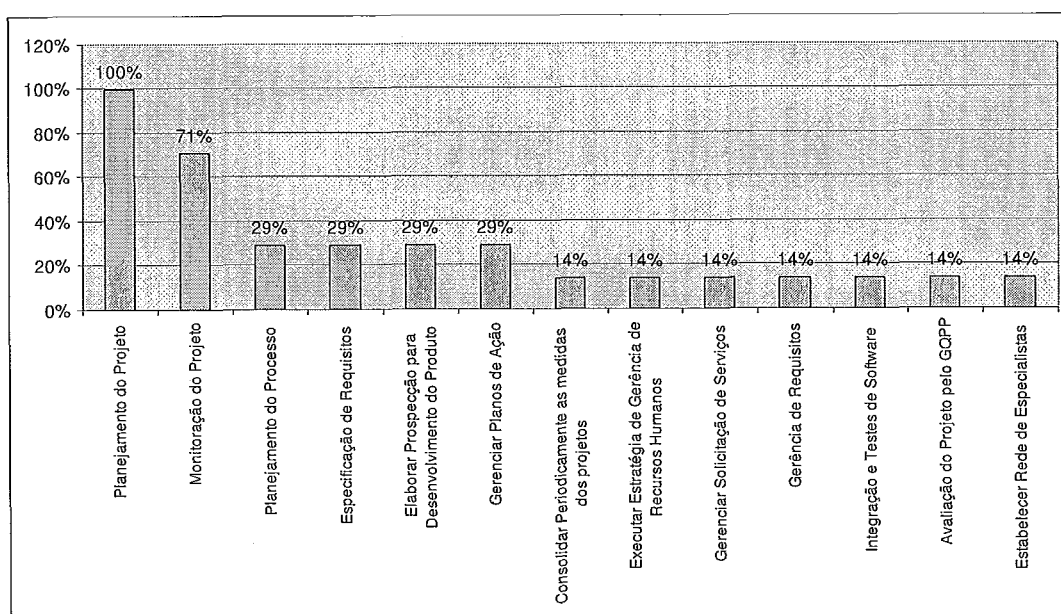


Figura 5.9 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo: Cumprimento dos Prazos.

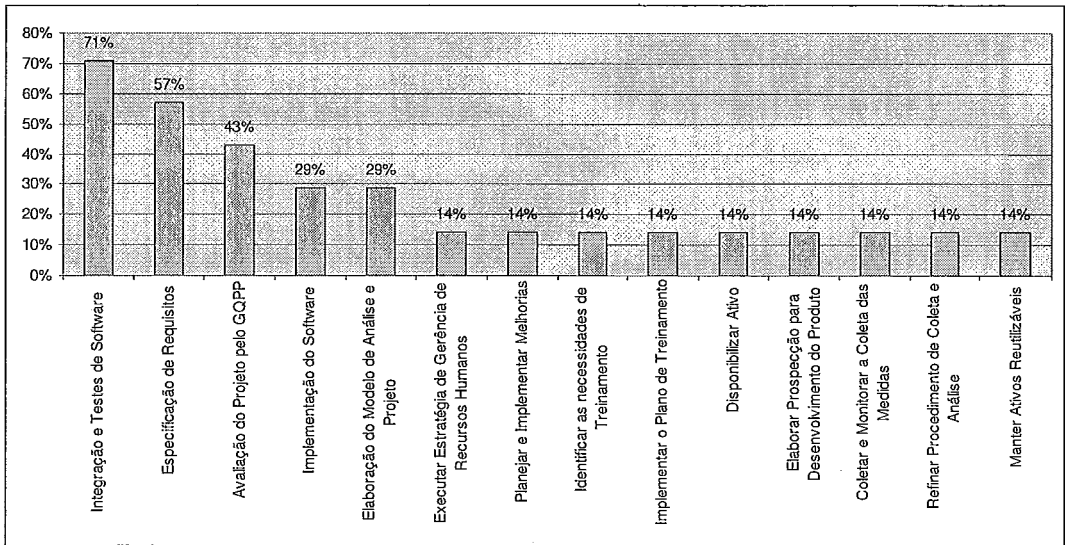


Figura 5.10 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo Garantir a Qualidade dos Produtos.

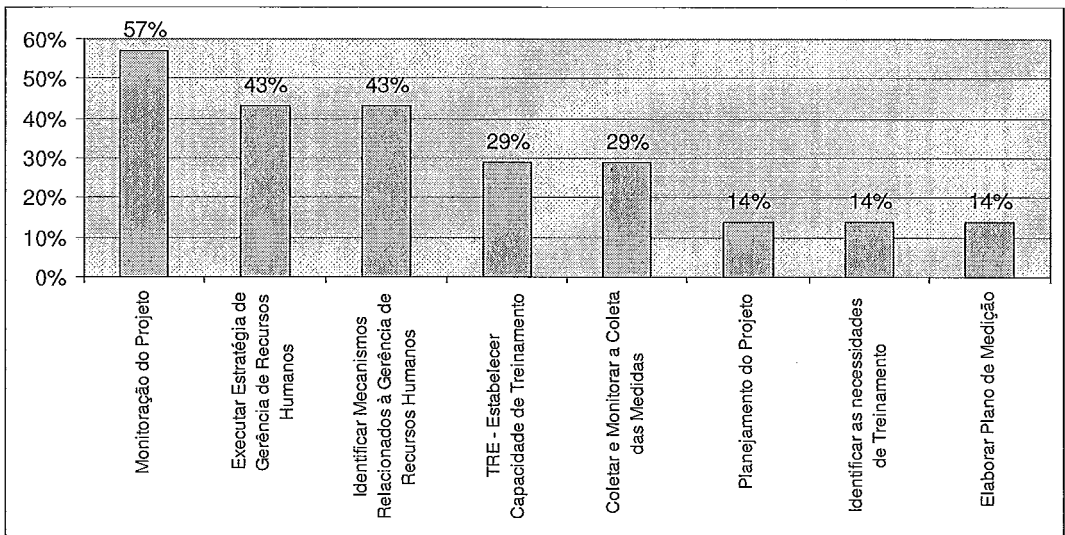


Figura 5.11 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do objetivo Garantir efetividade da equipe do LENS.

Os mesmos gráficos foram gerados, agora com o foco no consenso dos participantes em relação aos processos considerados críticos para o fracasso no alcance dos objetivos da organização. A Figura 5.12 ilustra, portanto, o percentual de consenso para o primeiro objetivo da organização e a Figura 5.13 e a Figura 5.14, ilustram a mesma informação para o segundo e o terceiro objetivo da organização.



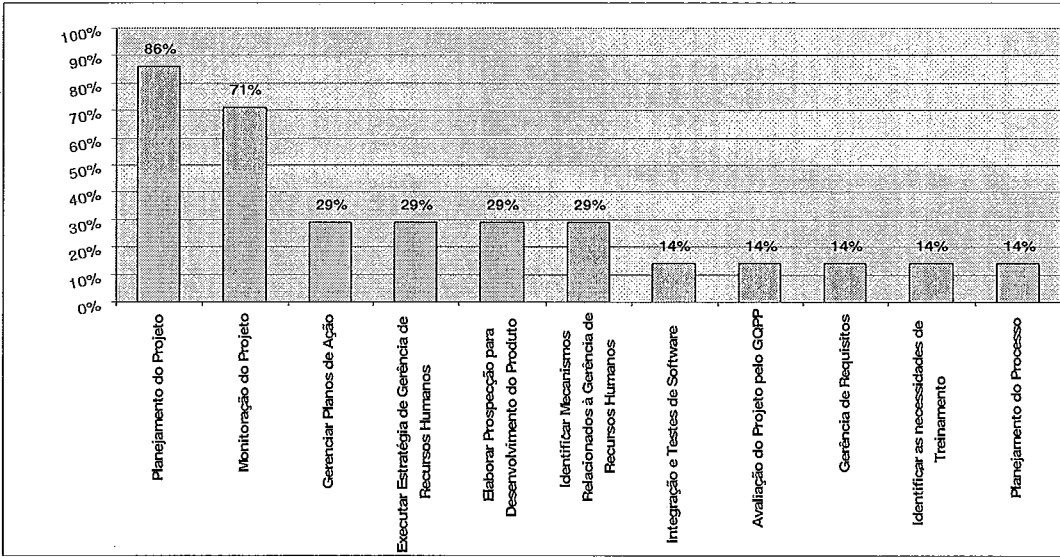


Figura 5.12 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Cumprimento dos Prazos.

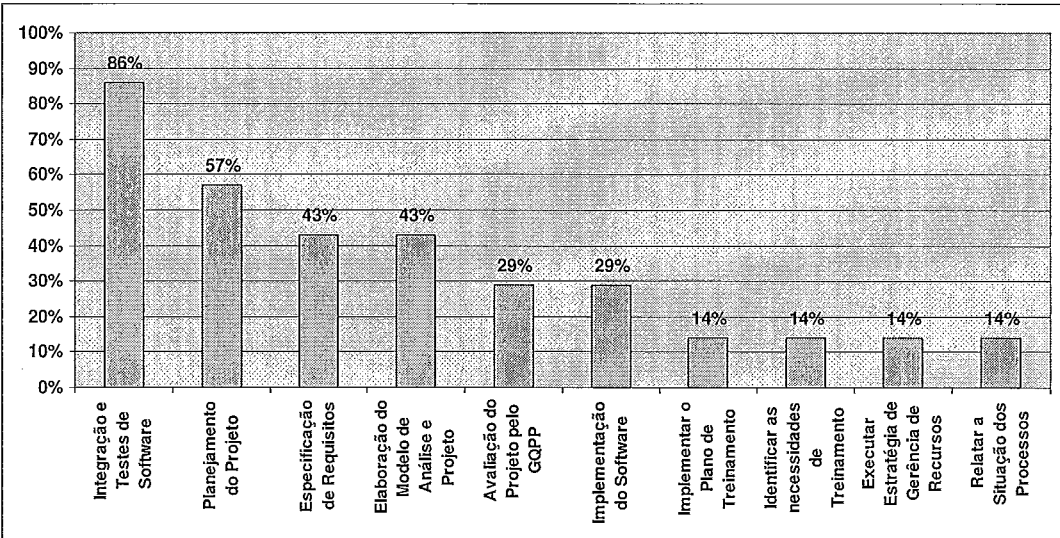


Figura 5.13 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Garantir a Qualidade dos Produtos.

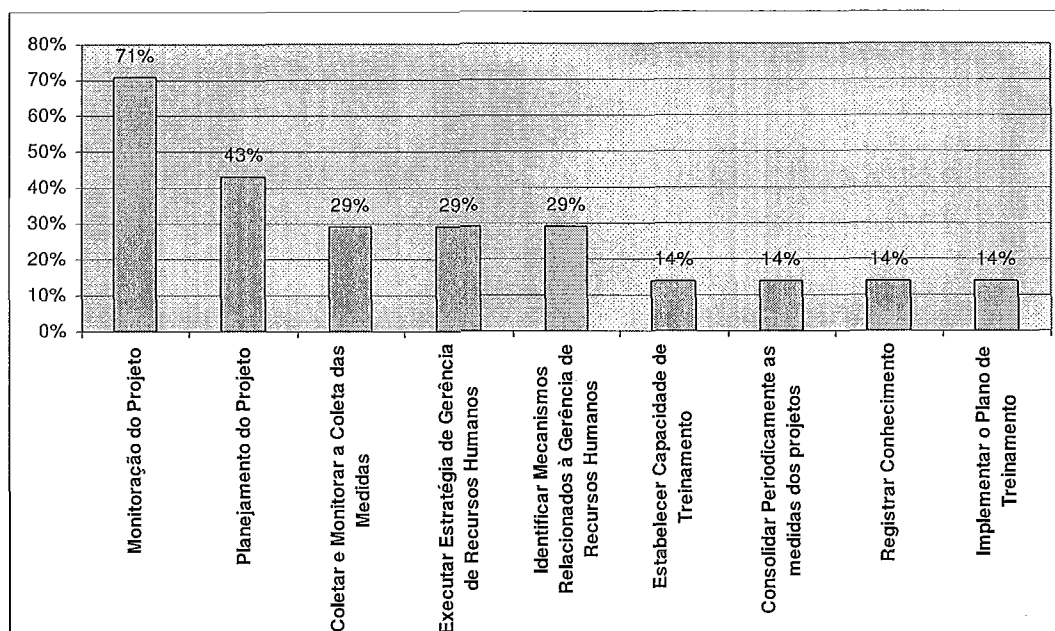


Figura 5.14 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do objetivo Garantir efetividade da equipe do LENS.

O que se observou pela análise destes gráficos em conjunto com os laudos individuais foi que os percentuais maiores de consenso foram atribuídos aos processos de desenvolvimento. E, quando isto não ocorreu, foram os participantes que só exerciam papéis organizacionais que, na maioria das vezes, não selecionaram processos de desenvolvimento, a não ser que a sua seleção fosse óbvia, como foi o caso do processo de Planejamento do Projeto, que é um processo de desenvolvimento, e o objetivo de Cumprimento dos Prazos. Isto não prejudicou a consolidação final, pois pesos diferentes foram atribuídos para os participantes em cada processo, de acordo com a função exercida.

Ao final da elaboração do laudo final, foi realizada a priorização através do Índice de Criticidade (IC), cuja base é a média aritmética entre o Índice de Importância (II) e o Índice de Disfunção (ID), ou seja, foram priorizados os processos que além de serem necessários para o alcance dos objetivos são problemáticos. O processo que obteve o maior índice de criticidade teve o seu Índice de Criticidade arbitrado em 1 e os outros processos tiveram o Índice de Criticidade calculado em relação ao processo mais crítico, auxiliando assim na análise da prontidão para o controle estatístico.

A Tabela 5.2 descreve os processos críticos, ordenados por ordem decrescente do Índice de Criticidade (IC), ou seja, do mais crítico para o menos crítico.

Tabela 5.2 – Processos Críticos priorizados pelo Índice de Criticidade (IC).

Processos Críticos	Índice de Criticidade (IC)
Planejamento do Projeto	0.7039
Monitoração do Projeto	0.4534
Integração e Testes de Software	0.3639
Executar Estratégia de Gerência de Recursos Humanos	0.3562
Especificação de Requisitos	0.3172
Avaliação do Projeto pelo GQPP	0.2447
Identificar Mecanismos Relacionados à Gerência de Recursos Humanos	0.2309
Elaboração do Modelo de Análise e Projeto	0.1890
Implementação do Software	0.1757
Coletar e Monitorar a Coleta das Medidas	0.1584
Implementar o Plano de Treinamento	0.1436
Estabelecer Capacidade de Treinamento	0.1359
Identificar as necessidades de Treinamento	0.1069
Gerenciar Planos de Ação	0.0990
Consolidar Periodicamente as medidas dos projetos	0.0972
Planejar e Implementar Melhorias	0.0698
Elaborar Prospecção para Desenvolvimento do Produto	0.0686
Planejamento do Processo	0.0491
Registrar Conhecimento	0.0483
Disponibilizar Ativo	0.0262
Gerenciar Solicitação de Serviços	0.0227
Relatar a Situação dos Processos	0.0225
Gerência de Requisitos	0.0161
Refinar Procedimento de Coleta e Análise	0.0136
Elaborar Plano de Medição	0.0071
Manter Ativos Reutilizáveis	0.0029
Estabelecer Rede de Especialistas	0.0027

Para ajudar na identificação dos processos críticos com o objetivo de apoiar a decisão final, os processos foram agrupados em áreas de processo, conforme Figura 5.15.

As três áreas mais críticas para a organização considerando os objetivos de software “Garantir o Cumprimento dos Prazos”, “Garantir a Qualidade dos Produtos” e “Garantir a efetividade da equipe do LENS” são: Gerência de Projetos, Gerência de Recursos Humanos e Desenvolvimento.

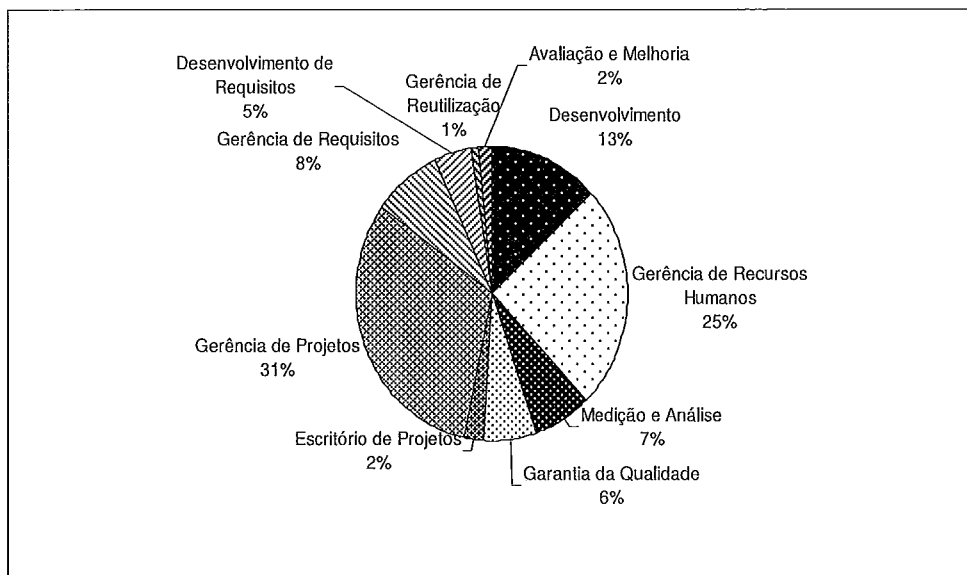


Figura 5.15 – Percentual de Criticidade por Área de Processo

Finalmente, o último objeto de análise deste estudo de viabilidade foram os questionários preenchidos pelos participantes. A Tabela 5.4, detalha as questões enviadas, as respostas possíveis e a quantidade de especialistas associada a estas respostas.

Como resultado da análise dos comentários sobre as respostas dos questionários, o principal problema apresentado por 3 dos 7 participantes, foi o grau proposto para avaliar a intensidade do relacionamento entre o processo selecionado e a necessidade e/ou problema identificado. Resumidamente, os participantes sugeriram: (i) a retirada da escala negativa; (ii) a inclusão de uma nova opção de valor; (iii) a alteração nas descrições das opções; (iv) a junção dos formulários; e (v) a criação de um aplicativo na WEB.

O único participante que respondeu “Não” para as questões 1 e 2, referentes à viabilidade da abordagem, sugere que “as questões devem ser revistas para que favoreçam a seleção dos subprocessos críticos à luz do controle estatístico”. Esta sugestão indicou que houve uma falha no treinamento deste participante, considerando que o principal objetivo dos laudos era a identificação dos processos críticos para a organização sem a preocupação com critérios de adequação ao controle estatístico.

Tabela 5.3 – Questões, possíveis respostas e a quantidade de participantes associados às respostas.

Questão	Sim	Não	Parcialmente
1. Você considera a abordagem viável para apoiar a seleção dos processos críticos de uma organização?	6	1	
2. Você considera a abordagem viável para priorizar os processos críticos de uma organização?	6	1	
3. Você considera que os formulários são fáceis de preencher?	5	2	
4. Você considera que o grau proposto (escala) para a relação das necessidades identificadas e o objetivo de software é adequado?	7		
5. Você considera que o grau proposto (escala) entre as necessidades identificadas e os processos relacionados é adequado?	4	1	2
6. Você considera que o grau proposto (escala) para a relação dos problemas com os objetivos de software é adequado?	7		
7. Você considera que o grau proposto (escala) entre os problemas identificados e os processos críticos é adequado?	4	1	2
8. Você considera que o tempo para realizar a atividade foi satisfatório?	4	3	

### 5.3 Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico

Este estudo de viabilidade tem o objetivo de identificar se o subprocesso “Adequação para o Controle Estatístico” da abordagem proposta atinge o principal propósito, que é se é viável realizar a análise da adequação dos processos identificados como “críticos” utilizando a abordagem proposta.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: Avaliar a Adequação dos Processos e suas medidas e Analisar a Adequação para o Controle Estatístico. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) avaliar a adequação dos processos, segundo critérios definidos no *Checklist* de Adequação dos Processos; (ii) avaliar a adequação das medidas, segundo critérios definidos no *Checklist* de Adequação das Medidas e; (iii) analisar os processos críticos quanto à adequação para o controle estatístico.

