

FMU – Faculdades Metropolitanas Unidas

Ignês Loyolla Perez

Estatística em um Curso de Tecnologia de Informação

“Estimação dos Parâmetros”

**São Paulo
2008**

FMU – Faculdades Metropolitanas Unidas
CPPG – Centro de Pesquisa e Pós-Graduação
Curso – Educação Matemática

Ignês Loyolla Perez

Estatística em um Curso de Tecnologia de Informação

“Estimação dos Parâmetros”

Monografia apresentada às Faculdades Metropolitanas Unidas, junto ao Centro de Pesquisas e Pós-Graduação como pré-requisito para obtenção do Certificado de Especialização em Educação Matemática, **sob a orientação do Prof. Tietri dos Santos Clemente Filho.**

São Paulo
2008

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu esposo Olympio,
meus filhos Anderson e Suzete e meu genro
Marco, pelo apoio, incentivo e compreensão nos
momentos em que estive ausente.

EPIGRAFE

Sempre me pareceu estranho que todos aqueles que estudam seriamente Matemática acabam tomados de uma espécie de paixão pela mesma. Em verdade, o que proporciona o máximo prazer não é o conhecimento e sim a aprendizagem; não é a posse, mas a aquisição; não é a presença, mas o ato de atingir a meta.

(Carl Friedrich Gauss)

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por estar sempre renovando minhas forças durante os momentos desta minha caminhada e a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho.

Ao meu orientador Prof. Tietri dos Santos Clemente Filho, pelas orientações na elaboração deste trabalho, pelo apoio dado em todos os momentos e o incentivo pela pesquisa e a busca de novos caminhos.

Ao Prof.. Ms. Nelson Arbach, idealizador do curso de especialização em educação matemática da FMU e principal responsável pelo seu sucesso em capacitar novos especialistas e em difundir as novas tendências nesta área de pesquisa.

Ao Prof. Gilberto de Andrade Martins (meu primeiro contato com a estatística), por ter plantado dentro de mim o gosto pela estatística, pela confiança e apoio durante os anos de monitoria desta disciplina no curso de graduação.

Aos professores do curso pelo incentivo e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas de curso, especialmente Alessandra, Antenor, Maria Ligia e Regina pela troca de conhecimento, apoio e amizade.

Aos amigos da Tata Consultancy Services, Denis Ávila Montini, Marcelo M. Andreatta, Paulo Pontes, Roger Camargo e Wilton Simões de Oliveira, pelo incentivo e material disponibilizados para as pesquisas.

RESUMO

A Estatística, ou métodos estatísticos, como é denominado algumas vezes, desempenha papel crescente e importante em quase todas as fases da pesquisa humana. É uma ciência aplicável a qualquer ramo do conhecimento onde se manipulem dados experimentais. Ultimamente tem se destacado por sua utilidade em praticamente todas as áreas de conhecimento, daí sua grande e crescente importância.

Algumas práticas estatísticas incluem, por exemplo, o planejamento, a sumarização e a interpretação de observações. Porque o objetivo da estatística é a produção da "melhor" informação possível a partir dos dados disponíveis.

O objetivo deste trabalho é pesquisar em alguns cursos Superiores de Tecnologia de Informação, a existência da disciplina Estatística no currículo, se Estimativa de Parâmetros faz parte do seu conteúdo, e se os alunos estão sendo informados sobre o processo de Estimativas de um projeto de software (prazo, esforço, custo e tamanho) que estão sendo utilizadas atualmente no mercado de trabalho onde irão atuar profissionalmente.

Palavras-chave: Estatística. Estimativa. Projetos de Software. Ponto de Função.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA	12
3. DESENVOLVIMENTO	13
3.1. Tipos de Contagem – Pontos de Função	17
3.2. Utilizando Método GQM	20
3.3. Modelos Matemáticos / Estatísticos	21
4. CONCLUSÃO	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6. GLOSSÁRIO	26
7. ANEXOS	27
7.1. ANEXO A - Cartão de Referência - APF	27
7.2. ANEXO B - Contagens Detalhada, Estimativa e Indicativa	31
7.2.1. Contagem indicativa de pontos de função	31
7.2.2. Contagem estimativa de pontos de função	32
7.2.3. Contagem detalhada de pontos de função	33
7.3. ANEXO C - Resultados da pesquisa feita com mais de 100 projetos	35
7.4. ANEXO D - Utilizando o Modelo Goal Question-Metrics (GQM)	37
7.5. ANEXO E - Técnicas de Estimativas utilizando modelos Estatísticos	45
7.5.1. Determinar Prazo do Projeto Utilizando “Interpolação Aritmética”	45
7.5.2. Determinar Número de Defeitos Utilizando “Regressão Linear”	46
7.5.3. Estimativa do Esforço de Retrabalho Utilizando “Regressão Linear”	50

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Contagem Indicativa</i>	31
<i>Tabela 2 - Contagem Estimativa</i>	32
<i>Tabela 3 - Contagem Detalhada</i>	33
<i>Tabela 4 - Data set de Métricas</i>	45
<i>Tabela 5 - Data set de variáveis de tamanho e defeitos</i>	48

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Processo de Estimativa de Software (Vazquez : 2003)</i>	14
<i>Figura 2 - A dinâmica do Pânico (Vazquez : 2003)</i>	15
<i>Figura 3 – Contagem estimativa x Contagem detalhada</i>	35
<i>Figura 4 - Contagem indicativa x Contagem detalhada</i>	36
<i>Figura 5 -Métrica 2.2 a - % variação contagens - Fase Anteprojeto e Fase Planejamento</i>	41
<i>Figura 6 – Métrica 2.3 – Percentual de motivos detectados para distorção.</i>	42
<i>Figura 7 – Métrica 2.4 a – Tempo de elaboração - Fase Anteprojeto x Distorção de tamanho.</i>	42
<i>Figura 8 – Métricas 2.5. a, 2.5.b, 2.5.c – Percentual de projetos por tamanho na amostra.</i>	43
<i>Figura 9 – Métricas 2.5 (d, e, f) – % de Distorção da contagem por Tamanho dos sistemas.</i>	43

1. INTRODUÇÃO

Estatística é um conjunto de métodos científicos relacionados com a obtenção, organização, coleta, apresentação e análise dos dados, tanto para a dedução como para conclusões das tomadas de decisões. O objetivo da estatística é fornecer métodos e técnicas para lidarmos com situações sujeitas a incerteza. Atualmente a Estatística não é mais disciplina apenas para matemáticos.

“É uma ciência multidisciplinar: um mesmo programa de computador que permite a análise estatística de dados de um físico poderia também ser usado por um economista, agrônomo, químico, geólogo, matemático, biólogo, sociólogo, psicólogo e cientista político. Mesmo que as interpretações dessas análises sejam diferentes por causa das diferenças entre as áreas do conhecimento, os conceitos empregados, as limitações das técnicas e as conseqüências dessas interpretações são essencialmente as mesmas”.¹

A capacidade das pessoas para interpretar o grande volume de dados que são apresentados nos dias de hoje, é fundamental para o entendimento das informações que os meios de comunicação veiculam em todos os níveis de acesso (rádio, televisão, jornais, revistas ou pela internet).

“[...] ser competente em estatística é possuir um conjunto de elementos que contribuem com a habilidade das pessoas para compreender, interpretar, avaliar, e, caso necessário, reagir a mensagens estatísticas.”

“Este conjunto de elementos, segundo o autor, é composto de conhecimento de alfabetização, conhecimento estatístico, conhecimento matemático, conhecimento em contexto e questões críticas”.²

¹ <http://www.unb.br/ie/est/complementar/estatistica.htm>

² http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao_carlos_ricardo_bifi.pdf

Embora em algumas escolas de Nível Médio façam referências aos elementos de Estatística e Probabilidade, os alunos estão chegando ao curso superior com pouco ou nenhum contato com esta área. Há indícios de que os estudantes universitários não são motivados na prática da utilização da Estatística, e relacionam esta desmotivação e/ou as dificuldades com a Matemática.

Os alunos não conseguem visualizar onde e como esta disciplina será usada na sua vida profissional, exemplos e exercícios utilizados raramente têm alguma relação com a realidade dos estudantes que terminam o curso de graduação sem o conhecimento necessário exigida no mercado de trabalho.

Pesquisa efetuada com alunos que estão cursando cursos de graduação em TI (Tecnologia de Informação) em algumas Faculdades de São Paulo declara que tem em suas grades curriculares a matéria de Estatística, mas “Estimativas de Projeto de Software” não é mencionado em aula.

Os alunos que já estão trabalhando na área de informática, estão tendo oportunidade de ter contado com este assunto e acesso ao conhecimento das ferramentas utilizadas para efetuar as Estimativa e Métricas de um projeto de Software. E os que ainda não conseguiram entrar na área de informática? Não seria interessante para a entidade de ensino que os alunos partissem para o mercado de trabalho com este conhecimento?

Atualmente sentimos a dificuldade dos profissionais da área de informática ao analisar resultados em gráficos ou tabelas. Acreditamos que seria interessante para os alunos a utilização dos métodos Matemáticos e/ou Estatísticos (ex. Regressão Linear, Interpolação, etc.) a partir do resultado da estimativa inicial de um projeto de software para reavaliar o processo e obter uma métrica com maior precisão.

O objetivo deste trabalho é verificar se existe a possibilidade que a disciplina Estatística nos cursos de graduação, seja ajustada em parceria com professores da disciplina Engenharia de Software ou equivalente, para acrescentar ao conteúdo da aula exemplos e exercícios sobre estimativas e métricas que poderão ser aplicados na prática profissional.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi através da pesquisa bibliográfica. Os alvos do estudo bibliográfico foram livros de Métricas, Gerência de Software, Análise de Pontos de Função e Estatística, e as pesquisas foram sobre as Métricas e Estimativas de Software.

O levantamento do material foi realizado em bibliotecas de algumas Universidades da Grande São Paulo, bibliotecas virtuais (brasileiras e espanholas) onde encontramos várias dissertações das quais fomos selecionando os conteúdos que mais atendia o nosso objetivo. Efetuando pesquisas via internet, encontramos trabalhos que participaram de Simpósios, publicações de trabalhos acadêmicos, manuais de boas práticas, apostilas, etc.

Efetuamos uma pesquisa com alguns funcionários (Estagiários e Junior's) que estão cursando o curso superior na área de informática para obter o conhecimento das grades curriculares e o conteúdo das disciplinas de Estatística e Gerência de Software.

Conversamos com profissionais que trabalham com Estimativas e Métricas para expor o objetivo do nosso trabalho e verificar a viabilidade do mesmo, e nos foi fornecido o material de Análise de Pontos de Função que é usado no treinamento interno da empresa.

A escolha dos textos, exercícios, gráficos e figuras para compor nosso trabalho, não foi uma tarefa muito fácil, mas foi muito gratificante pelo acesso a textos e exemplos muito interessantes e bem elaborados.

Analisando o material selecionado, vimos a utilização de modelos estatísticos (ex: Regressão Linear, Interpolação Aritmética), gráficos e tabelas para apresentar o resultado das estimativas dos Projetos de Software, o que reforça o objetivo do nosso trabalho.

A dificuldade e complexidade do tema nos levaram a apresentar o trabalho como uma espécie de coletânea sobre o tema de Estimativas e Métricas.

