

<b>INFORMAÇÃO NECESSÁRIA</b>	<b>FONTES DA INFORMAÇÃO</b>
Processo de medição institucionalizado	Gerentes de Projeto e Grupo de Processos
Repositório Organizacional de Medidas	Gerentes de Projeto e Grupo de Processos Análise do Repositório Organizacional de Medidas
Procedimentos de coleta de medidas associadas a retrabalho	Gerentes de Projeto e Grupo de Processos Repositório Organizacional de Medidas Referências Teóricas (PFLEEGER, 2001) e (ROYCE, 1998)
Processo de desenvolvimento estável	Gerentes de Projeto e Grupo de Processos Análise do conjunto dos processos padrões da empresa. Repositório Organizacional de Medidas Referências Teóricas (WHEELER, 1992) e (FLORAC; CARLETON, 1999)
Relação entre o esforço do projeto e o esforço gasto com retrabalho	Gerentes de Projeto e Grupo de Processos Repositório Organizacional de Medidas Referências Teóricas (WHEELER, 1992), (FLORAC; CARLETON, 1999) e (MAXWELL, 2002)

**Quadro 3-1. Fontes de Informação. Fonte: o Autor.**

### **3.6 Fase de Avaliação**

Para a condução da Fase de Avaliação deste estudo foram definidas duas atividades principais:

- (i) Aplicar Processo Proposto,
- (ii) Discutir Resultados.

Estas atividades estão descritas nas seções a seguir.

#### **3.6.1 Aplicar Processo Proposto**

Com base nos resultados obtidos na execução da Fase de Pesquisa deste estudo se faz necessário a análise do processo proposto e o seu refinamento se necessário.

Esta etapa se processará na forma de aplicação do processo proposto de forma a gerar um modelo de desempenho estatístico para previsibilidade de retrabalho em uma nova instância do processo.

O objetivo desta fase da pesquisa é avaliar se o processo proposto por essa dissertação auxilia na estimativa de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software. Este modelo pode ser refinado sempre que necessário durante o estudo, de forma a considerar também os resultados obtidos após a execução de uma nova instância do processo aplicando o modelo de desempenho gerado e a identificação de melhores práticas de execução do processo.

Esta atividade poderá ser realizada de forma recursiva com a etapa de construção do processo proposto conforme Figura 3-2.

Os resultados do estudo estão apresentados no capítulo 5 desta dissertação.

### **3.6.2 Discutir Resultados**

Esta etapa preferencialmente é composta por discussões a respeito dos dados obtidos, onde a interpretação dos resultados é alcançada. Nestas discussões pode haver a participação de especialistas, participantes e pesquisadores, mas esta participação não é obrigatória. A análise e interpretação podem ser realizadas com base nos dados obtidos e contribuições teóricas (THIOLLENT, 2003).

A discussão dos resultados tem o objetivo de finalização das atividades desta pesquisa e está apresentada no capítulo 4 com o desenvolvimento da pesquisa onde foi descrito o processo proposto por esse estudo e posteriormente no capítulo 5 onde foram descritas as descobertas após a aplicação do processo proposto na empresa estudada.

### **3.7 Considerações sobre o capítulo**

Neste capítulo foram apresentados alguns conceitos sobre Metodologia de Pesquisa. É apresentada a caracterização da pesquisa, bem como a estratégia de pesquisa que define as etapas da realização da pesquisa e as fases seguidas na condução dos estudos para o alcance dos objetivos.

O capítulo seguinte apresenta o desenvolvimento da pesquisa, realizada com base na metodologia definida e nas etapas descritas neste capítulo.

## **CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

Este capítulo apresenta o desenvolvimento da pesquisa realizado com base na estratégia definida no capítulo anterior. As etapas planejadas foram executadas de modo a apoiar a investigação principal desta dissertação que é analisar se é possível prever o esforço de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software observando o comportamento do seu processo de forma a apoiar suas estimativas de custo e prazo.

### **4.1 Pesquisa Exploratória**

Durante a fase de Revisão da Literatura deste estudo, algumas questões secundárias foram identificadas:

- a- Qual o cenário de definição e medição de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software?
- b- É possível prever o esforço de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software que não tenham um processo de medição implantado?

Para responder a estas perguntas e definir o escopo desta dissertação foi realizada uma Pesquisa Exploratória, que ocorreu entre os dias 07 e 23 de Julho de 2010, cujo detalhamento será apresentado nas seções seguintes.

#### **4.1.1 Organização da Pesquisa Exploratória**

Segundo GIL (2002), a Pesquisa Exploratória “tem a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores”. Este tipo de pesquisa geralmente é feita com uma amostra pequena, auxiliando o pesquisador a formular problemas mais precisos e escolher técnicas que mais se encaixem com seus objetivos de estudo.

As etapas executadas na condução da pesquisa exploratória são apresentadas na Figura 4-1.

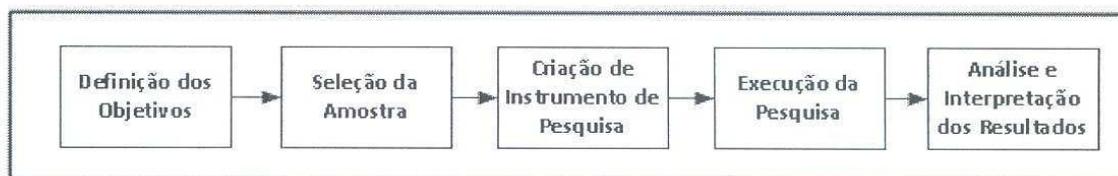


Figura 4-1. Etapas da Pesquisa Exploratória. Adaptado de (GIL, 2002)

Definição dos objetivos da pesquisa: Os objetivos da pesquisa foram definidos considerando o uso dos resultados alcançados pela pesquisa na delimitação do escopo desta dissertação. Foi definido então como objetivo principal da pesquisa exploratória: **Entender o cenário de definição e medição de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software.**

Seleção da amostra: A amostra selecionada foi constituída de **9 empresas desenvolvedoras de software**, sendo 7 destas empresas com área de atuação em desenvolvimento de Produto de Software e 2 destas empresas atuando como Fábrica de Software. As empresas presentes na amostra se encontravam em implantação de nível G de MPS.BR, onde as áreas abordadas são Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos (SOFTEX, 2011a).

Criação de instrumento de pesquisa: Foi definido um instrumento inicial de pesquisa com objetivo de possibilitar o início da condução de entrevista semiestruturada. Este instrumento foi composto por cinco perguntas:

- P1: “Existe algum tipo de retrabalho no processo de desenvolvimento?”
- P2: “Como retrabalho é definido?” (*Caso a resposta da P1 fosse “sim”*). Caso a resposta de P1 fosse “não”, a entrevista seria encerrada.
- P3: “O retrabalho é medido de alguma forma?”
- P4: “É possível quantificar o retrabalho medido?” (*Caso a resposta da P3 fosse “sim”*)
- P5: “Como o esforço com retrabalho poderia ser reduzido?” (*Caso a resposta da P1 fosse “sim”*)

Execução da pesquisa: A pesquisa foi executada com os gerentes de projeto das empresas constituintes da amostra selecionada. Foram entrevistados 9 gerentes de projeto com o auxílio do instrumento inicial de pesquisa e foram coletadas as informações para análise posterior dos resultados.

#### **4.1.2 Resultados da Pesquisa Exploratória**

Os resultados obtidos com a Pesquisa Exploratória, desenvolvida com nove empresas de pequeno porte desenvolvedoras de software em processo de implantação do modelo MPS nível G, foram de fundamental importância para a delimitação do escopo desta dissertação.

Foi utilizado um instrumento inicial de pesquisa composto por cinco perguntas, como apoio à condução de entrevistas semiestruturadas. Os resultados obtidos serão apresentados a seguir:

P1: “Existe algum tipo de retrabalho no processo de desenvolvimento?”

O objetivo desta pergunta era identificar o quanto o retrabalho está presente na realidade das empresas desenvolvedoras de software.

A Figura 4-2, apresenta que 100% das empresas entrevistadas afirmam que existe retrabalho em seu processo de desenvolvimento. Estes números refletem que existe um universo a ser explorado neste campo de estudo.



Figura 4-2. Existência de Retrabalho nas Empresas Entrevistadas. Fonte: O Autor.

#### P2: “Como retrabalho é definido?”

Esta pergunta foi realizada apenas para as empresas que responderam afirmativamente a pergunta anterior: *P1: “Existe algum tipo de retrabalho no processo de desenvolvimento?”*, neste caso as nove empresas foram questionadas.

O objetivo desta pergunta era entender a definição de retrabalho para as empresas entrevistadas, visto que, a literatura apresenta diversos conceitos conforme Quadro 2-8, apresentado na seção 2.4 deste documento.

Apesar desta pergunta, questionar de forma aberta o conceito de retrabalho, foi possível após a análise das respostas identificar um padrão de 3 respostas. As respostas caracterizaram retrabalho como: Correção de *bugs* (defeitos), Mudanças de Requisitos e Ambos (Correção de Bugs e Mudanças de Requisitos).

A Figura 4-3, apresenta os resultados obtidos com essa pergunta.

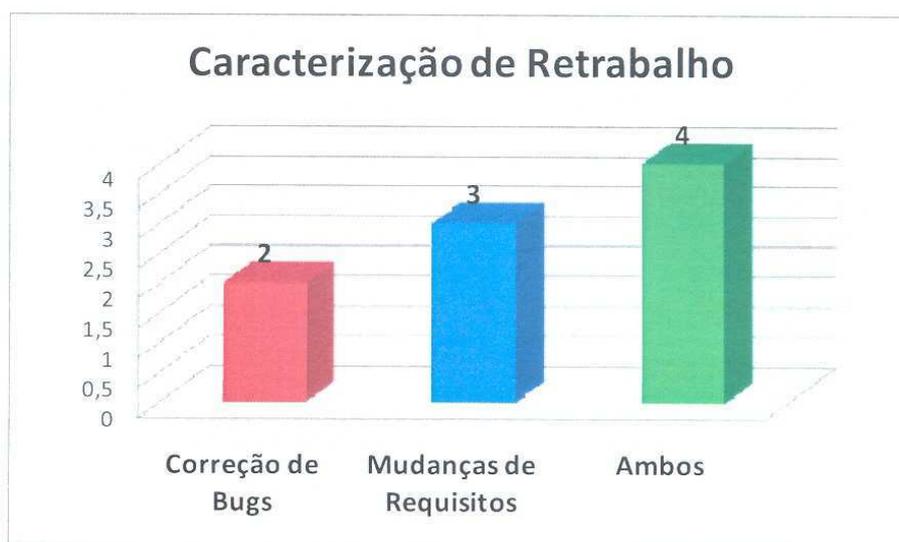


Figura 4-3: Caracterização de Retrabalho. Fonte: o Autor.

Conforme a Figura 4-3, duas das nove empresas entrevistadas, responderam que retrabalho para elas é corrigir *bugs* (defeitos) representando 22,2% da amostra. Das nove empresas entrevistadas, três delas responderam que retrabalho é caracterizado como mudanças de requisitos, representando 33,3% da amostra. Enquanto 44,5% das empresas, ou seja, quatro das nove empresas entrevistadas caracterizam retrabalho como sendo correção de *bugs* (defeitos) além de mudanças de requisitos.

Outra análise feita com os dados desta pergunta foi o cruzamento das informações de tipo das empresas com a caracterização de retrabalho. O seguinte resultado foi obtido:

- As duas empresas que responderam “Correção de Bugs”, como sendo a caracterização de retrabalho, são empresas desenvolvedoras de Produto de Software.
- Das três empresas que responderam “Mudanças de Requisitos”, como sendo retrabalho para elas, duas são empresas desenvolvedoras de Produto de Software e uma empresa é Fábrica de Software.
- E das empresas que caracterizam retrabalho como sendo “Ambos”, mudanças de requisitos e correção de *bugs*, três empresas são desenvolvedoras de Produto de Software e uma é Fábrica de Software.

Foi possível perceber, com a análise dos resultados desta pergunta, que as empresas desenvolvedoras de Produto de Software estão muito preocupadas com a

correção dos defeitos em suas versões. Muitas vezes, pela própria característica de empresas de produto, não existe um cliente externo fornecendo requisitos. Os requisitos destes produtos, na maioria das demandas, são definidos internamente para atender necessidades do mercado, sendo mais estáveis e menos suscetíveis a mudanças, embora elas aconteçam.

Já as empresas do tipo Fábrica de Software, tipicamente desenvolvem software sob demanda, ou seja, para atender os requisitos fornecidos por um cliente. Esta característica aumenta a volatilidade dos requisitos e as mudanças ocorrem com mais frequência.

Após a análise destes resultados foi possível identificar a definição de retrabalho que seria adotada por esta dissertação, visto que o conceito é apresentado de diferentes formas na literatura, conforme Quadro 2-8, apresentado na seção 2.4 deste documento.

O conceito que mais se assemelha com os objetivos deste estudo é apresentado por Royce (1998), que diz: “Retrabalho é definido como o custo das alterações, que inclui o esforço de analisar, resolver e re-testar as mudanças aplicadas às baselines do software”.

Considerou-se, para efeito deste trabalho, que correção de *bugs* (defeitos) e mudanças de requisitos são tipos de solicitações de mudanças de software conforme Quadro 2-9, apresentado na seção 2.4 deste documento.

### P3: “O retrabalho é medido de alguma forma?”

Com essa pergunta buscou-se entender o cenário de medição de retrabalho nas empresas entrevistadas, visto que são empresas em implantação do nível G do modelo MPS, onde não existe a obrigatoriedade de um processo de medição institucionalizado.

Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 4-4.

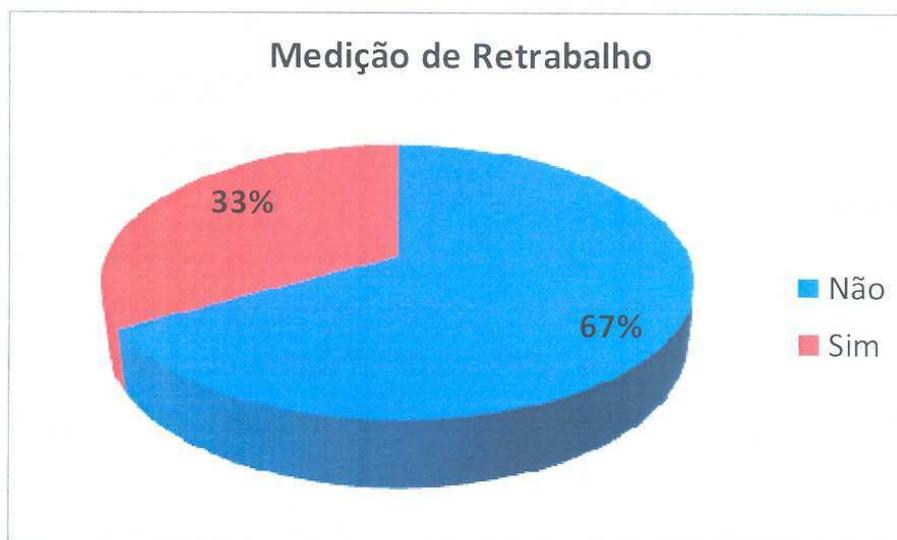


Figura 4-4. Medição de Retrabalho. Fonte: o Autor.

Os resultados obtidos demonstram que 67% das empresas entrevistadas não medem retrabalho e 33% das empresas, ou seja, três das nove empresas, medem. Este resultado vem ao encontro da característica do nível G do modelo MPS (SOFTEX, 2011a), que não prevê a medição neste nível de maturidade.

Utilizando-se do recurso da entrevista semiestruturada, para as empresas que responderam que efetuavam a medição, foi pedido uma explicação de como esse processo era executado. O resultado obtido foi:

- Duas das empresas responderam que medem a quantidade de bugs corrigidos diariamente.
- Uma das empresas respondeu que reabre a atividade e faz o apontamento das horas excedentes.

Fazendo-se o cruzamento das empresas que responderam que medem retrabalho com a classificação do tipo de empresa, observou-se que as três empresas são desenvolvedoras de Produto de Software.

Com o resultado desta pergunta, pode-se identificar a forte característica das empresas desenvolvedoras de Produto de Software, na preocupação com a quantidade de defeitos em seus produtos, bem mais do que com o esforço gasto na sua correção.

Esta descoberta propiciou a delimitação do escopo desta dissertação em estudar empresas que possuam um processo de medição institucionalizado, independentemente do seu tamanho. A medição se inicia no nível F de maturidade no modelo MPS (SOFTEX, 2011a) e no nível 2 de maturidade no modelo CMMI

(SEI, 2010). As empresas presentes na amostra se encontram abaixo destes níveis, o que não impossibilita, mas limita a aplicação dos estudos desta dissertação.

P4: “É possível quantificar o retrabalho medido?”