### **5.3.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico**

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Adequação para o Controle Estatístico” da abordagem proposta envolve a escolha dos participantes do estudo e a disponibilização dos documentos que serão utilizados para analisar os processos e suas medidas.

A autora desta dissertação foi responsável por solicitar e analisar os seguintes documentos: (i) o Plano de Medição da Organização, contendo a identificação dos objetivos, questões e métricas, bem como todas as informações sobre o procedimento de análise e coleta das métricas; e (ii) todos os Relatórios de Medição, que contêm a análise dos indicadores e informações sobre as coletas.

### **5.3.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Adequação para o Controle Estatístico**

A primeira tarefa executada desta etapa foi a solicitação dos documentos: Plano de Medição da Organização e os Relatórios de Medição existentes. Um e-mail foi enviado aos Grupos de Processos e de Medição da Área de Qualidade do LENS solicitando os documentos acima relacionados.

Após o recebimento da documentação, foi iniciada a análise da adequação dos processos críticos identificados.

O principal objetivo desta tarefa foi analisar o quanto os processos identificados estão adequados para serem controlados estatisticamente.

Foram produzidos 27 *Checklists* de Adequação dos Processos, correspondentes aos 27 processos.

Para cada processo foram analisados 6 critérios: (i) o tamanho do processo, considerando o ciclo de duração do processo definido; (ii) se este processo compõe o ciclo de vida do projeto; (iii) se a relação deste processo com outros processos está definida; (iv)

se o processo faz parte do caminho crítico dos projetos; (v) se o processo é executado de forma aderente ao processo definido ao longo das suas iterações; e (vi) se foram aplicadas melhorias neste processo que interferiram na forma de execução do processo definido.

### 5.3.3 Resultados Obtidos sobre a Adequação para o Controle Estatístico

Como resultado desta análise dos 27 processos, conforme ilustrado pela Figura 5.16, temos: (i) 6 processos considerados adequados, com o Índice de Adequação = 1; (ii) 1 processo, que apesar de fazer parte do ciclo de vida dos projetos, não fazia parte do caminho crítico, teve seu Índice de Adequação atribuído em 0.83; (iii) 7 processos, que não faziam parte do ciclo de vida dos projetos por serem organizacionais, o Índice de Adequação destes processos ficou em 0.67; e (iv) 13 processos que não possuíam o tamanho adequado para tomada de decisão ao longo da sua execução, tiveram o Índice de Adequação = 0.

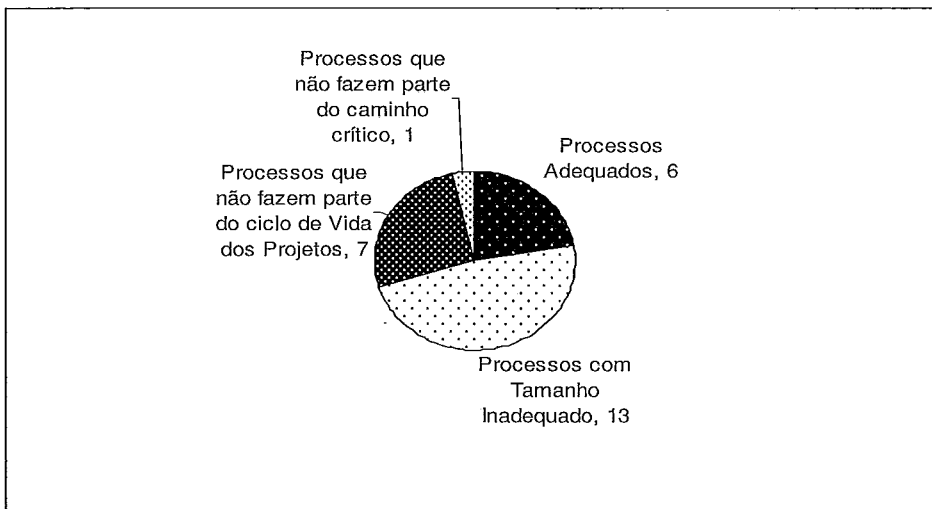


Figura 5.16 – Resultado da avaliação da Adequação dos Processos.

Os processos que não foram considerados adequados por não ser possível a tomada de decisão ao longo do processo foram: (i) Estabelecer Rede de Especialistas; (ii) Manter Ativos Reutilizáveis; (iii) Disponibilizar Ativo; (iv) Registrar Conhecimento; (v) Elaborar Plano de Medição e Análise; (vi) Relatar a Situação dos Processos; (vii) Planejamento do Processo; (viii) Consolidar Periodicamente as Medidas dos Projetos; (ix) Implantar Plano de Treinamento; (x) Estabelecer Capacidade de Treinamento; (xi) Identificar Necessidades de Treinamento; (xii) Coletar e Monitorar a Coleta de Medidas; e (xiii) Refinar Procedimento de Coleta e Análise.

Os processos que foram considerados totalmente adequados foram: (i) Planejamento do Projeto; (ii) Integração e Testes, (iii) Especificação de Requisitos; (iv) Avaliação do Projeto pelo GQPP; (v) Elaboração do Modelo e Análise do Projeto; e (vi) Implementação do Software.

Os processos que foram considerados parcialmente adequados por não comporem o ciclo de vida definido para os projetos ou não fazerem parte do caminho crítico foram: (i) Monitoração e Controle; (ii) Estratégia de Recursos Humanos; (iii) Identificar Mecanismos de Gerência de Recursos Humanos; (iv) Gerenciar Planos de Ação; (v) Elaborar Prospecção para o Desenvolvimento do Produto; (vi) Gerência de Requisitos; (vii) Planejar a Implementar Melhorias; e (viii) Gerenciar Solicitação de Serviços.

Após a avaliação dos processos críticos quanto à sua adequação ao controle estatístico, a identificação das medidas foi iniciada.

Para que fosse possível apoiar a identificação de todas as medidas e não somente aquelas associadas diretamente ao processo, foi realizada uma análise dos problemas identificados em cada processo. Estes problemas foram classificados, considerando problemas comuns nas organizações de software (FLORAC e CARLETON, 1999): (i) qualidade, ou seja, executar os processos da forma definida e diminuir a injeção de defeitos; (ii) tempo, ou seja, minimizar o tempo de execução do processo; (iii) entrega, ou seja, manter os compromissos de entrega; e (iv) custo, ou seja, executar os processos com a qualidade definida com o menor custo possível.

Conforme ilustrado pela Figura 5.17, todos os problemas identificados foram relacionados à qualidade e ao tempo e, isto reflete o contexto da organização estudada, onde o maior objetivo é entregar os softwares no prazo e com qualidade.

Desta forma, foram identificados 8 dos 28 indicadores existentes. Estes 8 indicadores foram relacionados aos processos críticos levando em consideração a classificação dos problemas.

Os processos selecionados que não tinham medidas associadas, tiveram o valor zero associado aos seus Índices de Adequação das Métricas, são eles: (i) Executar Estratégia de Recursos Humanos; (ii) Identificar Mecanismos de Gerência de Recursos Humanos; (iii) Elaborar Modelo de Análise e Projeto; (iv) Implementação do Software; (v) Elaborar Prospecção para o Desenvolvimento do Produto; e (vi) Gerenciar Solicitação de Serviços.

Para cada indicador, foi produzido um *Checklist* de Adequação das Medidas. Foram analisados, portanto, os critérios contidos nas cinco seções deste *checklist*: (i) a seção de identidade, onde existem critérios que avaliam se as medidas derivadas ou as medidas base



estão definidas de forma adequada para que seja possível o controle estatístico; (ii) a seção de existência de dados, onde existem critérios que avaliam a existência de dados e a quantidade de coletas existentes; (iii) a seção validade, onde são definidos critérios que avaliam a confiabilidade da operacionalização daquilo que foi definido, ou seja, se todos os dados foram coletados conforme definidos; (iv) a seção de dependência, onde são avaliadas as dependências entre as medidas derivadas e suas medidas base, caso sejam coletadas de forma manual, a comunicação e a utilização das métricas para fins organizacionais; e (v) a seção de apoio à tomada de decisão, onde é avaliado se a métrica é utilizada ou pode ser utilizada para apoiar a decisão ao longo do processo ao que ela está associada.

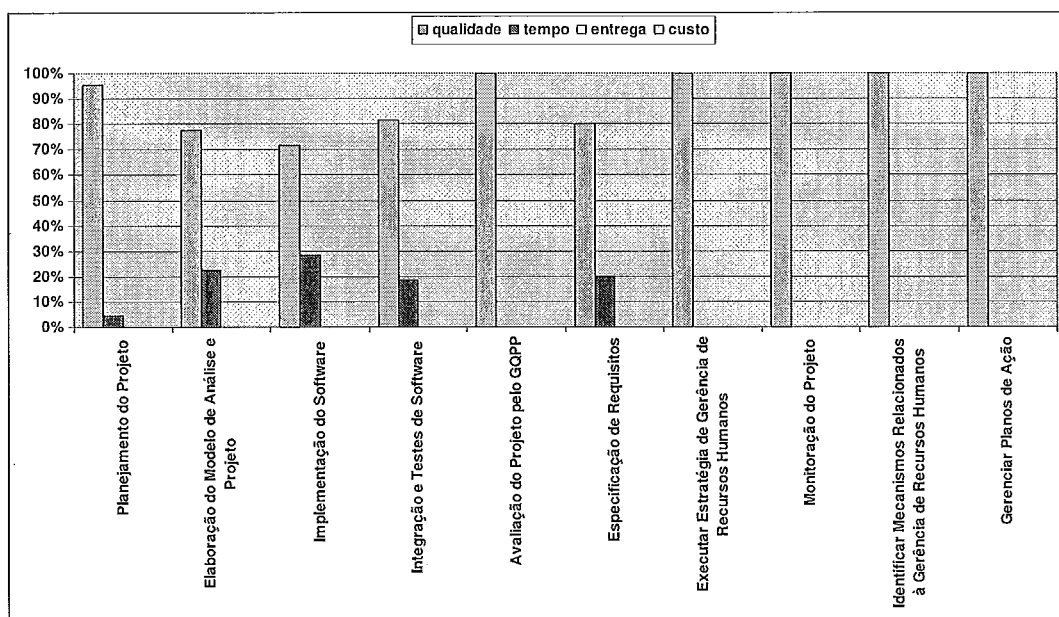


Figura 5.17 – Os problemas classificados em causas comuns às organizações de software.

Como resultado desta análise dos 8 indicadores associados aos processos, conforme ilustrado pela Figura 5.18, temos: (i) os 8 indicadores não são utilizados para tomada de decisão ao longo do processo, por isto todos tiveram o valor zero atribuído para a seção de “Apoio a tomada de decisão”; (ii) 2 indicadores estão com problemas de definição e na ferramenta onde os indicadores são calculados e tiveram o valor reduzido na seção de “Identidade”; e (iii) 5 indicadores tiveram problemas com a existência de dados, alguns dados não foram coletados, por isso tiveram o valor reduzido na seção de “Existência de Dados”.

Nenhum indicador teve problemas de dependência, ou seja, as medidas são analisadas e comunicadas a todos os participantes, o propósito da coleta é conhecido por

todos e as medidas são coletadas para um fim específico. Da mesma forma, nenhuma medida teve problemas detectados na validade, quando eram coletadas, foram coletadas da forma definida.

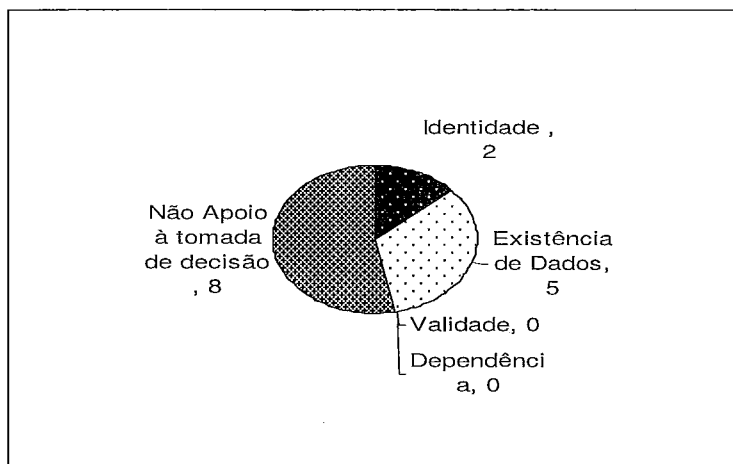


Figura 5.18 – Nº de indicadores x Seções do *Checklist* de Adequação das Medidas.

Os indicadores avaliados foram: (i) Taxa de Avaliações de Processo Realizadas (TAPR), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.80; (ii) Taxa de Avaliações de Produto Realizadas (TAPRR), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.80; (iii) Precisão da estimativa de cronograma da macro-atividade por projeto de desenvolvimento (PECRMAD), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.58; (iv) Precisão da estimativa de esforço da macro-atividade em projeto de desenvolvimento (PEEMAD), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.58; (v) Estabilidade dos requisitos aprovados (ERA), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.70; (vi) Taxa de Realização das Revisões de Monitoração e Controle Previstas (TRR), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.65; (vii) Taxa de Ações Corretivas Definidas Executadas (TACDE), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.65; e (viii) Densidade de defeitos em testes de software (DDTS), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.80.

Conforme detalhado pela Tabela 5.4, a análise da adequação foi realizada de acordo com os seguintes critérios: (i) Se IC (Índice de Criticidade) = 1 e o IAF (Índice de Adequação Final) = 1, o processo está pronto para o controle estatístico e deve ser submetido de forma imediata (+C+PE); (ii) Se o IC (Índice de Criticidade) = 1 e o IAF (Índice de Adequação Final) < 1, o processo precisa que ajustes sejam realizados de forma imediata, pois este processo é muito crítico (+C-PEAI); (iii) Se o IC (Índice de Criticidade)

$< 1$  e o IAF (Índice de Adequação Final) =1, o processo está pronto para o controle estatístico, mas não é tão crítico (-C-PE); e (iv) Se o IC (Índice de Criticidade)  $< 1$  e o IAF (Índice de Adequação Final)  $< 1$ , o processo não está pronto para o controle estatístico e não é crítico (-C+PE).

Tabela 5.4 – Processos críticos e a análise de adequação final.

Processos críticos	Índice de Adequação Processo (IAP)	Índice de Adequação das Métricas (IAM)	Índice de Adequação Final (IAF)	Análise de Adequação
Planejamento do Projeto	1	0.58	0.79	+C-PEAI
Monitoração do Projeto	1	0.65	0.825	+C-PEAI
Integração e Testes de Software	1	0.80	0.90	+C-PEAI
Executar Estratégia de Gerência de Recursos Humanos	0.67	0	0.335	+C-PEAI
Especificação de Requisitos	1	0	0.5	+C-PEAI
Avaliação do Projeto pelo GQPP	1	0.70	0.85	-C-PE
Identificar Mecanismos Relacionados à Gerência de Recursos Humanos	0.67	0	0.335	-C-PE
Elaboração do Modelo de Análise e Projeto	1	0	0.5	-C-PE
Implementação do Software	1	0	0.5	-C-PE
Coletar e Monitorar a Coleta das Medidas	0	0	0.25	-C-PE
Implementar o Plano de Treinamento	0	0	0	-C-PE
Estabelecer Capacidade de Treinamento	0	0	0	-C-PE
Identificar as necessidades de Treinamento	0	0	0	-C-PE
Gerenciar Planos de Ação	0.55	0.65	0.6	-C-PE
Consolidar Periodicamente as medidas dos projetos	0	0	0	-C-PE
Planejar e Implementar Melhorias	0.67	0.58	0.62	-C-PE
Elaborar Prospecção para Desenvolvimento do Produto	0.67	0	0.3335	-C-PE
Planejamento do Processo	0	0	0	-C-PE
Registrar Conhecimento	0	0	0	-C-PE
Disponibilizar Ativo	0	0	0	-C-PE
Gerenciar Solicitação de Serviços	0.67	0	0.335	-C-PE
Relatar a Situação dos Processos	0	0	0	-C-PE
Gerência de Requisitos	0.67	0.70	0.685	-C-PE
Refinar Procedimento de Coleta e Análise	0.67	0	0.335	-C-PE
Elaborar Plano de Medição	0	0	0	-C-PE
Manter Ativos Reutilizáveis	0	0	0	-C-PE
Estabelecer Rede de Especialistas	0	0	0	-C-PE

Ajustes devem ser realizados, portanto, para que seja possível o controle estatístico destes processos.

## **5.4 Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

Este estudo de viabilidade tem o objetivo de identificar se o processo “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” da abordagem proposta tem sua execução viável para atingir o principal propósito, que é selecionar uma alternativa de solução adequada ao contexto da organização, considerando também os critérios técnicos e fatores externos.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: Selecionar as Alternativas de Solução e Finalizar Processo. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) definir as alternativas de solução; (ii) analisar os resultados; (iii) selecionar alternativa de solução; e (iv) registrar lições aprendidas.

### **5.4.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” envolveu a análise final dos dados pela equipe de processos da organização e a decisão final sobre a melhor alternativa de solução para a organização.

O Grupo de Processos da Área de Qualidade do LENS e a autora desta dissertação foram responsáveis por executar as tarefas deste subprocesso. Dois dos três representantes deste Grupo de Processos, também, participaram da identificação dos processos críticos na organização.

Foi enviado um e-mail para os três representantes do grupo de processos, indicados pela coordenadora do grupo, agendando uma reunião de *brainstorming* para realizar a decisão final. Todos confirmaram a participação.

### **5.4.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

A reunião de *brainstorming* foi iniciada com a presença dos três representantes do grupo de processos. Para que fosse possível definir as alternativas de solução, o Relatório de Análise de Adequação Final foi lido para todos os participantes.

Após muitas discussões foi definida apenas uma alternativa de solução, baseada nas informações contidas no relatório e nas restrições e premissas da organização. Esta alternativa será detalhada na próxima seção.

Os resultados obtidos foram registrados e avaliados por todos os participantes.

### **5.4.3 Resultados Obtidos na Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

Após a execução do segundo subprocesso “Avaliação da Adequação dos Processos e das suas medidas” foi verificado que nenhum processo teve Índice de Adequação Final igual a 1, ou seja, não foram encontrados, no momento atual, processos que possam ser controlados estatisticamente.

Durante a execução deste subprocesso, a seguinte alternativa de solução, que continha somente esboços de planos de ação, foi definida: (i) selecionar a atividade “Executar Testes do Requisito do Software” do processo de “Integração e Testes do Software”, que é a atividade que melhor caracteriza as demais atividades do processo. Com isso, será possível identificar os artefatos, atividades e fases mais críticas com relação ao número de defeitos inseridos e, conseqüentemente, o impacto nos três objetivos da organização: a garantia do cumprimento dos prazos, a garantia da qualidade dos produtos e a garantia da efetividade da equipe do LENS; (ii) selecionar a atividade “Executar Procedimentos de Avaliação do Software”, do processo “Homologação”, para auxiliar a constatar os problemas identificados, de forma quantitativa, no processo “Especificar os Requisitos do Software”, processo considerado crítico; e (iii) a métrica “Densidade de Defeitos” do processo de “Integração e Testes” deve ser ajustada para ser coletada por tipos de defeito, e deve ser coletada também na atividade “Executar Procedimentos de Avaliação do Software”, do processo “Homologação”.