3. DESENVOLVIMENTO

No Brasil (década de 70) algumas faculdades incluíram nas grades curriculares de alguns cursos de Graduação, disciplinas ligadas a Processamento de Dados (Programação e Análise) consideradas como “Ênfase em Processamento de Dados”.

Naquele momento, o intuito era ensinar conceitos de programação em Linguagem utilizadas no ambiente Mainframe para atender o mercado de trabalho, que com o crescimento da área de informática estava com falta de profissionais com conhecimentos específicos desta área.

O desenvolvimento dos Projetos de Software era interno, ou seja, todos envolvidos eram funcionários da mesma empresa. O usuário não tinha conhecimento de informática e com isso o desenvolvimento dos projetos ficava em poder do departamento de Informática que efetuava os cálculos de prazo e custo com base em experiências anteriores.

Com a chegada do “Bug” do Milenium (ano 2000) começou a corrida contra o tempo, pois praticamente todos os sistemas implantados nas entidades Financeiras, Industriais, Comerciais, Governamentais, Educacionais e outros, teriam que ser alterados para atender a nova formatação e cálculos que utilizavam campos de datas.

Levantamentos efetuados nos sistemas de informação, indicavam que as grandes empresas não teriam tempo nem profissionais suficientes para efetuar as alterações necessárias para a virada do Millenium, e a solução seria a terceirização deste trabalho para as consultorias. As consultorias existentes se organizavam aumentando o espaço físico, adquirindo equipamentos e contratando novos consultores. Em paralelo a este movimento foram surgindo novas consultorias. Cada consultoria teria que ser homologada/contratada pelo cliente e receberia a solicitação do trabalho a ser realizado.

Para o cliente/usuário fazer a análise das propostas recebidas, estas deveriam utilizar uma unidade de medida padrão e, dispor de uma Metodologia e uma **Métrica/Medida** adequada para cada projeto/cliente. Neste trabalho a medida padrão utilizada para efetuar as Estimativas de um Projeto de Software será a APF (Análise de Pontos por Função).

O processo de estimativa de um projeto de software envolve basicamente quatro tipos de estimativas:

1. Tamanho do produto gerado;
2. Esforço empregado na execução do projeto;
3. Duração do projeto;
4. Custo do projeto.

Para efetuar o processo de estimativas, antes de qualquer coisa, é necessário decidir a unidade de medida padrão utilizada para medir o tamanho do produto.

“Na construção civil, por exemplo, a unidade padrão de medida de tamanho utilizada é o metro quadrado (m^2), que também serve como unidade básica de definição de custo. Na engenharia de software são duas as unidades mais comuns: linhas de código (LOC - Lines of Code) e pontos de função (PF) (VASQUES, 2003 p. 156)”.

Após a decisão da unidade de tamanho a ser utilizada pode-se construir um modelo do processo de estimativa.

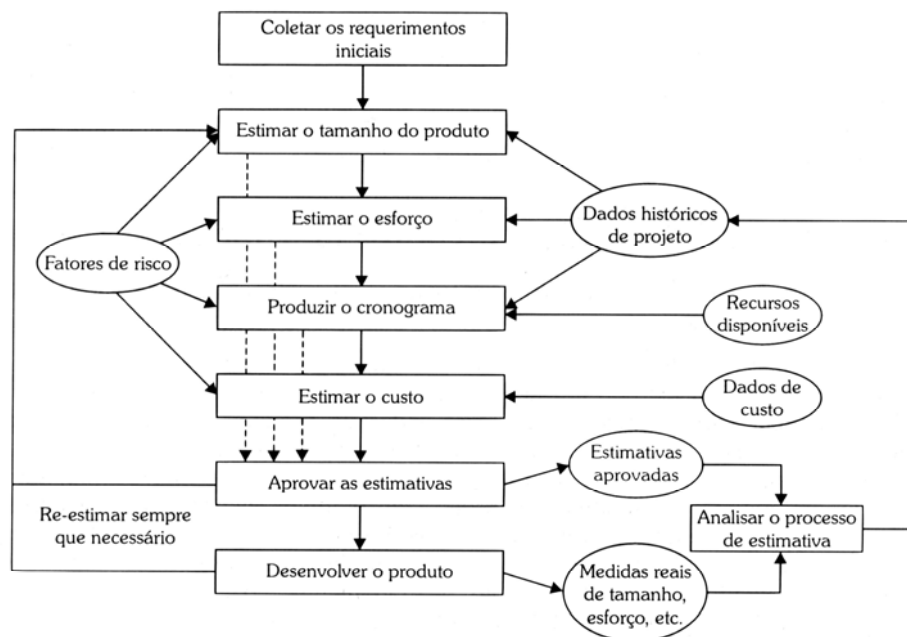


Figura 1 - Processo de Estimativa de Software (Vazquez : 2003)

Uma alternativa cada vez mais utilizada é a técnica de APF (Análise de Pontos de Função), que mede o tamanho funcional de um projeto de software por meio de cálculos da funcionalidade de uma aplicação.

Segundo (VASQUES : 2003) , a obtenção de pontos de função depende unicamente do conhecimento da funcionalidade requerida para o software e não da tecnologia empregada em seu desenvolvimento, uma estimativa de tamanho pode ser realizada desde a fase inicial do levantamento de requisitos a ser refinada à medida que avança o projeto.

A APF é realizada manualmente através de cálculos e consultas de Tabelas³ desenvolvidas para facilitar nas decisões quando do preenchimento da proposta a ser enviada ao cliente/usuário.

Há bem pouco tempo, a única base para a realização de estimativas era a experiência da equipe técnica envolvida no projeto, ou seja, um processo inteiramente subjetivo e que fatalmente levava à atividades atropeladas ou não realizadas, produtos com deficiência funcional, custo de realização além do previsto e atraso na entrega do produto.

A experiência profissional da equipe e conhecimento do cliente/usuário sobre o que tem que ser feito é muito importante para uma estimativa próxima da realidade. Quando isso não acontece, a equipe fica desmotivada e com isso a qualidade fica comprometida perante a gerência e o cliente e tem início a dinâmica representada na figura abaixo:

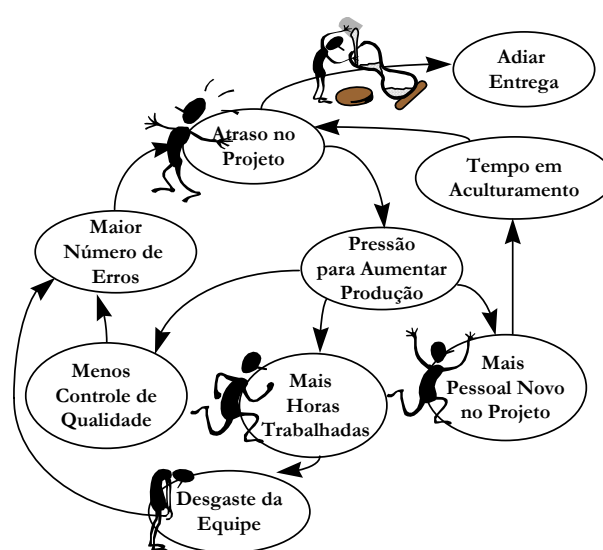


Figura 2 - A dinâmica do Pânico (Vazquez : 2003)

³ ANEXO-A (Cartão de Referência)

O objetivo do nosso trabalho não é mostrar passo a passo como é o processo completo para obter as Estimativas dos Projetos de Software utilizando a APF, e sim as ferramentas e modelos Matemáticos e/ou Estatísticos que utilizam as estimativas obtidas na Fase Anteprojeto para uma reavaliação da contagem, e com isso obter uma métrica mais apurada.

Para apresentar Tipos e Técnicas de Estimativas vamos utilizar exemplos encontrados e selecionados durante a nossa pesquisa.

3.1. *Tipos de Contagem – Pontos de Função*

Na fase do levantamento e análise dos requisitos do sistema, o desenvolvedor ainda não possui conhecimento suficiente do escopo e das funcionalidades da aplicação a ser desenvolvida. Assim, torna-se muito difícil a aplicação da metodologia de Contagem de Pontos de Função do IFPUG (International Function Point User Group).

Os gerentes de software precisam fazer uma estimativa inicial de prazo e custo do desenvolvimento para as negociações com o cliente. Dados quantitativos tais como o tamanho da aplicação, são fundamentais neste momento para melhorar a precisão das estimativas.

Para o desenvolvimento deste tópico, vamos utilizar o artigo “*Contagem Antecipada de Pontos de Função*” publicado pela FATTO Consultoria e Sistemas e disponibilizado na Internet⁴.

Para um melhor entendimento dos procedimentos abaixo, seria interessante ter em mãos a *Tabela de Referência* que faz parte do *Anexo A*.

A NESMA (*Netherlands Software Metrics Users Association*) reconhece três tipos de contagem de pontos de função:

Contagem de pontos de função ***Detalhada***

Contagem de pontos de função ***Estimativa***

Contagem de pontos de função ***Indicativa***

Os métodos *estimativo* e *indicativo* para a contagem de pontos de função foram desenvolvidos pela NESMA para permitir que uma contagem de pontos de função seja feita nos momentos iniciais do ciclo de vida de um sistema. A *contagem indicativa* da NESMA é também conhecida no mundo como "método holandês".

⁴ www.fattocs.com.br/traduzido/earlyfpa.asp

Este tópico discute os diferentes métodos para a contagem de pontos de função, sua aplicabilidade e resultados da pesquisa para determinação da exatidão de cada um dos métodos.

A contagem *detalhada* é a contagem usual de pontos de função e é realizada da seguinte forma:

Determina-se todas as funções de todos os tipos (ALI, AIE, EE, SE, CE)

Determina-se a complexidade de cada função (Baixa, Média, Alta)

Calcula-se o total de pontos de função não ajustados.

A contagem *estimativa* é realizada da seguinte forma:

- Determina-se todas as funções de todos os tipos (ALI, AIE, EE, SE, CE)
- Toda função do tipo dado (ALI, AIE) tem sua complexidade funcional avaliada como Baixa, e toda função transacional (EE, SE, CE) é avaliada como de complexidade média
- Calcula-se o total de pontos de função não ajustados

Logo, a única diferença em relação à contagem usual de pontos de função é que a complexidade funcional não é determinada individualmente para cada função, mas pré-definida para todas elas.

A contagem *indicativa* é realizada da seguinte forma:

- Determina-se a quantidade das funções do tipo dado (ALIs e AIEs)
- Calcula-se o total de pontos de função não ajustados da aplicação da seguinte forma:

$$\mathbf{[tamanho\ indicativo\ (PF) = 35\ x\ número\ de\ ALIs + 15\ x\ número\ de\ AIEs]}$$

Portanto esta estimativa é baseada somente na quantidade de arquivos lógicos existentes (ALIs e AIEs).

A contagem *indicativa* é baseada na premissa de que existem aproximadamente três EEs (para adicionar, alterar, e excluir dados do ALI), duas SEs, e uma CE na média para cada ALI, e aproximadamente uma SE e uma CE para cada AIE.

Quando usar cada método para a contagem de pontos de função

A contagem *detalhada* de pontos de função é obviamente mais exata que a contagem *estimativa* e *indicativa*; mas em contrapartida consome mais tempo e necessita de especificações mais detalhadas. Cabe ao gerente do projeto e à fase do ciclo de vida em que se encontra o sistema para se decidir qual tipo de contagem de pontos de função pode ser usada.