Esta pergunta foi realizada apenas para empresas que responderam afirmativamente na pergunta anterior P3: “O retrabalho é medido de alguma forma?”. Foram entrevistadas três empresas que confirmaram medir retrabalho, sendo essas três empresas desenvolvedoras de Produto de Software.

O objetivo desta pergunta era identificar se as empresas tinham algum padrão de comportamento de retrabalho percebido através das medições que realizam.

As respostas obtidas para cada uma das empresas estão apresentadas no Quadro 4-1.

EMPRESA	RESPOSTA OBTIDA
E1	“Para projetos antigos gastamos 15% do esforço total do projeto em retrabalho e para os projetos novos (após a implantação do MPS), estamos gastando 10%.”
E2	“Começamos a medir a quantidade de <i>bugs</i> , mas ainda não sabemos quanto representa.”
E3	“Baixou nos últimos 6 meses (após a implantação do MPS) de 10 para 2 <i>bugs</i> por dia”.

**Quadro 4-1. Quantificação de retrabalho. Fonte: o Autor.**

Os resultados desta pergunta demonstram que, após a implantação do modelo MPS, com um novo processo sendo executado na empresa, o retrabalho está menor do ponto de vista das empresas que efetuam a medição deste processo.

Apesar de esta amostra estar limitada por se tratar apenas de 22,2% das empresas entrevistadas, esse resultado vai ao encontro do trabalho de Travassos e Kalinowski (2009), que dizem que a implantação de novos processos aumenta a qualidade do produto final, reduzindo a quantidade de defeitos e, conseqüentemente, a quantidade de retrabalho.

Em virtude deste resultado, o escopo da pesquisa foi delimitado em empresas que possuam processos institucionalizados, para que seja possível o estabelecimento de um padrão de comportamento a respeito do retrabalho.

Quando o comportamento de um processo é repetível, se torna possível controlá-lo, fazendo com que se comporte de forma previsível (FLORAC; PARK; CARLETON, 1997).

P5: “Como o esforço com retrabalho poderia ser reduzido?”

Esta última pergunta foi realizada para todas que responderam afirmativamente à pergunta P1: “*Existe algum tipo de retrabalho no processo de desenvolvimento?*”. Na demanda desta pesquisa, as nove empresas foram questionadas.

O objetivo desta pergunta era identificar possíveis soluções para redução do retrabalho, do ponto de vista das empresas entrevistadas. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 4-2.

EMPRESA	RESPOSTA OBTIDA
E1	“Percebi que reduziu muito com a implantação do processo.”
E2	“Nós percebemos que reduziu muito com a implementação do MPS.BR”.
E3	“A cada cliente novo, eu aumento suporte e problemas, sei que preciso melhorar e acho que o processo institucionalizado ajudará”.
E4	“Nós deixamos no cronograma 10% de tempo para tratamento de mudanças e está sendo suficiente”.
E5	“Nós temos pouco retrabalho, pois evitamos mudanças na especificação.”
E6	“Nosso comercial é muito bom e nós apresentamos o protótipo para validação de requisitos antes da aprovação”.
E7	“Muitas vezes a pessoa do cliente que testa o produto não conhece o negócio e o que deveria ser testado, o que pode ocasionar em problemas. Ou o fornecedor de requisitos não é adequado e solicita requisitos que depois serão alterados.”
E8	“Os projetos antigos são bem piores que os novos que estão usando a metodologia nova, acredito que essa seja uma boa estratégia.”
E9	“Tínhamos muito retrabalho antes da implantação do MPS, mas agora reduziu bastante.”

**Quadro 4-2. Sugestões para redução de retrabalho. Fonte: o Autor.**

Os resultados desta pergunta confirmam os resultados da pergunta P4, no que diz respeito à utilização de processos como forma de aumento da qualidade do desenvolvimento de software e com isso a obtenção de redução de esforço com retrabalho.

### 4.1.3 Considerações a respeito da Pesquisa Exploratória

O objetivo principal desta Pesquisa Exploratória era entender o cenário de definição e medição de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software. Com a análise dos resultados apresentados neste documento foi possível atingir este objetivo.

Foi possível entender que as empresas pesquisadas têm a consciência do problema caracterizado como retrabalho, além de demonstrarem conhecimento da vivência deste problema em seus processos de desenvolvimento de software.

Apesar de conhecer o problema, a maioria não faz medições para entender melhor a sua situação, mas acredita que a implantação de modelos de qualidade de software, como o CMMI (SEI, 2010) e o MPS (SOFTEX, 2011a), podem ajudar a reduzir esse esforço adicional para executar mudanças em tarefas já realizadas.

Esta pesquisa exploratória proporcionou o entendimento do cenário de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software, além de uma fundamentação para a delimitação do escopo desta dissertação.

Por meio da análise dos resultados foi possível perceber a necessidade de aplicar os estudos posteriores deste trabalho em empresas com processo de medição definido e institucionalizado. Além disto, o uso sistemático de processos organizacionais possibilita o seu controle e, conseqüentemente, sua previsibilidade no que diz respeito ao retrabalho.

## 4.2 Processo Proposto

A partir de um processo preliminar e da execução de repetidas rodadas de um ciclo de construção, foi possível chegar a um processo que possibilita as empresas entenderem melhor o comportamento dos seus processos de retrabalho, bem como, criar ou atualizar o seu próprio modelo de desempenho estatístico a fim de prever melhor seus esforços com retrabalho em projetos futuros. As seções a seguir apresentam o processo preliminar, o ciclo de construção e o processo final proposto por este estudo.

### 4.2.1 Processo Preliminar

Com base em uma análise comparativa dos trabalhos de Campos et al (2007), Montoni et al (2007) apresentado no Quadro 2-11, um processo preliminar foi criado para início do estudo do comportamento do processo de retrabalho, conforme Figura 4-5.

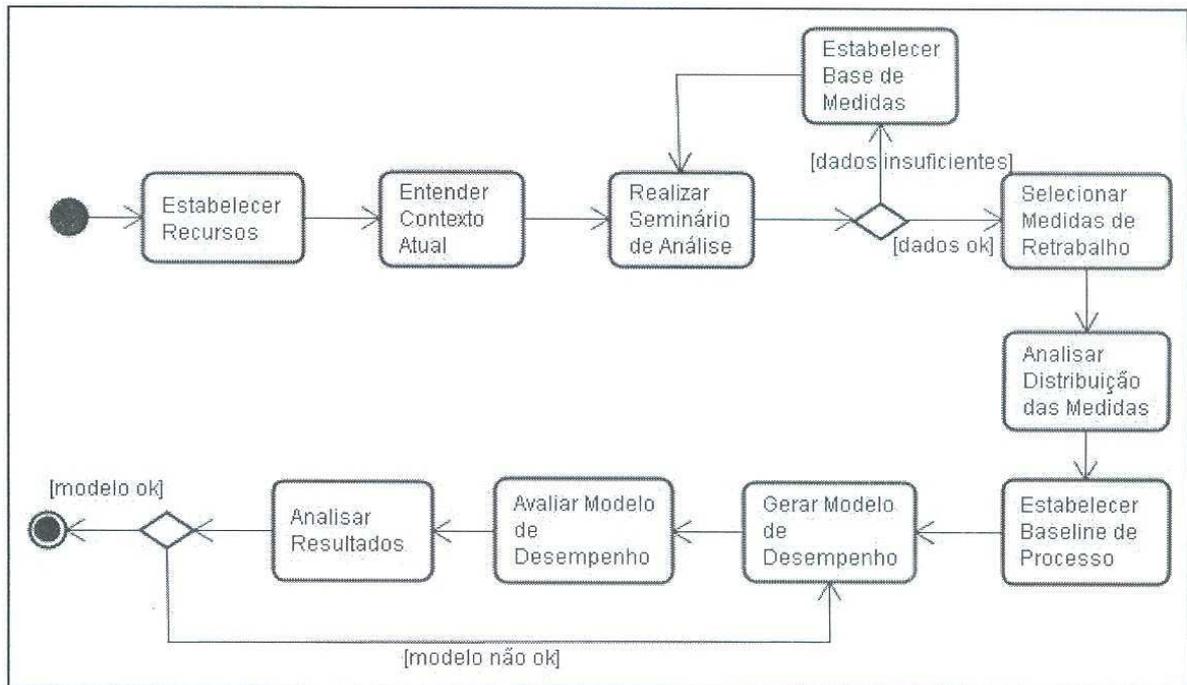


Figura 4-5. Processo Preliminar para Análise de Retrabalho. Fonte: o Autor

Estabelecer Recursos: Esta atividade consiste principalmente do contato com a empresa a ser estudada para aquisição da base de medidas e levantamento das informações sobre os projetos da empresa como apoio à realização do estudo.

Entender Contexto Atual: Esta atividade envolve o entendimento do contexto da empresa em relação ao processo de medição e aos processos organizacionais, para avaliar a necessidade de introdução de novas coletas de dados de esforço com retrabalho.

Realizar Seminário de Análise: A condução de seminários de análise tem o objetivo de analisar os resultados obtidos e verificar a necessidade de coleta de informações adicionais para a complementação do estudo. Os envolvidos no seminário são os participantes do estudo e pesquisadores (GIL, 2002).

Para esta atividade serão realizadas entrevistas coletivas em formato de seminário para discutir os resultados encontrados com o estudo e verificar se a interpretação do pesquisador corresponde a realidade da empresa.

Estabelecer Base de Medidas: Na demanda da base de medidas não conter informações suficientes para análise de retrabalho, devem ser realizadas novas coletas ou estabelecer um novo processo de medição de retrabalho.

Selecionar Medidas de Retrabalho: Selecionar da base de medidas organizacional, aquelas que estejam relacionadas ao esforço com retrabalho. Estas medidas podem ser derivadas de coleta de dados de análise, desenvolvimento e teste das demandas que originaram a mudança e da própria mudança ocorrida.

Analisar a Distribuição das Medidas: Para uma precisão maior na aplicação de técnicas estatísticas as medidas devem estar em uma distribuição normal, caso isso não ocorra deverá ser aplicada alguma técnica de normalização de medidas.

Estabelecer Baseline de Processo: A *baseline* de processo descreve os parâmetros de comportamento do processo que servirão de base para o planejamento futuro. Dados como limite superior e inferior do processo, sua média, bem como, limite superior, inferior e média da amplitude do processo.

Gerar modelo de Desempenho: O modelo de desempenho é uma equação que apresenta variáveis correlacionadas que influenciam no comportamento do processo de retrabalho. Essa equação gerada poderá ser utilizada na previsão do esforço de retrabalho em projetos futuros que seguirem o mesmo processo de desenvolvimento.

Avaliar Modelo de Desempenho: O modelo de desempenho estatístico gerado será aplicado em novas instâncias de projetos da organização com o objetivo de identificar se o modelo atende as expectativas e ajuda na previsão do esforço com retrabalho.

Analisar Resultados: Os resultados da aplicação do modelo serão refinados e verificada a necessidade de atualização de alguma etapa do processo ou coleta de um número maior de casos que retratem a realidade da empresa.

## 4.2.2 Construção do Processo

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa o ciclo de construção representado na Figura 4-6, baseado no ciclo PDCA de qualidade (POLI; MACHADO, 2003), foi seguido para identificar as etapas do processo final a ser proposto.

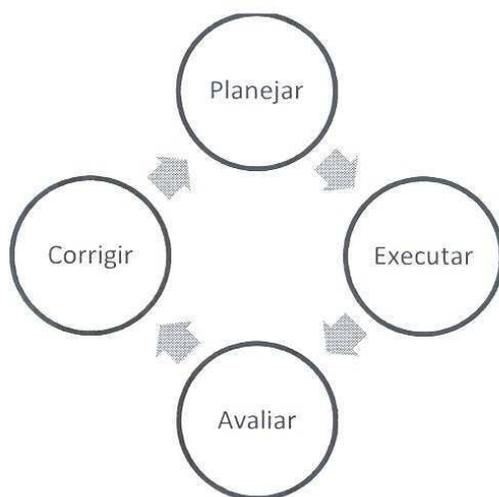


Figura 4-6. Ciclo de Construção do Processo Proposto. Fonte: o Autor.

- Planejar: Planejamento da execução de cada atividade do processo, com objetivos a serem alcançados e metodologias/tecnologias necessárias para o atingimento dos resultados.
- Executar: Execução propriamente dita do que foi planejado na fase Planejar, ou seja, aplicação das atividades do processo na prática.
- Avaliar: Avaliar a execução prática das atividades consolidando as informações e identificando necessidades de atualização do processo.
- Corrigir: Conforme a avaliação e a identificação das necessidades, eventualmente determinar e confeccionar novas atividades ou atualizar as atuais, de forma a melhorar a qualidade do processo proposto, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

A partir do processo preliminar e seguindo as etapas do ciclo de construção em repetidas rodadas foi então definido o processo final proposto por este trabalho.

### 4.2.3 Estrutura do Processo Proposto

A estrutura de definição do processo foi adaptada da estrutura do processo de avaliação do modelo MR-MPS, contido no Guia de Avaliação deste modelo (SOFTEX, 2011b) e está representado no Quadro 4-3.

<b>Nome da Tarefa</b>	Identifica a tarefa por um nome e um número identificador
<b>Descrição</b>	Descreve a tarefa em detalhes
<b>Pré-Tarefa</b>	Tarefa que deve ser executada antes da tarefa em questão
<b>Critério de Entrada</b>	Condições a serem atendidas para que a tarefa seja iniciada
<b>Critério de Saída</b>	Condições a serem atendidas para que a tarefa seja considerada finalizada
<b>Responsáveis</b>	Quem responde pela execução da tarefa
<b>Participantes</b>	Quem são os envolvidos na execução da tarefa
<b>Produtos Requeridos</b>	Relaciona os insumos necessários para a execução
<b>Produtos Gerados</b>	Relaciona os produtos a serem gerados na execução dessa tarefa
<b>Ferramentas</b>	Relaciona as ferramentas que devem ser utilizadas para a execução da tarefa.
<b>Pós-Tarefa</b>	Relaciona a tarefa que deve ser executada após esta ser finalizada

Quadro 4-3. Estrutura do Processo Proposto. Fonte: Adaptado de (SOFTEX, 2011b).

### 4.2.4 Descrição do Processo Proposto

O processo final é composto pelas atividades descritas no Quadro 4-4 e seu modelo está apresentado na Figura 4-7.

ATIVIDADE	TAREFA
1. Conhecer Base	Estudar Base de Medidas Identificar Medidas Associadas
2. Estabelecer Base	Iniciar Medição de Retrabalho Estabelecer Processo de Medição de Retrabalho
3. Tratar Base	Eliminar Ruídos Organizar a Base Extrair Casos Validos
4. Entender Contexto	Analisar Características da Origem Identificar Tendência de Retrabalho Realizar Seminário de Análise
5. Preparar Dados	Testar Normalidade da Base Normalizar Dados Dividir Base
6. Gerar Baseline de Processo	Gerar Gráficos de Controle Testar Estabilidade Estabilizar Processo Gerar Baseline de Processo
7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico	Determinar Variáveis Dependentes Preparar Variáveis Categóricas Gerar Modelo de Desempenho Testar Modelo de Desempenho Realizar Análise do Modelo Refinar Modelo

**Quadro 4-4. Atividades e Tarefas do Processo Proposto. Fonte: O Autor.**

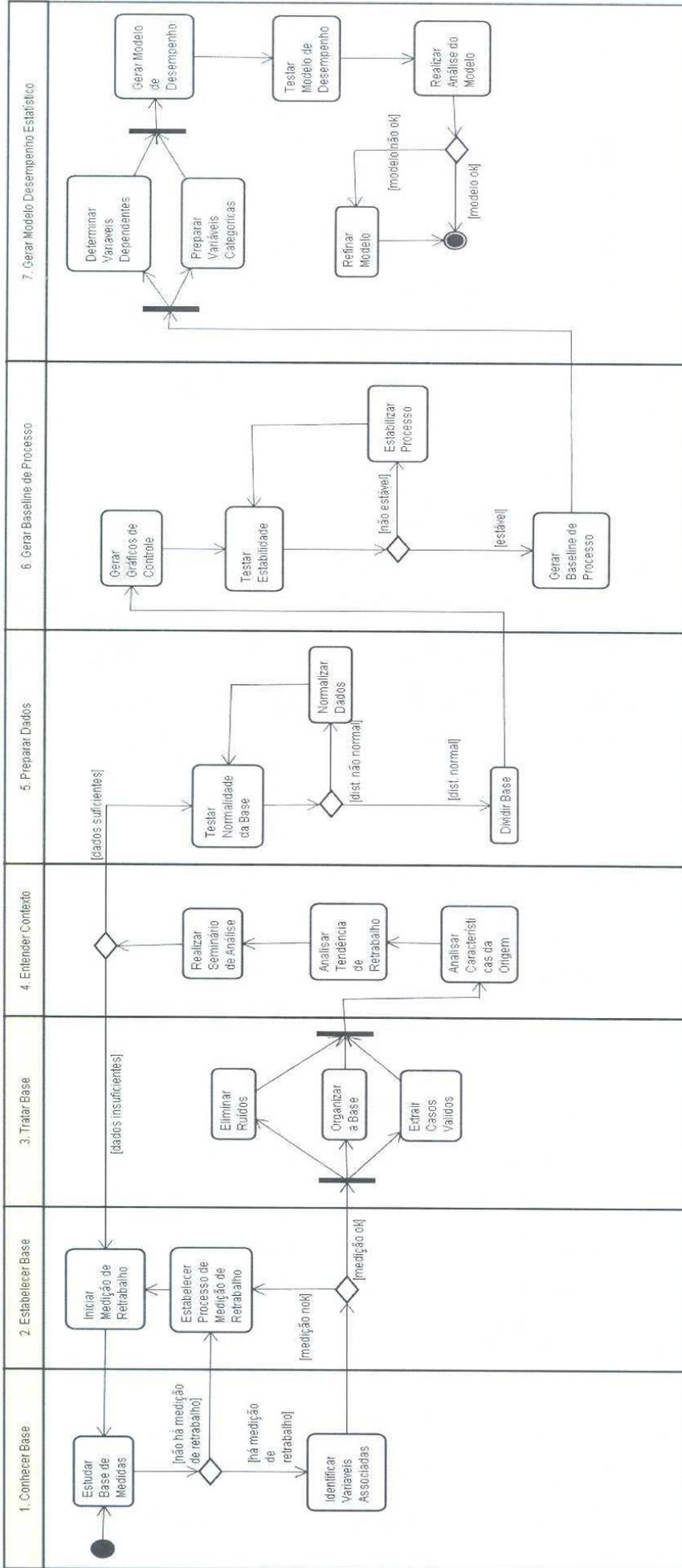


Figura 4-7. Processo Proposto. Fonte: O Autor.