Para auxiliar na definição da classificação dos tipos de defeitos foram analisados os problemas identificados ao longo do primeiro processo desta abordagem: (i) “Requisitos capturados incorretamente”; (ii) “Pouco conhecimento dos requisitos”; (iii) “Elaborar uma especificação de requisitos de baixa qualidade”; (iv) “Modelagem feita incorretamente ou inconsistente”; (v) “Falta de conhecimento para planejamento dos testes”; (vi) “Pouca cobertura dos testes”; (vii) “Falta de conhecimento para execução dos testes”; e (viii) “Não realização de atividades de teste”.

Após esta análise, a classificação dos tipos de defeitos proposta durante a reunião foi: (i) Especificação – Não especificação de um requisito; (ii) Especificação – Requisito

Incorreto; (iii) Especificação – Requisito Inexistente; (iv) Análise e Projeto – Requisito não modelado e projetado; (v) Análise e Projeto – Requisito modelado e projetado incorretamente; (vi) Análise e Projeto – Requisito inexistente modelado e projetado; (vii) Algoritmo – Implementação errada do Requisito; (viii) Algoritmo – Não implementação de um requisito; (ix) Algoritmo – Inclusão de um requisito inexistente; e (x) Integração – Versão integrada de forma errada. Alguns tipos de defeitos só estarão disponíveis na atividade “Executar Procedimentos de Avaliação do Software”, do processo “Homologação”, são eles: (i) Especificação de Requisitos – Requisito não incluído no Planejamento dos Testes; e (ii) Especificação de Requisitos - Testes do Requisito foram planejados incorretamente.

Além disso, como existem processos críticos na área de treinamento, este indicador também vai ajudar na identificação de novos treinamentos. Isto será possível, porque ao identificar o maior número de defeitos em especificação e analisar o perfil dos recursos que executaram as atividades, isto pode indicar que treinamentos devem ser realizados nesta área.

## 5.5. Lições Aprendidas

O principal objetivo de um estudo de viabilidade é, além de avaliar indícios de viabilidade na sua execução, capturar todo o tipo de conhecimento para que seja possível o refinamento da abordagem proposta (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

Neste sentido, o resultado deste estudo de viabilidade foi positivo, pois: (i) foram identificados, além dos problemas e dificuldades, muitas oportunidades de melhorias; (ii) possibilitou uma análise mais apurada da abordagem; e (iii) existem indícios de viabilidade na sua execução, considerando que a abordagem foi executada até o final e os artefatos planejados foram produzidos.

Para o primeiro subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” lições aprendidas foram capturadas sobre as ferramentas, os questionários, a condução da Técnica Delphi e a abordagem.

Com relação às ferramentas, ter utilizado um editor de planilhas com fórmulas definidas facilitou a consolidação e minimizou a possibilidade de erros ao longo do estudo. Mesmo assim, o processo poderia ter sido mais ágil com a adoção de uma ferramenta colaborativa, como o *Google Docs*, que funciona totalmente no *browser* e *on-line*. Esta ferramenta facilitaria a comunicação e a manipulação dos documentos pelos participantes

Sobre os questionários, alguns pontos fracos foram apontados pelos participantes, como: (i) direcionar as questões dos questionários para que a seleção seja específica para controle estatístico; (ii) ajustar descrições da intensidade para que não existam tantas dúvidas durante o preenchimento dos questionários e reduza o tempo de preenchimento; e (iii) juntar os dois formulários para reduzir o tempo de preenchimento.

Também foi observado que existiram falhas no treinamento inicial dos participantes pois existiram, ao longo da execução do estudo, muitas dúvidas e questionamentos sobre o real objetivo da atividade e como os formulários deveriam ser preenchidos.

Com relação à condução da Técnica *Delphi*, deveria ter sido uma preocupação solicitar que os participantes não conversassem ou esclarecessem dúvidas entre si, para garantir a não interferência externa nos resultados.

Os resultados obtidos ao longo da execução da abordagem indicaram que a identificação inicial dos processos que seriam selecionados pelos participantes não foi adequada. Além disso, pontos de cortes poderiam ser definidos de forma a diminuir ainda mais o número de processos que deveriam ter a análise de adequação realizada.

Para o segundo subprocesso, “Análise da Adequação dos Processos e suas Medidas”, foram capturadas lições aprendidas principalmente sobre a abordagem. Foi observado que os artefatos de entrada, planejados para a execução deste processo, foram insuficientes e que alguns critérios poderiam ser de caráter eliminatório. Além destes itens, participantes do Grupo de Processos, que não tinham sido previstos no planejamento do estudo, tiveram que ser consultados.

As lições aprendidas do terceiro subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” foram referentes à abordagem. Foi observado que houve dificuldade em utilizar a análise de adequação final, como foi definida, como apoio à tomada de decisão. Além disso, foi necessária a inclusão de atividades que não estavam disponíveis na identificação inicial dos processos.

## 5.6. Melhorias

As lições aprendidas identificadas na seção anterior motivaram a realização de melhorias na abordagem proposta.

Ao longo da execução da abordagem foram identificados problemas que foram associados à granularidade da identificação inicial dos processos, tais como: (i) a mesma necessidade de “fornecer treinamento” foi associada a três processos diferentes: Implantar

Plano de Treinamento, Estabelecer Capacidade de Treinamento e Identificar Necessidades de Treinamento; (ii) só disponibilizar para a seleção, processos com o tamanho suficiente para permitir a tomada de decisão ao longo da sua execução, eliminando assim a seleção de processos inadequados já no início da abordagem; (iii) durante a definição de alternativas de solução, uma atividade foi selecionada ao invés de uma macro-atividade; e (iv) outros processos foram incluídos, que não foram identificados inicialmente, por exercerem influência direta nas necessidades e/ou problemas levantados.

Para minimizar estes problemas, uma possível melhoria seria a criação de uma tarefa, na atividade “Identificação de Processos”, com o objetivo de realizar a componentização dos processos da organização.

Além disso, outro ponto de melhoria observado após a consolidação da opinião do grupo seria a inclusão de pontos de corte. Isto se faz necessário por vários motivos identificados ao longo do processo: (i) alguns processos apresentaram Índice de Criticidade tão baixo que não precisariam nem passar para a próxima etapa; e (ii) todos os processos onde os especialistas tinham baixa confiabilidade no resultado foram excluídos após a 2ª iteração e não fizeram diferença no resultado final.

As fórmulas utilizadas pela abordagem, também, devem ser melhoradas para considerar pesos diferentes para os objetivos de software. Neste estudo de viabilidade, foram identificados muitos processos organizacionais, e o motivo foi o terceiro objetivo “Garantir a Efetividade da Equipe do LENS”. Este objetivo além de ser muito genérico aumentou a importância dos processos organizacionais.

Nos *Checklist* de Adequação dos Processos, um importante ponto de melhoria foi considerar o critério “O resultado da análise das métricas deste processo é utilizado como base para tomada de decisão ao longo do processo?” como eliminatório. Desta forma, nenhuma análise adicional seria necessária, já que isto indicaria que o processo não possui medidas adequadas para que possa ser submetido ao controle estatístico.

Ainda sobre as melhorias dos *Checklists* de Adequação de Processos e de Medidas, a Base de Métricas deve ser considerada como artefato de entrada obrigatório desta tarefa.

Para garantir um melhor entendimento durante a tomada de decisão, durante a atividade de “Analisar a Adequação dos Processos”, foi identificada a necessidade de colocar graduações para o Índice de Criticidade (IC) e o Índice de Adequação Final (IAF). Esta graduação pode ser arbitrada, inicialmente, e ajustada ao longo das execuções desta abordagem na organização.



Desta forma, para facilitar a análise e tomada de decisão, uma sugestão para os intervalos e análises consideradas para o Índice de Criticidade (IC) seriam: (i) muito críticos – 0.8 até 1; (ii) críticos – 0.5 até 0.8; e (iii) pouco críticos < 0.5. De forma análoga, os intervalos e análises consideradas para o Índice de Adequação Final (IAF) seriam: (i) largamente adequados – 0.8 até 1; (ii) adequados – 0.5 até 0.8; e (iii) pouco adequados < 0.5

## 5.7. Considerações Finais

Esta seção apresentou o planejamento, a execução e a análise dos resultados da execução do estudo de viabilidade para identificar não só os indícios de viabilidade da abordagem proposta, mas também os problemas e as dificuldades em executá-la.

Foi apresentada também, a partir dos resultados obtidos em cada uma das etapas deste estudo de viabilidade, a análise detalhada dos resultados.

Na última seção deste capítulo foram destacadas as lições aprendidas e melhorias propostas na abordagem a partir dos resultados obtidos ao longo do estudo de viabilidade, confirmando a existência de indícios de viabilidade nesta abordagem.

O próximo capítulo apresentará a segunda versão da abordagem com as melhorias identificadas neste estudo de viabilidade.

# CAPÍTULO 6 – ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO REVISTA APÓS O ESTUDO DE VIABILIDADE

*Este capítulo apresenta a segunda versão da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico revista após a execução do estudo de viabilidade.*

## 6.1 Introdução

No Capítulo 4 foi apresentada a versão inicial da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico e, no Capítulo 5, foi descrita a avaliação da abordagem por meio de um estudo de viabilidade. A execução deste estudo apresentou indícios sobre a viabilidade da abordagem e forneceu dados para melhorá-la.

Este capítulo apresenta a abordagem revista após as melhorias identificadas durante a execução do estudo de viabilidade. A adaptação do conjunto inicial de tarefas implicou na inclusão, alteração, exclusão, fusão e divisão de elementos da abordagem. As razões para adequação de cada atividade são apresentadas nas próximas seções. A seção 6.2 apresenta as adaptações realizadas no subprocesso “Identificação dos Processos Críticos”. De forma análoga, as seções 6.3 e 6.4 detalham as adaptações realizadas nos subprocessos “Análise da Adequação ao Controle Estatístico” e “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” respectivamente. E, finalmente, na seção 6.5 são descritas as considerações finais deste capítulo.

## 6.2. Subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” revisto após o estudo de viabilidade

Após a execução do estudo de viabilidade e das oportunidades de melhorias descritas no Capítulo 5, foi possível identificar diversas melhorias relacionadas ao subprocesso “Identificação dos Processos Críticos”. Os principais pontos levantados são: (i) revisar a granularidade dos processos identificados, analisados e selecionados ao longo da execução da abordagem; (ii) considerar o peso dos objetivos ao calcular o Índice de

Criticidade dos processos; (iii) ajustar a descrição do campo que atribui valor na relação de quanto os processos atuais atendem a necessidade ou resolvem o problema identificado; e (iv) fornecer um apoio ferramental na WEB para a identificação dos processos críticos.

Durante o estudo, foi possível observar que a forma como a identificação dos processos foi realizada, ocasionou problemas relacionados à granularidade destes processos. Estes problemas foram encontrados na maior parte das tarefas executadas ao longo do estudo de viabilidade.

Com o objetivo de solucionar os problemas relacionados à granularidade, nesta segunda versão, foi introduzido o conceito de componentização de processos proposto pelos modelos de maturidade e normas como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (CHRISISS *et al.*, 2006), o MR-MPS (Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (SOFTTEX, 2009) e a ISO/IEC 15504 (2003). Estas normas e modelos estabelecem que em organizações de alta maturidade os processos devem ser definidos com base em unidades menores e reutilizáveis, consideradas elementos de processo.

Porém no contexto do estudo realizado, há uma dificuldade em componentizar processos que já foram definidos utilizando outra abordagem, e que já estão sendo utilizados pela organização. BARRETO *et al* (2009) propuseram uma abordagem para componentizar processos de software legados visando a reutilização de processos, conforme apresentado na Figura 6.1. Esta abordagem é composta das seguintes etapas: (i) definir componentes de processos, (ii) definir características de processos, (iii) definir uma linha de processos e (iv) aprovar inclusão de elementos reutilizáveis na biblioteca de componentes.

Baseado na abordagem proposta por BARRETO *et al* (2009), decidiu-se pela inclusão da atividade “Componentizar os Processos” para auxiliar na definição de componentes de processo que representem os subprocessos potencialmente relevantes para o contexto da alta maturidade.

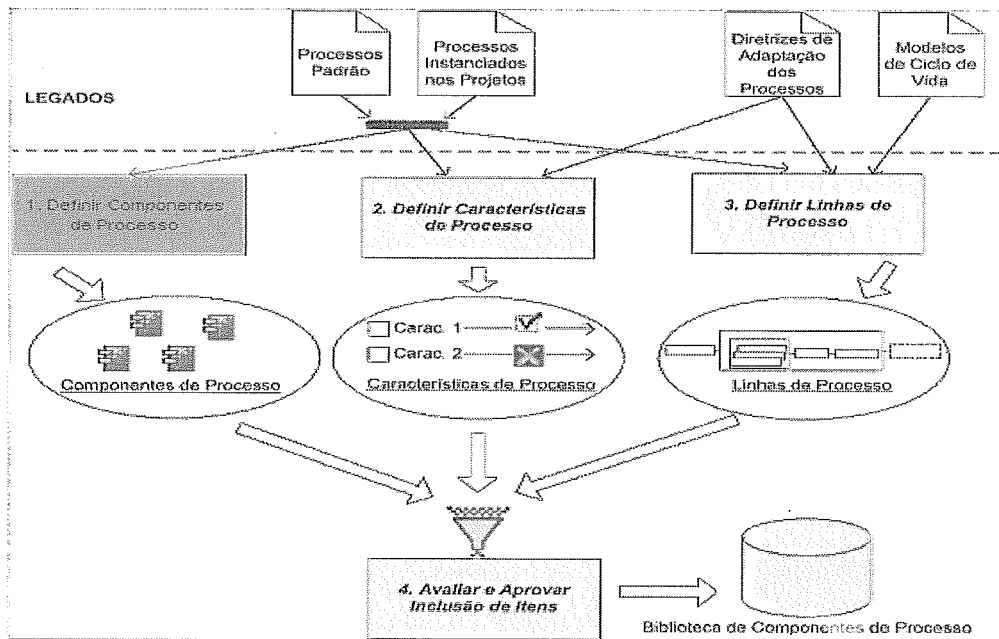


Figura 6.1 – Componentizando Processos Legados. Fonte: BARRETO *et al.* (2009)

Sendo assim, a nova tarefa “Componentizar Processos”, tem como objetivo principal detectar os elementos do processo padrão fixos (componentes concretos) e variáveis (componentes abstratos). Os elementos variáveis representam pontos de variação do processo, já que podem ser realizados de mais de uma maneira. Após a identificação destes elementos de processo, devem ser identificados componentes concretos para cada possível maneira de realização dos componentes abstratos (BARRETO et al 2009).

Em relação à melhoria que indicava a necessidade de considerar pesos diferentes para os objetivos de software, a fórmula de cálculo do Índice de Criticidade (IC) foi modificada para considerar diferentes pesos dos objetivos, substituindo a média aritmética pela média ponderada.

Já os valores referentes à intensidade do relacionamento entre o processo e a necessidade foram mantidos dentro de um intervalo de 1 a 5, sendo ajustados para: 5 – está definido para atender à necessidade completamente; 4 – está definido para atender bem à necessidade; 3 – a definição do processo atende em parte à necessidade; 2 – a definição do processo atende um pouco à necessidade; 1 – a definição do processo atende muito pouco a necessidade; 0 – a definição do processo não leva em conta a necessidade. Mantendo as diferenças somente nas descrições, os valores da intensidade com que o problema identificado é resolvido pelos processos atuais foram ajustados para: 5 – a definição deste processo leva em consideração o problema e o resolve completamente; 4 – a definição deste processo leva em consideração o problema e o resolve bem; 3 – a definição deste

processo leva em consideração o problema e o resolve de forma satisfatória; 2 – a definição deste processo leva em consideração parte do problema; 1 – a definição do processo resolve pouco o problema; 0 – a definição do processo não resolve o problema.

Para auxiliar na disponibilização e compartilhamento das planilhas em um servidor web, a ferramenta *Excel*, utilizada na primeira versão da abordagem foi substituída pelo editor de planilhas eletrônicas do *Google Docs*. Trata-se de um pacote de aplicativos do Google baseado em AJAX que funciona totalmente on-line e diretamente através do browser, facilitando o preenchimento colaborativo dos documentos, a consolidação dos documentos e a divulgação dos resultados.

A nova versão do subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” após as modificações propostas está representado na Figura 6.2 e na descrição detalhada do processo realizada a seguir.

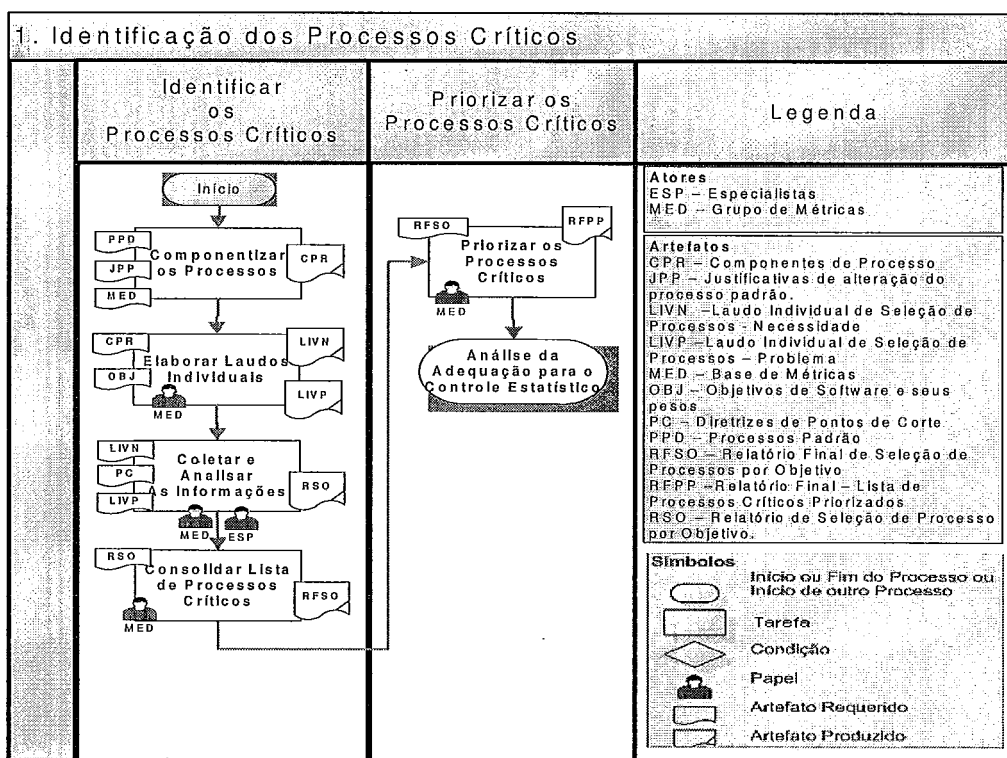


Figura 6.2 – Atividade e tarefas do subprocesso “Identificação de Processos Críticos” após a execução do estudo de viabilidade.

