

Avaliação do Processo de estimativas de tamanho, custo e duração para construção do produto software.

Angélica Toffano Seidel Calazans¹, Marcelo Antonio Lopes de Oliveira², Zeno William Gaspar Dias²

¹Gerencia Nacional de Desenvolvimento e Manutenção de Sistemas – Caixa Econômica Federal – Brasília – DF – Brasil.

²Politec Ltda – Brasília – DF – Brasil.

angelica.calazans@caixa.gov.br, marceloo@bsb.politec.com.br,
zeno.dias@bsb.politec.com.br

***Abstract.** Since 1990's decade, the improvement of the software development process has obtained bigger visibility from the organizations and software development professionals. The process measurement enables the identification of qualitative and quantitative data and supplies mechanisms for evaluation and continuous improvement. This document presents the size estimates, cost and duration for software product construction processes evaluation, using the application of the Goal Question-Metrics (GQM), adopted by a financial governmental institution.*

***Resumo:** A melhoria do processo de desenvolvimento software tem obtido maior visibilidade das organizações e dos profissionais de software, desde a década de 90. A medição do processo possibilita a identificação de dados quantitativos e qualitativos e fornece mecanismos para avaliação e melhoria contínua. Esse documento apresenta a avaliação do Processo de estimativas de tamanho, custo e duração para construção de produto de software, em uso em uma instituição financeira governamental, através da aplicação do Goal Question-Metrics (GQM).*

1. Introdução

Na década de 90 começaram a surgir normas e modelos para medir e melhorar os processos de desenvolvimento de *software* tais como: Norma ISO 12207, modelo SPICE (ISO/IEC 15504) e o modelo CMM (*Capability Maturity Model*) [Rocha; Maldonado e Weber, 2001].

Todos estes modelos propõem a definição e/ou melhoria do processo para gerar níveis mais altos de qualidade do produto de *software*. Porém, para que isso se torne possível, é preciso definir, implantar, medir, analisar e melhorar os processos.

Segundo Basili, Caldiera e Rombach (1994), para uma melhor efetividade, as medições devem ser definidas de acordo com objetivos específicos. Uma abordagem bastante utilizada para alcançar esse fim é o Goal Question-Metric (GQM).

No escopo deste trabalho, utilizaremos o GQM para analisar o Processo de estimativa de tamanho, duração e custo de produtos de software de uma organização governamental.

Segundo Stuzke (2000), as empresas necessitam estimar, de forma acurada, o tamanho dos produtos de *software* no início do processo de desenvolvimento, visando a realização de um melhor planejamento para a construção de produtos de *software* e, ainda, diminuir o risco da tomada de decisões errôneas.

Este documento está organizado nas seguintes seções: breve descrição do método GQM (seção 2), breve descrição sobre métricas para estimativa de tamanho, duração e custo (seção 3), aplicação do GQM (seção 4) e conclusões e sugestões de melhoria do processo (seção 4).

2. Goal, Question-Metrics

O método GQM foi originalmente proposto por Basili; Caldiera; Rombach (1994) para avaliar os defeitos de um conjunto de projetos da NASA Goddard Space Flight Center.

Posteriormente, o uso do GQM foi expandido e tem sido adotado para medir e melhorar a qualidade em organizações de desenvolvimento de software.

De acordo com os mesmos autores, o método proposto contém três níveis: Conceitual (Objetivo); Operacional (Questões) e Quantitativo (Métricas). O objetivo é definido para um objeto (um produto, um processo, ou um recurso utilizado por um processo). As questões são utilizadas para definir um caminho para alcançar um determinado objetivo. As métricas são definidas através de um conjunto de dados associados a cada questão de forma quantitativa.

Solingen e Berghout (1999) propõem as seguintes fases para definir um GQM:

- (i) planejamento – que envolve a seleção da aplicação a ser mensurada, definição, caracterização e planejamento do projeto;
- (ii) definição – fase onde os objetivos, questões, métricas e hipóteses são definidos e documentados;
- (iii) coleta de dados – para atender as métricas definidas; e,
- (iv) interpretação - fase onde os dados coletados são analisados para identificar as respostas às questões definidas.