O detalhamento de cada uma das tarefas está apresentado do Quadro 4-5 ao Quadro 4-27 a seguir.

<b>Nome da Tarefa</b>	Estudar Base de Medidas
<b>Descrição</b>	Estudar a base de medidas organizacional com objetivo de identificar se existe medição de retrabalho e como esta medição se apresenta. São avaliadas as medições: direta e indireta. Medição de retrabalho direta: onde é coletado o esforço adicional total gasto com correção de mudanças após baseline gerada. Medição de retrabalho indireta: onde é coletado o esforço adicional de cada fase (análise, desenvolvimento e testes) gasto com correção de mudança após baseline gerada.
<b>Pré-Tarefa</b>	---
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da existência de medição de retrabalho na organização.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Identificar Variáveis Associadas

Quadro 4-5. Tarefa Estudar Base de Medidas. Fonte: O Autor.

<b>Nome da Tarefa</b>	Identificar Medidas Associadas
<b>Descrição</b>	<p>Identificar quais as medidas que estão relacionadas à medição do retrabalho na organização. Verificar se as medidas relacionadas estão sendo coletadas de forma padronizada, ou seja, os projetos que originaram as medidas coletadas estejam seguindo o mesmo processo de desenvolvimento. As medidas que estão normalmente associadas ao retrabalho são:</p> <p>Correção: Esforço total da correção, Complexidade, Esforço de Análise, Desenvolvimento e Teste da correção.</p> <p>Caso Origem da Correção: Esforço total da origem, Complexidade, Esforço de Análise, Desenvolvimento e Teste da demanda origem da correção.</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Estudar Base de Medidas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Medidas associadas ao retrabalho identificadas.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Eliminar Ruídos, Organizar a Base, Extrair Casos Válidos

**Quadro 4-6. Tarefa Identificar Medidas Associadas. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Estabelecer Processo de Medição de Retrabalho
<b>Descrição</b>	<p>Estabelecer a definição da medição de retrabalho, bem como seus procedimentos de coleta e armazenamento.</p> <p>Esforço de Retrabalho (E) é dado por :</p> $E = \sum Hm$ <p>Onde : Hm é quantidade de horas gastas com correções de mudanças (análise, codificação, testes e documentação) (ROYCE,1998).</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Estudar Base de Medidas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Processo de medição organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Processo de medição de retrabalho estabelecido
<b>Ferramentas</b>	Ferramentas para estabelecimento de novos processos
<b>Pós-Tarefa</b>	Iniciar Medição de Retrabalho

**Quadro 4-7. Tarefa Estabelecer Processo de Medição de Retrabalho. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Iniciar Medição de Retrabalho
<b>Descrição</b>	Iniciar a execução dos procedimentos de coleta e armazenamento da medição de retrabalho conforme processo estabelecido e inclusão das coletas no repositório organizacional de medidas
<b>Pré-Tarefa</b>	Estabelecer Processo de Medição de Retrabalho
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	Participantes dos projetos
<b>Produtos Requeridos</b>	Processo de medição de retrabalho estabelecido
<b>Produtos Gerados</b>	Medição de retrabalho coletada e armazenada na base de medidas organizacional
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Estudar Base de Medidas

**Quadro 4-8. Iniciar Medição de Retrabalho. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Eliminar Ruídos
<b>Descrição</b>	Eliminar da base os registros com problemas nas medidas coletadas, ou seja, casos onde alguma das medidas associadas ao retrabalho teve problema na coleta e não é possível utilizar nas análises. Exemplo: ausência de alguma das coletas, valores inconsistentes entre si etc.
<b>Pré-Tarefa</b>	Identificar Medidas Associadas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Base de Medidas Organizacional livre de ruídos
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Analisar Características da Origem

**Quadro 4-9. Tarefa Eliminar Ruídos. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Organizar a Base
<b>Descrição</b>	Organizar a base de medidas associadas ao retrabalho em um formato que facilite a manipulação dos dados. Na demanda do uso de uma ferramenta com funções estatísticas, o formato da base poderá ser organizado de forma a ser lido por essa ferramenta.
<b>Pré-Tarefa</b>	Identificar Medidas Associadas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Base de Medidas Organizacional organizada para análise.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Analisar Características da Origem

**Quadro 4-10. Tarefa Organizar a Base. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Extrair Casos Válidos
<b>Descrição</b>	<p>Extrair da base de medidas as demandas válidos para análise de retrabalho:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correções de mudança onde seja possível a identificação da demanda que deu origem a essa mudança possibilitando assim uma relação entre as demandas analisados.</li> <li>• Casos que seguiram o mesmo processo de desenvolvimento.</li> </ul>
<b>Pré-Tarefa</b>	Identificar Medidas Associadas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional
<b>Produtos Gerados</b>	Base de Medidas Organizacional com casos válidos para análise de retrabalho.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Analisar Características da Origem

**Quadro 4-11. Tarefa Extrair Casos Válidos. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Analisar Características da Origem
<b>Descrição</b>	Analisar as características das demandas que originaram as mudanças e identificar padrões como complexidade predominante, variações no ciclo de vida de desenvolvimento dos projetos, senioridade da equipe de desenvolvimento. A análise da origem permite determinar se existe um tipo de comportamento no processo de desenvolvimento que possa estar causando mais retrabalho podendo ser o foco da análise posterior.
<b>Pré-Tarefa</b>	Eliminar Ruídos, Organizar a Base, Extrair Casos Válidos
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional com casos válidos para análise de retrabalho.
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da análise das características das demandas origem das mudanças.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Analisar Tendência de Retrabalho

**Quadro 4-12. Tarefa Analisar Características da Origem. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Analisar Tendência de Retrabalho
<b>Descrição</b>	Analisar as características das mudanças e identificar tendências de retrabalho. Exemplo: casos com características semelhantes como complexidade predominante, variações no ciclo de vida das correções de mudança etc. Analisar se existe algum padrão de comportamento das mudanças com as demandas que as originaram. Esta análise pode auxiliar a entender o comportamento do processo de correção de mudanças e possíveis causas de retrabalho na organização.
<b>Pré-Tarefa</b>	Analisar Características da Origem
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional com casos válidos para análise de retrabalho.
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da análise da tendência de retrabalho nas mudanças solicitadas.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Realizar Seminário de Análise

**Quadro 4-13. Tarefa Analisar Tendência de Retrabalho. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Realizar Seminário de Análise
<b>Descrição</b>	Realizar seminários de análise com o objetivo de avaliar os resultados encontrados com análise das características das demandas origem das mudanças e da tendência de retrabalho nas mudanças solicitadas. Neste seminário é possível identificar se os dados analisados até o momento são suficientes para representar a realidade do processo de desenvolvimento da organização, bem como, o esforço de retrabalho com as correções de mudanças. Na demanda de não existirem dados suficientes para continuar o estudo, deve-se executar novas medições de retrabalho até que se tenha dados suficientes para representar a realidade do processo da organização.
<b>Pré-Tarefa</b>	Analisar Tendência de Retrabalho
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	Gerentes de Projeto
<b>Produtos Requeridos</b>	Resultado da análise das características das demandas origem das mudanças e Resultado da análise da tendência de retrabalho nas mudanças solicitadas.
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da análise da suficiência de dados para continuidade do estudo.
<b>Ferramentas</b>	---
<b>Pós-Tarefa</b>	Conhecer Distribuição da base

Quadro 4-14. Tarefa Realizar Seminário de Análise. Fonte: O Autor.

<b>Nome da Tarefa</b>	Testar Normalidade da Base
<b>Descrição</b>	Testar a normalidade da Base de Medidas Organizacional de retrabalho. Para aplicação das técnicas estatísticas de regressão é recomendado que os dados estejam em uma distribuição normal, pois aumenta a confiabilidade do estudo. Testes de Normalidade como o teste de Anderson – Darling podem ser utilizados para verificar a normalidade dos dados.
<b>Pré-Tarefa</b>	Realizar Seminário de Análise
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional com casos válidos para análise de retrabalho.
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da Análise de Normalidade da Base
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Dividir Base

**Quadro 4-15. Tarefa Testar Normalidade da Base. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Normalizar Dados
<b>Descrição</b>	Aplicar técnicas para a normalização dos dados da base. É comum que dados de esforço de projetos de software não estejam em uma distribuição normal. Para tratar os dados, transformando-os em dados normalizados, existem algumas técnicas que podem ser utilizadas como por exemplo: Transformação de Box-Cox, Cálculo do Logaritmo Natural, entre outras
<b>Pré-Tarefa</b>	Testar Normalidade da Base
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional com casos válidos para análise de retrabalho.
<b>Produtos Gerados</b>	Base de Medidas Organizacional de retrabalho normalizada
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Testar Normalidade da Base

**Quadro 4-16. Tarefa Normalizar Dados. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Dividir Base
<b>Descrição</b>	Dividir a base em casos para criação do modelo de desempenho estatístico e casos para teste do modelo de desempenho gerado. O Método Hold-Out, utilizado em mineração de dados, propõe que a base seja dividida em 3 partes, onde 2/3 das demandas são usados para geração do modelo e o 1/3 restante, para testes.
<b>Pré-Tarefa</b>	Testar Normalidade da Base
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional de retrabalho normalizada
<b>Produtos Gerados</b>	Base de Medidas Organizacional de retrabalho para o modelo e Base de medidas de retrabalho para teste.
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Gerar Gráficos de Controle

**Quadro 4-17. Tarefa Dividir Base. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Gerar Gráficos de Controle
<b>Descrição</b>	Gerar os gráficos de controle com as medidas de retrabalho separadas para a geração do modelo de desempenho. Os gráficos de controle apresentam o comportamento do processo ao longo de um período de tempo. Por isso as medidas de retrabalho da base devem ser ordenadas pela sua data de criação, da demanda mais antigo para a demanda mais novo. A falta de ordenação destes dados pode provocar distorções na geração dos gráficos de controle, bem como, na interpretação do comportamento do processo, uma vez que se deseja analisar como o processo tem se comportado ao longo do tempo O gráfico de controle deve ser gerado usando a variável que armazena o valor do esforço total de retrabalho realizado nas demandas estudados.
<b>Pré-Tarefa</b>	Dividir Base
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional de retrabalho para o modelo
<b>Produtos Gerados</b>	Gráficos de controle para o processo de retrabalho
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Testar Estabilidade

**Quadro 4-18. Tarefa Gerar Gráficos de Controle. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Testar Estabilidade
<b>Descrição</b>	<p>Testar a estabilidade do processo de retrabalho. A criação dos modelos de desempenho estatístico se dá a partir de processos estáveis, ou seja, processos considerados sob controle estatístico. Existem testes que podem ser realizados para testar a estabilidade de um processo são eles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T1: Existência de pontos fora dos limites superior e inferior nos gráficos de controle.</li> <li>• T2: Existência de 4 entre 5 pontos no mesmo lado da linha de 2 sigma nos gráficos de controle.</li> <li>• T3: Existência de 3 entre 4 pontos no mesmo lado da linha de 1 sigma nos gráficos de controle.</li> <li>• T4: Existência de 8 pontos consecutivos de um mesmo lado da linha central nos gráficos de controle.</li> </ul>
<b>Pré-Tarefa</b>	Gerar Gráficos de Controle
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Gráficos de controle para o processo de retrabalho
<b>Produtos Gerados</b>	Resultado da análise da estabilidade do processo de retrabalho
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Gerar Baseline de Processo

**Quadro 4-19. Tarefa Testar Estabilidade. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Estabilizar Processo
<b>Descrição</b>	<p>Estabilizar o processo de retrabalho. Para estabilizar o processo é preciso eliminar as causas especiais de variação, ou seja, aqueles pontos que não atenderam aos testes de estabilidade aplicados na tarefa anterior. Esta tarefa deve ser repetida quantas vezes for necessário, até que seja encontrado o conjunto de pontos que apresente o processo estabilizado.</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Testar Estabilidade
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Gráficos de controle para o processo de retrabalho
<b>Produtos Gerados</b>	Processo Estabilizado
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Testar Estabilidade

**Quadro 4-20. Tarefa Estabilizar Processo. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Gerar Baseline de Processo
<b>Descrição</b>	<p>Gerar a baseline de processo, ou seja, os valores que devem servir de referência para previsão do comportamento futuro do processo.</p> <p>Devem ser identificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• limites superior e inferior previstos para o processo (3 sigma),</li> <li>• média do processo,</li> <li>• limites superior e inferior da amplitude do processo (3 sigma)</li> <li>• média da amplitude.</li> </ul> <p>Além destas informações o número de pontos da amostra e período de ocorrência das demandas são informações relevantes para o entendimento do contexto dos dados analisados.</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Testar Estabilidade
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Processo Estabilizado
<b>Produtos Gerados</b>	Baseline de Processo
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Determinar Variáveis Dependentes

**Quadro 4-21. Tarefa Gerar Baseline de Processo. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Determinar Variáveis Dependentes
<b>Descrição</b>	<p>Analisar as variáveis associadas ao retrabalho e determinar as variáveis dependentes do processo. Variáveis dependentes são as variáveis que se deseja conhecer a equação de correlação. Para análise do retrabalho uma variável dependente que pode ser utilizada é o Esforço Total Realizado de Retrabalho. Neste caso é possível, através da equação gerada, prever o esforço total que será despendido na correção.</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Gerar Baseline de Processo
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Variáveis associadas ao retrabalho identificadas
<b>Produtos Gerados</b>	Variáveis dependentes determinadas
<b>Ferramentas</b>	---

Pós-Tarefa	Analisar Correlação
------------	---------------------

**Quadro 4-22. Tarefa Determinar Variáveis Dependentes. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Preparar Variáveis Categóricas
<b>Descrição</b>	<p>Preparar as variáveis categóricas associadas ao processo de retrabalho. As variáveis categóricas são aquelas cujos valores assumidos não são numéricos, geralmente se trata de classificações ou categorias. Para essas variáveis deve-se associar um valor numérico a cada categoria.</p> <p>Ex: pequeno = 1; médio = 2; grande = 3</p> <p>Após a determinação do valor numérico para cada categoria, as demandas da Base de Medidas Organizacional devem ser atualizados para conter esses valores.</p>
<b>Pré-Tarefa</b>	Gerar Baseline de Processo
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Variáveis associadas ao retrabalho identificadas
<b>Produtos Gerados</b>	Variáveis Categóricas Preparadas
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	Gerar Modelo de Desempenho

**Quadro 4-23. Tarefa Preparar Variáveis Categóricas. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Gerar Modelo de Desempenho
<b>Descrição</b>	<p>Analisar a correlação existente entre as variáveis dependentes e as demais variáveis associadas ao retrabalho. Os seguintes passos devem ser seguidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar as variáveis independentes para compor o modelo de desempenho: As variáveis independentes são aquelas que influenciam no comportamento do processo, ou seja, são significativas na determinação dos valores assumidos pelas variáveis dependentes.</li> <li>• Analisar a correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente selecionada. Técnicas como Regressão Multivariada, ANOVA entre outras, podem ser utilizadas para determinar a existência de correlação entre as variáveis.</li> </ul>

- 
- Identificar as variáveis independentes significantes para o modelo: . Devem ser testadas todas as combinações entre as variáveis dependentes e as variáveis associadas ao retrabalho (independentes) a fim de identificar a influência que as variáveis exercem entre si. A análise da significância estatística resultante da regressão entre as variáveis indica a probabilidade de a correlação ser ao acaso. Para considerar a variável como significativa para compor o modelo, o valor de P (P-value) deve ser menor ou igual a 0,05. As variáveis independentes devem ser identificadas uma a uma e deve-se executar diversas rodadas até que todas as variáveis sejam identificadas. Para a rodada 1 deve ser combinada a variável dependente (Esforço Total de Retrabalho) com todas as variáveis associadas aa demanda origem (esforço de desenvolvimento planejado e realizado, esforço de análise planejado e realizado, esforço de desenvolvimento planejado e realizado, esforço de teste planejado e realizado, complexidade da demanda origem). A partir da rodada 2, deve ser combinada a variável dependente juntamente com as variáveis independentes identificadas nas rodadas anteriores até que não existam mais variáveis correlacionadas. Além da significância estatística, deve ser considerado o coeficiente de determinação (R-quadrado ajustado), que determina a performance do modelo. Para o valor de R-quadrado ajustado considera-se que quanto mais próximo a 1 melhor o resultado. Por exemplo um valor de R-quadrado ajustado igual a 0,72 indica que a correlação entre as variáveis é aproximadamente 73% significativa. O coeficiente de determinação é um critério de escolha da variável mais significativa para o modelo, na demanda de mais de uma apresentar significância estatística.
  - Testar Multicolinearidade: Após a identificação das variáveis independentes que influenciam no modelo
-

é necessário testar se essas variáveis não são fortemente relacionadas entre si, evitando um problema de multicolinearidade e garantindo que elas foram selecionadas por serem significantes para o modelo. Para esse teste pode ser utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, que para evitar a multicolinearidade precisa apresentar valores menores do que 0,75. Na demanda de existir multicolinearidade uma das variáveis deve ser descartada do modelo, levando-se em consideração a importância que elas exercem no processo de retrabalho.