Em muitas aplicações uma contagem indicativa de pontos de função fornece surpreendentemente uma boa estimativa do tamanho da aplicação. Em muitas situações é relativamente fácil realizar uma contagem indicativa de pontos de função, pois o modelo de dados está disponível ou pode ser elaborado com pouco esforço.

No **Anexo B**, apresentamos o exemplo das contagens *detalhada*, *estimativa* e *indicativa*.

No **Anexo C**, apresentamos o resultado (dois gráficos) de uma pesquisa realizada pela NESMA em uma base de dados com mais de 100 projetos.

3.2. Utilizando Método GQM

Para o desenvolvimento deste tópico, vamos utilizar o artigo “*Avaliação do Processo de estimativas de tamanho, custo e duração para construção do produto Software*” publicado pela SIMPROS e disponibilizado pela Internet.⁵

Este artigo apresenta a avaliação do Processo de estimativas de tamanho, custo e duração para a construção de produto de software, através da aplicação do **Goal Question-Metrics (GQM)**.

*“O GQM foi proposto por Basili para a caracterização e avaliação de defeitos em projetos desenvolvidos por um dos laboratórios de Engenharia de Software 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.”*⁶

Na estimativa do tamanho inicial (Fase Anteprojeto) é aplicado o método de Contagem (Estimada, Detalhada) citada no item: *1-Tipos de Contagem*.

Um dos motivos da necessidade de reavaliação do processo é que para a estimativa de custo é utilizado o custo hora de gerentes e técnicos utilizados nos contratos de terceirização, que tem gerado conflitos entre as áreas de TI (Tecnologia da Informação) e de Negócios. O motivo principal é a distorção dos valores informados no início na Fase Anteprojeto e final da Fase de Planejamento.

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.

Para esses objetivos foram definidas 9 questões e 21 métricas, que estamos apresentando no **Anexo D**.

⁵ http://www.simpros.com.br/simpros2004/Apresentacoes_PDF/Artigos/Art_02_Simpros2004.pdf

⁶ <http://www.inf.ufrgs.br/prosoft/PublicatedWork200609/apseemetrics.pdf>

3.3. Modelos Matemáticos / Estatísticos

Estimar prazo, esforço, custo e tamanho de um projeto empregando os Pontos de Função calculados na Fase Anteprojeto tem suas limitações, a não ser que utilizamos ferramentas disponíveis no mercado para a geração destes dados.

Segundo Fernandes:

“Na falta de um instrumento dessa natureza, o procedimento é realizar inferências sobre uma base de dados que contenha uma série histórica (observações) com informações acerca de projetos já completados em termos de: plataforma de hardware/software, processo de desenvolvimento (metodologia empregada), prazo, esforço, custo e tamanho (FERNANDES, 1995 p. 131)”.

No **Anexo E**, vamos utilizar um exemplo apresentado por (FERNANDES, 1995) utilizando:

- “Interpolação Aritmética” para a Estimativa do **Prazo do Projeto**.(p.131)
- “Regressão Linear” para a Estimativa de Defeitos de um Software e Esforço de Retrabalho .(p.151)

4. CONCLUSÃO

Ao finalizar este trabalho, vale lembrar que nosso objetivo era verificar a possibilidade dos professores de Estatística dos cursos de ligados á Área de Informática incluir na grade curricular exercícios utilizando métodos Matemáticos ou Estatísticos para análise das Estimativas de um Projeto de Software.

Em nossas pesquisas encontramos e apresentamos processos que utilizam ferramentas e modelos Matemáticos e Estatísticos para reavaliar as estimativas a partir dos dados obtidos na fase inicial (Fase Anteprojeto) e com isso obter uma estimativa mais próxima da realidade.

Vimos que as ferramentas e os modelos Matemáticos e Estatísticos geram tabelas e gráficos que devem ser analisados para tomada de decisões durante o projeto. Sabemos da dificuldade dos profissionais de informática para este tipo de análise, pois na maioria dos cursos de graduação da área de informática este assunto não faz parte do conteúdo da disciplina de Estatística.

Segundo (BATANERO, 2002 apud BIFI 2006, p. 22)

“Los profesores suponen. as veces, que la elaboración de tablas y gráficos es muy sencilla y dedican poco tiempo a su enseñanza. Sin embargo, elaborar una tabla de frecuencias o un gráfico supone una primera reducción estadística, pues se pierden los valores originales de cada uno de los datos individuales pasándose a la distribución de frecuencia. Este concepto es ya complejo, al referirse al agregado (población o muestra) y no a los datos particulares, lo que es una característica esencial de muchos conceptos estadísticos. (BATANERO, 2002, p. 79)”

O que descobrimos, não só reforça o nosso objetivo inicial como nos impulsiona a continuar esta pesquisa. Como profissional da área de informática, temos como obter as informações das Estimativas de Projetos de Software (entregue, em andamento e na fase de Anteprojeto). Com estas informações podemos criar uma base histórica e montar um projeto piloto utilizando os métodos estatísticos para gerar gráficos, tabelas e reavaliar o processo para obter uma métrica com maior precisão.

A nossa idéia é que a partir do momento que conseguirmos reavaliar alguns projetos utilizando modelos estatísticos e verificarmos as melhorias obtidas, incluir um módulo sobre a utilização destas técnicas dentro dos cursos de treinamento interno da empresa. As empresas necessitam de um maior controle sobre seus projetos e para isso precisam cada vez mais de profissionais especializados em Métricas de Software.

Esperamos que este trabalho abra espaço para a realização de novos trabalhos em uma área ainda bastante nova e que necessita de pesquisa e incentivo, com o intuito de aperfeiçoar o gerenciamento de projetos de software.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIFI, Carlos Ricardo. **Estatística em um Curso de Administração de Empresas – Dissertação de Mestrado em Educação Matemática**. São Paulo : PUC, 2006.

Disponível em <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao_carlos_ricardo_bifi.pdf>

Acesso em: 18 mar. 2007.

CONSOFT, Infosolution. **Material utilizado no curso interno sobre APF**.

São Paulo: (2005).

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1978.

FATTO, Consultoria e Sistemas – **Contagem Antecipada de Pontos de Função**.

Disponível em:<<http://www.fattoes.com.br/traduzido/earlyfpa.asp>>

Acesso em: 02 jan. 2008

CORDEIRO, Marco Aurélio - GPS. Métricas de Software.

Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/2000/bb101/metricas.htm>>

Acesso em: 06 jan. 2008.

FERNANDES, Aguinaldo Aragon. **Gerência de Software Através de Métricas – Garantindo a qualidade do projeto, processo e produto**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GARCIA JÚNIOR, Paulo Roberto. **APSEE-Metrics: um Modelo para Mensuração em Processos de Software**.

Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/prosoft/PublicatedWork200609/apseemetrics.pdf>>

Acesso em: 24 jan. 2008.

JONES, Capers. **Produtividade no Desenvolvimento de Software – A Produtividade como fator de desenvolvimento de Software e redução de custos**. 2. ed. São Paulo: McGRAW – HILL do Brasil Ltda, 1991.

LAZZARINI, Edson. **Estatística Avançada**. 5. ed. São Paulo: Central de Concursos, 2005.

MACORATTI. **Estimativas de Tamanho de Software e APF**.

Disponível em: <http://www.macoratti.net/net_est1.htm>.

Acesso em: 20 jan.2008.

MARTINS, Gilberto de Andrade; FONSECA, Jairo Simon; TOLEDO, Geraldo Luciano. **Estatística Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1982.

MATSUSHITA, Raul Yukihiro Matsushita. Departamento de Estatística - Universidade de Brasília

Disponível em: <<http://www.unb.br/ie/est/complementar/estatistica.htm>>.

Acesso em: 23 out. 2007.

SCHUSTER, Carlos. **Métricas e Software com ênfase em Pontos de Função.**

Dissertação de Bacharel em Sistemas de Informação. Joinville, 2006.

Disponível em: 29 dez. 2007:

<<http://www.fattocs.com.br/artigos/MetricasDeSoftwareComEnfaseEmAPFAPresentandoEstudoDeCasoDATASUL.pdf>>.

Acesso em: 29 dez. 2007.

SIMPROS. **Avaliação do processo de estimativas de tamanho, custo e duração para construção do produto de software.** Disponível em:

<http://www.simpros.com.br/simpros2004/Apresentacoes_PDF/Artigos/Art_02_Simpros2004.pdf>

Acesso em: 02 dez. 2007.

TCS, Tata Consultancy Services. **Material utilizado no curso interno sobre APF.**

São Paulo (2007).

VAZQUEZ, Carlos Eduardo; SIMÕES, Guilherme Siqueira; ALBERT, Renato Machado. **Análise de Pontos de Função – Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software.** 3. ed. São Paulo: Erica, 2003.

6. GLOSSÁRIO

AIE	- Arquivos de Interface Externa
ALI	- Arquivos Lógicos Internos
APF	- Análise de Pontos de Função
CE	- Consultas Externas
DET	- Data Element Type (Mesmo Tipo de Dado)
EE	- Entradas Externas
FA	- Fator de Ajuste
FTR	- File Types Referenced (Tipos de Arquivo Referenciado)
GQM	- Goal Question Metrics
IFPUG	- International Function Point Users Group
LOC	- Lines of Code (Linhas de Código)
NESMA	- Netherlands Software Metrics Users Association
PF	- Pontos de Função
PFA	- Pontos de Função Ajustados
PFN	- Pontos de Função Não-Ajustados
RET	- Record Element Type
RLR	- Registros Lógicos Referenciado
SE	- Saídas Externas

7. ANEXOS

7.1. ANEXO A - Cartão de Referência - APF



Entrada Externa (EE)

PE que processa dados ou informações de controle vindos de fora da fronteira da aplicação e cuja principal intenção é manter um ou mais ALIs e/ou alterar o comportamento do sistema.

Saída Externa (SE)

PE cuja principal intenção é enviar dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua LP deve conter fórmula matemática ou cálculo, criar dados derivados, manter um ou mais ALIs e/ou alterar o comportamento do sistema.

Consulta Externa (CE)

PE cuja principal intenção é enviar dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação através de uma simples recuperação de dados de ALIs e/ou AIEs. Sua LP não deve conter fórmula matemática ou cálculo, nem criar dados derivados, nem manter um ou mais ALI nem tampouco alterar o comportamento do sistema.

Dado Derivado

Requer outro processamento além da recuperação, conservação e edição direta de dados. Criado pela

utilização de dados existentes na criação de dados adicionais.

Tipos de Requisito

Requisitos Funcionais: Representam as práticas e procedimentos que o software deve executar para atender às necessidades do usuário. Excluem Requisitos de Qualidade e Requisitos Técnicos. Requisitos de Qualidade: Descreve em que nível Requisitos Funcionais e técnicos são atendidos. Requisitos Técnicos: São relacionados à tecnologia e ambiente, para o desenvolvimento, a manutenção, o suporte e a execução do software.