3. Medição de software

Segundo Fenton e Pfleeger (1997), medição é o processo de obtenção de uma medida para uma entidade real. Uma medida fornece uma indicação de quantidade, dimensão, capacidade ou tamanho de algum produto de software ou de um processo. Em outras palavras, uma medida refere-se a um valor de uma métrica. Segundo a norma ISO 9126 (2001), métrica é a composição de métodos para medição e escalas de medição.

Para se chegar a uma medida de software existem muitas métricas¹ que avaliam as variáveis de tamanho, esforço e duração.

Por serem essas métricas utilizadas neste trabalho, a seguir são descritas as principais características da Análise por Pontos de Função - APF e a proposta da NESMA (Netherlands Software Metrics Users Association).

¹ Ex. LOC, APF, Halstead, COCOMO, COSMIC FFP

3.1 Análise por Pontos de Função - APF

As principais características da APF são: ser independente da tecnologia, ser aplicável desde o início do sistema, apoiar a análise de produtividade e qualidade, estimar o tamanho do software com uma unidade de medida padrão e segundo a visão e os requisitos do usuário final [IFPUG, 2000].

A APF pontua as funções de dados (Arquivo lógico interno – ALI e Arquivo de Interface externa - AIE) e transações (Entradas Externas – EE, Saídas Externas – SE ou Consultas Externas - CE) identificadas no projeto. Cada função de dado ou transacional terá um peso diferente dependente de sua complexidade. Diversas tabelas baseadas na quantidade de elementos de dados, de registros e de arquivos referenciados são utilizadas para determinar a complexidade de cada função em Baixa, Média ou Alta.

O resultado da contagem de funções de dados e transacionais é uma medida chamada de contagem não ajustada (NoPF não ajustado), pois não considera detalhes que afetam o produto e sua construção. O ajuste na mensuração é efetuado através do Fator de Ajuste² determinado.

3.2 Abordagem NESMA

A NESMA é uma associação de usuários de métricas que tem proposto alternativas de contagem utilizando a APF, de forma a possibilitar a mensuração de um produto de software no início do processo de desenvolvimento, mesmo não possuindo todas as informações [Vasquez, Simões, e Albert, 2003].

Uma das propostas da NESMA é a Contagem Estimada que possibilita a estimativa de tamanho a partir da identificação das funções de dados e transações (sem a necessidade de identificação dos elementos de dados de cada função). Nesta contagem utiliza-se a classificação de complexidades do IFPUG e aplica-se a complexidade baixa para cada função de dados e complexidade média para cada função de transação identificada.

4. Aplicação do GQM

O método de GQM foi aplicado no Processo de estimativa de tamanho, custo e duração para construção de produtos de software de uma instituição governamental.

4.1 O processo

Na metodologia³ utilizada pela organização em estudo, a Área de TI tem de 5 (cinco) a 30 (tinta) dias úteis para realizar a estimativa inicial de tamanho, custo e duração para a construção do produto de software. Esta fase é chamada de Anteprojeto.

Alguns dos objetivos da Fase de Anteprojeto são: realizar estudos preliminares que permitam avaliar o escopo e tamanho do sistema e levantar estimativas (duração e custo) para o projeto a ser iniciado; elaborar Proposta de Solução; negociar e firmar acordo de prestação de serviços, com os parceiros e com o Gestor da Informação.

² Alguns deles: comunicação de dados, processamento distribuído, performance, utilização de equipamento, volume de transações, etc.

³ A empresa analisada trabalha com a análise estruturada e sua metodologia para desenvolvimento de sistemas possui as fases de Anteprojeto, Planejamento, Análise, Projeto, Construção, Homologação e Implantação.

Para a estimativa do tamanho inicial, na Fase do Anteprojeto, é aplicado o método de Contagem Estimada conforme a proposta da NESMA citada anteriormente.

É após a entrega do anteprojeto que o gestor aprova o desenvolvimento do produto e, para isto, deve possuir orçamento disponível para o seu desenvolvimento.