Atividade	Identificar os Processos Críticos
Tarefa	Componentizar os Processos
Descrição	Devem ser detectados os elementos do processo padrão fixos (componentes concretos) e variáveis (componentes abstratos). Os itens abstratos indicam pontos de variação do processo, já que podem ser realizadas de mais de uma maneira. Devem existir

	<p>componentes concretos para cada possível maneira de realização dos componentes abstratos (BARRETO et al 2009).</p> <p>As macro-atividades são boas candidatas a se tornarem componentes de processo, desde que atendam aos seguintes critérios (BARRETO et al 2009): (i) tenham um nível de detalhamento tal que possam ser facilmente reutilizadas; (ii) sejam potencialmente relevantes para análises de capacidade e estabilidade; ou (iii) já possuam dados de utilização, possibilitando a utilização de dados passados nas análises de estabilidade e capacidade futuras. É importante analisar as atividades que compõem a macro-atividade candidata, para verificar se é possível obter outros componentes internos relevantes. Por exemplo: Construir e Testar Unidades, as tarefas Codificar Unidades e Testar Unidades podem ser importantes pontos de variação no processo.</p>
Critérios de Entrada	Ter-se definido processos padrão e objetivos de software.
Responsáveis	Grupo de Processos
Participantes	-
Pré-tarefa	-
Artefatos Requeridos	Objetivos de Software, Processos Padrão da organização, Base de Medidas e Justificativas de alteração do processo padrão nos projetos.
Condição de Saída	Ter-se componentizado os processos.
Artefatos Produzidos	Componentes concretos do processo padrão
Pós-tarefa	Elaborar Laudos Individuais
Tarefa	Elaborar Laudos Individuais
Descrição	<p>O grupo de Métricas da organização elabora os laudos individuais, a partir dos objetivos de software derivados das necessidades estratégicas da organização, preenchendo-os com os componentes de processo concretos que poderão ser selecionados para o controle estatístico. Após a elaboração dos laudos, a escolha dos participantes para selecionar os processos deve ser realizada. É importante que tenham pessoas que representem a maioria das funções dentro da organização. A experiência na execução dos processos também deve ser observada. A participação dos especialistas deve ser confirmada e planejada.</p>
Critérios de Entrada	Ter-se componentizado os processos.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	Grupo de Processos (caso seja necessário)
Pré-tarefa	Componentizar Processos
Artefatos Requeridos	Objetivos de Software e Componentes de Processo.
Condição de Saída	Ter-se elaborado os laudos individuais e selecionado os participantes para a próxima tarefa.
Artefatos Produzidos	Laudo Individual para Seleção de Processos – Necessidades e Laudo Individual para Seleção de Processos – Problemas, Lista de Especialistas com o planejamento da atividade de coleta.
Pós-tarefa	Coletar e Analisar as Informações
Tarefa	Coletar e Analisar as informações

Descrição	<p>O grupo de Métricas distribui para os especialistas um questionário com a lista de processos atuais e os objetivos da organização. O grupo de especialistas: (i) lista os fatores críticos (problemas e necessidades) e sua importância para o alcance dos objetivos de software e identifica os processos relacionados; (ii) quantifica a intensidade com que os processos atuais atendem a necessidade ou resolvem o problema. A equipe de métricas elabora consolidações parciais e devolve ao grupo para que seja realizada mais uma coleta de informações. Os especialistas que responderam o valor do índice nos quartis superior e inferior devem expor os motivos que os levaram a selecioná-lo e podem concordar ou não com a opinião do grupo. Após o fim das iterações, o grupo de métricas finaliza a coleta de informações. Os pontos de corte a serem considerados devem ser aplicados antes de realizar os cálculos finais.</p> <p>Neste momento devem ser calculados os Índices de Importância (II) e Disfunção (ID) que são a base para o cálculo do Índice de Criticidade (IC) para cada processo.</p>
Critérios de Entrada	Ter-se elaborado os laudos individuais e obtidos a confirmação da participação dos especialistas
Responsáveis	Grupo de Métricas, Especialistas
Participantes	Grupo de Processos (se necessário)
Pré-tarefa	Elaborar Laudos Individuais
Artefatos Requeridos	Laudo Individual de Seleção de Processos- Necessidades e Laudo Individual de Seleção de Processos – Problemas, Pontos de Corte a serem considerados
Condições de Saída	Ter-se realizado a consolidação da opinião do grupo e registrado nos relatórios finais
Artefatos Produzidos	Relatório de Seleção de Processos Consolidado – Necessidades, Relatórios de Seleção de Processos Consolidado – Problemas e Relatório de Seleção dos Processos por Objetivo
Pós-tarefa	Consolidar Lista de Processos Críticos
Tarefa	Consolidar Lista de Processos Críticos
Descrição	O grupo de Métricas utiliza os Relatórios de Seleção de Processos – Necessidades e Seleção de Processos – Problemas, para calcular o Índice de Criticidade. Ao consolidar os laudos, quando e possível, faz-se necessário uma análise da base de métricas que ajude a confirmar ou não os fatores críticos identificados pelos especialistas.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado o cálculo dos Índices de Importância (II) e Disfunção (ID)
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Coletar e Analisar as informações
Artefatos Requeridos	Relatório de Seleção dos Processos por Objetivo
Artefatos Produzidos	Relatório Final de Seleção de Processos por Objetivos
Condições de Saída	Ter-se realizado a consolidação da opinião do grupo e registrado nos relatórios finais
Pós-tarefa	-

### 6.3 Subprocesso “Adequação ao Controle Estatístico” revisto após o estudo de viabilidade

Dentre os pontos de melhoria identificados durante a execução do estudo de viabilidade para o subprocesso “Adequação ao Controle Estatístico”, está a exclusão de critérios dos *Checklists* de Adequação dos Processos e das Medidas, porque algumas verificações ocorreriam ao longo da atividade de componentização dos processos.

Os critérios excluídos do “*Checklist* de Adequação dos Processos” (Tabela 6.1) foram: “Possui o tamanho necessário para que seja possível a tomada de decisão ao longo do processo?”, “Compõe o ciclo de vida definido para os projetos” e “É executado de forma aderente ao processo definido ao longo das suas iterações”.

Tabela 6.1 – *Checklist* de Adequação dos Processos, segundo critérios de BORJA (2002) e FLORAC e CARLETON (1999)

Questão	Resposta				Valor	Peso
1. Sua relação com outros processos está definida?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/3
2. Faz parte do caminho crítico dos projetos?	( )	S	( )	N	S=1 e N=0	1/3
3. As melhorias e ajustes aplicados ao processo, durante o período a ser considerado pelos gráficos de controle, interferiram na forma de execução do processo definido?	( )	S	( )	N	S=0 e N=1	1/3
Valor Total	ΣValor					

De forma análoga, foram excluídos os critérios da seção de “Existência de Dados” do “*Checklist* de Adequação das Métricas”, conforme mostrado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – *Checklist* de Adequação das Métricas, adaptado de TARHAN e DEMIRORS (2006) e BARCELLOS (2008).

Critério: Identidade Peso: 1/12					Σ Valor i; onde i= 1..3
Questão	Resposta				Valor
1. A definição operacional da medida é correta e satisfatória?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
2. Qual é o tipo de escala utilizado? (nominal, ordinal, intervalo, racional, absoluto)	( )	Racional ou absoluto	( )	outros	racional ou absoluto =1 e outros = 0
3. Se a medida é passível de normalização, ela está correta?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0



Critério: Validade Peso: 1/16					$\Sigma$ Valor $i$ , onde $i=4,7$
Questão	Resposta				Valor
4. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas no mesmo momento definido?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
5. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas pelos responsáveis definidos?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
6. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas da mesma forma definida?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
7. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram armazenadas no mesmo lugar definido?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Dependência Peso: 1/32					$\Sigma$ Valor $i$ , onde $i=8,15$
Questão	Resposta				Valor
8. As frequências das gerações dos dados, coleta e armazenamento são iguais?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
9. As medidas estão armazenadas de forma precisa?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
10. As medidas foram coletadas para um fim específico?	( )	Sim	( )	Não	Sim= 1 e Não =0
11. O propósito da coleta dos dados é conhecido por todos os participantes do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
12. As métricas foram analisadas e reportadas?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
13. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos participantes do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
14. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos gerentes?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
15. Os resultados da análise da medida são úteis à melhoria de processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Critério: Apoio à tomada de decisão Peso: 1/4					$\Sigma$ Valor $i$ , onde $i=16$
16. O resultado da análise das métricas é utilizado como base para tomadas de decisão de desempenho ao longo do processo?	( )	Sim	( )	Não	Sim=1 e Não =0
Valor Total		$\Sigma$ Valor			

Além das alterações realizadas nos *Checklists* de Adequação de Processos e de Medidas, foi identificada a necessidade de se inserir graduações para o Índice de Criticidade (IC) e para o Índice de Adequação Final (IAF). Esta graduação pode ser arbitrada,

inicialmente, e ajustada ao longo da execução da abordagem proposta e das análises de estabilidade e capacidade dos processos selecionados

Uma sugestão inicial para os intervalos e análises consideradas para o Índice de Criticidade (IC) seriam: (i) muito críticos – 0.8 até 1; (ii) críticos – 0.5 até 0.8; e (iii) pouco críticos < 0.5. De forma análoga, os intervalos e análises consideradas para o Índice de Adequação Final (IAF) seriam: (i) largamente adequados – 0.8 até 1; (ii) adequados – 0.5 até 0.8; e (iii) pouco adequados < 0.5

A nova versão do subprocesso “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” após as mudanças propostas está representada na Figura 6.3 e na descrição detalhada do processo realizada a seguir.

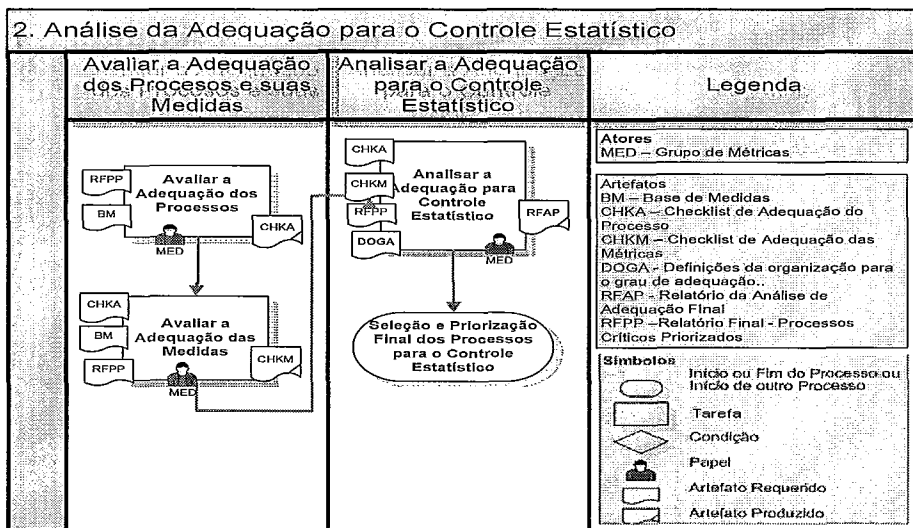


Figura 6.3 – Versão das atividades e tarefas da “Análise da Adequação para o Controle Estatístico” após o estudo de viabilidade.

Atividade	Avaliar Adequação dos Processos e suas Medidas
Tarefa	Avaliar a Adequação dos Processos
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas verifica a adequação do processo com relação à sua adequação ao controle estatístico, através dos critérios definidos no formulário <i>Checklist</i> de Adequação do Processo.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado o subprocesso “Identificação dos Processos Críticos para a Organização”.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	-
Artefatos Requeridos	Formulário Checklist de Adequação do Processo, Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados Base de Medidas
Artefatos Produzidos	<i>Checklist</i> de Avaliação da Adequação de todos os processos e os respectivos Índices de Adequação (IAP)

Critérios de Saída	Ter-se realizado a avaliação de adequação de todos os processos críticos identificados e calculado o Índice de Adequação do Processo (IAP).
Pós-tarefa	Avaliar a Adequação das Medidas
Tarefa	Avaliar a Adequação das Medidas
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas verifica a adequação ao controle estatístico das medidas relacionadas aos processos com base em critérios objetivos. As medidas relacionadas aos processos nem sempre estão explícitas no plano de medição da organização, por isto é importante realizar a análise diretamente na base de medidas, considerando medidas possíveis para analisar o desempenho do processo. Só serão avaliadas as medidas relacionadas aos processos que possuem o Índice de Adequação do Processo (IAP) > 0.
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado a análise de adequação de todos os processos.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Avaliar a Adequação dos Processos
Artefatos Requeridos	Base de Medidas, Formulário Checklist de Adequação das Métricas, Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados, Checklist de Avaliação da Adequação de todos os processos e os respectivos Índices de Adequação (IAP)
Artefatos Produzidos	Checklist de Avaliação da Adequação das Métricas de todas as medidas relacionadas aos Processos e os respectivos Índices de Usabilidade (IAM)
Critérios de Saída	Ter-se realizado a avaliação de usabilidade de todas as medidas relacionadas aos processos críticos identificados.
Pós-tarefa	Analisar a Adequação para o Controle Estatístico
Atividade	Analisar a Adequação ao Controle Estatístico
Tarefa	Analisar a Adequação ao Controle Estatístico
Descrição	Nesta atividade, o grupo de métricas analisa o Índice de Adequação Final (IAF), levando em consideração os Índices de: Criticidade (IC), Adequação (IAP) e Adequação das Métricas (IAM).
Critérios de Entrada	Ter-se finalizado a análise de usabilidade de todas as medidas relacionadas aos processos.
Responsáveis	Grupo de Métricas
Participantes	-
Pré-tarefa	Avaliar a Adequação das Métricas
Artefatos Requeridos	Relatório Final - Lista de Processos Críticos Priorizados, Checklist de Avaliação de todos os processos críticos, com o seu respectivo Índice de Adequação (IAP), Checklist de Avaliação da Usabilidade de todas as medidas, com o seu respectivo Índice de Adequação das Métricas (IAM), Definições Organizacionais para o Grau de Adequação.
Artefatos Produzidos	Relatório de Análise da Adequação Final
Critérios de Saída	Ter-se realizado a análise da adequação de todos os processos identificados
Pós-tarefa	-

## 6.4. Subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” após o estudo de viabilidade

Um único ponto de melhoria foi identificado para o subprocesso “Seleção dos Processos Adequados ao Controle Estatístico”: fundir as tarefas “Definir Alternativas de Solução” e “Analisar Resultados”. A principal razão para esta fusão é que, durante a definição das alternativas de solução é também realizada uma análise dos resultados, onde a participação da equipe de processos é fundamental.

A nova versão do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” após as mudanças propostas está representada na Figura 6.4 e na descrição detalhada do processo realizada a seguir.

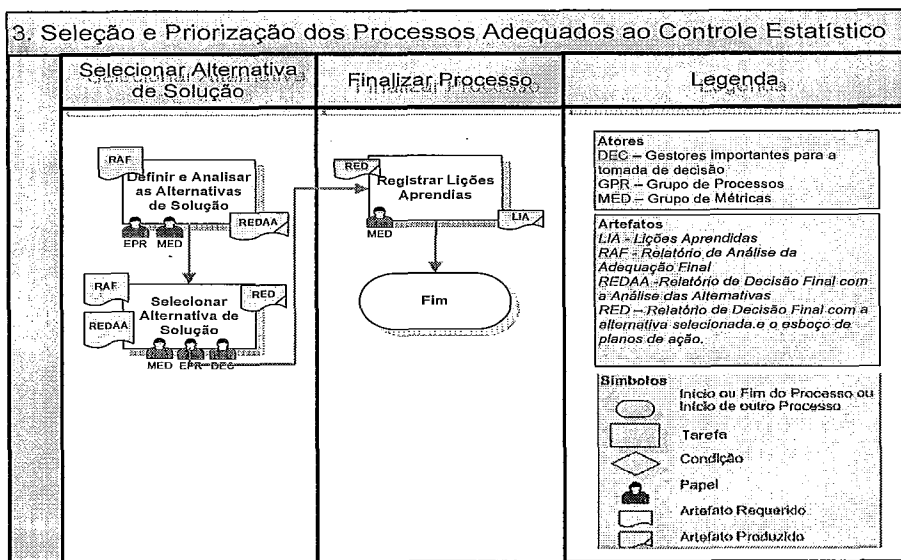


Figura 6.4 – Atividades e tarefas do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” após a execução do estudo de viabilidade.

Atividade	Selecionar Alternativa de Solução
Tarefa	Definir e Analisar as Alternativas de Solução
Descrição	Nesta tarefa, o grupo de processos define as alternativas de solução avaliando diferentes grupos de processos que podem ser selecionados para serem submetidos ao controle estatístico, considerando não só os Índices de Adequação Final (IAF) e Criticidade (IC). Também é importante considerar outros fatores importantes para a avaliação dos resultados, como: riscos, premissas, restrições, vantagens e desvantagens. Este relatório deve apresentar o nível de detalhe suficiente para permitir que seja possível entender o escopo, a profundidade da avaliação e rever as alternativas, caso seja necessário. Além disso, o grupo de processos e o grupo de métricas analisam o relatório com as alternativas de solução, através de reuniões de <i>brainstorming</i> . É possível que seja necessário rever a análise que foi

	feita anteriormente e itens sejam adicionados ou modificados. Nesta reunião uma solução pode ser sugerida pelo grupo como a melhor solução do ponto de vista técnico, considerando as premissas e restrições existentes.
Critérios de Entrada	Ter-se realizado o subprocesso “Análise da Adequação do Controle Estatístico”
Responsáveis	Grupo de Métricas, Grupo de Processos
Participantes	Especialistas (se necessário)
Pré-Tarefa	-
Artefatos Requeridos	Formulário do Relatório de Decisão, Relatório de Análise de Adequação Final
Artefatos Produzidos	Relatório de Decisão contendo a análise das alternativas de solução.
Critérios de Saída	Ter-se definido e analisado as alternativas de solução e indicado a sugestão de solução.
Pós-Tarefa	Selecionar a Alternativa de Solução
Tarefa	Selecionar a Alternativa de Solução
Descrição	O objetivo desta tarefa é escolher a melhor alternativa de solução dentre os conjuntos de alternativas indicadas pela análise. Após esta decisão, o relatório de Decisão Final deve ser atualizado indicando a alternativa selecionada, o motivo pelo qual foi escolhida. Além disso, deve ser registrado o motivo da não escolha das outras alternativas.
Critérios de Entrada	Ter-se definido e analisado as alternativas de solução existentes.
Responsáveis	Grupo de Métricas, Grupo de Processos
Participantes	Decisores (Stakeholders importantes para a tomada de decisão)
Pré-Tarefa	Definir e Analisar as Alternativas de Solução
Artefatos Requeridos	Relatório de Decisão contendo a análise das alternativas de solução.
Artefatos Gerados	Relatório de Decisão Final
Critérios de Saída	Ter-se selecionado a melhor solução dentre as alternativas identificadas e analisadas.
Pós-Tarefa	Registrar Lições Aprendidas

## 6.5. Considerações Finais

Este capítulo apresentou a segunda versão da abordagem elaborada a partir das lições aprendidas capturadas ao longo do estudo de viabilidade relatadas no Capítulo 5.

O próximo capítulo apresenta o estudo de caso realizado em uma organização de desenvolvimento de software no Rio de Janeiro, aplicando a versão revista da abordagem.

# CAPÍTULO 7 – UMA ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO: O SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE

*Este capítulo apresenta o planejamento, a execução e os resultados obtidos a partir do estudo de viabilidade da abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico apresentada no capítulo 6. Os resultados deste estudo indicam a viabilidade da abordagem proposta.*

## 7.1 Introdução

Como não foi possível no primeiro estudo de viabilidade selecionar um processo a partir da lista de processos críticos identificados, decidiu-se planejar e executar um segundo estudo de viabilidade, considerando todas as melhorias identificadas ao longo da execução do primeiro estudo de viabilidade. Além disso, este segundo estudo de viabilidade, que foi realizado em outro contexto, é importante por contribuir para a generalização da abordagem proposta.

A organização alvo deste estudo é uma multinacional que possui duas filiais no Brasil: uma em Niterói, Rio de Janeiro e outra em Fortaleza, no Ceará. Esta organização possui características relevantes que a inserem no contexto desta abordagem, tais como: (i) produzir softwares; (ii) ter sido avaliada com sucesso no nível C do MR-MPS e nível 3 do CMMI; e (iii) possuir, como um dos objetivos, a implantação do controle estatístico para alcançar o nível mais alto de maturidade do modelo MR-MPS, o nível A, e do CMMI, o nível 5.

Neste capítulo, portanto, para cada subprocesso da segunda versão da abordagem proposta, são apresentados: (i) a definição e o planejamento do estudo; (ii) a execução do estudo, explicitando as características dos seus participantes; (iii) os resultados da análise sobre os dados coletados ao longo da execução do estudo; e (iv) as lições aprendidas.

A seção 7.2 apresenta o planejamento, a execução e os resultados da análise do primeiro subprocesso da abordagem “Identificação dos Processos Críticos”. De forma análoga, as seções 7.3 e 7.4 apresentam a mesma estrutura para os subprocessos “Análise

da Adequação para o Controle Estatístico” e “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico”.