Complexidade Funcional

Tipos de Registros (TR)	ALI e AIE			Arquivos Referenciados (AR)	EE			Arquivos Referenciados (AR)	SE e CE*		
	Tipos de Dados (TD)				Tipos de Dados (TD)				Tipos de Dados (TD)		
	<20	20-50	>50		<5	5-15	>15		<6	6-19	>19
1	Baixa	Baixa	Média	<2	Baixa	Baixa	Média	<2*	Baixa	Baixa	Média
2-5	Baixa	Média	Alta	2	Baixa	Média	Alta	2-3	Baixa	Média	Alta
>5	Média	Alta	Alta	>2	Média	Alta	Alta	>3	Média	Alta	Alta

* A CE deve referenciar ao menos 1 ALI ou AIE

Características Gerais do Sistema (CGS)

- [01] Comunicação de Dados
- [02] Processamento Distribuído
- [03] Performance
- [04] Configuração Altamente Utilizada
- [05] Volume de Transações
- [06] Entrada de Dados on-line
- [07] Eficiência do Usuário Final
- [08] Atualização on-line
- [09] Processamento Complexo
- [10] Reusabilidade
- [11] Facilidade de Instalação
- [12] Facilidade de Operação
- [13] Múltiplos Locais
- [14] Modificação Facilitada

Valor do Fator de Ajuste [VAF]

Nível de Influência [DI] = 0..5
 Nível de Influência Total [TDI] = Σ DI
 Fator de Ajuste [VAF] = [TDI] x 0,01 + 0,65

Contribuição

Funcionalidade	Baixa	Média	Alta
ALI	7	10	15
AIE	5	7	10
EE	3	4	6
SE	4	5	7
CE	3	4	6

Projeto de Desenvolvimento (DFP)

$DFP = (UFP + CFP) \times VAF$

- [DFP] PF de projeto de desenvolvimento.
- [UFP] PF não ajustados da aplicação a ser instalada.
- [CFP] PF incluídos de conversão de dados.
- [VAF] Valor do fator de ajuste.

Projeto de Melhoria (EFP)

$EFP = [(ADD + CHGA + CFP) \times VAVA] + (DEL \times VAFB)$

- [EFP] PF de projeto de melhoria.
- [ADD] UFP das novas funcionalidades.
- [CHGA] UFP das funcionalidades alteradas, depois da melhoria.
- [VAVA] VAF depois da melhoria.
- [DEL] UFP das funcionalidades excluídas.
- [VAFB] VAF antes da melhoria.

Aplicação - 1ª Instalação (AFP)

$AFP = ADD \times VAF$

- [AFP] PF da aplicação

Aplicação - Após Melhoria (AFP)

$AFP = [(UFPB + ADD + CHGA) - (CHGB + DEL)] \times VAF$

- [UFPB] UFP da aplicação antes do projeto de melhoria.
- [CHGB] UFP das funcionalidades alteradas, antes da melhoria.

Sumário das Lógicas de Processamento usadas por EEs, SEs, e CEs

Tipo de Lógica de Processamento	EE	SE	CE
- Validações	pode	pode	pode
- Cálculos e fórmulas matemáticas	pode	deve*	não
- Conversão em valores equivalentes	pode	pode	pode
- Filtro e seleção de dados com base em critérios específicos na comparação de vários conjuntos dados	pode	pode	pode
- Análise de condições para que se determine quais se aplicam	pode	pode	pode
- Atualização de pelo menos um ALI	deve*	deve*	não
- Referencia pelo menos um ALI ou AIE	pode	pode	deve
- Recuperação de dados ou informações de controle	pode	pode	deve
- Criação de dados derivados	pode	deve*	não
- Alteração do comportamento do sistema	deve*	deve*	não
- Preparação e apresentação de informação para fora da fronteira	pode	deve	deve
- Capacidade de aceitar dados ou informação de controle que entra pela fronteira	deve	pode	pode
- Mudança da ordenação ou organização de um conjunto de dados (não suficiente para garantir unicidade do PE)	pode	pode	pode

Deve - A transação deve obrigatoriamente executar este tipo de lógica de processamento
 Deve* - A transação deve executar pelo menos uma das lógicas de processamento classificadas como deve*
 Pode - A transação pode executar este tipo de lógica de processamento, mas não é obrigatório
 Não - A transação não pode executar este tipo de lógica de processamento