Inicia-se então a Fase de Planejamento, momento em que os requisitos serão detalhados. Ao seu final, o projeto é novamente pontuado pela Contagem Detalhada de APF (segundo proposta original) e o tamanho, custos e duração necessários para a construção do produto de software são ratificados ou retificados, conforme o caso.

A estimativa de duração e a produtividade (quantidade de horas necessárias para produzir 1 ponto de função), tanto para Contagem Estimada como Detalhada, é baseada na análise das informações do banco de dados do ISBSG - International Software Benchmarking Standards Group⁴ [ISBSG, 2002].

Para a estimativa de custos é utilizado o custo hora de gerentes e técnicos, adotado pela instituição em seus contratos de terceirização.

Este processo tem gerado constantes desgastes entre a Área de TI e os Gestores do Negócio, o motivo principal é a distorção entre o tamanho, duração e custos, informados no início do projeto na Fase Anteprojeto e os informados ao final da Fase de Planejamento.

A partir da necessidade de reavaliação e seguindo as fases definidas por Solingen; Berghout (1999) foi aplicado o GQM.

4.1 Fase de definição

O objetivo macro da análise do Processo de estimativa de tamanho, duração e custo de construção de produtos de software é avaliar a sua utilização e os resultados obtidos.

Após a definição do objetivo macro, foram analisados os indicadores do processo e definidos os seguintes objetivos específicos: 1) Melhorar a utilização do processo; 2) Melhorar o resultado das estimativas e; 3) Melhorar o nível de satisfação do usuário.

Para esses objetivos foram definidas 9 questões e 21 métricas, apresentadas a seguir:

Objetivo 1: Melhorar a utilização do processo de estimativas de tamanho, duração e custo de construção de produto de software

- Propósito: Melhorar
- Questão: Utilização
- Objeto: Processo de estimativas de tamanho, duração e custo de construção de produto de software.
- Ponto de Vista: Gestor do processo.

⁴ Grupo focado em coletar, validar e publicar, num repositório, valores históricos de produtividade por linguagem em projetos de softwares.

Questão 1.1: Qual o percentual de projetos pontuados?

Métrica 1.1 a) Percentual de projetos pontuados

$$M 1.1 a = (\text{Qtd de projetos pontuados} / \text{Qtd de projetos total}) * 100$$

Questão 1.2: Qual a média do tempo gasto para elaboração do anteprojeto?

Métrica 1.2 a) Média do tempo gasto

$$M 1.2.a = (\sum \text{tempo gasto} / \text{Qtd de projetos analisados}) * 100$$

Objetivo 2 : Melhorar o resultado das estimativas do processo de estimativas de tamanho, duração e construção do produto de software

- Propósito: Melhorar
- Questão: Resultado
- Objeto: Estimativas do processo de estimativas de tamanho, duração e construção do produto de software.
- Ponto de Vista: Gestor do processo.

Questão 2.1: Qual o percentual de variação entre a contagem do anteprojeto e a contagem da fase de planejamento?

Métrica 2.1 a) Variação entre a contagem da Fase de Planejamento e contagem da Fase de Anteprojeto de cada projeto

$$M 2.1 a = (\text{Contagem PF planejamento} - \text{contagem PF anteprojeto}) / \text{contagem PF planej} * 100$$

Questão 2.2: Qual a média de variação entre a contagem da Fase de Anteprojeto e a contagem da Fase do Planejamento?

Métrica 2.2 a) Média de variação

$$M 2.2.a = (\sum \text{Contagem PF planejamento} - \sum \text{contagem PF anteprojeto}) / \sum \text{contagem PF planej} * 100$$

Questão 2.3: Qual o motivo detectado para as distorções?