Na seção 7.5, são descritas as lições aprendidas e as melhorias propostas para a abordagem e; por fim, a seção 7.6, apresenta as considerações finais do capítulo.

## 7.2 Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos

Este estudo de viabilidade tem o objetivo de identificar se o subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” é: (i) viável com relação ao tempo de execução, já que um dos motivos da abordagem é propor a utilização da técnica *Delphi* ao invés das reuniões de *brainstorming* do FMEA e QFD Simplificados e, como isso, reduzir o tempo da identificação dos processos críticos; (ii) capaz de atingir o principal propósito, que é selecionar e priorizar os processos críticos; e (iii) consistente na sua execução.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: “Identificação dos Processos Críticos” e “Priorização dos Processos Críticos”. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) a componentização dos processos; (ii) a elaboração dos laudos individuais para a identificação dos processos críticos (foco nas necessidades e nos problemas), por meio da análise da documentação da organização (objetivos de software e componentes de processo); (iii) a condução da técnica Delphi para o preenchimento destes laudos, tendo como resultado um laudo final consolidado com a opinião do grupo; e (iv) a priorização dos processos identificados como críticos pelo grupo.

### 7.2.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” envolve o planejamento e a execução da componentização dos processos e da identificação dos processos críticos.

A autora desta dissertação ficou responsável por componentizar os processos, elaborar os laudos individuais, conduzir a técnica Delphi, consolidar as informações nos laudos finais e, finalmente, realizar a priorização.

Para realizar a componentização dos processos, foram solicitados por meio de um e-mail ao coordenador responsável pela Área de Qualidade os seguintes documentos: (i) a

descrição dos processos da organização; (ii) as justificativas de alterações no processo de todos os projetos; (iii) o plano de medição; e (iv) os relatórios de medição da organização.

Para realizar a identificação dos processos críticos, quatorze membros, 10 deles da filial de Niterói e quatro da filial em Fortaleza, indicados pelo coordenador da área, foram convidados a participar deste estudo para identificar e priorizar os processos críticos, conforme sugerido pela técnica *Delphi*.

Destes 14, somente 10 realizaram o estudo, 7 da filial de Niterói e 3 da filial em Fortaleza. Foram selecionados, portanto, 10 participantes que utilizaram os processos de software definidos, desempenhando uma ou mais funções, conforme a distribuição representada pela Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Mapeamento das funções exercidas pelos dez participantes.

Funções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gerente de Projeto					X		X	X	X	
Desenvolvedor						X				
Analista de Testes			X							X
Grupo de Qualidade	X	X	X	X						
Grupo de Configuração				X						
Grupo de Medição	X									
Grupo de Processos	X	X		X						
Consultor								X	X	
Especialistas em Reuso						X				

Pela análise da Tabela 7.1, é possível concluir que 100% das funções existentes foram representadas, indicando a adequação da equipe selecionada para a execução desta tarefa.

Além de possuir representatividade com relação às funções definidas, a experiência na execução dos processos da organização também foi um aspecto considerado. Para que fosse possível esta caracterização, o próprio coordenador da área respondeu sobre a experiência dos participantes. Desta forma, a resposta permitiu classificar cada participante de acordo com a seguinte escala: baixa experiência (1 projeto), média experiência (2 projetos) e alta experiência (mais de 3 projetos). Após a consolidação das respostas, foi observada a seguinte classificação final: 5 participantes com “alta experiência”, 3 participantes com “média experiência” e 2 participantes com “baixa experiência”.



Ainda neste contexto, um dos principais requisitos para que a técnica Delphi seja conduzida com sucesso, é que esteja clara para os participantes a importância da avaliação e sua representatividade para a organização, bem como exista o desejo em fazer parte da equipe. Neste sentido, um treinamento foi realizado com os participantes, contendo: (i) o escopo e a importância do estudo de viabilidade; (ii) o tempo previsto de participação: 1 hora; (iii) a agenda contendo os horários de preenchimento dos formulários de cada um; (iv) o motivo da tê-los selecionados; e (v) a lista de componentes identificados na organização.

Foram disponibilizadas duas salas, uma em cada filial, exclusivamente para o preenchimento dos laudos. Além disso, a sala da filial do Rio de Janeiro possuía a estrutura de vídeo conferência para a sala da filial de Fortaleza.

A autora desta dissertação ficou disponível ao longo do preenchimento dos laudos. Desta forma, os participantes envolvidos neste estudo atuaram sobre o mesmo escopo, com os mesmos formulários individuais e dentro de uma mesma seqüência de execução, ou seja, não houve qualquer interferência externa, garantindo assim, a independência dos resultados obtidos em relação a estas questões.

### **7.2.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Identificação dos Processos Críticos**

A execução da primeira tarefa deste estudo de viabilidade, que foi a componentização dos processos, foi baseada na documentação existente e nos passos sugeridos por BARRETO *et al* (2009). Desta forma, foram identificados 20 componentes de processos ilustrados pela Figura 7.1.

A segunda tarefa, que foi a elaboração dos laudos individuais com o foco nas necessidades e nos problemas proposto pela abordagem, foi baseada na componentização dos processos realizadas na etapa anterior. Os componentes foram identificados no formulário do Google Docs, conforme ilustrado pela Figura 7.1.

A identificação dos processos críticos foi iniciada logo após o treinamento realizado. Os participantes foram um a um conduzidos para as salas, conforme o horário individual agendado durante o treinamento e os lugares disponíveis. Neste momento, os participantes identificaram, por meio do acesso ao formulário *on-line* do *GoogleDocs*, as necessidades e os processos relacionados para que os objetivos de software sejam alcançados com sucesso (Figura 7.2) e os problemas e os processos que podem impedir o alcance dos objetivos propostos (Figura 7.3).

**Qual é o primeiro processo relacionado à esta necessidade? \***

Planejamento do Processo para o Projeto

Planejamento do Processo para o Projeto

Planejar o Projeto

Auditoria de Configuração

Avaliar a Aderência aos Processos

Monitorar o Projeto

Gerenciar e Desenvolver Mudança Requisitos

Elicitar Requisitos do Cliente

Analisar os Requisitos do Produto

Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto

Realizar a Análise MBR

Realizar a Solução Técnica (DAR)

Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos

Realizar a Especificação Técnica

Preparar a Integração do Produto

Construir o Produto

Integrar o Produto

Estabelecer o ambiente de Integração do Produto

Testar o Produto

Realizar Testes de Aceitação com o Usuário e Implantar o Produto

Realizar a Avaliação por Pares

Figura 7.1 – Componentes Identificados no formulário do *Google Docs*.

**1a Parte: Foco nos processos fundamentais para o alcance dos objetivos**

Cite as 5 principais necessidades para que o objetivo "Aumentar o nível de cumprimento no ans comprometido com o cliente" seja alcançado com sucesso. Cite no mínimo 1 necessidade e no máximo 5.

**Informações relacionadas à primeira necessidade**

Defina o grau de prioridade da necessidade e os processos relacionados

**Qual a primeira necessidade? \***

**Qual o peso desta necessidade para o objetivo? \***

1 2 3 4 5

"Se for fácil de resolver"      Crítica

**Qual é o primeiro processo relacionado à esta necessidade? \***

Realizar a Avaliação por Pares

**A definição do processo resolve a necessidade identificada \***

0 1 2 3 4 5

não leva em conta       atende completamente

Figura 7.2 – Itens do formulário referentes às necessidades.

## 2a Parte: Foco nos processos problemáticos para o alcance do objetivo

Cite os 5 principais problemas que podem contribuir para o fracasso no alcance do objetivo "Aumentar o nível de cumprimento no ans comprometido com o cliente". Cite no mínimo 1 problema e no máximo 5.

### Informações relacionadas ao primeiro problema

Defina o grau de urgência para resolver o problema e os processos relacionados

Cite o primeiro problema: \*

Qual o peso deste problema para o objetivo? \*

1 2 3 4 5

"É discutível se é realmente um problema"      Crítico

Qual é o primeiro processo relacionado à este problema? \*

Planejamento do Processo para o Projeto

A definição do processo: \*

0 1 2 3 4 5

não resolve o problema       resolve completamente

Figura 7.3 – Itens do formulário referentes às necessidades.

Durante o preenchimento dos laudos individuais somente 2 participantes tiveram dúvidas. Estas dúvidas foram referentes à escolha adequada do componente de processo.

Os participantes levaram em média 1 hora para preencher os laudos e puderam ver as consolidações finais através da URL disponível nos formulários.

Após o recebimento dos laudos, foi iniciada a consolidação e a análise dos dados. De forma mais detalhada, foram calculados: os valores individuais de cada participante e os valores considerando a opinião do grupo. A opinião do grupo foi consolidada para cada objetivo, para cada foco (necessidade ou problema) e para cada processo. Com estas informações, foi elaborado o laudo final (Figura 7.4), contendo para cada processo crítico, os índices de Importância (II), Disfunção (ID) e Criticidade (IC).

A priorização dos processos críticos foi realizada, neste mesmo laudo final, por ordem decrescente do Índice de Criticidade (IC).

Componentes Críticos relacionados aos 3 objetivos	IC (Índice de Criticidade)	II (Índice de Importância)	ID (Índice de Disfunção)
Planejar Projeto	1.00	0.87	1.00
Monitorar Projeto	0.91	1.00	0.65
Testar o Produto	0.78	0.78	1.02
Elicitar Requisitos	0.65	0.65	0.32
Construir o Produto	0.60	0.55	2.66
Analisar os Requisitos do Produto	0.59	0.73	0.59
Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos	0.56	0.65	1.08
Realizar Testes de Aceitação com o Usuário e Implantar o Produto	0.47	0.38	1.37
Avaliar a Aderência dos Processos	0.31	0.24	0.68
Realizar a Avaliação por Pares	0.31	0.22	1.05
Realizar a Especificação Técnica	0.29	0.22	0.90
Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos	0.27	0.31	0.58
Planejamento do Processo para o Projeto	0.23	0.28	0.67
Integrar o Produto	0.22	0.22	1.50
Realizar a Análise MBR	0.16	0.08	1.23
Auditoria de Configuração	0.11	0.08	0.54
Realizar a Solução Técnica	0.09	0.09	0.59
Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto	0.09	0.11	0.56

Figura 7.4 – Laudo Final consolidado com os processos e os seus respectivos índices.

### 7.2.3 Resultados Obtidos para a Identificação dos Processos Críticos

Os dados da caracterização dos participantes, dos artefatos produzidos ao longo da execução e dos questionários preenchidos foram consolidados e analisados.

Todos os participantes levaram em média 1 hora, o tempo previsto para a realização desta tarefa. O tempo total e a distribuição do tempo de preenchimento de cada participante para cada laudo individual estão ilustrados pelo gráfico da Figura 7.5.

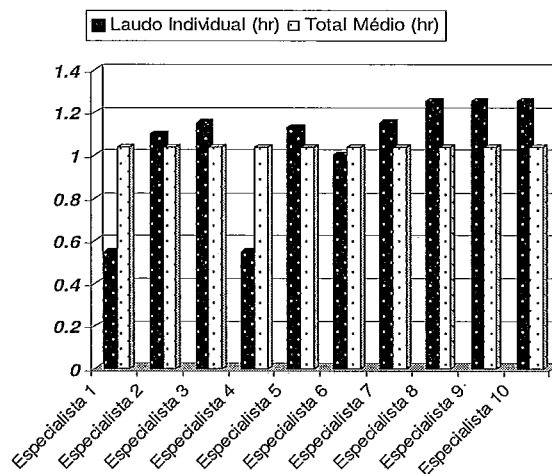


Figura 7.5 – Distribuição do tempo total de cada especialista no preenchimento dos laudos.

Foram consolidados 30 laudos individuais: 1 laudo individual para cada participante e para cada um dos três objetivos. Dos 20 componentes de processo, 18 deles foram selecionados como necessários para o alcance dos três objetivos identificados pela organização. E, destes mesmos 20 componentes de processos, 16 deles foram selecionados como processos que contribuem para o fracasso dos objetivos de software da organização. No total, foram selecionados 18 processos diferentes. Além disso, foram identificados 80 necessidades e 64 problemas.

As necessidades e problemas foram consolidados em áreas de processo e sua distribuição foi ilustrada pela Figura 7.6 e Figura 7.7.

Para um melhor entendimento dos gráficos foi realizada uma consolidação dos componentes de processo em áreas. A consolidação destas áreas foi feita da seguinte forma: (i) Gerência de Projetos, que envolve os componentes: “Planejar Projeto”, “Monitorar Projeto” e “Planejamento do Processo para o Projeto”; (ii) Gerência de Requisitos, que envolve os componentes “Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos” e “Elicitar Requisitos do Cliente”; (iii) Desenvolvimento de Requisitos, que envolve os componentes: “Analisar os Requisitos do Produto” e “Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos”; (iv) Garantia da Qualidade envolve o componente “Avaliar a Aderência aos Processos”; (v) Projeto e Construção do Produto, que envolve os componentes: “Realizar a Especificação Técnica”, “Realizar a Solução Técnica”, “Realizar a Análise MBR”, “Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto” e “Construir o Produto”; (vi) Integração do Produto, que envolve o componente “Integrar o Produto”; (vii) Verificação, que envolve os componentes “Avaliação por Pares” e “Testar o Produto”; (viii) Gerência de Configuração que envolve o componente “Auditoria de Configuração”; e (ix) Validação que envolve o componente “Realizar Testes de Aceitação com o Usuário e Implantar o Produto”.

Em uma análise realizada nos Relatórios de Medição da Organização, Relatórios de Monitoração dos Projetos e Riscos foram observados os mesmos problemas identificados pelos participantes durante a identificação dos componentes de processo críticos. De forma análoga, as necessidades identificadas pelos participantes na área de Gerência de Projetos, Gerência de Requisitos, Desenvolvimento de Requisitos e Projeto e Construção do Produto também foram identificadas nestes documentos.

Apesar do objetivo final não ser o consenso, outro importante resultado obtido nesta consolidação dos laudos individuais foi o percentual de participantes que

consideraram um processo crítico para o alcance dos objetivos ou críticos na contribuição para o fracasso dos objetivos.



Figura 7.6 – Áreas de Processos x Necessidades

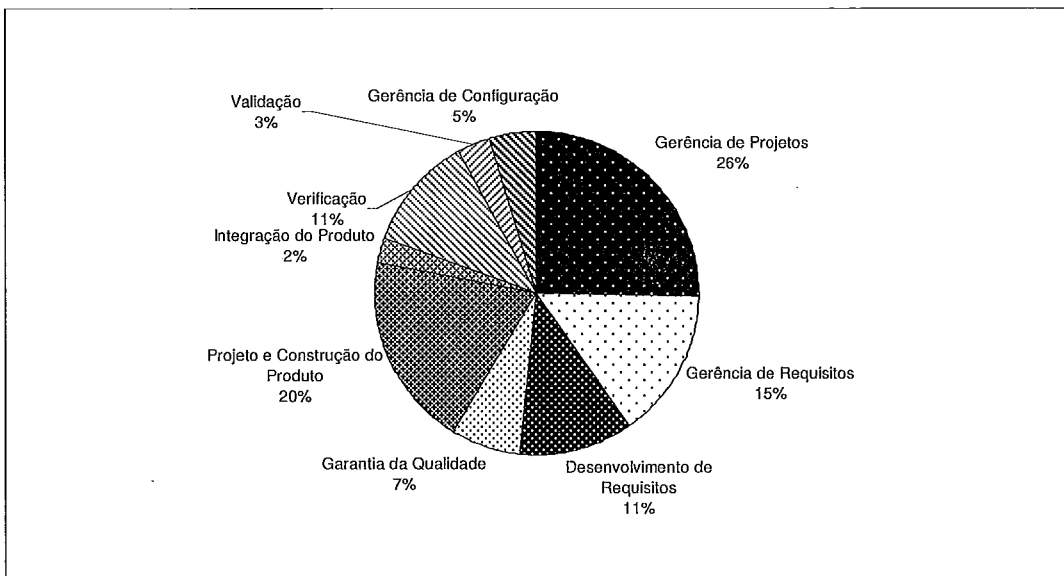


Figura 7.7 – Áreas de Processos x Problemas

A Figura 7.8, ilustra o consenso dos processos considerados críticos para o alcance do primeiro objetivo da organização. De forma análoga, a Figura 7.9 e a Figura 7.10

ilustram o consenso obtido para o alcance do segundo e do terceiro objetivo da organização.

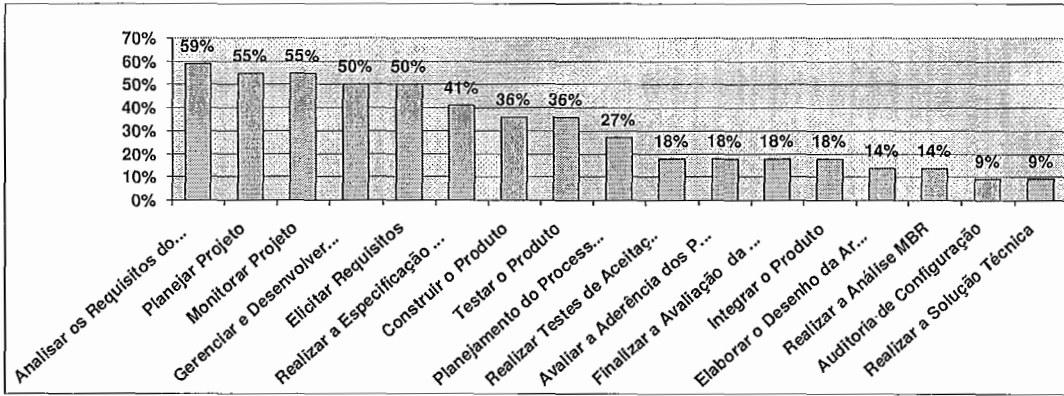


Figura 7.8 – Consenso sobre os componentes de processo críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do primeiro objetivo.

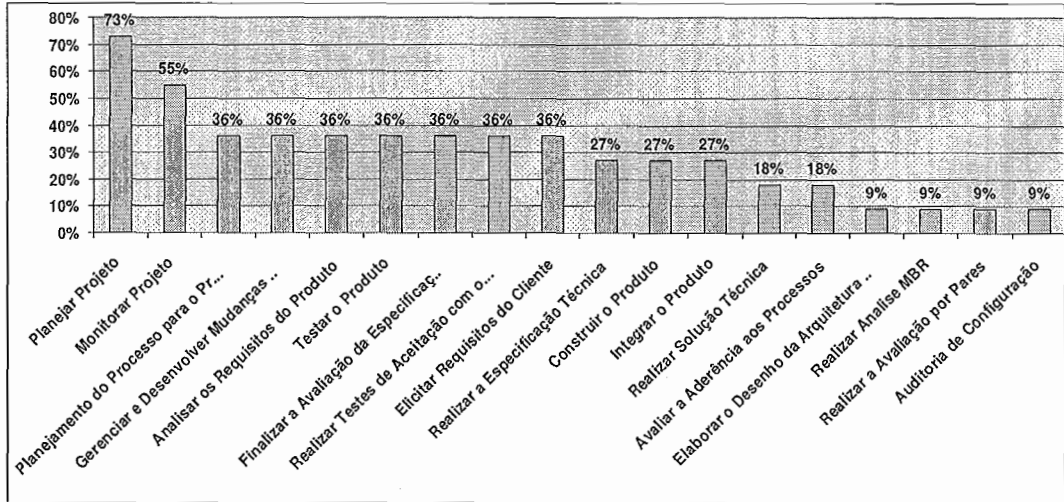


Figura 7.9 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do segundo objetivo.

Os mesmos gráficos foram gerados, agora com o foco no consenso dos participantes em relação aos processos considerados críticos para o fracasso no alcance dos objetivos da organização. A Figura 7.11 ilustra, portanto, o percentual de consenso para o primeiro objetivo da organização e a Figura 7.12 e a Figura 7.13, ilustram a mesma informação para o segundo e o terceiro objetivo da organização.