4

5

6

<p>1. Comunicação de Dados</p> <p>Descreve o nível em que a aplicação comunica-se diretamente com o processador. Os dados ou informações de controle utilizados pela aplicação são enviados ou recebidos através de recursos de comunicação. Protocolo é um conjunto de convenções que permitem a transferência ou intercâmbio de informações entre dois sistemas ou dispositivos. Todos os links de comunicação necessitam de algum tipo de protocolo.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>A aplicação é puramente batch ou uma estação de trabalho isolada.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>A aplicação é batch mas possui entrada de dados ou impressão remota.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A aplicação é batch mas possui entrada de dados e impressão remota.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>A aplicação possui coleta de dados on-line, front-end de teleprocessamento para um processamento batch ou sistema de consulta.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>A aplicação é mais que um front-end, mas suporta apenas um tipo de protocolo de comunicação.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>A aplicação é mais que um front-end, e suporta mais que um tipo de protocolo de comunicação.</td> </tr> </table>	0	A aplicação é puramente batch ou uma estação de trabalho isolada.	1	A aplicação é batch mas possui entrada de dados ou impressão remota.	2	A aplicação é batch mas possui entrada de dados e impressão remota.	3	A aplicação possui coleta de dados on-line, front-end de teleprocessamento para um processamento batch ou sistema de consulta.	4	A aplicação é mais que um front-end, mas suporta apenas um tipo de protocolo de comunicação.	5	A aplicação é mais que um front-end, e suporta mais que um tipo de protocolo de comunicação.	<p>2. Processamento Distribuído</p> <p>Descreve em que nível a aplicação transfere dados entre seus componentes.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>A aplicação não participa na transferência de dados ou processamento de funções entre os componentes do sistema.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>A aplicação prepara dados para processamento pelo usuário final em outro componente do sistema, como planilhas eletrônicas ou banco de dados.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Dados são preparados para transferência, então são processados em outro componente do sistema (não para processamento pelo usuário final).</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em apenas uma direção.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em ambas as direções.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>O processamento de funções são executadas dinamicamente no componente mais apropriado do sistema.</td> </tr> </table>	0	A aplicação não participa na transferência de dados ou processamento de funções entre os componentes do sistema.	1	A aplicação prepara dados para processamento pelo usuário final em outro componente do sistema, como planilhas eletrônicas ou banco de dados.	2	Dados são preparados para transferência, então são processados em outro componente do sistema (não para processamento pelo usuário final).	3	Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em apenas uma direção.	4	Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em ambas as direções.	5	O processamento de funções são executadas dinamicamente no componente mais apropriado do sistema.	<p>3. Performance</p> <p>Descreve em que nível os requisitos estabelecidos pelo usuário, sobre tempo de resposta, influenciam o projeto, desenvolvimento, instalação e suporte da aplicação.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>O usuário não estabeleceu nenhum requisito especial sobre performance.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Requisitos de performance e projeto foram estabelecidos e revisados mas nenhuma ação em especial foi tomada.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante as horas de pico. Não é necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite para o processamento é o dia seguinte.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante todas as horas de trabalho. Não foi necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite de processamento é crítico.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Adicionalmente, requisitos especificados pelo usuário são exigentes o bastante para que tarefas de análise de performance sejam necessárias na fase de projeto.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Adicionalmente, ferramentas de análise de performance devem ser utilizadas nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou implementação para que os requisitos de performance do usuário sejam atendidos.</td> </tr> </table>	0	O usuário não estabeleceu nenhum requisito especial sobre performance.	1	Requisitos de performance e projeto foram estabelecidos e revisados mas nenhuma ação em especial foi tomada.	2	Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante as horas de pico. Não é necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite para o processamento é o dia seguinte.	3	Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante todas as horas de trabalho. Não foi necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite de processamento é crítico.	4	Adicionalmente, requisitos especificados pelo usuário são exigentes o bastante para que tarefas de análise de performance sejam necessárias na fase de projeto.	5	Adicionalmente, ferramentas de análise de performance devem ser utilizadas nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou implementação para que os requisitos de performance do usuário sejam atendidos.
0	A aplicação é puramente batch ou uma estação de trabalho isolada.																																					
1	A aplicação é batch mas possui entrada de dados ou impressão remota.																																					
2	A aplicação é batch mas possui entrada de dados e impressão remota.																																					
3	A aplicação possui coleta de dados on-line, front-end de teleprocessamento para um processamento batch ou sistema de consulta.																																					
4	A aplicação é mais que um front-end, mas suporta apenas um tipo de protocolo de comunicação.																																					
5	A aplicação é mais que um front-end, e suporta mais que um tipo de protocolo de comunicação.																																					
0	A aplicação não participa na transferência de dados ou processamento de funções entre os componentes do sistema.																																					
1	A aplicação prepara dados para processamento pelo usuário final em outro componente do sistema, como planilhas eletrônicas ou banco de dados.																																					
2	Dados são preparados para transferência, então são processados em outro componente do sistema (não para processamento pelo usuário final).																																					
3	Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em apenas uma direção.																																					
4	Processamento distribuído e transferência de dados são feitos em linha e em ambas as direções.																																					
5	O processamento de funções são executadas dinamicamente no componente mais apropriado do sistema.																																					
0	O usuário não estabeleceu nenhum requisito especial sobre performance.																																					
1	Requisitos de performance e projeto foram estabelecidos e revisados mas nenhuma ação em especial foi tomada.																																					
2	Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante as horas de pico. Não é necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite para o processamento é o dia seguinte.																																					
3	Tempo de resposta ou taxa de transações são críticos durante todas as horas de trabalho. Não foi necessário nenhum projeto especial para a utilização de CPU. O limite de processamento é crítico.																																					
4	Adicionalmente, requisitos especificados pelo usuário são exigentes o bastante para que tarefas de análise de performance sejam necessárias na fase de projeto.																																					
5	Adicionalmente, ferramentas de análise de performance devem ser utilizadas nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou implementação para que os requisitos de performance do usuário sejam atendidos.																																					
<p>4. Configuração Altamente Utilizada</p> <p>Descreve em que nível restrições computacionais influenciam no desenvolvimento da aplicação. Por exemplo, o usuário deseja executar a aplicação em um equipamento já existente ou comprado e que será altamente utilizado.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>Não existem restrições operacionais implícitas ou explícitas nos requisitos.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Existem restrições operacionais, mas são menos restritivas que uma aplicação típica. Não há esforço especial necessário ao atendimento destas restrições.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Existem restrições operacionais, mas são restrições típicas da aplicação. Há esforço especial necessário ao atendimento dessas restrições.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Existem requisitos específicos de processador para uma parte específica da aplicação.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Restrições operacionais explícitas necessitam de um processador dedicado ou utilização pesada do processador central.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Adicionalmente, existem limitações na aplicação nos componentes distribuídos do sistema.</td> </tr> </table>	0	Não existem restrições operacionais implícitas ou explícitas nos requisitos.	1	Existem restrições operacionais, mas são menos restritivas que uma aplicação típica. Não há esforço especial necessário ao atendimento destas restrições.	2	Existem restrições operacionais, mas são restrições típicas da aplicação. Há esforço especial necessário ao atendimento dessas restrições.	3	Existem requisitos específicos de processador para uma parte específica da aplicação.	4	Restrições operacionais explícitas necessitam de um processador dedicado ou utilização pesada do processador central.	5	Adicionalmente, existem limitações na aplicação nos componentes distribuídos do sistema.	<p>5. Volume de Transações</p> <p>Descreve em que nível o alto volume de transações influencia o projeto, desenvolvimento, instalação e suporte da aplicação.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>Não é antecipado nenhum período de pico de transações.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>São previstos períodos de pico de processamento (Ex.: Picos mensal, quinzenal, periódico, anual), mas o impacto no esforço do projeto é mínimo.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Volumes de transação regulares (Ex.: Picos semanais) são previstos. Há algum impacto no esforço do projeto.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Altos volumes de transação (Ex.: Picos diários) são previstos, consequentemente com impacto significativo no esforço do projeto.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Altas taxas de transação definidas pelo usuário nos requisitos ou os níveis de serviço acordados são altos o bastante para requererem tarefas de análise de performance na fase de projeto.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Adicionalmente, existem requisitos de ferramentas de análise de performance nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou instalação.</td> </tr> </table>	0	Não é antecipado nenhum período de pico de transações.	1	São previstos períodos de pico de processamento (Ex.: Picos mensal, quinzenal, periódico, anual), mas o impacto no esforço do projeto é mínimo.	2	Volumes de transação regulares (Ex.: Picos semanais) são previstos. Há algum impacto no esforço do projeto.	3	Altos volumes de transação (Ex.: Picos diários) são previstos, consequentemente com impacto significativo no esforço do projeto.	4	Altas taxas de transação definidas pelo usuário nos requisitos ou os níveis de serviço acordados são altos o bastante para requererem tarefas de análise de performance na fase de projeto.	5	Adicionalmente, existem requisitos de ferramentas de análise de performance nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou instalação.	<p>6. Entrada de Dados On-line</p> <p>Descreve em que nível são efetuadas entradas de dados na aplicação por meio de transações interativas.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>Todas as transações são processadas em lote.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>De 1% a 7% das transações são entradas de dados on-line.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>De 8% a 15% das transações são entradas de dados on-line.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>De 16% a 23% das transações são entradas de dados on-line.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>De 24% a 30% das transações são entradas de dados on-line.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Mais de 30% das transações são entradas de dados on-line.</td> </tr> </table>	0	Todas as transações são processadas em lote.	1	De 1% a 7% das transações são entradas de dados on-line.	2	De 8% a 15% das transações são entradas de dados on-line.	3	De 16% a 23% das transações são entradas de dados on-line.	4	De 24% a 30% das transações são entradas de dados on-line.	5	Mais de 30% das transações são entradas de dados on-line.
0	Não existem restrições operacionais implícitas ou explícitas nos requisitos.																																					
1	Existem restrições operacionais, mas são menos restritivas que uma aplicação típica. Não há esforço especial necessário ao atendimento destas restrições.																																					
2	Existem restrições operacionais, mas são restrições típicas da aplicação. Há esforço especial necessário ao atendimento dessas restrições.																																					
3	Existem requisitos específicos de processador para uma parte específica da aplicação.																																					
4	Restrições operacionais explícitas necessitam de um processador dedicado ou utilização pesada do processador central.																																					
5	Adicionalmente, existem limitações na aplicação nos componentes distribuídos do sistema.																																					
0	Não é antecipado nenhum período de pico de transações.																																					
1	São previstos períodos de pico de processamento (Ex.: Picos mensal, quinzenal, periódico, anual), mas o impacto no esforço do projeto é mínimo.																																					
2	Volumes de transação regulares (Ex.: Picos semanais) são previstos. Há algum impacto no esforço do projeto.																																					
3	Altos volumes de transação (Ex.: Picos diários) são previstos, consequentemente com impacto significativo no esforço do projeto.																																					
4	Altas taxas de transação definidas pelo usuário nos requisitos ou os níveis de serviço acordados são altos o bastante para requererem tarefas de análise de performance na fase de projeto.																																					
5	Adicionalmente, existem requisitos de ferramentas de análise de performance nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou instalação.																																					
0	Todas as transações são processadas em lote.																																					
1	De 1% a 7% das transações são entradas de dados on-line.																																					
2	De 8% a 15% das transações são entradas de dados on-line.																																					
3	De 16% a 23% das transações são entradas de dados on-line.																																					
4	De 24% a 30% das transações são entradas de dados on-line.																																					
5	Mais de 30% das transações são entradas de dados on-line.																																					
<p>7. Eficiência do Usuário Final</p> <p>As funções on-line fornecidas pela aplicação enfatizam um projeto para o aumento da eficiência do usuário final. O projeto inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ajuda para navegação como, por exemplo, telas de função, saltos, menus gerados dinamicamente; -Menus; -Ajuda on-line e documentação; -Movimentação automática de cursor; -Paginação; -Impressão remota através de transações on-line; -Telas de Função pré definidas; -Tarefas em lote submetidos de transações on-line; -Drop-down list box; -Uso intenso de vídeo reverso, brilho, cores e outros indicadores; -Interface de mouse; -Janelas pop-up; -Utilização de número mínimo de telas para executar uma função do negócio; -Suporte a dois idiomas (conte como 4 itens); -Suporte a mais de dois idiomas (conte como 6 itens); -Impressão de documentação; <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>Nenhum dos itens acima</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>De um a três dos itens acima.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>De quatro a cinco dos itens acima.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Seis ou mais dos itens acima, mas não existem requisitos específicos do usuário associados a eficiência.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Seis ou mais dos itens acima, e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem de tarefas de projeto incluírem fatores humanos como minimizar o número de batidas no teclado, maximizar padrões de campo e uso de templates.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Seis ou mais dos itens acima e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem do uso de ferramentas e processos especiais para demonstrar que os objetivos foram alcançados.</td> </tr> </table>	0	Nenhum dos itens acima	1	De um a três dos itens acima.	2	De quatro a cinco dos itens acima.	3	Seis ou mais dos itens acima, mas não existem requisitos específicos do usuário associados a eficiência.	4	Seis ou mais dos itens acima, e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem de tarefas de projeto incluírem fatores humanos como minimizar o número de batidas no teclado, maximizar padrões de campo e uso de templates.	5	Seis ou mais dos itens acima e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem do uso de ferramentas e processos especiais para demonstrar que os objetivos foram alcançados.	<p>8. Atualização On-Line</p> <p>Descreve em que nível os arquivos lógicos internos são atualizados de forma on-line.</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>Não há nenhuma atualização on-line.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Existe a atualização on-line de um a três arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Existe a atualização on-line de quatro ou mais arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>A atualização da maioria dos arquivos internos é on-line.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Adicionalmente, a proteção contra a perda de dados é essencial e foi especialmente projetada e programada no sistema.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Adicionalmente, o alto volume de processamento torna necessária a análise do custo do processo de recuperação. São incluídos procedimentos altamente automatizados com um mínimo de intervenção do operador.</td> </tr> </table>	0	Não há nenhuma atualização on-line.	1	Existe a atualização on-line de um a três arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.	2	Existe a atualização on-line de quatro ou mais arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.	3	A atualização da maioria dos arquivos internos é on-line.	4	Adicionalmente, a proteção contra a perda de dados é essencial e foi especialmente projetada e programada no sistema.	5	Adicionalmente, o alto volume de processamento torna necessária a análise do custo do processo de recuperação. São incluídos procedimentos altamente automatizados com um mínimo de intervenção do operador.													
0	Nenhum dos itens acima																																					
1	De um a três dos itens acima.																																					
2	De quatro a cinco dos itens acima.																																					
3	Seis ou mais dos itens acima, mas não existem requisitos específicos do usuário associados a eficiência.																																					
4	Seis ou mais dos itens acima, e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem de tarefas de projeto incluírem fatores humanos como minimizar o número de batidas no teclado, maximizar padrões de campo e uso de templates.																																					
5	Seis ou mais dos itens acima e requisitos explícitos sobre a eficiência para o usuário final são fortes o bastante para necessitarem do uso de ferramentas e processos especiais para demonstrar que os objetivos foram alcançados.																																					
0	Não há nenhuma atualização on-line.																																					
1	Existe a atualização on-line de um a três arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.																																					
2	Existe a atualização on-line de quatro ou mais arquivos de controle. Volume de atualização é pequeno e a recuperação é fácil.																																					
3	A atualização da maioria dos arquivos internos é on-line.																																					
4	Adicionalmente, a proteção contra a perda de dados é essencial e foi especialmente projetada e programada no sistema.																																					
5	Adicionalmente, o alto volume de processamento torna necessária a análise do custo do processo de recuperação. São incluídos procedimentos altamente automatizados com um mínimo de intervenção do operador.																																					