Métrica 2.3 a) Percentual dos motivos detectados para distorção – aumento escopo

$$M 2.3.a = (\sum \text{Qtd motivo aumento escopo} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Métrica 2.3 b) Percentual dos motivos detectados para distorção - detalhamento

$$M 2.3.a = (\sum \text{Qtd motivo detalhamento} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Métrica 2.3 c) Percentual dos motivos detectados para distorção – redução escopo

$$M 2.3.a = (\sum \text{Qtd motivo redução escopo} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Métrica 2.3 d) Percentual dos motivos detectados para distorção – mudança de equipe

$$M 2.3.d = (\sum \text{Qtd motivo mudança de equipe} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Métrica 2.3 e) Percentual dos motivos detectados para distorção – mudança gestor

$$M 2.3.e = (\sum \text{Qtd motivo mudança de gestor} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Métrica 2.3 f) Percentual dos motivos detectados para distorção – não identificado

$$M 2.3.f = (\sum \text{Qtd motivo mudança não identificada} / \sum \text{respostas}) * 100$$

Questão 2.4 : Qual o tipo de correlação tempo gasto para o anteprojeto e a distorção apontada?

Métrica 2.4 a) Elaboração de diagrama de dispersão para identificar a existência

de uma correlação positiva, negativa ou nula.

Questão 2.5 : Qual o percentual de distorção considerando o tamanho dos sistemas?

Métrica 2.5 a) Percentual participação na amostra coletada – Percentual de proj abaixo de 105 PF

$$M 2.5.a = (\text{Qtd projetos menor 105 PF} / \text{Qtd projetos amostra}) * 100$$

Métrica 2.5 b) Percentual participação na amostra coletada – Percentual de proj de 105 PF a 507 PF

$$M 2.5.b = (\text{Qtd projetos de 105 PF a 507 PF} / \text{Qtd projetos amostra}) * 100$$

Métrica 2.5 c) Percentual participação na amostra coletada – Percentual de proj acima 507 PF

$$M 2.5.c = (\text{Qtd projetos acima 507 PF} / \text{Qtd projetos amostra}) * 100$$

Métrica 2.5 d) Percentual de distorção - abaixo 105

$$M 2.5.d = \left(\frac{\sum \text{Contagem PF planejam proj abaixo 105 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojecto proj abaixo 105 PF}}{\sum \text{contagem PF planejam proj abaixo 105 PF}} \right) * 100$$

Métrica 2.5 e) Percentual de distorção - de 105 a 507 PF

$$M 2.5.e = \left(\frac{\sum \text{Contagem PF planejam proj de 105 PF ate 507 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojecto proj de 105 PF ate 507 PF}}{\sum \text{contagem PF planejam proj de 105 PF ate 507 PF}} \right) * 100$$

Métrica 2.5 f) Percentual de distorção - acima de 507 PF

$$M 2.5.f = \left(\frac{\sum \text{Contagem PF planejam proj acima 507 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojecto proj acima 507 PF}}{\sum \text{contagem PF planejam proj acima 507 PF}} \right) * 100$$

Objetivo 3: Melhorar o nível de satisfação do usuário com relação ao processo de estimativa de tamanho, duração e custo de construção de produto de software:

- Propósito: Melhorar
- Questão: Nível de satisfação
- Objeto: Processo de estimativas de tamanho, duração e custo de construção de produto de software.
- Ponto de vista: Gestor do processo

Questão 3.1: Qual o grau de satisfação da TI com o percentual de distorção apresentado no processo?

Métrica 3.1 a) Percentual de satisfação alta

$$M 3.1 a = (\text{Qtd de respostas com alta satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

Métrica 3.1 b) Percentual de satisfação média

$$M 3.1 b = (\text{Qtd de respostas com média satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

Métrica 3.1 c) Percentual de satisfação baixa

$$M 3.1 c = (\text{Qtd de respostas com baixa satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

Questão 3.2: Qual o grau de satisfação da TI com o tempo gasto no anteprojecto e com os resultados coletados?