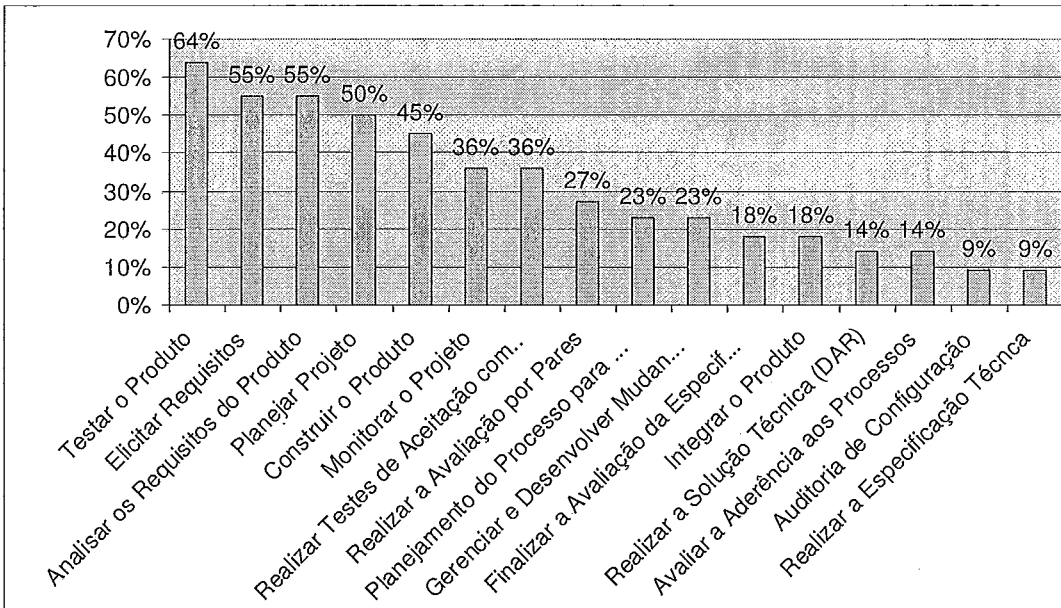


Figura 7.10 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o sucesso no alcance do terceiro objetivo.

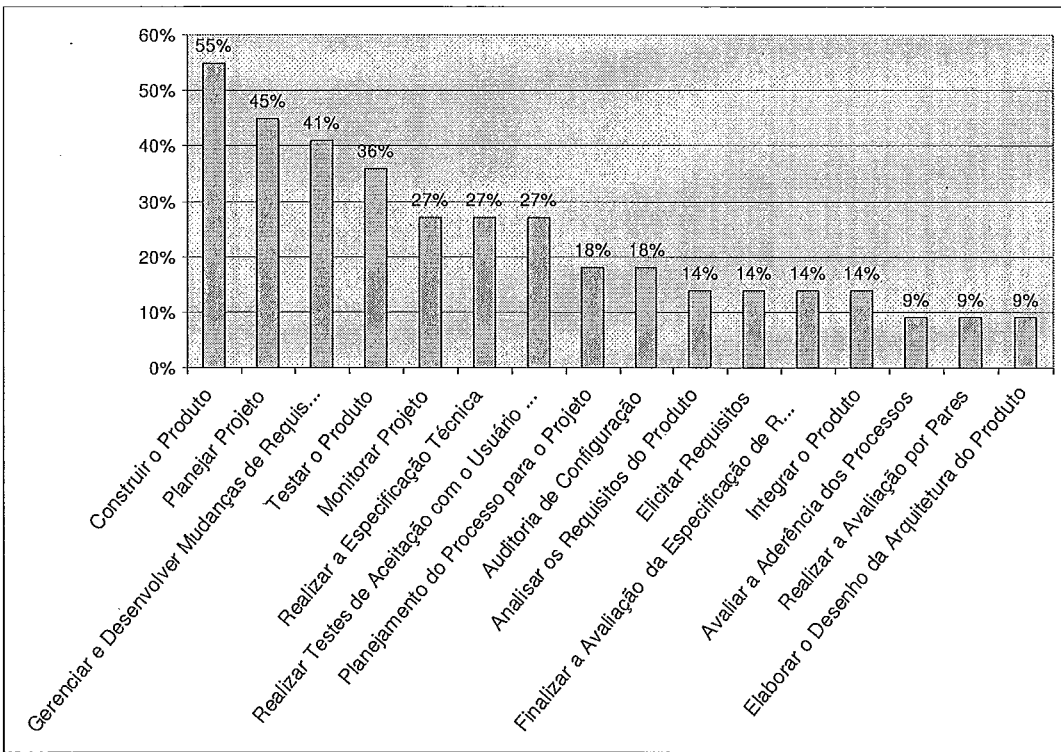


Figura 7.11 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do primeiro objetivo.



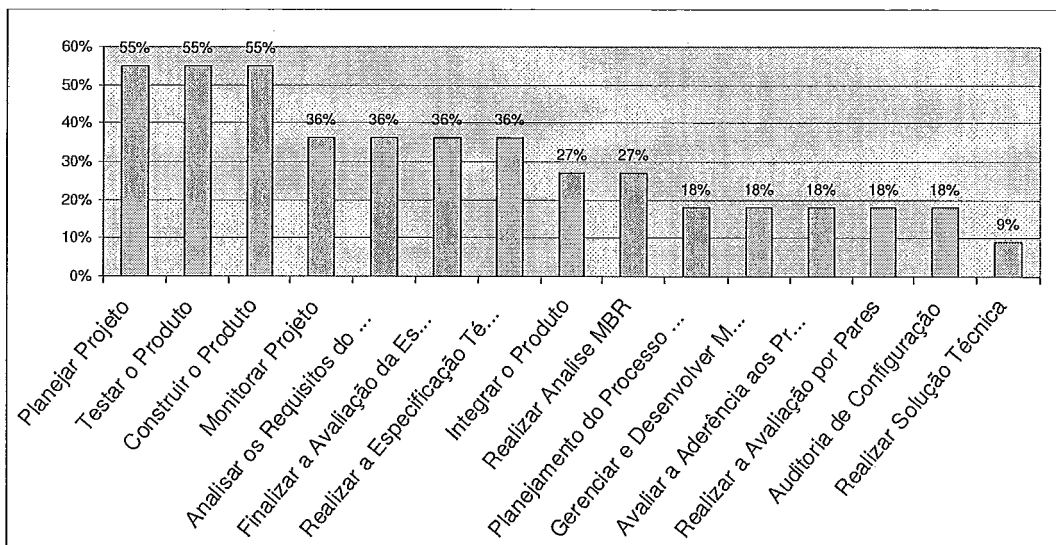


Figura 7.12 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do segundo objetivo.

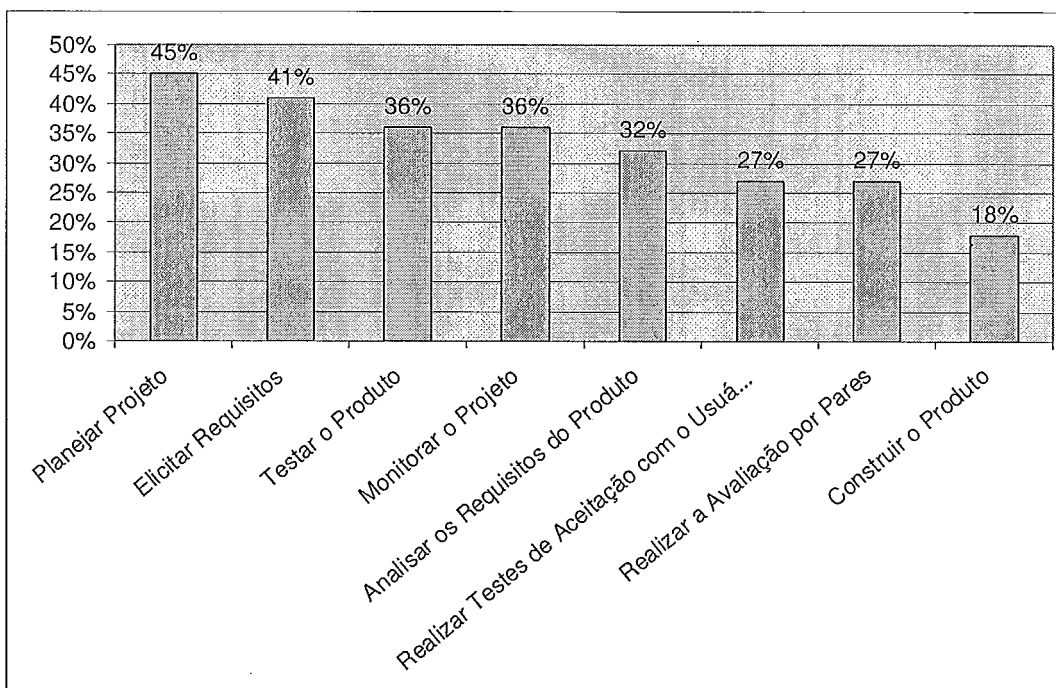


Figura 7.13 – Consenso sobre os processos críticos que podem contribuir para o fracasso do terceiro objetivo.

O que se observou pela análise destes gráficos em conjunto com os laudos individuais foi que os percentuais maiores de consenso foram atribuídos aos componentes de processo necessários para o alcance dos objetivos. O consenso com relação aos

problemas foi obtido nas áreas onde os problemas são conhecidos e relatados nos relatórios de monitoração e medição da organização.

Ao final da elaboração do laudo final, foi realizada a priorização através do Índice de Criticidade (IC), cuja base é a média aritmética entre o Índice de Importância (II) e o Índice de Disfunção (ID), ou seja, foram priorizados os componentes de processo que além de serem necessários para o alcance dos objetivos são problemáticos. O componente que obteve o maior índice de criticidade teve o seu Índice de Criticidade arbitrado em 1 e os outros tiveram o Índice de Criticidade calculado em relação ao componente de processo mais crítico, auxiliando assim na análise da prontidão para o controle estatístico.

A Tabela 7.2 descreve os componentes de processo críticos, ordenados por ordem decrescente do Índice de Criticidade (IC), ou seja, do mais crítico para o menos crítico.

Tabelas 7.2 – Componentes de Processo Críticos priorizados pelo Índice de Criticidade (IC).

Componentes de Processo Críticos	Índice de Criticidade (IC)
Planejar Projeto	1.00
Monitorar Projeto	0.91
Testar o Produto	0.78
Elicitar Requisitos	0.65
Construir o Produto	0.60
Analisar os Requisitos do Produto	0.59
Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos	0.56
Realizar Testes de Aceitação com o Usuário e Implantar o Produto	0.47
Avaliar a Aderência aos Processos	0.31
Realizar a Avaliação por Pares	0.31
Realizar a Especificação Técnica	0.29
Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos	0.27
Planejamento do Processo para o Projeto	0.23
Integrar o Produto	0.22
Realizar a Análise MBR	0.16
Auditoria de Configuração	0.11
Realizar a Solução Técnica	0.09
Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto	0.09

Conforme ilustrado pela Figura 7.14, os dois componentes de processo considerados “muito críticos” foram: Planejar Projeto e Monitorar Projeto. Os cinco componentes considerados “críticos” foram: Testar o Produto, Elicitar Requisitos, Construir o Produto, Analisar os Requisitos do Produto e Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos.

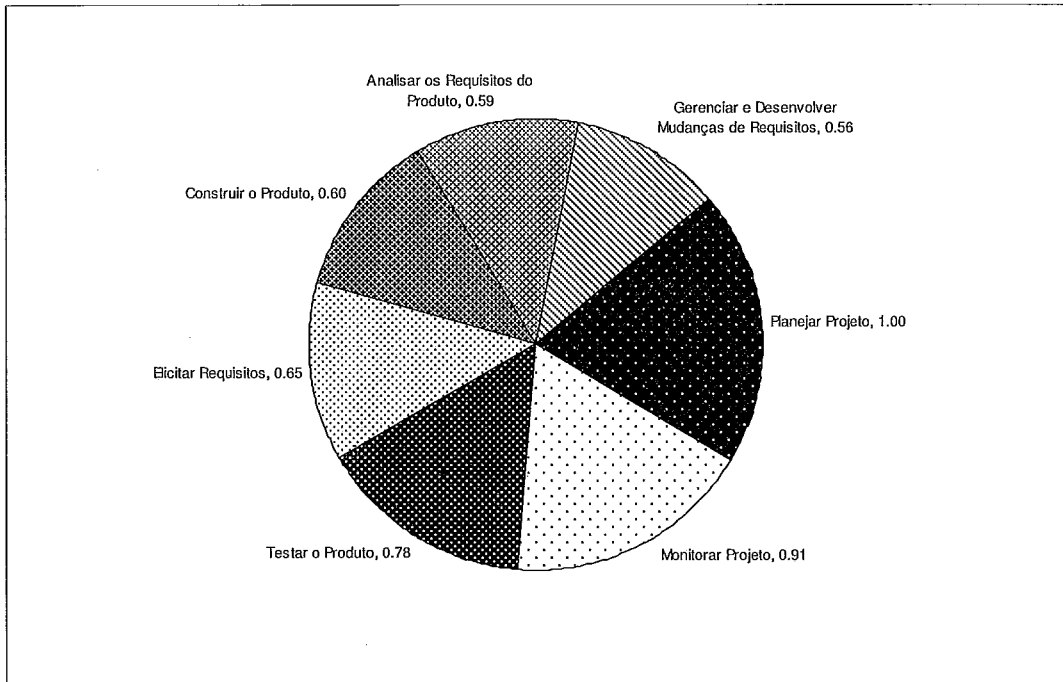


Figura 7.14 – Percentual de Criticidade por Componente de Processos considerados críticos.

Finalmente, o último objeto de análise deste estudo de viabilidade foram os questionários preenchidos pelos participantes. A Tabela 7.3, detalha as questões enviadas, as respostas possíveis e a quantidade de especialistas associada a estas respostas.

Como resultado da análise dos comentários sobre as respostas dos questionários, o principal problema apresentado por 2 dos 11 participantes, foi o preenchimento dos formulários. Foi possível observar que, apesar das melhorias realizadas (um aplicativo WEB on-line e a junção dos laudos de necessidades e problemas), outras melhorias ainda podem ser realizadas para melhorar o preenchimento dos formulários. Resumidamente, os participantes sugeriram: (i) os formulários poderiam vir na forma de “passo-a-passo”, separando blocos de perguntas destacados em cores diferentes; (ii) exemplos podem ser

criados para ressaltar a diferença entre Necessidade e Problema; e (iii) os questionários poderiam estar limitados a 3 necessidades / problemas por tópico.

Tabela 7.3 – Questões, possíveis respostas e a quantidade de participantes associados às respostas.

Questão	Sim	Não
1. Você considera a abordagem viável para apoiar a seleção dos processos críticos de uma organização?	11	0
2. Você considera a abordagem viável para priorizar os processos críticos de uma organização?	11	0
3. Você considera que os formulários são fáceis de preencher?	9	2
4. Você considera que o grau proposto (escala) para a relação das necessidades identificadas e o objetivo de software é adequado?	11	0
5. Você considera que o grau proposto (escala) entre as necessidades identificadas e os processos relacionados é adequado?	11	0
6. Você considera que o grau proposto (escala) para a relação dos problemas com os objetivos de software é adequado?	11	0
7. Você considera que o grau proposto (escala) entre os problemas identificados e os processos críticos é adequado?	11	0
8. Você considera que o tempo para realizar a atividade foi satisfatório?	11	0

### 7.3 Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico

Este estudo de viabilidade teve o objetivo de identificar se o subprocesso “Adequação para o Controle Estatístico” da abordagem proposta atinge o principal propósito, que é priorizar os processos críticos identificados na etapa anterior quanto a sua adequação ao controle estatístico e é consistente na sua execução.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: Avaliar a Adequação dos Processos e suas medidas e Analisar a Adequação para o Controle

Estatístico. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) avaliar a adequação dos processos, segundo critérios definidos no *Checklist* de Adequação dos Processos; (ii) avaliar a adequação das medidas, segundo critérios definidos no *Checklist* de Adequação das Medidas e; (iii) analisar os processos críticos quanto a adequação para o controle estatístico.

### **7.3.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Análise da Adequação para o Controle Estatístico**

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Adequação para o Controle Estatístico” da abordagem proposta envolve a escolha dos participantes do estudo e a disponibilização dos documentos que serão utilizados para analisar os componentes de processo e suas medidas.

A autora desta dissertação foi responsável por solicitar e analisar os seguintes documentos: (i) o Plano de Medição da Organização, contendo a identificação dos objetivos, questões e métricas, bem como todas as informações sobre o procedimento de análise e coleta das métricas; e (ii) todos os Relatórios de Medição, que contêm a análise dos indicadores e informações sobre as coletas.

### **7.3.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Adequação para o Controle Estatístico**

A primeira tarefa executada desta etapa foi a solicitação dos documentos: Plano de Medição da Organização e os Relatórios de Medição existentes, por meio de um e-mail enviado ao Coordenador da Área de Qualidade.

Após o recebimento da documentação, foi iniciada a análise da adequação dos processos críticos identificados.

O principal objetivo desta tarefa foi analisar o quanto os componentes de processo identificados estão adequados para serem controlados estatisticamente.

Foram produzidos, portanto, 18 *Checklists* de Adequação dos Componentes de Processos, correspondentes aos 18 componentes.

### **7.3.3 Resultados Obtidos para a Adequação para o Controle Estatístico**

Como resultado desta análise, dos 18 componentes de processo, conforme ilustrado pela Figura 7.15, temos: (i) 11 componentes considerados adequados, com o Índice de Adequação = 1; e (ii) 6 componentes considerados que apesar de fazerem parte do ciclo de

vida dos projetos, não faziam parte do caminho crítico, tiveram seu Índice de Adequação atribuído em 0.67.

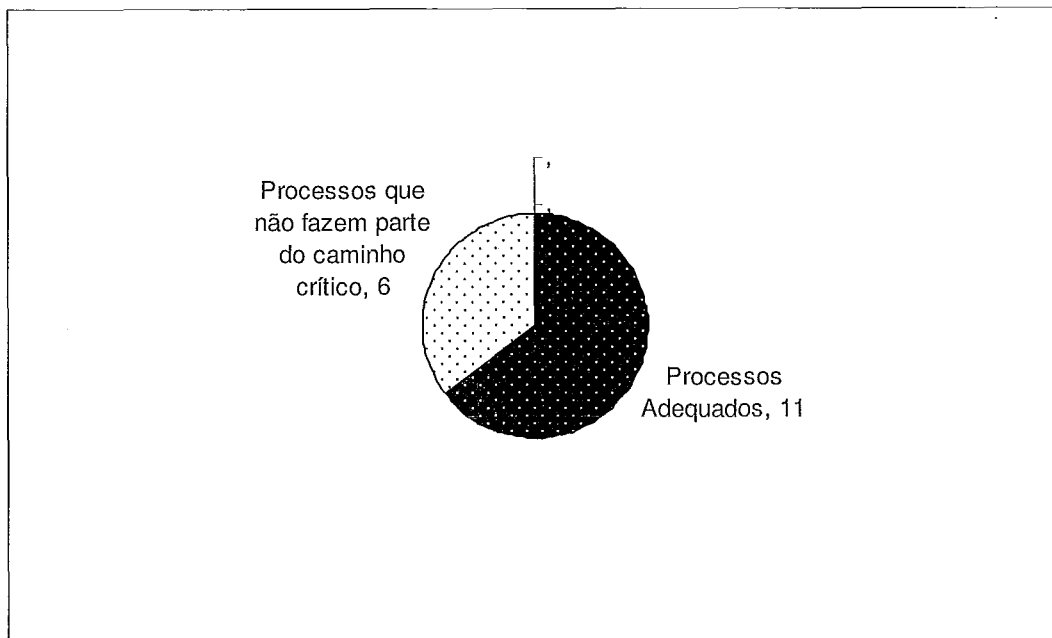


Figura 7.15 – Resultado da avaliação da Adequação dos Processos.