7

8

9

9. Processamento Complexo	10. Reusabilidade																								
<p>Descreve em que nível o processamento lógico ou matemático influencia o desenvolvimento da aplicação. Os seguintes componentes estão presentes:</p>	<p>Descreve em que nível a aplicação e seu código foram especificamente projetadas, desenvolvidas, e suportadas para serem utilizadas em outras aplicações.</p>																								
<p>-Controle sensível (por exemplo processamento especial de auditoria) e/ou processamento específico da segurança da aplicação. -Processamento lógico extensivo. -Processamento matemático extensivo. -Muito processamento de exceção resultando em transações incompletas que devem ser processadas novamente, por exemplo, transações incompletas em ATM em função de problemas de teleprocessamento, falta de dados ou problemas de edição. -Processamento complexo para manipular múltiplas possibilidades de entrada e saída, como por exemplo, multimídia, ou independência de dispositivo.</p>	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>Não há código reutilizável.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Código reutilizável é utilizado na aplicação.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Menos de dez por cento do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Dez por cento ou mais do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.</td></tr> <tr><td>4</td><td>A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário ao nível de código.</td></tr> <tr><td>5</td><td>A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário através de manutenção de parâmetros.</td></tr> </table>	0	Não há código reutilizável.	1	Código reutilizável é utilizado na aplicação.	2	Menos de dez por cento do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.	3	Dez por cento ou mais do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.	4	A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário ao nível de código.	5	A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário através de manutenção de parâmetros.												
0	Não há código reutilizável.																								
1	Código reutilizável é utilizado na aplicação.																								
2	Menos de dez por cento do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.																								
3	Dez por cento ou mais do código fonte da aplicação foi construído levando em consideração o uso em mais de uma aplicação.																								
4	A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário ao nível de código.																								
5	A aplicação foi especificamente empacotada e/ou documentada para fácil reutilização, ela é customizada pelo usuário através de manutenção de parâmetros.																								
11. Facilidade de Instalação	12. Facilidade de Operação																								
<p>Um plano e/ou ferramentas de conversão e instalação foram fornecidos e testados durante a fase de teste do sistema.</p>	<p>Descreve em que nível a aplicação estende a alguns aspectos operacionais como: inicialização, segurança e recuperação. A aplicação minimiza a necessidade de atividades manuais, como montagem de fitas, manipulação de papel e intervenção manual pelo operador.</p>																								
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>O usuário não definiu considerações especiais, assim como não é requerido nenhum setup para a instalação.</td></tr> <tr><td>1</td><td>O usuário não definiu considerações especiais, mas é necessário setup para a instalação.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. Não é considerado importante o impacto da conversão.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. É considerado importante o impacto da conversão.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Além do item 2 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Além do item 3 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.</td></tr> </table>	0	O usuário não definiu considerações especiais, assim como não é requerido nenhum setup para a instalação.	1	O usuário não definiu considerações especiais, mas é necessário setup para a instalação.	2	Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. Não é considerado importante o impacto da conversão.	3	Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. É considerado importante o impacto da conversão.	4	Além do item 2 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.	5	Além do item 3 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>Não foram estabelecidas pelo usuário outra consideração que não os procedimentos de segurança normais.</td></tr> <tr><td>1-4</td><td>Um, alguns ou todos os seguintes itens são válidos para a aplicação. Seleção todos aqueles que sejam válidos. Cada item tem um valor de um ponto, a exceção de onde seja citado o contrário. -Procedimentos de inicialização, salva e recuperação foram fornecidos, mas é necessária a intervenção do operador (conte como dois itens). -A aplicação minimiza a necessidade de montagem de fitas. -A aplicação minimiza a necessidade de manipulação de papel.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Aplicação projetada para operação não assistida. Isto é, não é necessária nenhuma intervenção do operador para operar o sistema, que não seja a inicialização e término da aplicação. A recuperação automática de erros é uma característica da aplicação.</td></tr> </table>	0	Não foram estabelecidas pelo usuário outra consideração que não os procedimentos de segurança normais.	1-4	Um, alguns ou todos os seguintes itens são válidos para a aplicação. Seleção todos aqueles que sejam válidos. Cada item tem um valor de um ponto, a exceção de onde seja citado o contrário. -Procedimentos de inicialização, salva e recuperação foram fornecidos, mas é necessária a intervenção do operador (conte como dois itens). -A aplicação minimiza a necessidade de montagem de fitas. -A aplicação minimiza a necessidade de manipulação de papel.	5	Aplicação projetada para operação não assistida. Isto é, não é necessária nenhuma intervenção do operador para operar o sistema, que não seja a inicialização e término da aplicação. A recuperação automática de erros é uma característica da aplicação.						
0	O usuário não definiu considerações especiais, assim como não é requerido nenhum setup para a instalação.																								
1	O usuário não definiu considerações especiais, mas é necessário setup para a instalação.																								
2	Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. Não é considerado importante o impacto da conversão.																								
3	Requisitos de instalação e conversão foram definidos pelo usuário, e guias de conversão e instalação foram fornecidos e testados. É considerado importante o impacto da conversão.																								
4	Além do item 2 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.																								
5	Além do item 3 acima, ferramentas de instalação e conversão automáticas foram fornecidas e testadas.																								
0	Não foram estabelecidas pelo usuário outra consideração que não os procedimentos de segurança normais.																								
1-4	Um, alguns ou todos os seguintes itens são válidos para a aplicação. Seleção todos aqueles que sejam válidos. Cada item tem um valor de um ponto, a exceção de onde seja citado o contrário. -Procedimentos de inicialização, salva e recuperação foram fornecidos, mas é necessária a intervenção do operador (conte como dois itens). -A aplicação minimiza a necessidade de montagem de fitas. -A aplicação minimiza a necessidade de manipulação de papel.																								
5	Aplicação projetada para operação não assistida. Isto é, não é necessária nenhuma intervenção do operador para operar o sistema, que não seja a inicialização e término da aplicação. A recuperação automática de erros é uma característica da aplicação.																								
13. Múltiplos Locais	14. Facilidade de Mudanças																								
<p>Descreve em que nível a aplicação foi especificamente projetada, desenvolvida e suportada para diferentes ambientes de hardware e software.</p>	<p>Descreve em que nível a aplicação foi especificamente desenvolvida para facilitar a mudança de sua lógica de processamento ou estrutura de dados. As seguintes características podem ser válidas para a aplicação:</p>																								
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>Os requisitos do usuário não consideram a necessidade de mais de um usuário/local de instalação.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas nos mesmos ambientes de hardware e software.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas ambientes de hardware e software similares.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar ambientes diferentes de hardware e software.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Adicionalmente aos itens 1 e 2, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Adicionalmente ao item 3, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.</td></tr> </table>	0	Os requisitos do usuário não consideram a necessidade de mais de um usuário/local de instalação.	1	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas nos mesmos ambientes de hardware e software.	2	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas ambientes de hardware e software similares.	3	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar ambientes diferentes de hardware e software.	4	Adicionalmente aos itens 1 e 2, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.	5	Adicionalmente ao item 3, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.	<p>-São fornecidos mecanismos de consulta e reporte flexível, que permitem a manipulação de pedidos simples; por exemplo, lógica de e/ou aplicada a apenas um arquivo lógico (conte como um item). -São fornecidos mecanismos de consulta e reporte flexível, que permitem a manipulação de pedidos de média complexidade; por exemplo, lógica de e/ou aplicada a mais de um arquivo lógico (conte como dois itens). -São fornecidos mecanismos de consulta e reporte flexível, que permitem a manipulação de pedidos complexos; por exemplo, lógica de e/ou combinadas em um ou mais arquivos lógicos (conte como três itens). -Dados de controle do negócio são mantidos pelo usuário através de processos interativos, mas as alterações só tem efeito no próximo dia útil. -Dados de controle do negócio são mantidos pelo usuário através de processos interativos, e as alterações tem efeito imediato (conte como dois itens).</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>Nenhum dos itens acima.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Qualquer um dos itens acima.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Qualquer dois itens acima.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Qualquer três itens acima.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Qualquer quatro itens acima.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Todos os cinco itens acima.</td></tr> </table>	0	Nenhum dos itens acima.	1	Qualquer um dos itens acima.	2	Qualquer dois itens acima.	3	Qualquer três itens acima.	4	Qualquer quatro itens acima.	5	Todos os cinco itens acima.
0	Os requisitos do usuário não consideram a necessidade de mais de um usuário/local de instalação.																								
1	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas nos mesmos ambientes de hardware e software.																								
2	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar apenas ambientes de hardware e software similares.																								
3	Necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto, e a aplicação foi projetada para operar ambientes diferentes de hardware e software.																								
4	Adicionalmente aos itens 1 e 2, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.																								
5	Adicionalmente ao item 3, plano de suporte e documentação são fornecidos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais.																								
0	Nenhum dos itens acima.																								
1	Qualquer um dos itens acima.																								
2	Qualquer dois itens acima.																								
3	Qualquer três itens acima.																								
4	Qualquer quatro itens acima.																								
5	Todos os cinco itens acima.																								

7.2. ANEXO B - Contagens Detalhada, Estimativa e Indicativa

Esta seção ilustra esses três tipos de contagem de pontos de função para um estudo de caso pequeno e simples: uma aplicação que mantém dados de Cliente e Produto, e referencia dados de Fornecedor.

Para um melhor entendimento do exemplo abaixo, tenha em mãos o Cartão de Referência (**Anexo A**).

Quanto mais exata se quer uma contagem de pontos de função, mais detalhados devem ser os requisitos do usuário e a experiência do profissional. Esta é a razão pela qual esse estudo de caso apresenta os três métodos de contagem em ordem crescente de exatidão:

- Contagem indicativa de pontos de função
- Contagem estimativa de pontos de função
- Contagem (detalhada) de pontos de função.

7.2.1. Contagem indicativa de pontos de função

Requisitos do usuário:

- O usuário deseja manter dados de Cliente e Produto e referenciar dados de Fornecedor.

Esta especificação (superficial) é o suficiente para uma contagem indicativa de pontos de função:

- ALI: Cliente e Produto
- AIE: Fornecedor

Tabela 1 - Contagem Indicativa

Função do Tipo Dado	Tipo de Função	Pontos de Função (pré-definido)
Cliente	ALI	35
Produto	ALI	35
Fornecedor	AIE	15
Indicativo do tamanho funcional		85 PF

7.2.2. Contagem estimativa de pontos de função

Para realizar uma contagem estimativa de pontos de função também são necessárias informações a respeito das funções transacionais, assim requisitos do usuário mais detalhados são necessários:

Requisitos do Usuário:

- O usuário deseja adicionar, alterar, excluir e consultar dados de Cliente, e também necessita quatro diferentes tipos de relatórios sobre Cliente contendo dados calculados.
- O usuário deseja adicionar, alterar, excluir e consultar dados de Produto, e também necessita de consultar o Fornecedor através de seu número e um relatório sobre Fornecedor com totalização de resultados.

Essa especificação mais detalhada dos requisitos do usuário mostra a real quantidade de funções do tipo transação, e torna possível uma contagem estimativa de pontos de função.

Tabela 2 - Contagem Estimativa

Função do tipo Dado ou Transação	Tipo de Função	Complexidade (pré-definida)	Pontos de Função (não ajustados)
Cliente	ALI	Baixa	7
Produto	ALI	Baixa	7
Fornecedor	AIE	Baixa	5
Incluir Cliente	EE	Média	4
Alterar Cliente	EE	Média	4
Excluir Cliente	EE	Média	4
Consultar Cliente	CE	Média	4
Relatório 1 de Cliente	SE	Média	5
Relatório 2 de Cliente	SE	Média	5
Relatório 3 de Cliente	SE	Média	5
Relatório 4 de Cliente	SE	Média	5
Incluir Produto	EE	Média	4
Alterar Produto	EE	Média	4
Excluir Produto	EE	Média	4
Consultar Produto	CE	Média	4
Relatório de Produto	SE	Média	5
Consulta de Fornecedor	CE	Média	4
Relatório de Fornecedor	SE	Média	5
<i>Estimativa do tamanho funcional</i>			85 PF

7.2.3. Contagem detalhada de pontos de função

Para se realizar uma contagem detalhada de pontos de função, somente o número de funções de cada tipo (EE, SE, CE, ALI, AIE) não é suficiente, também é necessário determinar a complexidade funcional (Baixa, Média, Alta) de cada função individualmente.

Na APF, a complexidade funcional de uma função (do tipo dado e do tipo transação) é determinada com base na quantidade do número de tipos de dados, tipos de registro e arquivos referenciados que são relevantes para a função.

Esta é a razão pela qual os requisitos do usuário (como apresentados antes quando discutimos a contagem estimativa de pontos de função) precisam ser analisados com mais detalhes: quais elementos de dados (DETs) e arquivos lógicos (FTR) são usados por cada função transacional (EE, SE, CE), e quais os grupo lógicos de dados (RETs) e elementos de dados (DETs) compõem a função do tipo dado (ALI, AIE).

Essa análise detalhada dos requisitos do usuário pode resultar na seguinte contagem de pontos de função:

Tabela 3 - Contagem Detalhada

Função do tipo Dado ou Transação	Tipo de função	Complexidade	Pontos de Função (não ajustados)
Cliente	ALI	Média	10
Produto	ALI	Baixa	7
Fornecedor	AIE	Baixa	5
Incluir Cliente	EE	Alta	6
Alterar Cliente	EE	Média	4
Excluir Cliente	EE	Baixa	3
Consultar Cliente	CE	Baixa	3
Relatório 1 de Cliente	SE	Baixa	4
Relatório 2 de Cliente	SE	Média	5
Relatório 3 de Cliente	SE	Baixa	4
Relatório 4 de Cliente	SE	Alta	7
Incluir Produto	EE	Média	4
Alterar Produto	EE	Baixa	3
Excluir Produto	EE	Baixa	3
Consultar Produto	CE	Média	4

Relatório de Produto	SE	Média	5
Consulta de Fornecedor	CE	Baixa	3
Relatório de Fornecedor	SE	Média	5
<i>Tamanho Funcional</i>			<i>85 PF</i>

Neste estudo de caso em particular todos os três métodos apresentaram o mesmo resultado de 85 pontos de função para o tamanho funcional. Geralmente os resultados não são exatamente os mesmos, mas ainda assim são próximos entre si. Posteriormente nesta página serão apresentados os resultados da pesquisa da exatidão das contagens de pontos de função estimativa e indicativa.