Métrica 3.2 a) Percentual de satisfação alta

$$M 3.2 a = (\text{Qtd de respostas com alta satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

Métrica 3.2 b) Percentual de satisfação média

$$M 3.2 b = (\text{Qtd de respostas com média satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

Métrica 3.2 c) Percentual de satisfação baixa

$$M 3.2 c = (\text{Qtd de respostas com baixa satisfação} / \text{Qtd respostas}) * 100$$

4.2 Fase de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada de acordo com os objetivos definidos. Para o objetivo 1 foram analisados os dados cadastrados no sistema de solicitação de demandas da empresa. Para o objetivo 2 foram analisados os dados de 45 projetos de software que possuíam contagens da Fase de Anteprojeto e Planejamento. Para o objetivo 3 os dados foram coletados por meio de entrevista estruturada realizada pessoalmente.

As figuras a seguir mostram alguns dos dados coletados com a aplicação do GQM. A Figura 1 demonstra o percentual de variação de tamanho, detectado entre a Fase de Anteprojeto e a Fase de Planejamento. Foi identificado que 13% dos projetos (6 projetos) apresentam uma distorção maior que 200%. 87% dos projetos (39 projetos) apresentam, ao final da Fase do Planejamento, distorções de -80% a 200%.

Foi decidido então, considerar para as questões e métricas seguintes, esta amostra de 87%, e desconsiderar, neste momento, os 13% de projetos que apresentam distorção maior que 200%, e que mereceriam um estudo caso-a-caso.



Figura 1 – Métrica 2.2 a - Percentual de variação das contagens entre a Fase do Anteprojeto e a Fase do Planejamento

A Figura 2 identifica os motivos da distorção, apontados pelos responsáveis e Gerentes de Projetos. Foram aplicadas as métricas 2.3.a, 2.3.b, 2.3.c, 2.3.d, 2.3.e, 2.3.f relativas à questão 2.3 – Qual o motivo detectado para as distorções?



Figura 2 – Métrica 2.3 – Percentual de motivos detectados para distorção

A Figura 3 apresenta um relatório de dispersão entre o tempo utilizado para elaboração do Anteprojeto e a distorção de contagem apontada, visa responder a questão 2.4 – Qual o tipo de correlação entre o tempo gasto para o Anteprojeto e a distorção de contagens?

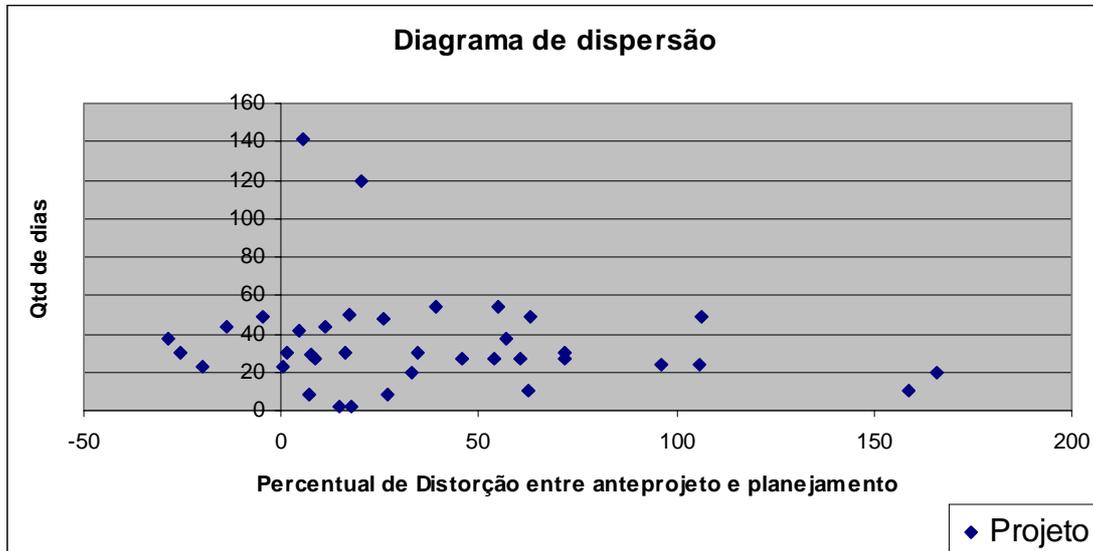


Figura 3 - Relação tempo de elaboração da Fase Anteprojeto x distorção de tamanho

As Figuras 4 e 5 visam atender à questão 2.5 - Qual o percentual de distorção considerando o tamanho dos sistemas?