- Extrair a equação: A equação para determinar a previsibilidade do esforço de retrabalho se dá pela identificação das variáveis independentes que farão parte do modelo, bem como, a criação da equação que determina as variáveis independentes identificadas e seus coeficientes. A equação final deve ser uma equação linear no formato:

$$y = a + bx_1 + cx_2 \dots + z_xn$$

Onde a, b e c são os coeficientes da equação final.

- Gerar modelo de desempenho: A equação final é gerada utilizando os valores do logaritmo natural dos valores da base e deve ser transformada para apresentar os valores reais. Para essa transformação deve ser aplicado o inverso do logaritmo natural de cada lado da equação e assim obter o modelo de desempenho estatístico.

<b>Pré-Tarefa</b>	Determinar Variáveis Dependentes, Preparar Variáveis Categóricas
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Variáveis associadas ao retrabalho identificadas, Variáveis dependentes determinadas, Variáveis Categóricas Preparadas
<b>Produtos Gerados</b>	Modelo de Desempenho Estatístico
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta com Funções Estatísticas
<b>Pós-Tarefa</b>	Testar Modelo de Desempenho

**Quadro 4-24. Tarefa Gerar Modelo de Desempenho. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Testar Modelo de Desempenho
<b>Descrição</b>	Teste do modelo de desempenho gerado com a Base de Medidas Organizacional de retrabalho separada para a execução dos testes. Para testar se o modelo de desempenho pode prever adequadamente o desempenho do processo estudado, deve aplicada a equação com os valores das variáveis independentes extraídos das demandas da base de teste e compará-los com os valores reais realizados de retrabalho destes casos.
<b>Pré-Tarefa</b>	Gerar Modelo de Desempenho
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Modelo de Desempenho Estatístico, Base de Medidas Organizacional de retrabalho para teste.
<b>Produtos Gerados</b>	Resultados do teste do modelo de desempenho
<b>Ferramentas</b>	---
<b>Pós-Tarefa</b>	Realizar Análise do Modelo

**Quadro 4-25. Tarefa Testar Modelo de Desempenho. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Realizar Análise do Modelo
<b>Descrição</b>	Analisar o resultado da avaliação do modelo de desempenho em termos de precisão e sincronia com a realidade do processo de retrabalho da empresa. Identificar a necessidade de refinamento do modelo de desempenho.
<b>Pré-Tarefa</b>	Testar Modelo de Desempenho
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	Gerentes de Projeto
<b>Produtos Requeridos</b>	Resultados do teste do modelo de desempenho, Modelo de Desempenho Estatístico
<b>Produtos Gerados</b>	Resultados da análise do modelo de desempenho gerado
<b>Ferramentas</b>	---
<b>Pós-Tarefa</b>	Refinar Modelo

**Quadro 4-26. Tarefa Realizar Análise do Modelo. Fonte: O Autor.**

<b>Nome da Tarefa</b>	Refinar Modelo
<b>Descrição</b>	O refinamento do modelo de desempenho pode ser realizado se a organização identificar que ele não está de acordo com a sua realidade. Neste caso pode ser selecionada uma nova amostra de valores, sobre a qual serão executadas as etapas para a geração de um novo modelo até que se obtenha um modelo mais adequado à realidade de cada empresa.
<b>Pré-Tarefa</b>	Realizar Análise do Modelo
<b>Responsáveis</b>	Responsável pelo processo de medição
<b>Participantes</b>	---
<b>Produtos Requeridos</b>	Base de Medidas Organizacional de retrabalho
<b>Produtos Gerados</b>	Modelo de Desempenho Refinado
<b>Ferramentas</b>	Ferramenta da base de medidas organizacional
<b>Pós-Tarefa</b>	---

Quadro 4-27. Tarefa Refinar Modelo. Fonte: O Autor.

#### 4.2.5 Considerações a respeito do Processo Proposto

A partir de uma análise comparativa entre os trabalhos de Montoni et al (2007) e Campos et al (2007), apresentada na revisão da literatura deste documento, um processo preliminar foi gerado para conduzir as atividades iniciais desta pesquisa. Após um processo de construção, onde um ciclo de criação foi seguido repetidas vezes, o processo proposto como objeto de estudo desta dissertação, foi definido. Este processo é composto por 7 atividades principais subdividas em 23 tarefas que foram descritas em detalhes neste capítulo do documento.

Com o processo proposto gerado é possível que empresas desenvolvedoras de software, que atendam às características descritas na seção 1.3 deste documento, possam gerar os seus próprios modelos de desempenho estatísticos para os seus processos de retrabalho, possibilitando assim uma maior confiabilidade nas estimativas de novos projetos. O processo proposto possibilita ainda uma manutenção deste modelo periodicamente, calibrando-o para evoluir em conjunto com os processos da empresa.

### 4.3 Considerações sobre o Capítulo

Este capítulo apresentou as etapas da Pesquisa Exploratória conduzida em Julho/2010, com nove empresas desenvolvedoras de software que estavam passando por um processo de implantação do modelo MPS nível G. Esta pesquisa tinha o objetivo de entender o cenário de definição e medição de retrabalho nestas empresas, auxiliando assim na delimitação do escopo desta dissertação. Os resultados obtidos propiciaram delimitar o escopo desta dissertação no que diz respeito à caracterização das empresas que poderiam participar deste estudo.

Foram descritos neste capítulo a Pesquisa Exploratória e o processo proposto por esta pesquisa. Este processo derivou de um processo preliminar, que foi criado a partir da Revisão da Literatura e que passou por um ciclo de construção com repetidas rodadas (iterações). Neste capítulo foram descritas as atividades e tarefas do processo proposto, bem como foi apresentado seu fluxo de trabalho.

No capítulo seguinte será apresentada a aplicação do processo proposto em uma empresa selecionada para o estudo e discutido os resultados obtidos com esta aplicação.

## CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO PROCESSO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

*Sem a informação correta, você será apenas mais uma com  
uma opinião.*

*(Tracy O'Rourke, CEO - Allen-Bradley)*

O capítulo anterior apresentou o desenvolvimento da pesquisa, como foram estruturados os roteiros e protocolos utilizados, bem como, o processo proposto para criação de modelos de desempenho estatístico como apoio nas estimativas de retrabalho em projetos de desenvolvimento de software.

Este capítulo será dedicado a discutir detalhadamente os resultados da pesquisa, com base no referencial teórico apresentado no capítulo 2 deste documento e nas observações coletadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

### 5.1 Contexto da Empresa Estudada

A empresa selecionada para aplicação deste estudo é caracterizada como uma empresa de médio porte pertencente à área médica, que possui um produto de gestão operacional evoluído por meio de demandas internas. Possui processos definidos e institucionalizados de desenvolvimento de software desde o ano de 2003. Possui processo de medição definido e institucionalizado, porém não se submeteu a avaliações de modelos de maturidade como o CMMI e o MPS.BR.

A empresa forneceu duas bases de dados de projetos:

- uma base de projetos ocorridos entre os anos de 2005 e 2008 contendo 734 demandas de projetos onde houve retrabalho
- uma base de projetos ocorridos entre os anos de 2009 e 2010 com 140 demandas de projetos onde houve retrabalho.

A nomenclatura usada na empresa para as demandas onde ocorreram mudanças e onde houve um esforço com retrabalho é REINCIDÊNCIA. Esta será a nomenclatura utilizada na explicação da aplicação do estudo na empresa.

Os seguintes campos da base de dados foram utilizados neste estudo:

- **Origem:** Número inteiro identificador da demanda origem da reincidência na base de dados. Refere-se à demanda originalmente implementada e que gerou retrabalho por meio da necessidade de ajustes e correções.
- **Data Término:** Data em que o demanda origem foi finalizado, apresentada no formato (dd/mm/aaaa).
- **Prioridade:** categoria de complexidade a que se refere à demanda origem. É composto por duas letras, onde a primeira indica a complexidade do produto/componente ao qual a reincidência pertence (Grande, Médio ou Pequeno) e a segunda letra indica a complexidade da reincidência em si (Grande, Médio ou Pequeno). As categorias estão apresentadas no Quadro 5-1. Uma demanda de complexidade MP, por exemplo, indica que o componente afetado pela mudança tem complexidade média (M) e a mudança a ser realizada neste componente tem a complexidade pequena (P).

<b>COMPLEXIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>GG</b>	Produto Grande e Reincidência Grande
<b>GM</b>	Produto Grande e Reincidência Média
<b>GP</b>	Produto Grande e Reincidência Pequena
<b>MG</b>	Produto Médio e Reincidência Grande
<b>MM</b>	Produto Médio e Reincidência Média
<b>MP</b>	Produto Médio e Reincidência Pequena
<b>PG</b>	Produto Pequeno e Reincidência Grande
<b>PM</b>	Produto Pequeno e Reincidência Média
<b>PP</b>	Produto Pequeno e Reincidência Pequena

**Quadro 5-1. Categorias de Complexidade. Fonte: o Autor.**

- Horas Prev. Analise Or = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de análise da demanda origem, atribuído conforme o campo Prioridade. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1<sup>1</sup>.
- Horas Realiz. Analise Or = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de análise da demanda origem.
- Horas Prev. Desenv Or = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de desenvolvimento da demanda origem, atribuído conforme o campo Prioridade. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1.
- Horas Realiz. Desenv Or = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de desenvolvimento da demanda origem.
- Horas Prev. Testes Or = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de teste da demanda origem, atribuído conforme o campo Prioridade. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1.
- Horas Realiz. Testes Or = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de teste da demanda origem.
- Caso: Número inteiro identificador da reincidência na base de dados, identificador único do registro.
- Dt. Encer.: Data em que a reincidência foi resolvida e encerrada, apresentada no formato (dd/mm/aaaa).
- Clas: categoria de tamanho a que se refere à reincidência. É composto por duas letras, onde a primeira indica a complexidade do produto ao qual a reincidência pertence (Grande, Médio ou Pequeno) e a segunda letra indica a complexidade da reincidência em si (Grande, Médio ou Pequeno). As categorias estão apresentadas no Quadro 5-1, apresentado anteriormente.
- Horas Prev. Analise = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de análise da reincidência, atribuído conforme o campo CLAS. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1.

---

<sup>1</sup> A empresa estudada possuía uma tabela correlacionando complexidade com esforço para sua realização, distribuído em cada uma das fases do ciclo de vida.

- Horas Realiz. Análise = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de análise para correção da reincidência.
- Horas Prev. Desenv = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de desenvolvimento da reincidência, atribuído conforme o campo CLAS. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1.
- Horas Realiz. Desenv = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de desenvolvimento para correção da reincidência.
- Horas Prev. Testes = Esforço em homens/hora estimado para tratamento da fase de teste da reincidência, atribuído conforme o campo CLAS. Podendo assumir valores conforme a Tabela 5-1.
- Horas Realiz. Testes = Esforço em homens/hora que foi realmente consumido na execução da fase de teste para correção da reincidência.
- CLASSIF. REINC. = Classificação da causa da reincidência. Podendo assumir valores como:
  - Caso liberado sem teste;
  - Falha na definição da análise de negócio;
  - Falha na definição de implementação;
  - Falha na definição do teste;
  - Falha na implementação;
  - Falha na solicitação do Help Desk;
  - Falha no processo de comunicação;
  - Falha no teste.
- CASO REINC = Número inteiro identificador da demanda que deu origem a reincidência.

Fase/Complexidade	P/P	P/M	P/G	M/P	M/M	M/G	G/P	G/M	G/G
Análise	1,5	2,5	4	2,5	3,5	5	3	4	5,5
Desenvolvimento	3	6	9	5,5	8,5	10,5	6	10	15
Teste	3	3,5	4	4	6	6	5	6,5	10

**Tabela 5-1. Esforço Planejado x Complexidade. Fonte: O Autor.**

## 5.2 Etapas da Aplicação do Processo Proposto

O processo proposto foi aplicado na empresa e os resultados obtidos serão descritos a seguir.

### 5.2.1 Atividade: 1. Conhecer a Base - Tarefa: Estudar a Base de Medidas

A Base de Medidas Organizacional foi estudada e as seguintes características foram identificadas:

- Número de itens da base: 734 Demandas de Reincidência, sendo: 71 demandas ocorridas no ano de 2004; 68 no ano de 2005; 119 no ano de 2006; 239 no ano de 2007 e 237 no ano de 2008.
- Categorias de Complexidade: São 9 categorias de complexidade, conforme descrito no Quadro 5-1. Categorias de Complexidade. Fonte: o Autor.
- Cada demanda de reincidência possui uma complexidade associada a uma das categorias. A Figura 5-1 apresenta a distribuição de valores entre as categorias.