7.3. ANEXO C - Resultados da pesquisa feita com mais de 100 projetos

Usando um banco de dados com aproximadamente 100 aplicações desenvolvidas e implementadas, a NESMA pesquisou a exatidão das contagens estimativa e indicativa. As aplicações implementadas foram medidas usando os três tipos de contagem de pontos de função.

Os resultados são apresentados em dois gráficos:

- O tamanho calculado via contagem estimativa, versus o tamanho medido via contagem detalhada dos pontos de função

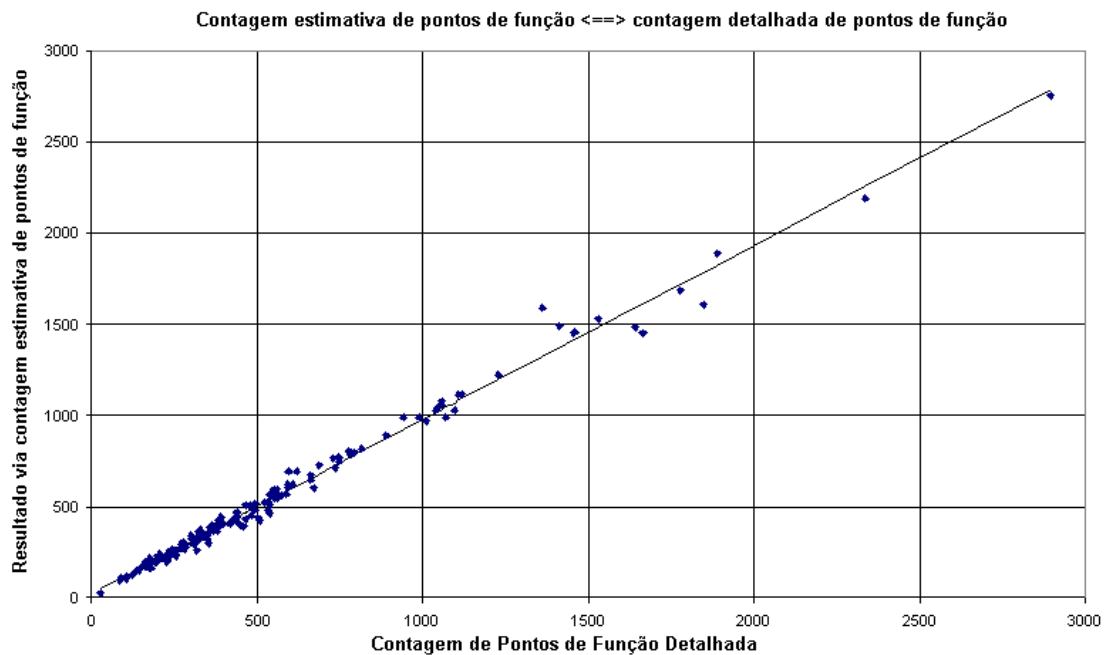


Figura 3 – Contagem estimativa x Contagem detalhada

- O tamanho calculado via contagem indicativa, versus o tamanho medido via contagem detalhada dos pontos de função.

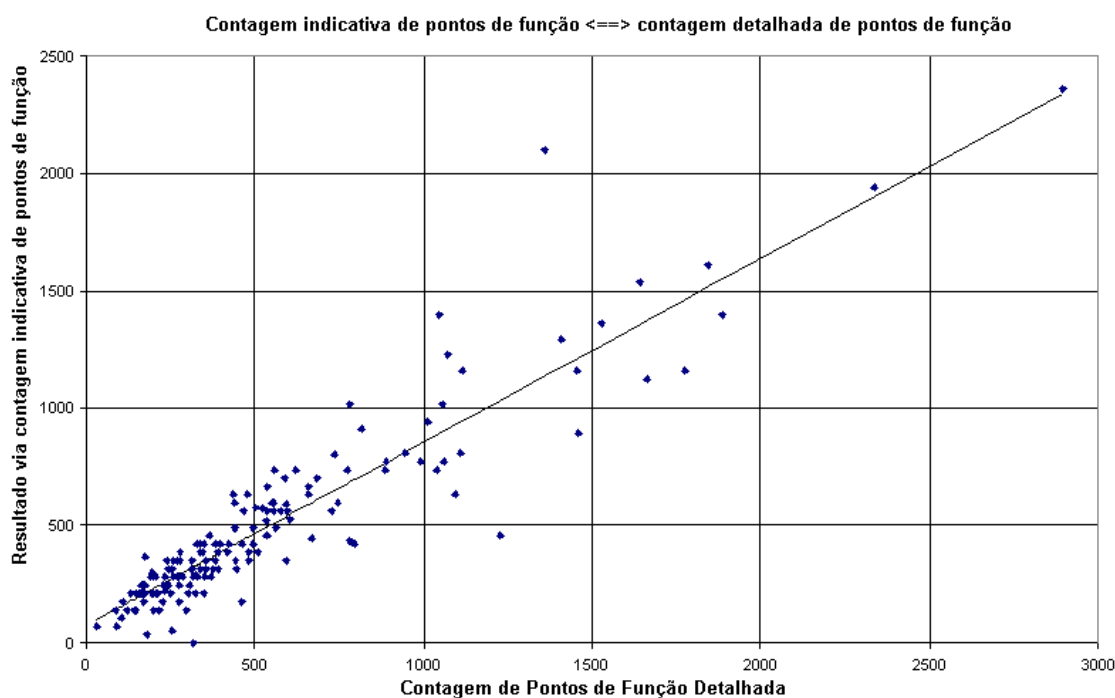


Figura 4 - Contagem indicativa x Contagem detalhada

Observa-se uma boa correlação (linha reta) em ambos os casos. No gráfico da contagem indicativa, contudo, observa-se que há desvios consideráveis (em até 50%) em alguns casos. Isto mostra que deve-se usar a contagem indicativa com o devido cuidado.

O ponto forte deste tipo de contagem é que é possível obter facilmente uma estimativa aproximada do tamanho de uma aplicação rapidamente.

Em uma aplicação com maior (ou com menor) número de saídas, talvez seja necessário alterar os multiplicadores de 35 e 15; mas a filosofia usada nessa abordagem pode ser usada de maneira geral.

O resultado da contagem estimativa e da contagem detalhada de pontos de função é muito próximo.

7.4. ANEXO D - Utilizando o Modelo Goal Question-Metrics (GQM)

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 23 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.

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

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

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

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

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 par a o anteprojeto e a distorção apontada?*

Métrica 2.4 a) Elaboração de diagrama de dispersão para identificara 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

$$M 2.5.d = (\sum \text{Contagem PF planejam proj abaixo 105 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojeto proj abaixo 105 PF}) / (\sum \text{contagem PF planejam proj abaixo 105 FP}) * 100$$

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

$$M 2.5.e = (\sum \text{Contagem PF planejam proj de 105 PF ate 507 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojeto proj de 105 PF ate 507 PF}) / (\text{contagem PF planejam proj de 105 FP.ate 507 PF}) * 100$$

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

$$M 2.5.f = (\sum \text{Contagem PF planejam proj acima 507 PF} - \sum \text{contagem PF anteprojeto proj acima 507 PF}) / (\sum \text{contagem PF planejam proj acima 507 FP}) * 100$$

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 anteprojeto 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

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

A coleta de dados foi realizada de acordo com os objetivos abaixo:

Objetivo 1: Foram analisados os dados cadastrados no sistema de solicitação de demandas da empresa.

Objetivo 2: Foram analisados os dados de 45 projetos de software que possuíam contagens da Fase de Anteprojeto e Planejamento.

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 5 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.

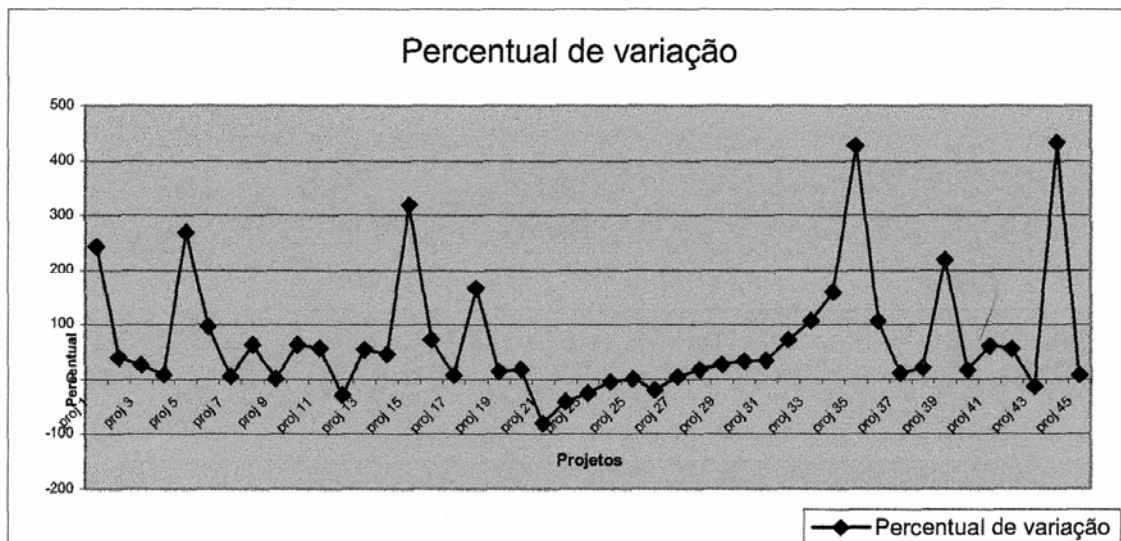


Figura 5 -Métrica 2.2 a - % de variação contagens entre Fase Anteprojeto e Fase Planejamento

A Figura 6 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?

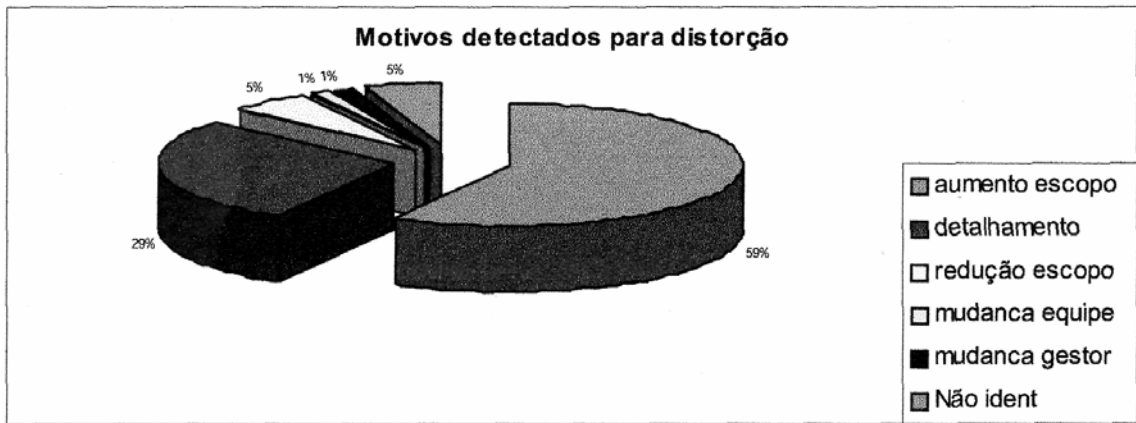


Figura 6 – Métrica 2.3 – Percentual de motivos detectados para distorção.