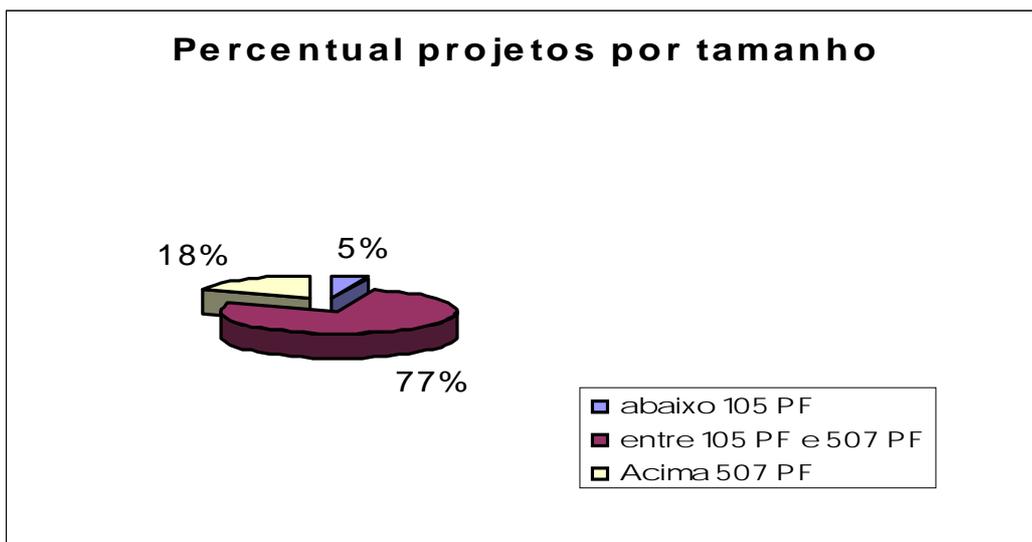


Figura 4- Percentual de projetos por tamanho na amostra

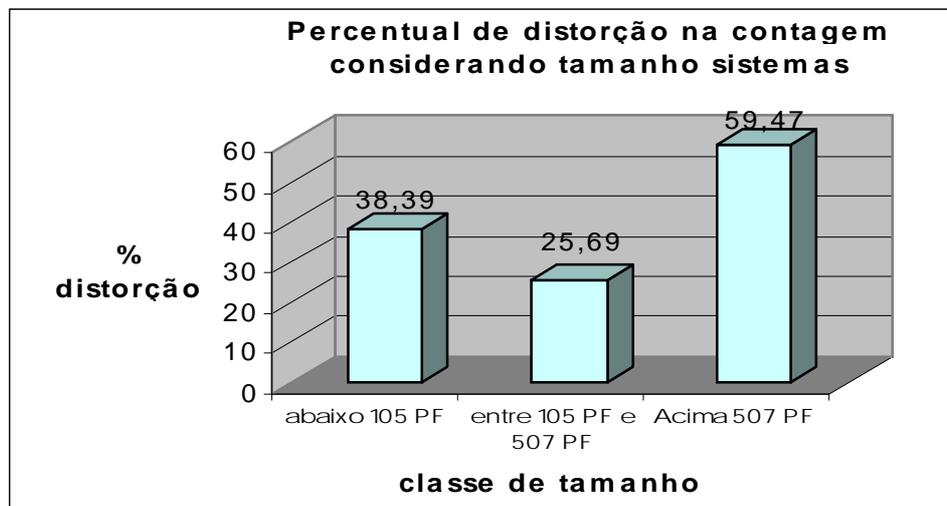


Figura 5- Percentual de distorção da contagem por tamanho dos sistemas

4.3 Fase de Interpretação dos dados

A interpretação dos dados da aplicação do GQM será apresentada de acordo com os objetivos e as métricas definidas anteriormente.