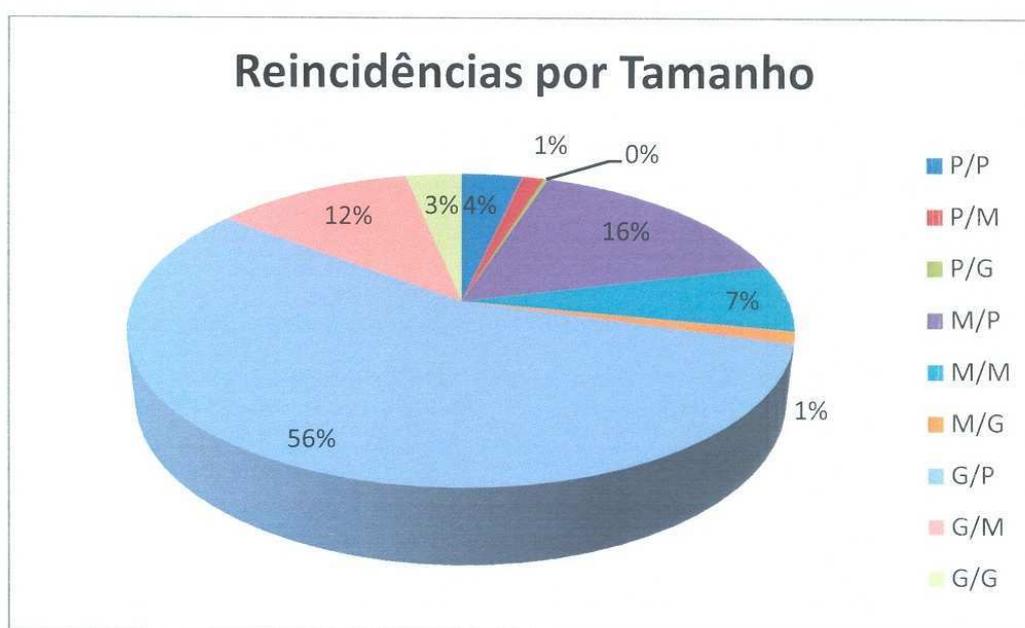
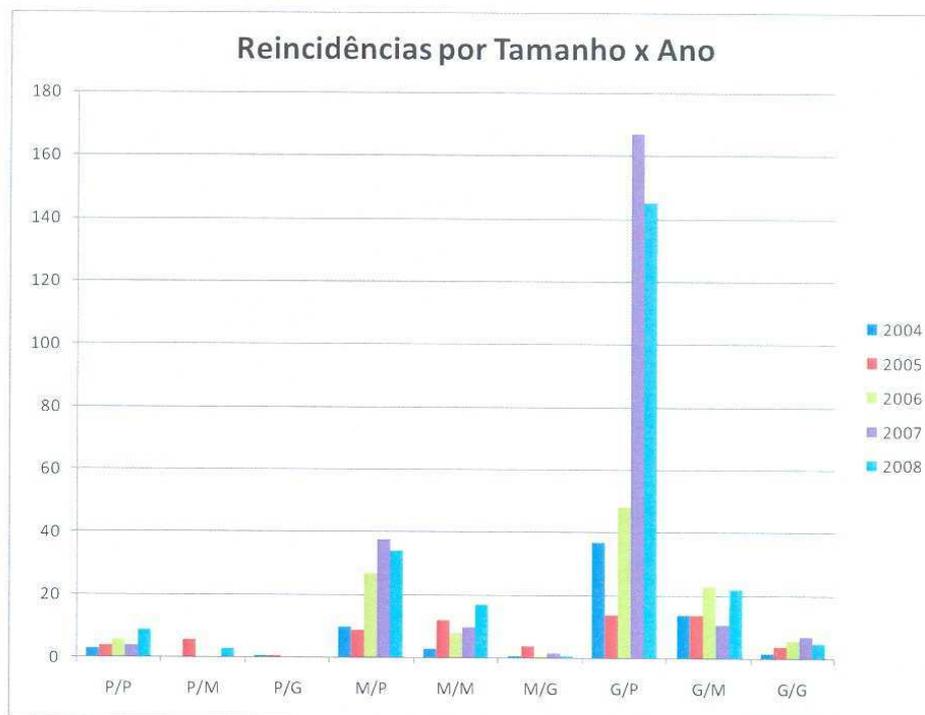


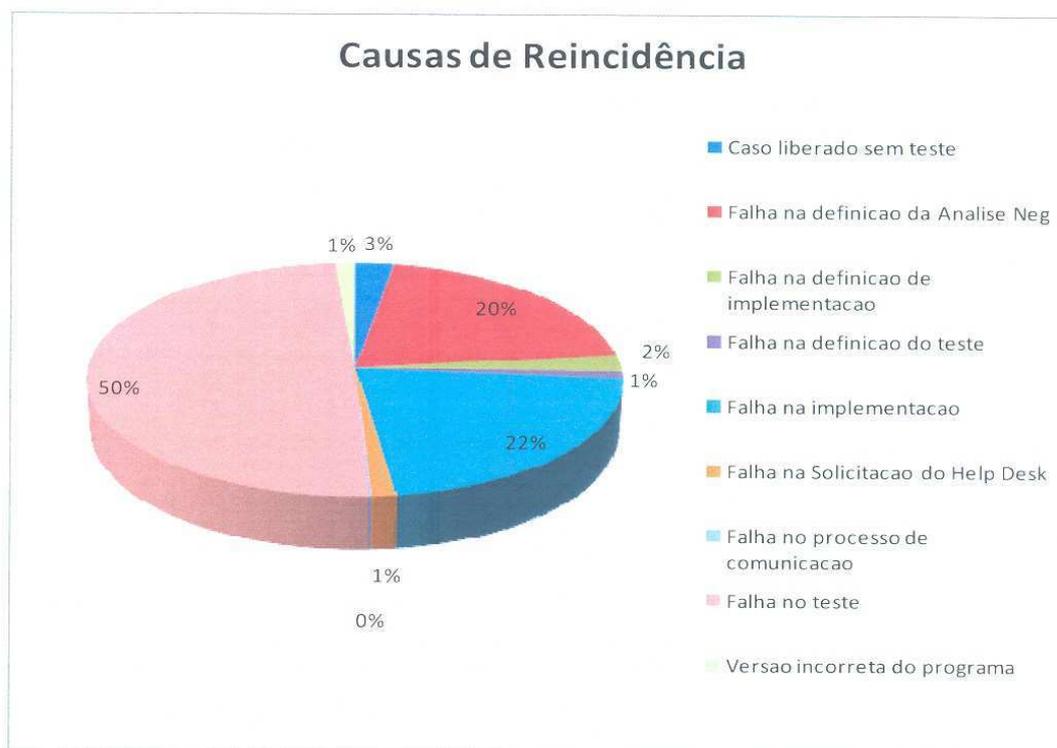
Figura 5-1. Porcentagem de Reincidências por Tamanho. Fonte: O Autor.

Foi possível notar que mais da metade das demandas de reincidência são classificadas como G/P e que as categorias G/P, M/P, G/M juntas totalizam 83,7% das demandas, padrão mantido ao longo dos anos conforme Figura 5-2.



**Figura 5-2. Reincidências por Tamanho ao longo dos anos. Fonte: O Autor.**

Foram extraídas da base de medidas organizacional informações sobre as causas de reincidência atribuídas para cada demanda. Os valores identificados são apresentados na Figura 5-3.



**Figura 5-3. Causas de Reincidências. Fonte: O Autor.**

Foi possível notar que metade das demandas de reincidência tem sua causa originária em “Falhas no teste” e que as categorias “Falhas no teste”, “Falha na definição da Análise Neg” e “Falha na Implementação” juntas totalizam 91,3% das causas de reincidências.

Analisando as causas de reincidências associadas às categorias de complexidade pode-se perceber que a categoria “Falha nos testes” é predominante em todas as faixas de complexidade. Conforme Figura 5-4.

Durante os seminários de análise na empresa estudada, optou-se por desconsiderar o item relacionado às causas de reincidência, pois é indicado como “Falha nos testes”, se a falha foi descoberta durante a execução dos testes e com isso não é possível identificar precisamente qual a causa da falha.

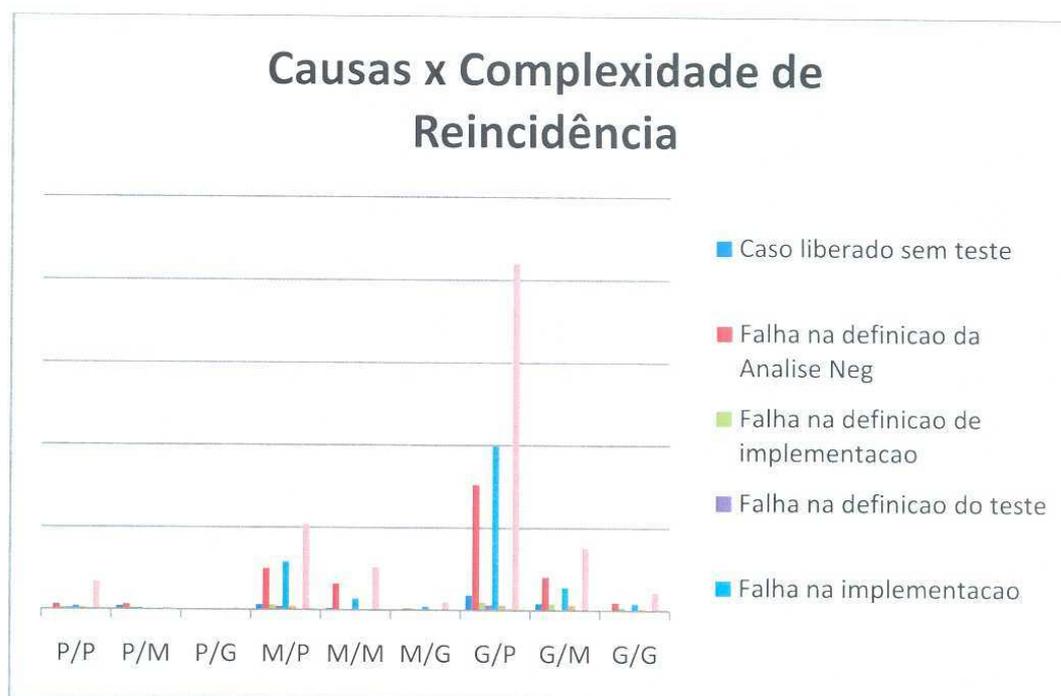


Figura 5-4. Causas x Complexidade de Reincidência. Fonte: O Autor.

### 5.2.2 Atividade: 1. Conhecer a Base - Tarefa 2: Identificar Medidas Associadas

Foi identificado que os projetos executados entre os anos de 2005 a 2008 seguiram a mesma versão do processo de desenvolvimento, portanto pode ser utilizada toda a amostra selecionada para o estudo. Foram identificadas as medidas associadas ao retrabalho presentes na base de medidas organizacional são elas:

- Esforço de Análise da Reincidência (ANA\_REAL\_RE): Esforço total gasto para analisar a reincidência solicitada.
- Esforço Planejado de Análise da Reincidência (ANA\_PLAN\_RE): Esforço total planejado para analisar a reincidência solicitada.
- Esforço de Desenvolvimento da Reincidência (DES\_REAL\_RE): Esforço total gasto para desenvolver a reincidência solicitada.
- Esforço Planejado de Desenvolvimento da Reincidência (DES\_PLAN\_RE): Esforço total planejado para desenvolver a reincidência solicitada.
- Esforço de Teste da Reincidência (TES\_REAL\_RE): Esforço total gasto para testar a reincidência solicitada.

- Esforço Planejado de Teste da Reincidência (TES\_PLAN\_RE): Esforço total planejado para testar a reincidência solicitada.
- Complexidade da Reincidência (COMP\_RE): Complexidade da reincidência. Pode assumir os seguintes valores: P/P; P/M; P/G; M/P;M/M;M/G;G/P;G/M;G/G.
- Esforço de Análise da demanda Origem (ANA\_REAL\_OR): Esforço total gasto para analisar a demanda que originou a reincidência.
- Esforço Planejado de Análise da demanda Origem (ANA\_PLAN\_OR): Esforço total planejado para analisar a demanda que originou a reincidência.
- Esforço de Desenvolvimento da demanda Origem (DES\_REAL\_OR): Esforço total gasto para desenvolver a demanda que originou a reincidência.
- Esforço de Planejado de Desenvolvimento da demanda Origem (DES\_PLAN\_OR): Esforço total planejado para desenvolver a demanda que originou a reincidência.
- Esforço de Teste da demanda Origem (TES\_REAL\_OR): Esforço total gasto para testar a demanda que originou a reincidência.
- Esforço Planejado de Teste da demanda Origem (TES\_PLAN\_OR): Esforço total planejado para testar a demanda que originou a reincidência.
- Complexidade da demanda Origem (COMP\_OR): Complexidade da demanda que originou a reincidência. Pode assumir os seguintes valores: P/P; P/M; P/G; M/P;M/M;M/G;G/P;G/M;G/G.

Com essas medidas básicas foi possível a criação de novas medidas derivadas, apresentadas no Quadro 5-2:

MEDIDA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
Esforço total planejado da reincidência (TOTAL_PLAN_RE)	Esforço total planejado para execução da reincidência	$TOTAL\_PLAN\_RE = \sum ANA\_PLAN\_RE, DES\_PLAN\_RE, TES\_PLAN\_RE$ <i>Onde:</i> ANA_PLAN_RE é o Esforço planejado de Análise da Reincidência, DES_PLAN_RE é o Esforço planejado de desenvolvimento da Reincidência e TES_PLAN_RE é o Esforço de Teste planejado da Reincidência
Esforço total realizado da reincidência (TOTAL_RE)	Esforço total gasto na execução da reincidência	$TOTAL\_RE = \sum ANA\_REAL\_RE, DES\_REAL\_RE, TES\_REAL\_RE$ <i>Onde:</i> ANA_REAL_RE é o Esforço realizado de Análise da Reincidência, DES_REAL_RE é Esforço realizado de desenvolvimento da Reincidência e TES_REAL_RE = Esforço realizado de Teste da Reincidência.
Esforço total planejado da demanda origem (TOTAL_PLAN_OR)	Esforço total planejado para a execução da demanda origem da reincidência.	$TOTAL\_PLAN\_OR = \sum ANA\_PLAN\_OR, DES\_PLAN\_OR, TES\_PLAN\_OR$ <i>Onde:</i> ANA_PLAN_OR é o Esforço planejado de Análise da demanda Origem, DES_PLAN_OR é o Esforço planejado de desenvolvimento da demanda origem e TES_PLAN_OR é o Esforço planejado de teste da demanda origem.
Esforço total realizado da demanda origem (TOTAL_REAL_OR)	Esforço total gasto da execução da demanda origem da reincidência.	$TOTAL\_REAL\_OR = \sum ANA\_REAL\_OR, DES\_REAL\_OR, TES\_REAL\_OR$ <i>Onde:</i> ANA_REAL_OR é o Esforço realizado de Análise da demanda Origem, DES_REAL_OR = é o Esforço realizado de desenvolvimento da demanda origem e TES_REAL_OR é o Esforço realizado de teste da demanda origem.
Desvio de esforço da reincidência (dRE)	Desvio entre Esforço total planejado e Esforço total realizado da reincidência	$dRE = (TOTAL\_RE - TOTAL\_PLAN\_RE) / TOTAL\_PLAN\_RE$ <i>Onde:</i> TOTAL_RE = Esforço total realizado da reincidência e TOTAL_PLAN_RE = Esforço total planejado da reincidência
Desvio de esforço da demanda origem (dOR)	Desvio entre Esforço total planejado e Esforço total realizado da demanda origem	$dOR = (TOTAL\_REAL\_OR - TOTAL\_PLAN\_OR) / TOTAL\_PLAN\_OR$ <i>Onde:</i> TOTAL_REAL_OR = Esforço total realizado da demanda origem e TOTAL_PLAN_OR = Esforço total planejado da demanda origem

**Quadro 5-2. Medidas Derivadas. Fonte: O Autor.**

### 5.2.3 Atividade: 2. Estabelecer Base - Tarefa 1: Estabelecer Processo de Medição de Retrabalho

Não houve a necessidade de estabelecimento de um novo processo de medição de retrabalho, pois a organização coleta adequadamente as medidas associadas ao retrabalho. Esta coleta é realizada de forma contínua e sistemática.

Considerou-se como medida de Esforço de Retrabalho, a medida derivada Esforço Total Realizado da Reincidência (TOTAL\_RE), pois sua definição corresponde à definição dada por Royce (1998) de esforço de retrabalho, conforme Quadro 5-3.

DEFINIÇÃO DA LITERATURA	MEDIDA DERIVADA ASSOCIADA
Esforço de Retrabalho (E) é dado por: $E = \sum H_m$	$TOTAL\_RE = \sum ANA\_REAL\_RE,$ $DES\_REAL\_RE, TES\_REAL\_RE$
<i>Onde</i> : $H_m$ é quantidade de horas gastas com correções de mudanças (análise, codificação, testes e documentação) (ROYCE, 1998)	<i>Onde</i> : ANA_REAL_RE é o Esforço realizado de Análise da Reincidência, DES_REAL_RE é Esforço realizado de desenvolvimento da Reincidência e TES_REAL_RE = Esforço realizado de Teste da Reincidência.

Quadro 5-3. Definição da medida Esforço de Retrabalho. Fonte: O Autor.

### 5.2.4 Atividade: 2. Estabelecer Base - Tarefa 2: Iniciar Medição de Retrabalho

Não houve a necessidade de iniciar nova medição de retrabalho, pois a organização coletava adequadamente as medidas necessárias para a base.

### 5.2.5 Atividade: 3. Tratar a Base - Tarefa 1: Eliminar Ruídos

Foram eliminados da base as demandas onde alguma das medidas associadas ao retrabalho teve problema na coleta e não era possível utilizar nas

análises. Das 734 demandas da amostra foram eliminados 64, restando então 670 demandas para estudo.

### **5.2.6 Atividade: 3. Tratar a Base - Tarefa 2: Extrair Casos Válidos**

Para que seja possível analisar a relação da demanda de reincidência com a demanda que a originou foi necessário selecionar da base apenas as reincidências onde a demanda origem era conhecido. A nova amostra da pesquisa resultou que dos 670 demandas de reincidência, 32% das demandas apresentam a informação da demanda que originou a reincidência, totalizando 216 demandas. Em discussões realizadas em workshop promovido na empresa, foi identificado que ocorreu um problema no procedimento de backup da base de dados e alguns dados de demandas origem foram perdidos.

Foi identificada a existência de mais um processo de desenvolvimento dentre as demandas da base. Para análise do comportamento do processo é necessário selecionar as demandas que seguiram o mesmo processo, desta forma, para a continuidade do estudo foram selecionados as demandas onde todas as fases do ciclo de vida seguiram o mesmo processo de desenvolvimento. Em algumas situações, o processo da empresa permite uma adaptação, eliminando alguma das fases. Esta adaptação do processo foi removida da base, mantendo-se apenas os registros onde o processo padrão completo foi executado. Com esta nova extração, o total de demandas da amostra resultou em 154 demandas para estudo.