Os componentes que foram considerados “largamente adequados” foram: (i) Planejar o Projeto; (ii) Testar o Produto, (iii) Elicitar Requisitos; (iv) Construir o Produto; (v) Analisar os Requisitos do Produto; (v) Realizar a Especificação Técnica; (vi) Realizar Testes de Aceitação com Usuário e Implantar o Produto; (vii) Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos; (viii) Planejamento do Processo para o Projeto; (ix) Integrar o Produto; (x) Auditoria de Configuração; e (xi) Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto.

Os componentes que foram considerados somente “adequados” por não fazerem parte do caminho crítico foram: (i) Monitorar o Projeto; (ii) Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos; (iii) Avaliar a Aderência aos Processos; (iv) Realizar a Avaliação por Pares; (v) Realizar a Análise MBR; e (vi) Realizar a Solução Técnica.

Após a avaliação dos processos críticos quanto à sua adequação ao controle estatístico, a identificação das medidas foi iniciada.

Para que fosse possível apoiar a identificação de todas as medidas e não somente aquelas associadas diretamente ao processo, foi realizada uma análise dos problemas identificados de cada processo.

Conforme ilustrado pela Figura 7.16, a maioria dos problemas identificados foram relacionados à qualidade e à entrega e, isto reflete o que foi identificado nos relatórios gerenciais da organização.

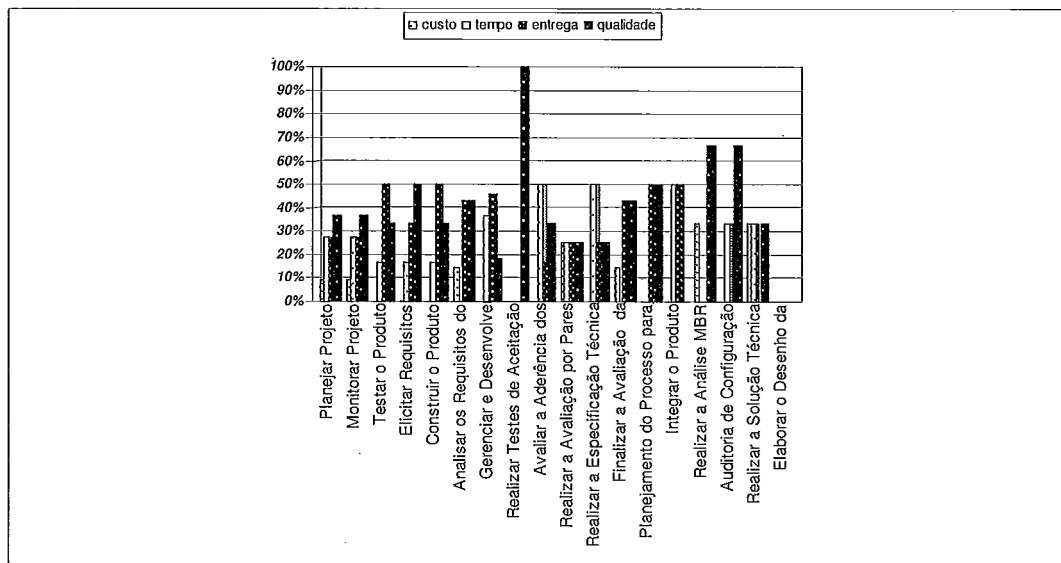


Figura 7.16 – Os problemas classificados em causas comuns às organizações de software.

Desta forma, foram identificados 18 dos 58 indicadores existentes. Estes 18 indicadores foram relacionados aos processos críticos levando em consideração a classificação dos problemas.

Para cada indicador, foi produzido um *Checklist* de Adequação das Medidas. Como resultado desta análise dos 18 indicadores associados aos componentes de processo, conforme ilustrado pela Figura 7.17, temos: (i) 6 indicadores não são utilizados para tomada de decisão ao longo do processo, por isto todos tiveram o valor zero atribuído para a seção de “Apoio a tomada de decisão”; e (ii) 2 indicadores tiveram problemas com a validade, alguns dados não foram coletados, por isso tiveram o valor reduzido na seção de “Validade”.

Nenhum indicador teve problemas de identidade ou dependência, ou seja, as medidas são identificadas corretamente, analisadas e comunicadas a todos os participantes, o propósito da coleta é conhecido por todos e as medidas são coletadas para um fim específico.

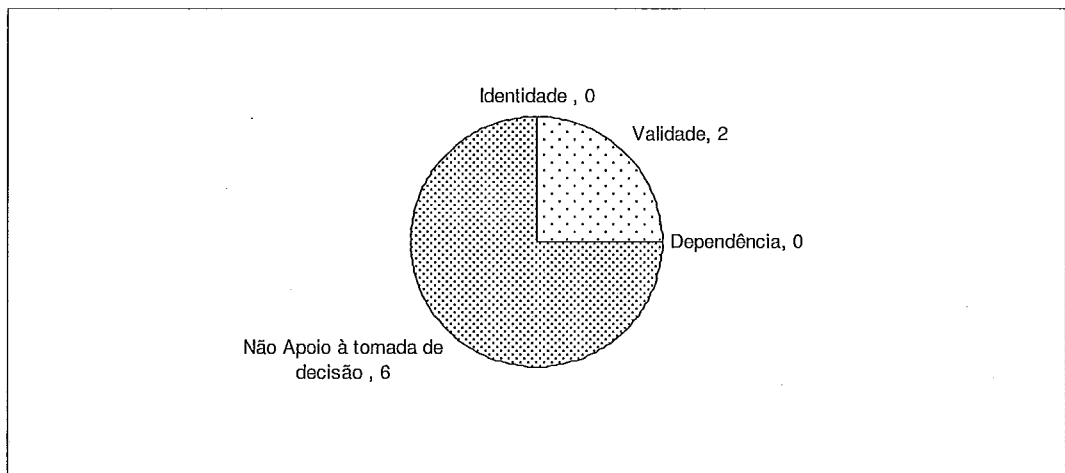


Figura 7.17 – N° de indicadores x Seções do *Checklist* de Adequação das Medidas.

Os indicadores avaliados foram: (i) Índice de Desempenho de Custo (IDC) = 1; (ii) Índice de Desempenho de Prazo (IDP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (iii) Taxa de Realização das Revisões de Monitoração e Controle Previstas (TRR), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.75; (iv) Taxa de requisitos alterados, excluídos ou novos quando da homologação (TRAH), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.75; (v) Taxa de casos de uso com defeitos simples detectados pelos Stakeholders (TDCSS), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (vi) Taxa de casos de uso com defeitos graves detectados pelos Stakeholders (TDCGS), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (vii) Quantidade de horas de corretivo de construção solicitada pelo cliente após homologação (NHCCH), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.75; (viii) Quantidade de horas de corretivos de especificação solicitada pelo cliente após homologação (NHCEH), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.75; (ix) Densidade de defeitos graves encontrados nos testes de Produto (DDGP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (x) Densidade de defeitos graves encontrados na homologação externa (DDGHE), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (xi) Densidade de defeitos críticos encontrados nos testes de Produto (DDCP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (xii) Densidade de defeitos baixos encontrados nos testes de Produto, que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (xiii) Taxa de realização de revisões por pares (TRRP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (xiv) Taxa de avaliações de processo realizadas (TAAPR), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 0.75; (xv) Densidade de defeitos na aprovação interna devido à problemas de integração do produto (DDIP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas = 1; (xvi) Densidade de defeitos encontrados na



Especificação Técnica (DDPT) que obteve o Índice de Adequação das Métricas= 1; (xvii) Número de mudanças realizadas no processo definido para um projeto ao longo de sua execução (NMDP), que obteve o Índice de Adequação das Métricas= 0.75; e (xviii) Taxa de Não Conformidades nos Itens de Configuração Auditados (TCICA), que obteve o Índice de Adequação das Métricas= 1.

A análise da adequação foi realizada conforme detalhado pela Tabela 7.4. A seguinte Legenda foi utilizada para facilitar a leitura: MC – Muito Crítico, C – Crítico, PC – Pouco Crítico, LA – Largamente Adequado, A – Adequado e PA – Pouco Adequado.

Tabela 7.4 – Componentes de Processo críticos e a análise de adequação final.

Componentes críticos	IAP	IAM	IAF	Análise de Adequação
Planejar Projeto	1	1	1	MC e LA
Monitorar o Projeto	0.67	1	0.835	MC e LA
Testar o Produto	1	1	1	C e LA
Elicitar Requisitos	1	1	1	C e LA
Construir o Produto	1	0.75	0.875	C e LA
Analisar os Requisitos do Produto	1	0.75	0.875	C e LA
Gerenciar e Desenvolver Mudanças de Requisitos	0.67	0.75	0.71	C e A
Realizar Testes de Aceitação com o Usuário e Implantar o Produto	1	1	1	PC e LA
Avaliar a Aderência aos Processos	0.67	1	0.5	PC e PA
Realizar a Avaliação por Pares	0.67	0.75	0.71	PC e LA
Realizar a Especificação Técnica	1	1	1	PC e LA
Finalizar a Avaliação da Especificação de Requisitos	1	0.75	0.875	PC e LA
Planejamento do Processo para o Projeto	1	0.75	0.875	PC e LA
Integrar o Produto	1	1	1	PC e LA
Realizar a Análise MBR	0.67	0.75	0.71	PC e A
Auditoria de Configuração	1	1	1	PC e LA
Realizar a Solução Técnica	0.67	0	0.33	PC e PA
Elaborar o Desenho da Arquitetura do Produto	1	0	0.5	PC e PA

## **7.4 Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

Este estudo de viabilidade teve o objetivo de identificar se o processo “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” da abordagem proposta: (i) atinge o principal propósito, que é selecionar uma alternativa de solução adequada ao contexto da organização, considerando também os critérios técnicos e fatores externos; e (iii) é consistente na sua execução.

O escopo do estudo de viabilidade deste processo é composto pelas atividades: Selecionar as Alternativas de Solução e Finalizar Processo. As principais tarefas que compõem estas atividades são: (i) definir e analisar as alternativas de solução; (ii) selecionar alternativa de solução; e (iii) registrar lições aprendidas.

### **7.4.1 Planejamento do Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

O planejamento do estudo de viabilidade do subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” envolveu a análise final dos dados pela do Coordenador da Área de Qualidade da organização e a decisão final sobre a melhor alternativa de solução para a organização.

O Coordenador da área de qualidade da organização e a autora desta dissertação foram responsáveis por executar as tarefas deste subprocesso.

Foi enviado um e-mail para o coordenador da área de qualidade da organização agendando uma reunião de *brainstorming* para realizar a decisão final.

### **7.4.2 Execução do Estudo de Viabilidade da Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

A reunião de *brainstorming* foi iniciada e, para que fosse possível definir as alternativas de solução, o Relatório de Análise de Adequação Final, que continha o resultado dos dois primeiros subprocessos foi lido.

Após discussões foi definida apenas uma alternativa de solução, baseada nas informações contidas no relatório e nas restrições e premissas da organização. Esta alternativa será detalhada na próxima seção.

Os resultados obtidos foram registrados e avaliados por todos os participantes.

### **7.4.3 Resultados Obtidos para a Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico**

Foram selecionados como alternativa de solução os componentes de processo que tiveram a análise da adequação final: “muito crítico e largamente adequado” ou “crítico e largamente adequado”. Os componentes selecionados foram: “Planejar Projeto”, “Monitorar o Projeto”; “Testar o Produto”, “Elicitar Requisitos”, “Construir o Produto” e “Analisar os Requisitos do Produto”.

Além disso, durante a execução deste subprocesso, o seguinte esboço de plano de ação foi definido: criar um novo indicador específico para estimativas de recursos: taxa de alteração de recursos no projeto (TARP). Esta decisão foi tomada mediante ao número de problemas relatados pelos participantes com relação à disponibilização de recursos, afetando diretamente a entrega dos projetos.

## **7.5. Lições Aprendidas e Melhorias Identificadas na abordagem**

Os dados do segundo estudo apoiam a conclusão de que a abordagem é viável. Os resultados quantitativos deste estudo mostraram que os processos identificados pela abordagem como críticos refletiam problemas e necessidades da organização estudada.

Além disso, foi possível perceber que é possível generalizar a abordagem proposta para outros contextos.

Para o primeiro subprocesso “Identificação dos Processos Críticos” lições aprendidas foram capturadas principalmente sobre as ferramentas e a abordagem.

Apesar da adoção de uma ferramenta colaborativa que funciona totalmente no *browser* e *on-line*, ainda são necessárias melhorias na captura de dados, para facilitar ainda mais o preenchimento dos formulários.

Com relação à abordagem, foi observado que mais de 90% dos processos selecionados são comuns aos três objetivos, isto pode indicar que o formulário poderia conter os três objetivos, simplificando o preenchimento e as consolidações.

Os resultados obtidos ao longo da execução da abordagem indicaram que a componentização dos processos foi essencial para capturar informações adequadas dos participantes.

Para o segundo subprocesso, “Análise da Adequação dos Processos e suas Medidas”, foram capturadas lições aprendidas principalmente sobre a abordagem.

Foi observado que a seção identificação não precisaria ser considerada em organizações que já são avaliadas em um nível mais alto de maturidade nos modelos CMMI e MPS.BR, já que estes modelos são rigorosos neste aspecto.

As lições aprendidas do terceiro subprocesso “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico” foram referentes à abordagem. Foi observado que a utilização das escalas “muito”, “largamente” e “pouco” ajudaram a tomada de decisão com relação aos processos selecionados para o controle estatístico.

## **7.6. Considerações Finais**

Esta seção apresentou o planejamento, a execução e a análise dos resultados da execução do segundo estudo de viabilidade para identificar não só a comprovação da viabilidade da abordagem proposta, mas os problemas e as dificuldades em executá-la.

Foi apresentada também, a partir dos resultados obtidos em cada uma das etapas deste estudo de viabilidade, a análise detalhada dos resultados.

Na última seção deste capítulo foram destacadas as lições aprendidas e melhorias propostas na abordagem a partir dos resultados obtidos ao longo do estudo de viabilidade, confirmando a viabilidade desta abordagem.

O próximo capítulo apresentará a conclusão desta dissertação, que contém as conclusões, as contribuições e limitações deste trabalho, além de indicar possíveis trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 8 – CONCLUSÃO

*Este capítulo apresenta as considerações finais desta dissertação. Também são abordadas as limitações do trabalho e as contribuições referentes à abordagem proposta além das perspectivas futuras de evolução do trabalho.*

### 8.1 Considerações finais

Este trabalho apresentou uma abordagem para seleção de processos de software para controle estatístico, que está inserida no cenário da estratégia “Melhoria de Processos em Organizações de Alta Maturidade”, um projeto da área de qualidade de software da COPPE (BARCELLOS, 2008).

O cenário inicial descrito em BARCELLOS (2008) possui os seguintes componentes: (i) Planejar Objetivos Organizacionais; (ii) Planejar Controle Estatístico dos Processos; (iii) Preparar Controle Estatístico dos Processos; (iv) Estabilizar Processos; (v) Realizar Melhorias (vi) Definir Processo do Projeto; e (vii) Executar Projeto.

Os componentes “Preparar Controle Estatístico de Processos”, “Estabilizar Processos” e “Realizar Melhorias”, são objetos da tese de doutorado de BARCELLOS (2008). Este trabalho tratou do componente “Planejar Controle Estatístico de Processos” cujo objetivo é identificar, priorizar e selecionar os processos críticos com o objetivo de conhecer o seu desempenho para depois estabilizá-los, através da execução de três subprocessos: (i) Identificação e Priorização dos Processos Críticos; (ii) Análise da Adequação para o Controle Estatístico; (iii) Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico.

### 8.2 Contribuições

Entre as contribuições deste trabalho destacam-se:

- O apoio à seleção e priorização de processos para o controle estatístico de forma objetiva por meio da adaptação das ferramentas QFD simplificado e FMEA simplificado.

- A avaliação da viabilidade de aplicação da abordagem proposta por meio do planejamento e da execução de dois estudos experimentais.
- O apoio à execução sistemática da abordagem proposta por meio dos processos de apoio à execução da seleção e priorização dos processos de software para o controle estatístico.
- O apoio à avaliação contínua das melhorias de processos implantadas, com o propósito de alcançar altos níveis de maturidade.

Diversos benefícios podem ser derivados a partir do uso da abordagem proposta, dentre eles:

- O acúmulo do conhecimento sobre os processos, tais como seus principais problemas e necessidades.
- A identificação de oportunidades de melhorias nos processos a partir do resultado da avaliação do grau de adequação atual de cada processo com relação aos fatores críticos para alcançar os objetivos da organização.
- A identificação de conhecimento sobre a relação entre os processos e os fatores críticos e a identificação de medidas adequadas para gerência estatística dos processos, de forma alinhada aos objetivos organizacionais e fatores críticos.
- Mitigação dos riscos relacionados à gerência estatística de processos, por exemplo: controle estatístico de processos que não contribuem para os objetivos da organização, definição de processos e medidas com características inadequadas para o controle estatístico.
- A verificação de que os requisitos mínimos para se iniciar melhoria em busca de alta maturidade são satisfeitos.
- Redução do escopo da análise ao longo da abordagem reduzindo o esforço.
- Maior objetividade na seleção e priorização dos processos por meio da análise quantitativa dos indicadores.

### 8.3 Limitações

Algumas limitações foram identificadas durante o desenvolvimento desta abordagem e da execução dos estudos de viabilidade. Entre estas limitações destacam-se:

- Algumas atividades foram realizadas pela própria autora da abordagem proposta. Isto pode ter gerado algum tipo de viés, mas que foram minimizados pela participação de representantes do grupo de processos da organização, que corroboraram com os resultados do estudo.
- O estudo de viabilidade limitou-se a apenas duas organizações. A execução da abordagem em outros contextos é importante para avaliar a generalidade da abordagem proposta.
- A escala utilizada para analisar a adequação dos processos e medidas foi arbitrada e, deve ser ajustada, após a construção dos gráficos de controle ou outras análises estatísticas com as medidas selecionadas.

## 8.4 Perspectivas futuras

A partir da utilização da abordagem proposta em outras organizações será possível aprofundar na análise da abordagem proposta na dissertação para evoluí-la de forma a torná-la mais efetiva.

Também espera-se que a abordagem seja expandida para apoiar a identificação da relação de causa e efeito dos fatores críticos identificados, orientando a aplicação de melhorias nos processos visando o controle estatístico.