Objetivo 1: Melhorar a utilização do processo de estimativas de tamanho, duração e custo de construção de produto de software:

- Constatou-se que 60.% dos projetos possuem dados de contagens.
- A média de dias utilizados para a execução do anteprojeto na amostra estudada foi de 35 dias.

Sugere-se que o processo seja revisto, primeiro com relação a sua internalização e, em segundo lugar, com relação ao tempo gasto para a elaboração do Anteprojeto.

Objetivo 2: Melhorar o resultado das estimativas do processo de estimativas de tamanho, duração e construção do produto de software:

Analisando os resultados apresentados na Figura 1, foi identificado que 13% dos projetos (6 projetos) apresentam uma distorção maior que 200%. 87% dos projetos (39 projetos) apresentam, ao final da Fase do Planejamento, distorções de -80% a 200%. Mesmo desconsiderando os 13% de projetos que apresentam distorção maior que 200%, que mereceriam um estudo caso-a-caso, ainda se obtém uma distorção considerável. A média da distorção sobre esta amostra ficou em 43,8%.

Foi decidido então analisar esta amostra de 87%, e identificar os motivos apontados para as variações. Foram consultados os Gerentes e responsáveis pelos projetos e os principais motivos apontados para a distorção estão demonstrados na Figura 2.

Cerca de 88% dos Gerentes e responsáveis pelos Projetos identificaram que o aumento de escopo ou maior detalhamento dos requisitos foram os principais motivos para as distorções entre as contagens de Anteprojeto e Planejamento.

Este fato vem a confirmar o que alguns autores, como Jones (1996), têm citado, que a estimativa de projetos de software é dificultada por muitas razões, entre elas: os requisitos não são bem conhecidos nem especificados; após a definição de todos os requisitos, ainda aparecem requisitos secundários que podem exceder em até 50% do inicialmente definido; software é um produto que possui alto grau de abstração e pressões políticas e da realidade do negócio interferem no gerenciamento e produção do produto de software.

Foi coletado também, junto aos responsáveis ou Gerentes de projetos, o tempo efetivamente gasto na Fase de Anteprojeto visando identificar a existência de um relacionamento entre a distorção de contagem em PF detectada e o tempo efetivo gasto na Fase.

Na Figura 3 estão apresentados os dados correspondentes a 87% da amostra. Conforme pode ser verificado no Diagrama de Dispersão, existe uma correlação nula entre as variáveis de tempo para elaboração do Anteprojeto e percentual de distorção entre as contagens, o que leva a inferir que não existe, na amostra estudada, relação entre o tempo gasto e um maior índice de acurácia da estimativa.

Para analisar o tamanho das demandas cadastradas foi utilizada a classificação já existente na Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas da empresa, que prevê três classes de projeto (até 105 PF, até 525 PF e acima de 525 PF)⁵. Os percentuais referentes a esta classificação da amostra são apresentados na Figura 4.

- Foi calculado também o percentual de distorção da contagem por tamanho do sistema (Figura 5). Com relação a este resultado, pode-se inferir que em 77% da amostra o percentual médio de variação foi de 25,69% e, que para projetos maiores (representando 18%) da amostra, o percentual de distorção tem sido de quase 60%. A empresa tem um percentual maior de distorção das contagens em projetos grandes, ou seja, acima de 507 PF.

Considerando estas informações, sugere-se que a contagem inicial do produto seja incrementada de um percentual a ser estudado (provavelmente 40%), visando diminuir o percentual de diferença entre as contagens da Fase de Anteprojeto e Planejamento. Deve ser feito um acompanhamento desta aplicação para que se identifiquem eventuais distorções.

Objetivo 3: Melhorar o nível de satisfação do processo de atendimento das demandas de produto de software:

Foi identificado, pelos Gestores a Área de TI e de negócio, um alto nível de insatisfação com relação ao percentual de distorção apresentado entre as contagens efetuadas no Anteprojeto e Planejamento e também ao tempo gasto para elaboração do anteprojeto.

⁵ Essas classificações foram obtidas no mercado e identificam respectivamente projetos pequenos, médios e grandes.