### **5.2.7 Atividade: 3. Tratar a Base - Tarefa 3: Organizar a Base**

A base original foi exportada da ferramenta da base de medidas da organização em formato texto. A base foi convertida para formato de planilha MS-Excel para facilitar a manipulação dos dados.

A base foi organizada para ser lida pela ferramenta MINITAB 16, que foi a ferramenta estatística utilizada para a realização deste estudo. Esta ferramenta permite a importação de planilhas em formato MS-Excel.

### 5.2.8 Atividade: 4. Entender Contexto - Tarefa 1: Analisar Características da Origem

Foram analisadas algumas características das demandas origem das reincidências que resultaram na identificação de alguns padrões de comportamento.

Foram pesquisadas e coletadas as informações das demandas origem associados aas demandas de reincidência selecionados e classificados conforme a sua complexidade. E encontram-se distribuídos de acordo com a Figura 5-5.

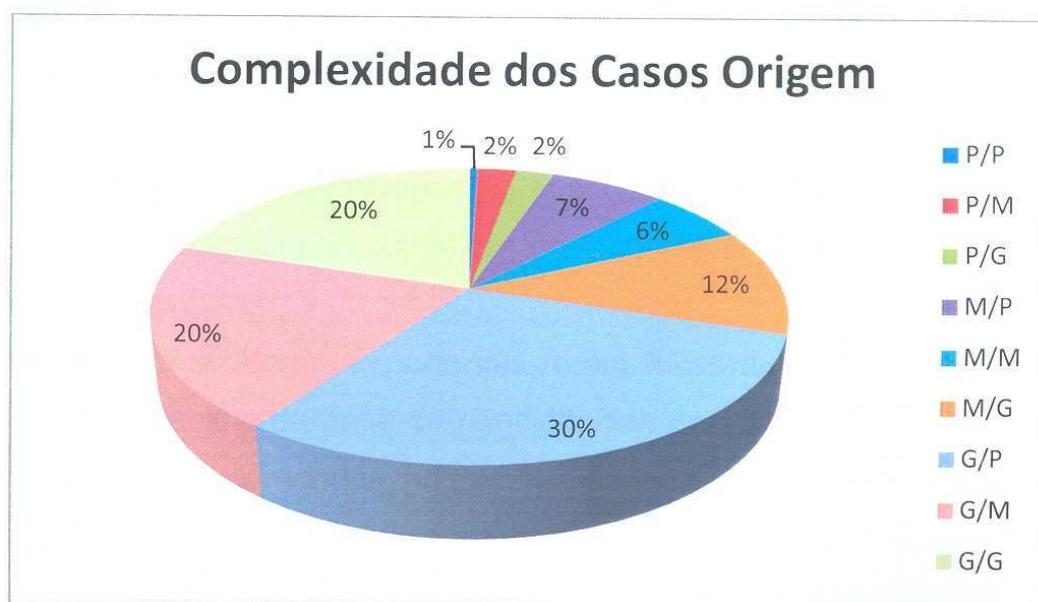


Figura 5-5. Demandas Origem x Complexidade. Fonte: O Autor.

Foi possível identificar que dos 154 demandas estudados, 82 apresentaram valor de horas realizadas de análise da reincidência = 0. A falta da fase de análise nas demandas de reincidência demonstra um padrão de execução de processo sem essa fase do ciclo de vida. Em discussões com a empresa foi identificado que este é um comportamento padrão do processo.

### 5.2.9 Atividade: 4. Entender Contexto - Tarefa 2: Identificar Tendência de Retrabalho

Analisando as características das demandas origem em relação às reincidências solicitadas, foi possível notar que 70% das demandas originários de

reincidências tiveram a sua complexidade classificada nas categorias G/P, G/M e G/G, ou seja, produtos (componentes) grandes têm tendência maior de retrabalho em relação aos demais produtos e deve ser dada uma atenção especial a eles no planejamento.

#### **5.2.10 Atividade: 4. Entender Contexto - Tarefa 3: Realizar Seminários de Análise**

Seminários de análise dos dados de contexto da organização foram realizados com objetivo de identificar se as análises da Base de Medidas Organizacional feita até o momento eram condizentes com a realidade da organização. Durante os seminários foi possível confirmar que a análise realizada estava de acordo com as características da empresa e, portanto, se tornava viável a continuação do estudo.

Algumas descobertas importantes foram feitas durante os seminários como: problemas com backup da base de reincidências no ano de 2006, onde houve uma perda de dados de demandas origem, explicando o motivo de apenas 32% das demandas de reincidência da base informarem qual a sua origem; e a identificação de que é comum a prática de ocorrer a fase de análise nas demandas de reincidências foram obtidas.

#### **5.2.11 Atividade: 5. Preparar Dados - Tarefa 1: Testar Normalidade da Base**

A distribuição normal é requerida em estudos estatísticos para aumentar a confiabilidade dos dados analisados. O teste de normalidade de Anderson – Darling foi utilizado para testar a normalidade das medidas associadas ao retrabalho. Foi identificado que as medidas não seguiam a distribuição normal. O que é uma característica comum no que se refere a medidas de projetos de desenvolvimento de software.

### **5.2.12 Atividade: Atividade: 5. Preparar Dados - Tarefa 2: Normalizar Dados**

Para a normalização das medidas associadas ao retrabalho foi utilizada a Transformação de Box-Cox com  $\lambda = 0$  (parâmetro utilizado para transformação dos dados em seu logaritmo natural), resultando assim em dados normalizados.

### **5.2.13 Atividade: 5. Preparar Dados - Tarefa 3: Dividir Base**

A base de dados foi dividida em 3 partes seguindo a proposta do Método Hold-Out, onde  $2/3$  das demandas são usados para geração do modelo e  $1/3$  das demandas são usados para teste do modelo de desempenho. Das 154 demandas extraídas para estudo, 102 foram selecionadas para a geração do modelo e 52 foram separadas para serem utilizados no teste do modelo gerado. Esta seleção foi aleatória, não sendo utilizado nenhum critério de separação.

### **5.2.14 Atividade: 6. Gerar Baseline de Processo - Tarefa 1: Gerar Gráficos de Controle**

Os gráficos de controle demonstram o comportamento do processo ao longo de um período de tempo. Para retratar essa realidade, as 102 demandas foram ordenados cronologicamente do mais antigo para o mais novo. O gráfico de controle XmR (Média e Amplitude Móvel), para valores individuais (um único subgrupo), foi gerado para variável que armazena o valor do esforço total de retrabalho realizado na reincidência, apresentado na Figura 5-6.

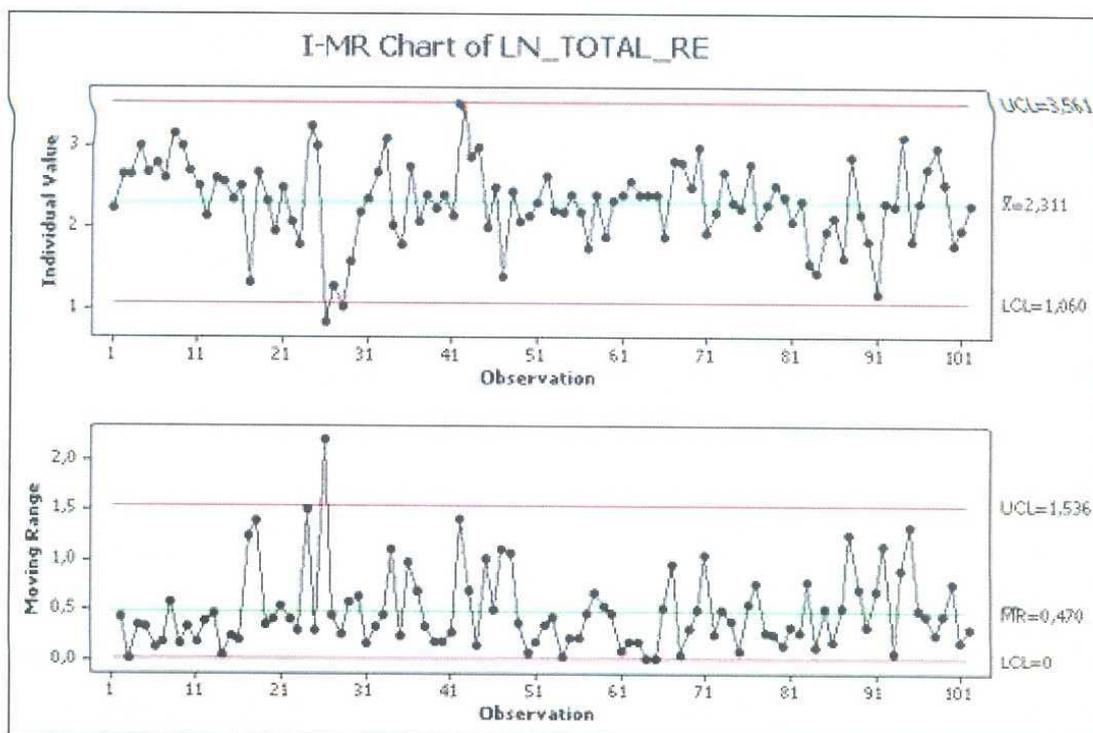


Figura 5-6. Gráfico de Controle do Esforço de Retrabalho. Fonte: O Autor.

### 5.2.15 Atividade: 6. Gerar Baseline de Processo - Tarefa 2: Testar Estabilidade

Para a geração da baseline de processo é preciso que o processo estudado esteja estável. Para verificar a estabilidade do processo de retrabalho da empresa estudada foram utilizados 4 testes de estabilidade conforme Quadro 5-4. Estes testes devem ser interpretados da seguinte forma: caso algum dos testes seja positivo, indica que o processo não está estável.

TESTE DE ESTABILIDADE	DESCRIÇÃO	RESULTADO
T1	Existência de pontos fora dos limites superior e inferior nos gráficos de controle.	Positivo
T2	Existência de 4 entre 5 pontos no mesmo lado da linha de 2 sigma nos gráficos de controle.	Positivo
T3	Existência de 3 entre 4 pontos no mesmo lado da linha de 1 sigma nos gráficos de controle.	Negativo
T4	Existência de 8 pontos consecutivos de um mesmo lado da linha central nos gráficos de controle.	Negativo

**Quadro 5-4. Resultado da aplicação dos testes de estabilidade. Fonte: (CARLETON; PAULK, 1997)**

Conforme Quadro 5-4 os testes T1, T2, T3 e T4 foram executados e existiram pontos que não atenderam aos testes T1 e T2, necessitando assim de uma estabilização do processo.

Os pontos assinalados na Figura 5-7, apresentam as variações excepcionais no processo de retrabalho da empresa estudada. Pode ser notado que existem pontos fora dos limites superior e inferior e pelo menos 4 pontos do mesmo lado da linha de 2 sigma.

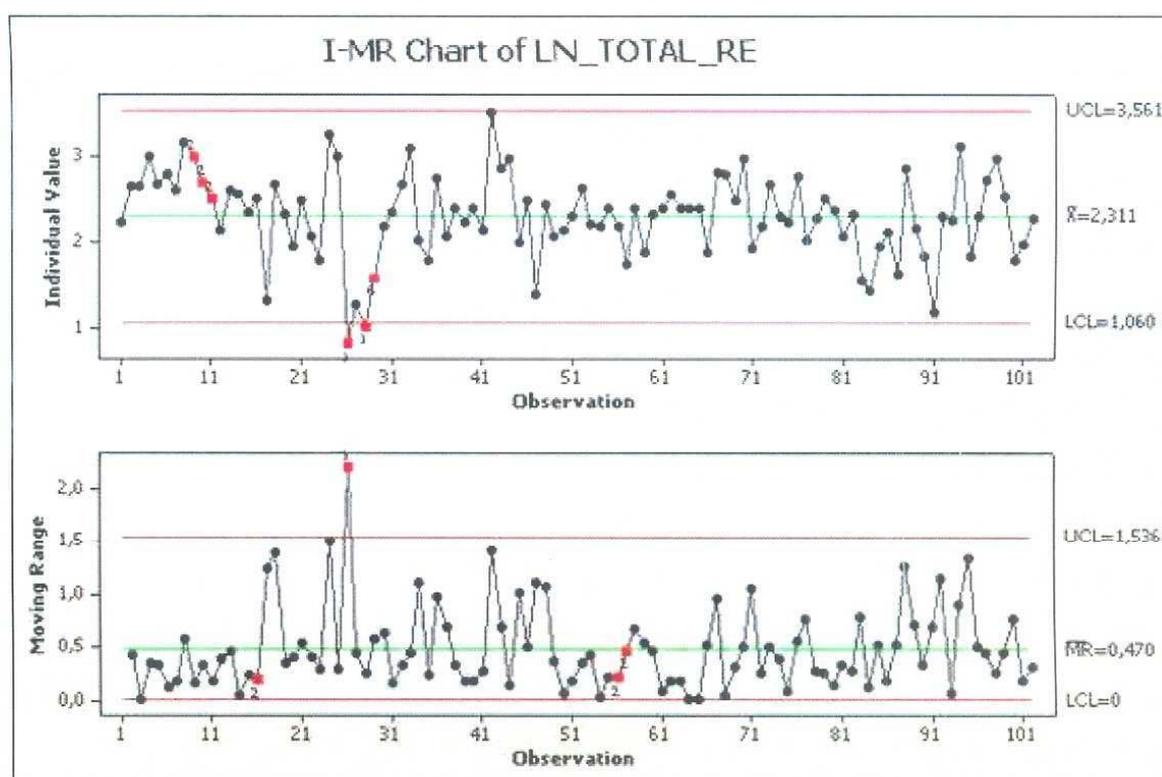


Figura 5-7. Variações excepcionais no processo de Retrabalho. Fonte. O Autor.

### 5.2.16 Atividade: 6. Gerar Baseline de Processo - Tarefa 3: Estabilizar Processo

Para a estabilização do processo é necessário a eliminação das causas especiais de variações. Essas causas especiais se originam dos pontos que não atendem aos testes de estabilidade e a eliminação destes pontos provê o conjunto de pontos que representa o processo estável requerido.

Para o processo de retrabalho da empresa estudada foram identificados alguns pontos onde causas especiais de variação ocorreram. Em análise destes

pontos pode ser observado que se tratam de demandas do tipo GG, onde o tempo previsto para a realização da tarefa se encontra na última faixa de valores, conforme Tabela 5-1, o que pode causar uma certa imprecisão nas estimativas de tarefas maiores além de algumas demandas desenvolvidas por integrantes da equipe com pouca experiência no processo da empresa.

Da amostra inicial dos 102 pontos foram sendo eliminadas as causas especiais de variação em diversas rodadas até se obter o processo estabilizado. Um ponto pode não atender a mais de um teste com isto a cada eliminação devem ser executados novamente os teste de estabilidade. Os pontos eliminados ocorreram conforme Quadro 5-5.

Teste	Pontos Eliminados
T1	5
T2	0
T3	0
T4	13

Quadro 5-5. Pontos eliminados para estabilização do processo. Fonte: O Autor.

Após a estabilização restaram 84 pontos que representam o processo estável de retrabalho da empresa estudada, apresentados na Figura 5-8.

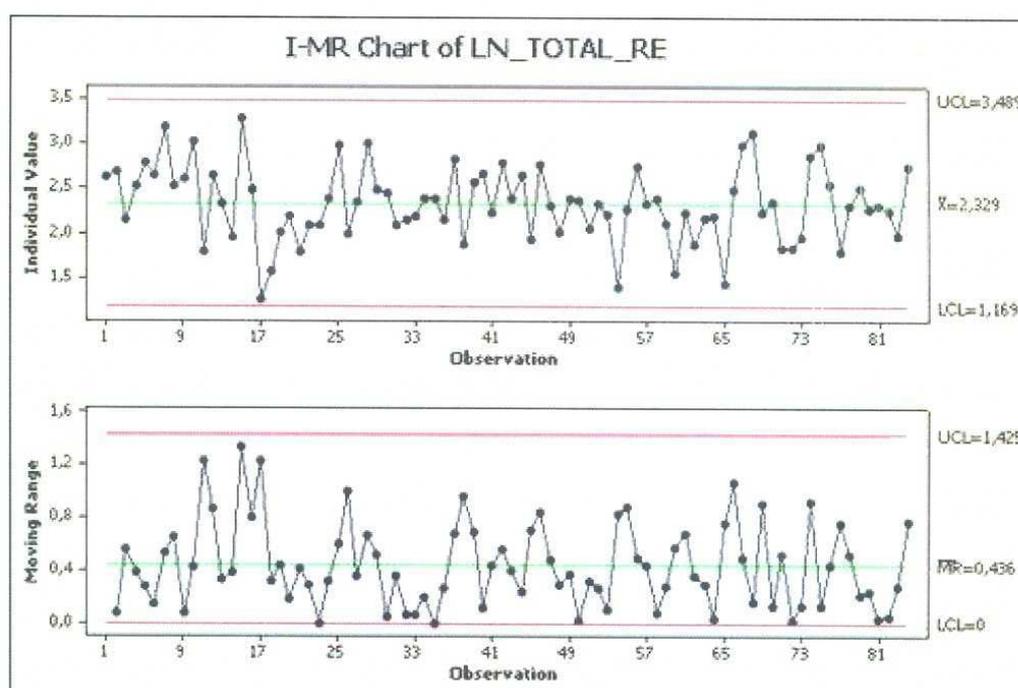


Figura 5-8. Processo de retrabalho estabilizado. Fonte: O Autor.