Outra perspectiva de evolução relativa ao apoio ferramental diz respeito à coleta dos dados. Espera-se que este ferramental evolua de forma a facilitar a coleta dos dados, diminuindo assim o tempo de preenchimento pelos especialistas e a análise dos resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, H.V., 2004, *PEPP: Processo de Software para Empresas de Pequeno Porte Baseado no Modelo CMMI*, Graduação, Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras.
- AKAO, Y., MIZUNO, S., 1994, *QFD: The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment*, Asian Productivity Organization.
- BALDASSARE, M. T., BOFFOLI N., CAIVANO D., VISAGGIO G., 2005, “Improving Dynamic Calibration through Statistical Process Control”, *21st IEEE International Conference on Software Maintenance*, Budapest, Hungary, Setembro, pp. 273-282.
- BARCELLOS, M. P., 2008, *Uma Abordagem para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade*, Engenharia de Sistemas de Computação Rio de Janeiro", Exame de Qualificação, PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BARRETO, A. S., MURTA, L. G. P., ROCHA, A. R., 2009, “Componentizando Processos Legados de Software Visando a Reutilização de Processos”, *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto – MG, Junho.
- BASILI, V. R., ROMBACH, H. D., 1994, *Goal Question Metric Paradigm*, Encyclopedia of Software Engineering, John Wiley & Sons.
- BERK, S., 2000, *Quality Management for the Technology Sector*, Butterworth-Heinemann.
- BORIA, J., 2007, “What's wrong with my maturity level 4?”, Comunicação pessoal.
- BREYFOGLE, F. W., 1992, *Statistical Methods for Testing, Development and Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc.
- BRUSSE, WARREN, 2004 , *Statistics for Six Sigma Made Easy*, McGraw-Hill, New York.
- CAMPOS, F. B., CONTE, T. U., KATIURAYAMA, A. E., ROCHA, A. R. C., 2007, “Gerência Quantitativa para o Processo de Desenvolvimento de Requisitos”, *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Porto de Galinhas – PE, Junho, pp. 125-140.
- CANGUSSU, J. W., DECARLO, R. A., MATHUR, A. P., 2003, “Monitoring the Software Test Process Using Statistical Process Control: A Logarithmic Approach”, *Proceedings of the 9th European Software Engineering Conference*, pp. 158-167.
- CARD, D. N., DAVIES G., DOMZALSKY K., 2008, “Making Statistics Part of Decision Making in an Engineering Organization”, *IEEE Software*, Junho, pp.37-47.
- CERDEIRAL, C., MENDES, S., SANTOS, G., MONTONI, M., PINTO, R., ROCHA, R. C., 2007, “Uma Abordagem para o Controle Estatístico do Processo e Gerência



- Quantitativa de Projetos”, *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Porto de Galinhas – PE, Junho, pp.293-308.
- CHRISSIS, M. B., KONRAD, M., SHRUM, S., 2006, CMMI (Second Edition): *Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, Addison Wesley Professional.
- CONTE, T. U., 2009, *Técnica de inspeção de usabilidade baseada em perspectivas de projeto Web*, Dissertação de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- DAVENPORT, T. H., 1993, *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business Press.
- DAVENPORT, T. H., SHORT, J. E., 1990, *The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign*, Cambridge, Mass.: Center for Information Systems Research, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- FASTING, S., GISVOLD, S. E., 2003, “Statistical Process Control Methods Allow the Analysis and Improvement of Anesthesia Care”, *Canadian Journal of Anesthesia*, nº 50, pp. 767-774.
- FENTON, N. E., PFLEEGER, S. L., 1997, *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*, PWS Publishing Company.
- FLORAC, A., CARLETON, A. D., 1999, *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*, Addison-Wesley.
- GOH, T. N., XIE, M., XIE, W., 1998, “Prioritizing Process in Initial Implementation of Statistical Process Control”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Volume 45, Issue 1, pp. 66-72.
- GUPTA, U. G., CLARKE, R. E., 1996, “Theory and Applications of the Delphi Technique: A Bibliography”, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 53, pp.185-211.
- HAMMER, H., CHAMPY, J., 1993, *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution*, HarperBusiness Essentials.
- HAMMER, M., 2001, *The Agenda: What Every Business Must Do to Dominate the Decade*, Crown Business.
- HARMON, P., 2003, *Business Process Change: A manager’s guide to improving, redesigning and automating processes*, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- HARRINGTON, J. H., 1991, *Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*, McGraw-Hill Professional.

- HRADESKY, J. L., 1988, *Productivity and quality improvement: a practical guide to implementing statistical process control*, McGraw-Hill.
- HUMPHREY, W.S., 1989, *Managing the Software Process*, Addison-Wesley.
- ISO/IEC, ISO/IEC 15504-2003, 2003, "Information Technology – Software Process Assessment", *International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission*, Geneva, Switzerland.
- ISO/IEC, 2008, "12207: System and Software Engineering – Software Life Cycle Processes".
- ISO/IEC 12207, 2008, "System and software engineering – Software life cycle processes", *The International Organization for the Standardization and the International Electrotechnical Commission*, v. ISO/IEC 12207.
- ISO/IEC 12207/AMD1, 2002, "Information Technology – Amendment 1 to ISO/IEC 12207", *The International Organization for the Standardization and the International Electrotechnical Commission*, v. ISO/IEC12207: Amd1.
- ISO/IEC 12207/AMD2, 2004, "Information Technology – Amendment 2 to ISO/IEC 12207", *The International Organization for the Standardization and the International Electrotechnical Commission*, v. ISO/IEC12207: Amd2.
- ISO/IEC 15504, 2002, "15504: Information Technology – Process Assessment. Part 1 – Concepts and vocabulary; part 2 – Performing an assessment; part 3 – Guidance on performing an assessment; part 4 – Guidance on use for process improvement and process capability determination; and part 5 – An exemplar process assessment model."
- JALOTE, P., SAXENA, A., 2002, "Optimum Control Limits for Employing Statistical Process Control in Software Process", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Volume 28, Issue 12, pp. 1126-1134.
- JURAN, J. M., 1992, *Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services*, Free Press.
- KITCHENHAM, B., KUTAY, C., JEFFERY, R., CONNAUGHTON, C., 2006, "Lessons Learnet from the Analysis of Large-scale Corporate Databases", *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering – ICSE'06*, Shangai, China, pp. 439444.
- LANTZY, M. A., 1992, "Application of Statistical Process Control to the Software Process", *Proceedings of the 9th Washington Ada Symposium on Empowering Software Users and Developers*, ACM Press, Virginia, United States, pp. 113-123.

- MAFRA, S. N., TRAVASSOS, G. H., 2006, “Estudos Primários e Secundários apoiando a busca por Evidência em Engenharia de Software”, Relatório Técnico *ES687/06*, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- MARTINO, J. P., 1993, *Technological forecasting for decision making*, New York: MC Graw-Hill Inc.
- MONTGOMERY, D. C., 2004, *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons.
- MONTONI, M., KALINOWISKI, M., LUPO, P. ABRANTES, J. F., FERREIRA, A. I. F., ROCHA, A. R., 2007, “Uma Metodologia para Desenvolvimento de Modelos de Desempenho de Processos para Gerência Quantitativa de Projetos de Software”, *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Porto de Galinhas – PE, Junho, pp.325-340.
- OWEN, M., 1989, *SPC and Continuous Improvement*, Springer Verlag.
- PAULK, M. C., et al *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1995
- PUTNAM, L., MYERS, W., 2003, *Five Core Metrics: The Intelligence Behind Successful Software Management*, Dorset House Publishing.
- SAATY, T. L., VARGAS, L. G., 2006, *Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks*, Springer.
- SARGUT, K. U., DEMIRORS, O., 2006, “Utilization of Statistical Process Control (SPC) in Emergent Software Organizations: Pitfalls and Suggestions”, *Software Quality Journal*, pp. 135-157.
- SHEWART, W. A., 1980, *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, ASQ PR
- SHULL, F., TRAVASSOS, G. J., 2001, “An Empirical Methodology for Introducing Software Processes”, *Proceedings of the Joint 8<sup>th</sup> European Software Engineering Conference (ESEC)*, Vienna, pp 288-196.
- SIVIY, J., PENN, M. L., HARPER, E., 2005, “Relationship Between CMMI and Six Sigma”; Technical Note, CMU/SEI-2005-TN-005.
- SOFTTEX, 2009, “MPS.BR: Melhoria de Processo do Software Brasileiro”, Guia Geral v. 1.2, Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr>.
- SW-CMM, 1997, "Capability Maturity Model for Software", <http://www.sei.cmu.edu/>.
- STAMATIS, D. H., 2003, *Six Sigma and Beyond: Design for Six Sigma*, CRC Press.
- TARHAN, A., DEMIRORS, O., 2006, “Investigating Suitability of Software Process and Metrics for Statistical Process Control”, *Lectures Notes in Computer Science*, Volume 4257/2006, pp. 88-99.

- TONG, J. P. C., TSUNG, F., YEN, B. P. C., 2004, "A DMAIC Approach to Printed Board Quality Improvement", *International Journal ManufTechnol*, Volume 23, pp. 523-531.
- WANG, Q., GOU, L., JIANG, N., CHE, M., ZHANG, R., YANG, Y., LI, M., 2007, "An Empirical Study on Establishing Quantitative Management Model for Testing Process", *Lectures Notes in Computer Science*, Volume 4470/2007, pp. 233-245.
- WANG, Q., JIANG, N., GOU, L., LIU, X., LI, M., WANG, Y., 2006, "BSR: A Statistical-Based Approach for Establishing and Refining Software Process Performance Baseline", *International Conference on Software Engineering – ICSE'06*, Shanghai, China, pp. 585-594.
- WHEELER, D. J., CHAMBERS, D. S., 1992, *Understanding Statistical Process Control*, 2nd ed. Knoxville, SPC Press.
- WHEELER, D. J., POLING, R. S., 1998, *Building Continual Improvement: A Guide for Business*, SPC Press.
- WHELLER, E. F., 2000, "Practical Applications of Statistical Process Control", *IEEE Software*, Volume 17, Issue 3, pp. 48-55.
- WOUNDENBERG, F., 1991, "An evaluation of Delphi", *Tecnological Forecasting and Social Hange*, New York, v. 40, n. 2, pp. 131-150, 1991.
- XIE, M., GOH, N. T., 1995, "Prioritizing Processes for Better Implementation of Statistical Process Control Techniques", *IEEE Engineering Management Conference*, Singapore, June, pp.260-263.

# ANEXO I – FORMULÁRIOS DA ABORDAGEM “SELEÇÃO DE PROCESSOS DE SOFTWARE PARA CONTROLE ESTATÍSTICO”

*Este anexo apresenta os formulários definidos para esta abordagem. Para facilitar o preenchimento das informações e o cálculo dos índices, foram elaborados formulários em Excel, que foram utilizados ao longo da execução do estudo de viabilidade detalhado no capítulo 5. Os formulários apresentados aqui já estão com as melhorias identificadas ao longo da execução do estudo de viabilidade.*

## I.1 “Seleção e Priorização dos Processos Críticos para a Organização”

### I.1.1 “Laudo Individual para Seleção de Processos”

Dados do Participante e da Organização

Organização:	
Nome:	Data:

Funções Exercidas (Devem ser listadas todas as funções exercidas pelo participante e definidas no processo)

Quantidade de Projetos executando o processo atua (indica o quanto experientes é o participante)

- ( ) 1 projeto
- ( ) 2 projetos
- ( ) mais de 3 projetos

Instruções de Preenchimento da Matriz de Necessidades

#### 1. Processos relacionados aos objetivos

Na linha de cima ao lado do objetivo devem ser selecionados TODOS os processos que possuem relação com o objetivo em questão.

- 5 - Atende à sua necessidade completamente
- 4 - Atende bem à sua necessidade
- 3 - Atende em parte à sua necessidade
- 2 - Atende um pouco à sua necessidade
- 1 - Atende muito pouco à sua necessidade
- 0 - Não afeta em nada a sua necessidade

#### 2. Lista de Necessidades

A primeira coluna se refere à lista de necessidades para que o objetivo especificado possa ser alcançado com sucesso. Se a sua necessidade não estiver associada a nenhum processo definido, deixe o processo e, branco, mas não

deixe de registrar a sua necessidade.

Avalie estas necessidades segundo sua importância a de maior grau é o 5 e a de menor grau é o 1.

5- É uma necessidade crítica.

4- É uma necessidade muito importante

3- É uma necessidade altamente desejada

2 - É uma necessidade classificada como "seria bom se tivesse"

1- É uma necessidade somente se for fácil de se resolver

3. Grau de confiabilidade na resposta

Para cada peso dado (prioridade da necessidade ou matriz necessidade e processo), um grau de confiabilidade deve ser atribuído.

3- Alta - absoluta certeza na resposta

2-Média - acredita que a resposta está certa

1- Baixa- não tem certeza se a resposta é esta

### Instruções de Preenchimento da Matriz de Problemas

#### 1. Lista de Problemas

A primeira coluna se refere à lista de problemas que podem fazer com que objetivo especificado NÃO seja alcançado.

Avalie estes problemas segundo sua importância a de maior grau é o 5 e a de menor grau é o 1.

5- É um problema crítico

4- É um problema muito importante

3- É um problema de importância média

2 - É um problema menor

1- É discutível se é realmente um problema

#### 1. Matriz processos x problemas

Relacione a intensidade do relacionamento entre o processo e o problema levantado. Se o seu problema não estiver relacionado aos processos listados, deixe o processo em branco.

A matriz processo e problema deve ser preenchida com a seguinte escala:

5 - Resolve o problema completamente

4 - Resolve bem o problema

3 - Resolve o problema de forma satisfatória

2 - Resolve parte do problema

1 - Resolve pouco o problema

0 - Não resolve o problema

### Descrição dos Processos da Organização

Macro-Processo: xxxx	
Processo: xxxx	
	SubProcessos:

Objetivo 1	Quais processos são necessários para o alcance deste objetivo?		<processo 1..>		<processo ..n>	
	Qual a importância da necessidade?	Qual a confiança na sua resposta?	Quanto que o processo está definido para resolver a necessidade?	Qual a confiança na resposta?	Quanto que o processo está definido para resolver a necessidade?	Qual a confiança na resposta?
<necessidade 1...>			0		0	
<necessidade ..n>			0		0	

Total Individual			0		0	
------------------	--	--	---	--	---	--

Preencha breve justificativa quando o campo retornar marcado em vermelho

Objetivo 1	Quais processos que podem contribuir para o fracasso deste objetivo?		<processo 1..>		<processo ..n>	
	Qual é a importância do problema?	Qual a confiança na resposta?	Quanto que o processo está definido para resolver o problema identificado?	Qual a confiança na resposta?	Quanto que o processo está definido para resolver o problema identificado?	Qual a confiança na resposta?
<problema 1...>			0		0	
<problema...n>			0		0	

Total Individual			0		0	
------------------	--	--	---	--	---	--

Preencha breve justificativa quando o campo retornar marcado em vermelho

I.1.2 “Relatório de Seleção de Processos Consolidado”

Objetivo 1	Processos	<processo 1..>		<processo ..n>	
Especialistas	Peso Experiência do Especialista	Peso Individual	Peso do Especialista no Processo	Peso Individual	Peso do Especialista no Processo
<especialista 1..>		0		0	
<especialista ..n>		0		0	

Valor da Importância Grupo	-	0		0	
Percentual de Consenso					
%Importância (II)					
Mínimo					
Quartil					
Mediana					
3° Quartil					
Maximo					
Prioridade					

Objetivo 1	Processos	<processo 1..>		<processo ..n>	
Especialistas	Peso Experiência do Especialista	Peso Individual	Peso do Especialista no Processo	Peso Individual	Peso do Especialista no Processo
		0		0	
		0		0	

Valor da Importância Grupo	-	0		0	
Percentual de Consenso					
%Disfunção (II)					
Mínimo					
Quartil					
Mediana					
3° Quartil					
Maximo					
Prioridade					



### I.1.3 “Relatório Final de Seleção dos Processos por Objetivos”

Organização:

Responsável:	Data:
--------------	-------

Análise da Consolidação Parcial pelo Grupo Responsável

--

Objetivo 1:

Índice de Importância (II):	
Índice de Disfunção (ID):	
Total de Processos:	
Total de Necessidades:	Total de Problemas:

Processos *	Índice de Importância (II)	Necessidades Levantadas
<processo 1..>		
<processo ..n>		

\*Ordem Decrescente de Importância

Justificativas dos Participantes – Necessidades

--

Lista de Necessidades não associadas a processos

--

Processos*	Índice de Disfunção (ID)	Problemas Identificados
<processo 1..>		
<processo ..n>		

\*Ordem Decrescente de Importância

Justificativas dos Participantes – Problemas

--

Lista de Problemas não associados a processos

--

### I.1.4 “Relatório Final Lista de Processos Críticos e Priorizados”

Organização:	
Responsável:	Data:
Total de Processos na Organização:	
Total de Processos Críticos:	

Análise da Consolidação Final pelo Grupo Responsável

--

Análise da Inclusão e/ou Exclusões de Processos

--

Lista de Processos Críticos*	Índice de Importância (II)	Índice de Disfunção (ID)	Índice de Criticidade (IC)
<processo 1..>			
<processo ..n>			

\* por ordem de criticidade (IC)

## I.2 “Análise da Adequação para o Controle Estatístico”

### I.2.1 “Checklist de Adequação”

Organização:			
Responsável:		Data:	
Processo:			
Questão		Resposta	
1. Possui o tamanho necessário para que seja possível a tomada de decisão ao longo do processo?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
2. Compõe o ciclo de vida definido para os projetos?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
3. Sua relação com outros processos está definida?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
4. Faz parte do caminho crítico dos projetos?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
5. É executado de forma aderente ao processo definido ao longo das suas iterações?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
6. As melhorias e ajustes aplicados ao processo, durante o período a ser considerado pelos gráficos de controle, interferiram na forma de execução do processo definido?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S	N
Índice de Adequação:			

Análise da Adequação do Processo

## I.2.2 “Checklist de Usabilidade das Métricas”

Organização:			
Responsável:		Data:	
Processo:			
Índice de Adequação das Métricas do Processo (IM):			
Medida:			
Índice de Adequação das Métricas da Medida (IM):			
Questão	Resposta		
1. A definição operacional da medida é correta e satisfatória?	Sim		Não
2. Qual é o tipo de escala utilizado? (nominal, ordinal, intervalo, racional, absoluto)	Racional ou absoluto		Outros
3. Se a medida é passível de normalização, ela está correta?* Se não for passível de normalização responda sim	Sim		Não
Critério: Existência de Dados Peso: 1/10			
Questão	Resposta		
4. Existem dados coletados?	>20	x	<20
5. Não existem dados perdidos para a medida ou a quantidade de dados perdidos é irrelevante?	Sim		Não
Critério: Validade Peso: 1/20			
Questão	Resposta		
6. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas no mesmo momento definido?	Sim		Não
7. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas pelos responsáveis definidos?	Sim		Não
8. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram registradas da mesma forma definida?	Sim		Não
9. Todas as medidas, inclusive as correlatas, foram armazenadas no mesmo lugar definido?	Sim		Não
Critério: Dependência Peso: 1/40			
Questão	Resposta		
10. As frequências das gerações dos dados, coleta e armazenamento são iguais?	Sim		Não
11. As medidas estão armazenadas de forma precisa?	Sim		Não
12. As medidas foram coletadas para um fim específico?	Sim		Não

13. O propósito da coleta dos dados é conhecido por todos os participantes do processo?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não
14. As métricas foram analisadas e reportadas?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não
15. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos participantes do processo?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não
16. A análise das métricas foi reportada e comunicada aos gerentes?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não
17. Os resultados da análise da medida são úteis à melhoria de processo?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não
Critério: Apoio a tomada de Decisão Peso: 1/5			
18. O resultado da análise das métricas é utilizado como base para tomadas de decisão ao longo do processo?		<input type="checkbox"/>	
	Sim		Não

Análise da Adequação da Medida			

### I.2.3 “Relatório de Análise da Adequação Final”

Organização:

Responsável:	Data:
Total de Processos na Organização:	
Total de Processos Críticos:	
Total de Processos Adequados:	
Total de Processos com Medidas Adequadas:	

Análise da Consolidação Final pelo Grupo Responsável

--

Análise da Inclusão e/ou Exclusões de Processos

--

Lista de Processos Críticos*	Índice de Criticidade (IC)	Índice de Adequação Final (IAF)	Análise Final
<processo 1..>			
<processo ..n>			

\* por ordem de Adequação Final (IAF)

### I.3 “Seleção e Priorização dos Processos Adequados ao Controle Estatístico”

#### I.3.1 “Relatório de Análise e Decisão Final”

Organização:	
Responsável:	Data:
Decisores	
Nome:	Papel:
Nome:	Papel:
Nome:	Papel:

Restrições da Organização

Premissas da Organização

\* Para cada alternativa descreva os seguintes itens

1ª - Alternativa Proposta	
Processos críticos que serão submetidos ao controle estatístico:	
Processos críticos que terão ajustes de não-conformidades:	
<nome do processo>	<esboço do plano de ação>
<nome do processo>	<esboço do plano de ação>
Vantagens/Desvantagens	
Restrições	

Riscos Identificados

--

Alternativa Seleccionada

--

Motivo de não ter seleccionado as outras alternativas

--