Com relação ao percentual de distorção entre as contagens já foi sugerido, no item anterior, a incremento de um percentual à contagem do Anteprojeto.

Com relação ao tempo gasto para a elaboração do Anteprojeto, sugere-se que o prazo de 5 a 30 dias para elaboração do anteprojeto seja revisto e talvez diminuído para atender de maneira mais eficaz à esta necessidade gerencial.

É interessante também, a reavaliação do processo de Anteprojeto, verificando a sua real necessidade, a possibilidade de ser substituído por um processo rápido de estimativa (5 dias) e transferência de suas outras funcionalidades para a Fase de Planejamento. Desta forma estar-se-ia atendendo a necessidade, do Gestor de Negócio e de TI, de estimativa inicial de custo e duração e após isto, a equipe estaria mais envolvida com o detalhamento da demanda (Fase de Planejamento).

5. Conclusão

Neste documento o processo de estimativa de tamanho, duração e custo para construção de um produto de software foi avaliado para identificar se o mesmo está sendo utilizado e quais os seus resultados.

É necessidade das instituições, que o custo e a duração de um projeto sejam informados o mais breve possível de forma que o Gestor do Negócio possa identificar a existência de recursos orçamentários suficientes para a construção do produto de software e a perspectiva de atendimento (tempo) a sua demanda.

É consenso entre autores, que a estimativa inicial de um produto de software sempre terá um percentual de distorção por conta de fatores tais como: o não conhecimento total das necessidades do produto, a falta de detalhamento ou até mesmo o acréscimo de escopo.

Isto foi confirmado através da análise dos dados da instituição, onde se identificou um percentual de distorção entre a estimativa feita no início do projeto e após a fase de detalhamento dos requisitos. Foi verificado também que esta distorção, não tem relação, na amostra estudada, com o tempo gasto na elaboração da proposta inicial.

Diante dos resultados, foi sugerida uma revisão do processo objetivando a sua agilização e a melhoria das estimativas iniciais.

Como trabalhos futuros identificamos a análise e comparação das pontuações dos sistemas identificados nessa primeira coleta que forem efetivamente desenvolvidos, visando uma calibração dos percentuais e acompanhamento constante das estimativas obtidas para garantir uma melhoria contínua do processo.

É importante ressaltar que a aplicação do GQM permitiu um melhor entendimento do processo e a promoção de melhoria de qualidade e desempenho através da identificação de falhas, ineficiências e outras oportunidades.

6. Referências Bibliográficas

- BASIL, V.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. Goal Question Metric paradigm. In: **Encyclopédia of Software Engineering**. V. 2, 1994. p. 527 –532.
- FENTON, N., NEIL, M. Software Metrics: Roadmap. **Future of Software Engineering Limerick Ireland ACM**. p. 359-370, 2000.

- FENTON, N., PFLEEGER, S. **Software Metrics A Rigorous & Practical Approach**. Boston: PWS Publishing Company, 1997. 638 p.
- IFPUG**. International Function Point Users Group. Function Point Counting Practices Manual: Release 4.1. Ohio: IFPUG. 2000. 1 v.
- ISBSG**. Benchmarking Repository, Release 6. ISBSG. Abr, 2002.
- ISO/IEC 9126-1**. Software engineering – Product quality. 2001.
- JONES, C.** Conflict and litigation between software clients and developers. 1996
- ROCHA, A. R. C.; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C.** **Qualidade de software: teoria e prática**. São Paulo: Prentice Hall. 2001. 303p.
- SOLINGEN, R.; BERGHOUT, E.** **The Goal/Question/Metric method: a practical guide for quality improvement of software development**. London: McGraw-Hill. 1999. 199p.
- STUTZKE, R.** Predicting Estimation Accuracy. In: **The European software control and metrics conference – ESCOM**, Alemanha, p. 211 – 220, 2000.
- VAZQUEZ, C., SIMÕES, G., ALBERT, R.** **Análise de Pontos de Função, Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software**. 1a. ed, São Paulo, Erica, 2003.