### 5.2.17 Atividade: 6. Gerar Baseline de Processo - Tarefa 4: Gerar Baseline de Processo

Após a estabilização do processo, a baseline gerada apresentou as características descritas na Tabela 5-2.

PROPRIEDADE	VALOR
Amostra	84 pontos
Limite superior	3,489
Média	2,329
Limite inferior	1,169
Limite superior da amplitude	1,425
Média da amplitude	0,436
Limite inferior da amplitude	0
Período	13/01/2005 a 29/12/2008

Tabela 5-2. Características da baseline do processo de retrabalho. Fonte: O Autor.

### 5.2.18 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 1: Determinar Variáveis Dependentes

Uma variável dependente foi selecionada para ser conhecida a sua equação de correlação, o que determina o modelo de desempenho estatístico. Para análise do retrabalho foi utilizada a medida Esforço Total Realizado da Reincidência (TOTAL\_RE), que indica o esforço de retrabalho, para determinar o modelo de desempenho a ser utilizado para a previsão do esforço a ser despendido com retrabalho em projetos futuros. Esta é a variável que se deseja prever no início do projeto, de forma a conhecer o possível retrabalho resultante.

### 5.2.19 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 2: Preparar Variáveis Categóricas

Para este estudo foram selecionadas duas variáveis categóricas, ou seja, aquelas cujos valores assumidos não são numéricos e geralmente se tratam de classificações ou categorias. São elas: Complexidade da Origem (COMP\_OR) e Complexidade da Reincidência (COMP\_RE) cujos valores atribuídos encontram-se na Tabela 5-3.

COMPLEXIDADE DA ORIGEM	VALOR ATRIBUÍDO	COMPLEXIDADE DA REINCIDÊNCIA	VALOR ATRIBUÍDO
P/P	1	P/P	1
P/M	2	P/M	2
P/G	3	P/G	3
M/P	4	M/P	4
M/M	5	M/M	5
M/G	6	M/G	6
G/P	7	G/P	7
G/M	8	G/M	8
G/G	9	G/G	9

Tabela 5-3. Valores atribuídos para as variáveis categóricas. Fonte: O Autor.

### 5.2.20 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 4: Gerar Modelo de Desempenho

Para a geração do modelo de desempenho estatístico do processo de retrabalho para este estudo primeiramente foram identificadas as variáveis independentes, ou seja, aquelas que exercem influência sobre o retrabalho. Foram selecionadas variáveis associadas aas demandas origem, para identificar qual a relação da demanda origem com o retrabalho gerado e a sua utilização no planejamento das reincidências. Para isso as seguintes variáveis foram selecionadas para análise da correlação entre elas e o esforço realizado com retrabalho:

- Esforço total planejado da origem (TOTAL\_PLAN\_OR);
- Esforço total realizado da origem (TOTAL\_REAL\_OR);

- Esforço previsto de análise da origem (ANA\_PLAN\_OR);
- Esforço realizado de análise da origem (ANA\_REAL\_OR);
- Esforço previsto de desenvolvimento da origem (DES\_PLAN\_OR);
- Esforço realizado de desenvolvimento da origem (DES\_REAL\_OR);
- Esforço previsto de teste da origem (TES\_PLAN\_OR);
- Esforço realizado de teste da origem (TES\_REAL\_OR);
- Complexidade da origem (COMP\_OR).

Foram analisadas as correlações entre essas variáveis, ditas variáveis independentes, e a variável dependente selecionada (TOTAL\_RE), para descobrir quais as que influenciavam no resultado final.

A técnica de Regressão Multivariada foi utilizada para identificar as correlações entre as variáveis dependentes e independentes.

Para testar o nível de correlação entre as variáveis foi utilizada a significância estatística, ou seja, o valor de P (p-value) resultante da correlação entre as variáveis, que indica a probabilidade da correlação ter ocorrido ao acaso. Para considerar a variável como significativa para o modelo, o valor de P (p-value) deve ser menor ou igual a 0,05. Além da significância estatística, foi utilizado o coeficiente de determinação R-quadrado ajustado (adjusted R-square value), que determina a performance do modelo. Para o coeficiente de determinação considera-se que quanto mais próximo a 1 melhor o resultado.

Foram realizadas quatro rodadas de correlações, a primeira rodada mostrou a primeira variável independente significativa para o modelo, a segunda rodada indicou a segunda variável independente significativa a partir da combinação da variável dependente com a primeira variável independente identificada e a terceira rodada indicou a terceira variável independente significativa a partir da combinação da variável dependente com as outras duas variáveis independentes selecionadas nas rodadas anteriores. Uma quarta rodada foi realizada combinando a variável dependente com as 3 variáveis independentes selecionadas, mas não houve correlação com mais variáveis independentes o que indica o modelo de desempenho gerado na rodada 3 é o modelo final.

**Rodada 1:** A primeira variável independente significativa foi identificada como sendo o esforço realizado no desenvolvimento da demanda origem

(DES\_REAL\_OR). O valor de P (p-value) ficou abaixo de 0,05, para duas variáveis DES\_PLAN\_OR e DES\_REAL\_OR, mas analisando o valor do coeficiente de determinação, a variável DES\_REAL\_OR indicou uma melhor performance (86%), contra 41% da variável DES\_PLAN\_OR, conforme tabela Tabela 5-4.

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	P	Adj R-SQ
TOTAL_RE	TOTAL_PLAN_OR	0,120	0,04
TOTAL_RE	TOTAL_REAL_OR	0,099	0,045
TOTAL_RE	ANA_PLAN_OR	0,107	0,0430
TOTAL_RE	ANA_REAL_OR	0,565	0,060
TOTAL_RE	DES_PLAN_OR	0,020	0,410
TOTAL_RE	<b>DES_REAL_OR</b>	<b>0,021</b>	<b>0,860</b>
TOTAL_RE	TES_PLAN_OR	0,136	0,0370
TOTAL_RE	TES_REAL_OR	0,110	0,420
TOTAL_RE	COMP_OR	0,274	0,0429

Tabela 5-4. Resultados da análise de correlação – Rodada 1. Fonte: O Autor.

**Rodada 2:** A segunda variável independente significativa foi identificada como sendo o esforço realizado na análise da demanda origem (ANA\_REAL\_OR), na qual o valor de P (p-value) ficou abaixo de 0,05, e o coeficiente de determinação indica que a performance desta combinação está em torno de 47%, conforme Tabela 5-5.

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	P	Adj R-SQ
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	TOTAL_PLAN_OR	0,070	0,080
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	TOTAL_REAL_OR	0,065	0,089
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	ANA_PLAN_OR	0,071	0,086
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	<b>ANA_REAL_OR</b>	<b>0,018</b>	<b>0,470</b>
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	DES_PLAN_OR	0,071	0,086
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	TES_PLAN_OR	0,068	0,056
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	TES_REAL_OR	0,064	0,089
TOTAL_RE com DES_REAL_OR	COMP_OR	0,071	0,086

Tabela 5-5. Resultados da análise de correlação – Rodada 2. Fonte: O Autor.

**Rodada 3:** A terceira variável independente significativa foi identificada como sendo o esforço realizado no teste da demanda origem (TES\_REAL\_OR), o valor de P (p-value) ficou abaixo de 0,05, e o coeficiente de determinação indica que a performance desta combinação está em torno de 25%, conforme Tabela 5-6.

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	P	Adj R-SQ
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	TOTAL_PLAN_OR	0,063	0,13
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	TOTAL_REAL_OR	0,052	0,15
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	ANA_PLAN_OR	0,054	0,1330
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	DES_PLAN_OR	0,061	0,1310
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	TES_PLAN_OR	0,054	0,1280
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	<b>TES_REAL_OR</b>	<b>0,020</b>	<b>0,250</b>
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR	COMP_OR	0,060	0,1330

**Tabela 5-6. Resultados da análise de correlação – Rodada 3. Fonte: O Autor.**

**Rodada 4:** Não foram identificadas variáveis independentes nessa rodada, conforme Tabela 5-7, nenhuma das combinações apresentou o valor de P (p-value) menor ou igual a 0,05.

Portanto, o modelo de desempenho deve ser composto pelas variáveis: Esforço Total da Reincidência (TOTAL\_RE), Esforço Realizado de Desenvolvimento da Origem (DES\_REAL\_OR), Esforço Realizado de Análise da Origem (ANA\_REAL\_OR) e Esforço Realizado de Teste da Origem (TES\_REAL\_OR).

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	P	Adj R-SQ
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	TOTAL_PLAN_OR	0,100	0,12
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	TOTAL_REAL_OR	0,300	0,1020
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	ANA_PLAN_OR	0,600	0,088
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	DES_PLAN_OR	0,321	0,0120
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	TES_PLAN_OR	0,342	0,1020
TOTAL_RE com DES_REAL_OR com ANA_REAL_OR com TES_REAL_OR	COMP_OR	0,075	0,1430

**Tabela 5-7. Resultados da análise de correlação – Rodada 4. Fonte: O Autor.**

Para testar a existência de multicolinearidade foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, que precisa apresentar valores menores do que 0,75 para que as variáveis sejam incluídas no modelo final. A Tabela 5-8 apresenta os valores do coeficiente de correlação de Spearman para as variáveis independentes selecionadas para fazer parte do modelo e indicou que não existe multicolinearidade entre elas.

VARIÁVEL 1	VARIÁVEL 2	COEFICIENTE
DES_REAL_OR	ANA_REAL_OR	0,443686
DES_REAL_OR	TES_REAL_OR	0,508086
ANA_REAL_OR	TES_REAL_OR	0,623529

Tabela 5-8. Teste de multicolinearidade entre variáveis do modelo. Fonte: O Autor.

A Equação 5-1, apresenta a equação de correlação que foi gerada a partir das variáveis identificadas.

Equação 5-1. Equação de correlação. Fonte: O Autor.

$$\text{TOTAL\_RE} = 2,02 + 0,205 \text{ DES\_REAL\_OR} - 0,210 \text{ ANA\_REAL\_OR} + 0,110 \text{ TES\_REAL\_OR}$$

Como os dados utilizados foram normalizados para seu logaritmo natural é necessário que a equação seja transformada para atender aos valores reais da base de dados aplicando o inverso do logaritmo natural.

O modelo de desempenho gerado para o processo de retrabalho da empresa estudada está apresentado na Equação 5-2.

Equação 5-2. Modelo de Desempenho Estatístico. Fonte: O Autor.

$$E = e^{2,02} * des_{realor}^{0,205} * ana_{realor}^{-0,210} * tes_{realor}^{0,110}$$

### 5.2.21 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 5: Testar Modelo de Desempenho

Para testar o modelo de desempenho foram realizadas duas instâncias de teste:

- Primeira instância: Na separação da base em 3 partes, 2/3 das demandas foram utilizados para a geração do modelo e 1/3 foi separado para os testes, ou seja, 102 demandas foram utilizados para a geração do modelo e 52 demandas separadas para o teste. Aplicando o modelo gerado nestas 52 demandas teve-se um desvio médio de 26,6% do que seria previsto pelo modelo com que realmente foi executado. A Tabela 5-9 apresenta os valores extraídos da base para demonstrar o teste do modelo. Pode ser notado que o esforço de retrabalho previsto pelo modelo de desempenho resultou em algumas demandas em valores menores do que os valores realizados na prática, isso poderia acarretar uma estimativa otimista o que poderia impactar em atrasos no desenvolvimento do projeto. Em outras demandas, o modelo resultou em valores maiores do que os ocorridos, fazendo com que a estimativa tenha uma folga para tratar imprevistos. Uma outra questão a ser considerada é que em 16 demandas desta instância de teste o desvio ficou acima de 30%, isso indica que o modelo pode ser utilizado para auxiliar na estimativas mas necessita de novas medidas para se tornar mais preciso. O acréscimo do desvio médio ao valor do esforço previsto pelo modelo pode minimizar esta diferença.

<b>Esforço de Retrabalho Previsto pelo Modelo</b>	<b>Esforço de Retrabalho Realizado</b>	<b>Desvio (Esforço Previsto x Esforço Realizado)</b>
12,0239	13,77	-0,1452
9,0734	12,5	-0,3776
11,1444	13,5	-0,2114
14,6770	20,5	-0,3967
13,2809	14,92	-0,1234
12,1601	13,08	-0,0757
10,5244	9	0,1448
11,7208	11	0,0615
8,4130	12	-0,4264
10,2842	11,5	-0,1182
9,3940	9	0,0419
9,6894	11	-0,1353
10,1553	11	-0,0832
11,88605187	8,5	0,2849
11,53680677	10	0,1332
11,94024799	11	0,0787
14,03286298	16,85	-0,2008
14,09359428	13	0,0776
11,18596482	14,5	-0,2963
9,401472666	9,33	0,0076
10,64705939	16,3	-0,5309
11,66276336	11	0,0568
10,28420256	14	-0,3613
11,2559616	6,92	0,3852
10,42056645	16	-0,5354
11,18596482	9,98	0,1078
10,36905494	7,5	0,2767
11,66276336	10,9	0,0654
11,60479476	10,72	0,0762
12,76214308	7,83	0,3865
10,60300263	10,17	0,0408
11,53680677	9,17	0,2052
10,95191	15,75	-0,4381
11,41021989	10,17	0,1087
14,09359428	10,97	0,2216
9,385907315	8,28	0,1178
7,72624914	4,7	0,3917
10,89683837	6,5	0,4035
9,710681159	8,67	0,1072
10,12591436	8,93	0,1181
14,03286298	12,1	0,1377

Esforço de Retrabalho Previsto pelo Modelo	Esforço de Retrabalho Realizado	Desvio (Esforço Previsto x Esforço Realizado)
14,03286298	19,7	-0,4038
12,93889888	9,27	0,2836
13,90747376	10,57	0,2400
8,593475062	6,28	0,2692
11,92688832	7	0,4131
12,49231933	17,5	-0,4009
9,09808734	10	-0,0991
12,77295224	9,71	0,2398
10,9700885	10	0,0884
11,61961986	7,17	0,3829
11,57400112	15,5	-0,3392

**Tabela 5-9. Resultados da primeira instância de teste do modelo. Fonte: O Autor.**

Segunda Instância: A empresa forneceu uma segunda base de dados de reincidências ocorridas nos anos de 2010 e 2011, considerando os critérios para a extração de demandas válidas para o estudo. A base de teste foi composta por 27 demandas. Aplicando o modelo gerado nestas demandas teve-se um desvio médio de 27,5% do que seria previsto pelo modelo com que realmente foi executado. Pode ser notado que o esforço de retrabalho previsto pelo modelo de desempenho resultou em algumas demandas em valores menores do que os valores realizados na prática e outros em valores maiores, além de em 13 demandas o desvio ficou acima de 30%, da mesma forma que a primeira instância de teste. Confirmando assim que novas medidas precisam ser coletadas para aumentar a precisão do modelo, mas que ele auxilia nas estimativas e esta diferença pode ser minimizada com o acréscimo do valor do desvio médio ao esforço previsto pelo modelo.

Esforço de Retrabalho Previsto pelo Modelo	Esforço de Retrabalho Realizado	Desvio (Esforço Previsto x Esforço Realizado)
8,929810698	6,5	0,272101031
8,991427172	11,9	-0,323482888
9,313071329	5,15	0,447013792
9,313071329	10,53333333	-0,131026808
13,28676746	5,566666667	0,581036796
9,918227642	12,58333333	-0,268707857
13,28676746	7,166666667	0,460616234
11,48535199	10,08333333	0,122070152
12,19925795	12,55	-0,028751097
9,932439615	9,666666667	0,026758073
8,585609529	3,8	0,557398926
10,37501096	14,9	-0,436143061
9,63438421	4	0,584820377
9,63438421	6	0,377230566
12,50619419	8,016666667	0,358984313
8,913037534	4,783333333	0,463332975
13,8451327	11,48333333	0,17058698
10,63880163	5,333333333	0,498690405
14,4331693	17,16666667	-0,189389961
8,945221309	10,81666667	-0,209211745
6,055556235	8,7	-0,436697086
8,945221309	8,616666667	0,036729627
11,47911329	11,5	-0,001819541
11,34685667	6,483333333	0,428622964
8,06879923	7	0,132460754
8,06879923	7,9	0,020919994

Tabela 5-10. Resultados da segunda instância de teste do modelo. Fonte: O Autor.

### 5.2.22 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 6: Realizar Análise do Modelo

Após a execução dos testes foi possível identificar que há necessidade de novas coletas de medidas do processo com o uso do modelo de desempenho, para que, com o passar do tempo, os valores se tornem mais precisos e o modelo seja calibrado. Em análise com especialistas no processo da empresa, realizada nos seminários de estudos, pode-se identificar que o aumento do desvio na base de dados de 2010 e 2011 se deu por uma troca de integrantes da equipe de desenvolvimento. Alguns integrantes novos foram contratados e, por falta de experiência no processo da empresa, podem ter influenciado nos resultados dos projetos realizados neste período. Mas foi possível identificar que o uso do modelo

de desempenho estatístico é útil na previsão do esforço de retrabalho e pode auxiliar a empresa na estimativa de seus projetos futuros.

### **5.2.23 Atividade: 7. Gerar Modelo de Desempenho Estatístico - Tarefa 7: Refinar Modelo**

Conforme os resultados alcançados não houve necessidade de refinamento deste modelo neste momento, pois ele corresponde à realidade da empresa estudada. O que se pretende fazer é utilizá-lo em projetos futuros e fazer a calibração com a execução de uma nova instância deste processo proposto para gerar um novo modelo mais preciso, que deverá ocorrer periodicamente com a frequência que a empresa julgar necessária.

## **5.3 Considerações a Respeito da Aplicação do Processo**

O processo proposto foi aplicado na empresa estudada e foi possível notar que a geração de um modelo de desempenho estatístico para o processo de retrabalho no desenvolvimento de projetos auxilia a previsibilidade e pode ser utilizado no planejamento de novos projetos desde que estes sigam o mesmo processo padrão.

O uso de um modelo de desempenho estatístico pode promover uma maior precisão nas estimativas visto que ele deriva da análise do comportamento do processo e pode ser calibrado periodicamente para que sua precisão aumente com o passar do tempo e com a inserção de novas instâncias de execução dos processos no repositório organizacional de medidas.

## **5.4 Considerações sobre o Capítulo**

Este capítulo apresentou a discussão dos resultados alcançados com a execução da pesquisa após a aplicação do processo proposto em uma empresa de desenvolvimento de software que atendia as características requeridas por este estudo. O próximo capítulo apresenta as considerações finais, contribuição e limitações da pesquisa, bem como, trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

*O homem que remove montanhas começa  
carregando pedras pequenas.  
(Provérbio Chinês)*

O capítulo anterior apresentou as discussões a cerca do desenvolvimento da pesquisa aplicada a uma empresa de desenvolvimento de software.

Este capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho, incluindo questões pertinentes à contribuição da pesquisa, limitações e relevância do estudo, bem como, a indicação de trabalhos futuros.

### 6.1 Relevância do estudo

A medição de software vem sendo uma das principais preocupações da Engenharia de Software nas duas últimas décadas. Estudos apresentados na revisão da literatura deste documento mostram que empresas de software ainda têm grande dificuldade em estimar e medir seus projetos. O uso de técnicas estatísticas é ainda recente para muitas empresas da área de software, pois necessita de uma certa maturidade em desenvolvimento, o que se dá com a evolução da organização e da execução, com qualidade, dos processos de software.

Além da grande de dificuldade com medição, as empresas de software apresentam a característica de ocorrência rotineira de esforço com retrabalho, ou seja, esforço em corrigir o que não foi feito corretamente da primeira vez. Através deste estudo e da revisão da literatura a respeito de retrabalho em software, ficou claro que grande parte das empresas não estima adequadamente o esforço que gastará com retrabalho.

Com base neste cenário, o presente trabalho é relevante para as empresas, devido ao seu aspecto apoiador, pois propicia às empresas desenvolvedoras de

software gerar seus próprios modelos de desempenho, entender sua realidade quanto ao comportamento do processo de retrabalho, além de possibilitar uma manutenção deste modelo periodicamente, permitindo que a precisão das estimativas geradas a partir da utilização do repositório organizacional de medidas seja cada vez maior.

## **6.2 Contribuições da pesquisa**

A principal contribuição desta pesquisa foi à criação de um processo de construção de modelos de desempenho estatístico para o esforço de retrabalho em empresas desenvolvedoras de software. Com a sua conclusão, os resultados alcançados mostraram que é possível, de forma efetiva, auxiliar empresas desenvolvedoras de software nas suas estimativas de esforço de retrabalho, melhorar o planejamento dos projetos com base na previsibilidade do comportamento deste processo e propiciar uma melhoria em termos econômicos para essas organizações.

Uma empresa que atenda às características requeridas por este estudo tem condições de executar o processo proposto para sua realidade, criar seu modelo de desempenho, calibrando-o quando necessário e, assim, prever melhor o esforço despendido com retrabalho em seus projetos de software. Ao longo do tempo, com a calibração do seu modelo, a redução do esforço com retrabalho poderá ser notada e assim os custos envolvidos com essas atividades minimizados.

## **6.3 Limitações da pesquisa**

Ao final desta pesquisa foi possível reconhecer algumas limitações que podem induzir a um certo viés os resultados desta pesquisa.

A primeira delas é referente à capacidade de generalização completa, devido à pouca quantidade de aplicações do processo proposto, onde apenas uma empresa foi estudada. Isso ocorreu devido ao fato da grande dificuldade em encontrar empresas que possuam uma base de dados consistente para a aplicação de CEP e que estejam dispostas a disponibilizar a sua base para estudos. Apesar disto, pode-se inferir, com certo grau de certeza, de que o processo proposto pode

apoiar outras organizações por ter sido descrito em nível de detalhe suficiente para a compreensão adequada das técnicas envolvidas.

A segunda limitação desta pesquisa é em relação à análise das demandas onde ocorreram retrabalho recorrente, ou seja, que ocorreram mais de uma instância de retrabalho em um única demanda. Essa análise não foi possível, pois a base de dados não apresentava tais informações. Entende-se, no entanto, que esta recursividade não seja prejudicial ao método apresentado, podendo este ser adaptado para acomodar tais situações.

## 6.4 Trabalhos futuros

Como trabalhos relacionados a esta pesquisa estão:

- Criação de uma plataforma para auxiliar a identificação de anomalias nos processos com o auxílio de agentes inteligentes.
- Pesquisas envolvendo retrabalho em pontos críticos do ciclo de vida de desenvolvimento.
- Combinações de técnicas estatísticas com técnicas de IA para aumentar a precisão de estimativas.

## 6.5 Mensagem Final

“Cada sonho que você deixa de realizar, é uma parte do seu futuro  
que deixa de existir.”

Steve Jobs, criador da Apple Computers

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ABNT, 2000) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de Gestão da Qualidade – fundamentos e vocabulário: NBR ISO 9000**. Rio de Janeiro, 2000.
- (AIDAR, 1995) AIDAR, M. M. **Qualidade Humana - As pessoas em primeiro lugar: desenvolvendo uma cultura empresarial orientada para a qualidade, através da melhoria do relacionamento entre clientes internos e externos**. São Paulo: Maltese, 1995.
- (ALVAREZ, 2001) ALVAREZ, M. E. B. **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.
- (ANDERSSON, 2003) ANDERSSON, C. **Exploring the Software Verification and Validation Process with Focus on Efficient Fault Detection**. Licentiate Thesis, Lund Institute of Technology (LTH), Lund University. Suécia, 2003.
- (ANTONIONI; ROSA, 1995) ANTONIONI, J. A.; ROSA, N. B. **Qualidade em software: manual de aplicação da ISO-9000**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- (AQUINO, 2008) AQUINO, R. S. P. **O processo unificado integrado ao desenvolvimento Web**. Engenharia de Software Magazine, p. 28 - 37, 01 mar. 2008.
- (BARCELLOS, 2009a) BARCELLOS, M. P. **Controle Estatístico de Processos – Do "Chão de Fábrica" para as Organizações de Software**. Engenharia de Software Magazine, p. 56 - 61, 01 mar. 2009.
- (BARCELLOS, 2009b) BARCELLOS, M. P. **Uma Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade**. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.
- (BARCELLOS; ROCHA, 2008) BARCELLOS, M. P.; ROCHA, A. R. C. **Avaliação de Bases de Medidas considerando sua Aplicabilidade ao Controle Estatístico de Processos de Software**. In: Simpósio Brasileiro de qualidade de software, 2008.
- (BOEHM, 1981) BOEHM, B. **Software Engineering Economics**. Prentice-Hall, 1981.
- (BOEHM, 2000) BOEHM, B. **Software Cost Estimation With Cocomo II**. Prentice-Hall, 2000.
- (BOEHM; BASILI, 2001) BOEHM, B. W.; BASILI, V. **Software defect reduction top 10 list**. IEEE Comput. 34 (1), 135–138.

(CAMPOS et al, 2007) CAMPOS, F.B.; CONTE, T.U.; KATSURAYAMA, A. E.; ROCHA, A.R.C. **Gerência Quantitativa para o Processo de Desenvolvimento de Requisitos**. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS), Porto de Galinhas, PE, 2007.

(CARLETON; PAULK, 1997) CARLETON, A. D.; PAULK, M. C. **Statistical Process Control (SPC) for Software Tutorial**. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University Pittsburgh, 1997.

(COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2009) COSTA, A.F.B.; EPPRECHT, E.K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico da Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2009.

(CROSBY, 2000) CROSBY, P. B. P. **Crosby fala da utilidade de ISO 9000:2000**. ISO 9000 + ISO 14000 News, n.129, pp.22-25, novembro/dezembro 2000.

(DAMM; LUNDBERG, WOHLIN, 2008) DAMM, L. O., LUNDBERG, L., WOHLIN, C. **A model for software rework reduction through a combination of anomaly metrics**. The Journal of Systems and Software 81, 2008.

(DEMING,1990) DEMING, W. E. **Qualidade: A revolução da administração**. Tradução de: Out of the crisis. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

(FENTON; PFLEEGER, 1997) FENTON, N. E., PFLEEGER, S. L. **Software Metrics: A Rigorous and Pratical Approach**. PWS Publishing Company, 1997.

(FLORAC; CARLETON, 1999) FLORAC, W.A., CARLETON, A.D. **Measuring the Software Process – Statistical Process Control for Software Process Improvement**. Addison-Wesley, 1999.

(FLORAC; PARK; CARLETON, 1997) FLORAC, W. A., PARK, R. E., CARLETON, A. D. **Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement**. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. www.sei.cmu.edu. Abril, 1997.

(FORD, 1995) FORD, D. N. **The Dynamics of Project Management: An Investigation of Project Process and Coordination on Performance**. Tese de Doutorado, MIT (1995)

(GARVIN, 1992) GARVIN, D. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed, 1992.

(GIL, 2002) GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

(HELDMAN, 2005) HELDMAN, K. **Gerência de Projetos: Fundamentos: Um guia prático para quem quer certificação em gerência de projetos**. Tradução de Luciana do Amaral Teixeira, Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

(HELDMAN, 2006) HELDMAN, K. **Gerência de Projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Tradução de Luciana do Amaral Teixeira, Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

(ISO/IEC, 2003) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-2: Information Technology - Process Assessment – Part 2 - Performing an Assessment.** Geneve: ISO, 2003.

(ISO/IEC, 2008) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 12207 Systems and software engineering– Software life cycle processes.** Geneve: ISO, 2008.

(KALINOWSKI; SPINOLA, 2008) KALINOWSKI, M. ; SPINOLA, R. O. . **Introdução à Inspeção de Software.** Engenharia de Software Magazine, p. 68 - 74, 01 mar. 2008.

(KAGAWA; HACKYSTAT, 2004) KAGAWA, A; HACKYSTAT, P. J. MDS supporting MSL MMR. Department of Information and Computer Sciences. University of Hawaii.2004

(KITCHENHAM; PFLEEGER,1996) KITCHENHAM, B ; PFLEEGER, S. L.. **Software Quality: The Elusive Target.** IEEE Software, vol. 13, no. 1, pp. 12-21, Jan. 1996

(LOVE; IRANI; EDWARDS, 2004) LOVE, P.E.D; IRANI, Z; EDWARDS, D.J. **A Rework Reduction Model for Construction Projects.** IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 51, N. 4, November, 2004.

(MARCONI; LAKATOS, 2000) MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2000.

(MAXWELL, 2002) MAXWELL, K.D. **Applied Statistics for Software Managers.** Prentice-Hall, 2002.

(MONTGOMERY, 2004) MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** Rio de Janeiro: Editora LTC, 2004.

(MONTONI, 2007) MONTONI, M. A. **Uma Abordagem para Condução de Iniciativas de Melhoria de Processos de Software.** Exame de Qualificação para o Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

(MONTONI et al, 2007) MONTONI, M. A. ; KALINOWSKI, M. ; LUPO, P. ; FERREIRA, A. I. F. ; ROCHA, A. R. C. . **Uma metodologia para desenvolvimento de modelos de desempenho de processos para gerência quantitativa de projetos de software.** Simpósio Brasileiro de qualidade de software, Porto de Galinhas, 2007.

(PALADINI, 2004) PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática.** 2.ed. São Paulo : Atlas, 2004.

(PFLEEGER, 2001) PFLEEGER, S. L. **Software Engineering: Theory and Practice.** Prentice-Hall, 2001.

(POLI; MACHADO, 2003) POLI, J. A.; MACHADO, C. B. **ISO 9001/2000: Uma Abordagem Prática**. 1ª Edição. São José dos Pinhais: Amaro, 2003.

(REINEHR, 2008) REINEHR, S.S. **Reuso Sistematizado de Software e Linhas de Produto de Software no Setor Financeiro: Estudos de Caso no Brasil**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2008.

(REINEHR et al, 2009) REINEHR, S.; PESSOA, M.; LAURINDO, F.; BURNETT, R. **Proposta de um modelo híbrido multidimensional para apoiar o processo de avaliação de estratégia tecnológica**. SBQS - Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Ouro Preto, 2009.

(ROYCE,1998) ROYCE, W., **Software Project Management: a unified framework**, Addison Wesley, 1998.

(SANTOS, 1999) SANTOS, A. R. **Metodologia Científica – a construção do conhecimento**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 1999. 144 p.

(SANTOS; WEBER; ROCHA, 2009) SANTOS, G.; WEBER, K.C.; ROCHA, A.R.C. **Software Process Improvement in Brazil: Evolving the MPS Model and Consolidating the MPS.BR Program**. CLEI 2009 - XXXV Conferência Latinoamericana de Informática. Pelotas-RS, Brasil, 21 a 25 de Setembro de 2009.

(SARGUT; DEMIRORS, 2006) SARGUT, K. U.; DEMIRORS, O. **Utilization of statistical process control (SPC) in emergent software organizations: Pitfalls and suggestions**. Software Quality Springer Science + Business Media,2006

(SEI, 2010) SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. **CMMI for Development, Version 1.3**. Pittsburg: Software Engineering Institute, 2010.

(SOFTEX, 2011a) SOCIEDADE PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO (SOFTEX). **MPS.BR – Guia Geral:2011**. Disponível em [HTTP://www.softex.br/mpsbr/\\_guias/guias/MPS.BR\\_Guia\\_Geral\\_2011.pdf](http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_2011.pdf). Acessado em 02/02/2012.

(SOFTEX, 2011b) SOCIEDADE PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO (SOFTEX). **MPS.BR – Guia de Avaliação:2011**. Disponível em [HTTP://www.softex.br/mpsbr/guias/default.asp](http://www.softex.br/mpsbr/guias/default.asp). Acessado em 10/11/2011.

(THIOLLENT, 1997) THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. Editora Atlas. São Paulo, 1997.

(THIOLLENT, 2003) THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. Editora Cortez. São Paulo, 2003.

(TRAVASSOS; KALINOWSKI, 2009) TRAVASSOS, G.H.; KALINOWSKI, M. **iMPS 2009: caracterização e variação de desempenho de organizações que adotaram o modelo MPS**. Campinas, SP: SOFTEX, 2009. Disponível em

[http://www.softex.br/mpsbr/\\_livros/resultado\\_desempenho.asp](http://www.softex.br/mpsbr/_livros/resultado_desempenho.asp). Acessado em 13/11/2010.

(VALLS, 2004) VALLS, V. M. **O enfoque por processos da NBR ISO 9001 e sua aplicação nos serviços de informação**. Revista Ci. Inf. Brasília, v. 33, n.2, p. 172-178, maio/ago. 2004

(VERGARA, 2006) VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. Editora Atlas. São Paulo, 2006.

(WALPOLE et al, 2009) WALPOLE, R.E.; MYERS, S.L. MYERS, K.Y. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciência**. Tradução Luciane F. Pauleti Vianna. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2009

(WHEELER, 1992) WHEELER, D. J; CHAMBERS, D. S. **Understanding Statistical Process Control**. Editora Spc Press, 1992.

(WHEELER, 1999) WHEELER, D. J. **Understanding Variation: The Key to Managing Chaos**. 2<sup>nd</sup> Edition. SPC Press, 1999.

(ZAHARAN,1998) ZAHARAN, S. **Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success**. Addison-Wesley. England,1998.