A Figura 7 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?

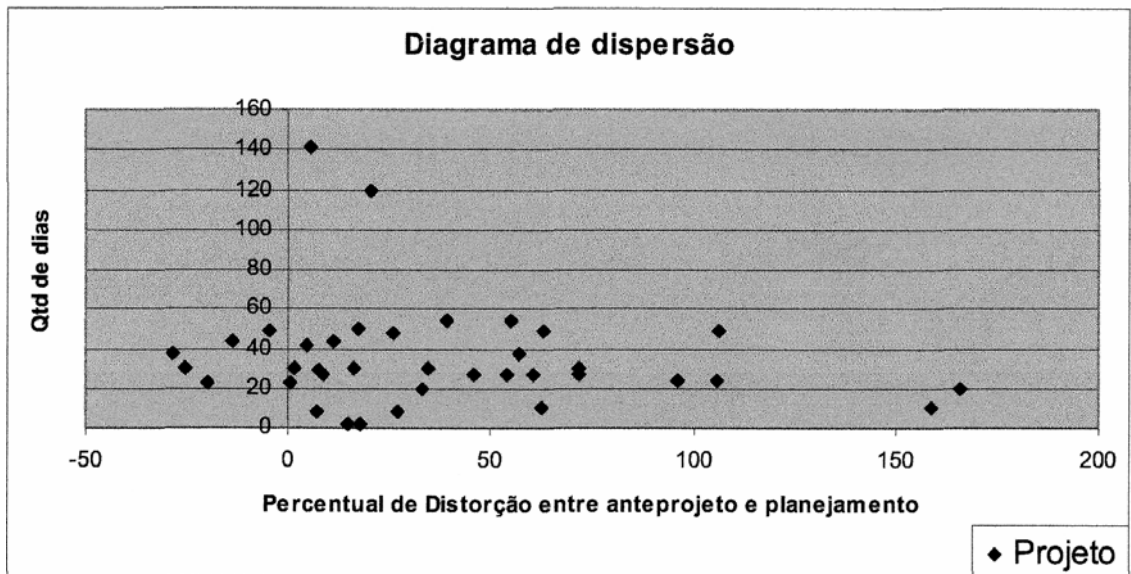


Figura 7 – Métrica 2.4 a – Tempo de elaboração - Fase Anteprojeto x Distorção de tamanho.

As Figuras 8 e 9 visam atender à questão 2.5 - Qual o percentual de distorção considerando o tamanho dos sistemas?

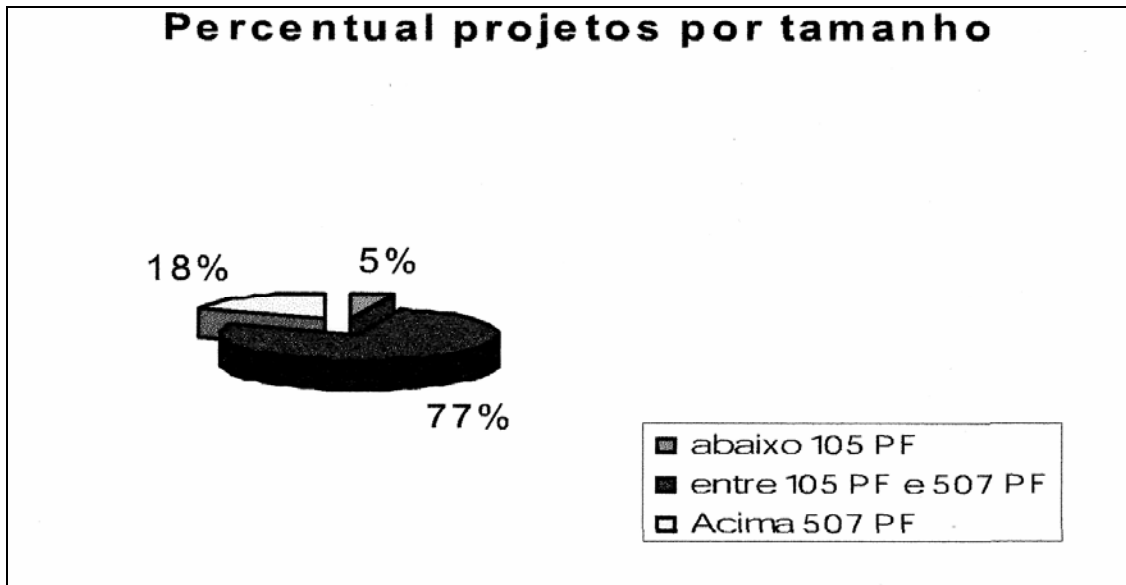


Figura 8 – Métricas 2.5. a, 2.5.b, 2.5.c – Percentual de projetos por tamanho na amostra.

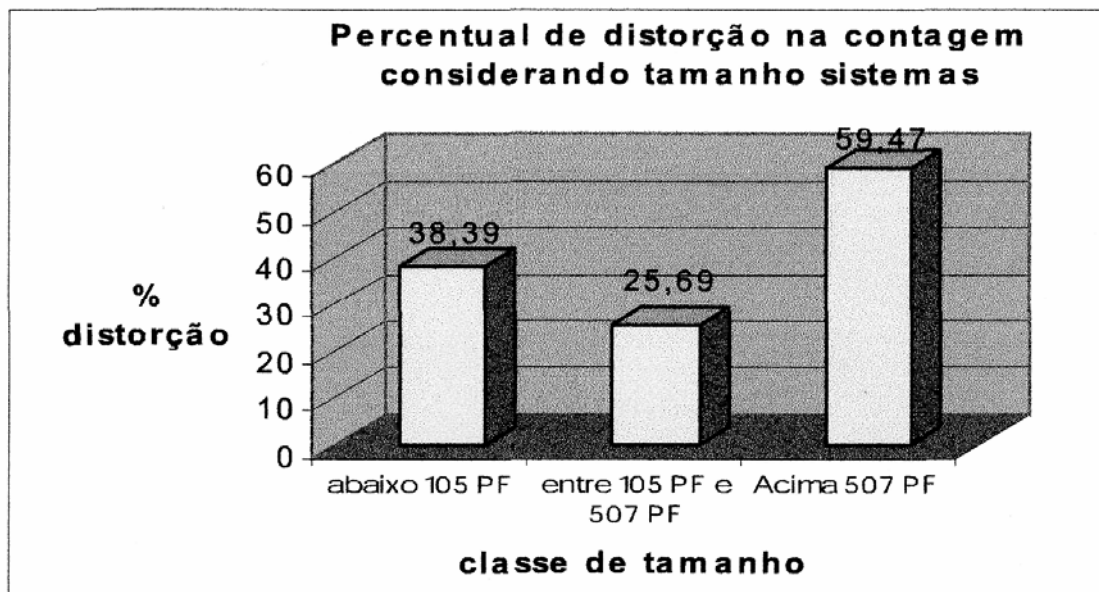


Figura 9 – Métricas 2.5 (d, e, f) – % de Distorção da contagem por Tamanho dos sistemas.

A interpretação dos dados da aplicação do GQM foi apresentada aos Gerentes e responsáveis pelos Projetos que 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 que 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.

7.5. ANEXO E - Técnicas de Estimativas utilizando modelos Estatísticos

7.5.1. Determinar Prazo do Projeto Utilizando “Interpolação Aritmética”

A Tabela abaixo mostra um exemplo de um **data set** com uma série histórica hipotética.

Tabela 4 - Data set de Métricas

Plataforma de Hardware: “Mainframe” Plataforma de Software : → Gerenciador de banco de Dados : DB2 → Monitor de TP: CICS → Linguagem de Programação: CSP Processo: Metodologia Estruturada
Legenda: h/m : homes/mês PF : Pontos de Função

Itens	Projetos			
	A	B	C	D
Tamanho	300	500	800	1200
Esforço	10 h/m	16,67 h/m	32 h/m	60 h/m
Prazo	5 meses	6 meses	8 meses	10 meses
Custo	\$ 48.000	\$ 80.016	\$ 153.000	\$ 288.000
Equipe	2	3	4	6
Produtividade	30 PF/h/m	30 PF/h/m	25 PF/h/m	20 PF/h/m

O procedimento para realizar inferência, a partir do tamanho do software em Pontos de Função é o seguinte.

❶ Determinar o Ambiente de Hardware/Software de Desenvolvimento

A inferência deve ser realizada para o mesmo ambiente em que será desenvolvido o software.

❷ Determinar o Processo que será Utilizado para o Desenvolvimento

A inferência deve ser realizada para o mesmo processo que servirá de base para o desenvolvimento.

❸ Determinar o Prazo do Projeto

Para valores de tamanho de software diferentes dos existentes no data set que estejam compreendidos entre as amplitudes 300 e 1200 pode-se empregar "interpolação aritmética".

É uma forma de determinar valores "eqüidistantes" entre dois pontos na tabela. Em geral, se tivermos dois pontos numa tabela (X_0, Y_0) e (X_1, Y_1) e desejarmos encontrar o valor de Y correspondente a um ponto X entre X_0 e X_1 , por interpolação, podemos usar a seguinte fórmula:

$$Y = Y_0 + \frac{X - X_0}{X_1 - X_0} (Y_1 - Y_0)$$

Supondo uma estimativa de tamanho de 600 PFs (que fica entre 500 e 800 PFs do nosso data set) as variáveis da fórmula acima assumem os seguintes valores:

$$\begin{aligned} Y_0 &= 6 \\ Y_1 &= 8 \\ X &= 600 \\ X_0 &= 500 \\ X_1 &= 800 \end{aligned}$$

Aplicando a fórmula, teríamos a seguinte estimativa:

$$\begin{aligned} Y &= 6 + \frac{600 - 500}{800 - 500} \times (8 - 6) \\ Y &= 6 + 2/3 \times 2 = 6,6 \end{aligned}$$

∴ Prazo do Projeto = 6,6 meses.

7.5.2. Determinar Número de Defeitos Utilizando “Regressão Linear”

A regressão linear é uma técnica estatística que permite realizar previsões através da determinação do tipo de associação entre variáveis.

A regressão linear simples associa duas variáveis entre si. Por exemplo, uma variável é função de outra variável.

Defeitos de um software = f (tamanho em pontos de função)

Através da equação de regressão linear podemos determinar ou prever o valor da outra variável. Tendo-se certo número de observações de defeitos de software e de tamanho do software em pontos de função, e dado o valor atribuído ao software em pontos de função, podemos prever o número de defeitos esperados para o software.

A regressão não só apresenta a relação linear positiva como também a negativa. Isto significa dizer que, no caso de associação positiva, quando o valor de uma variável cresce, o valor da outra também cresce. No caso de associação negativa acontece o inverso.

A forma geral da equação de regressão linear para dados de uma amostra é:

$$\bar{Y}_x = a + bX$$

onde:

\bar{Y}_x é o valor estimado da variável dependente, dado um valor específico da variável independente **X**;

a é o ponto de intersecção da linha de regressão linear com o eixo Y;

b é a declividade da linha de regressão;

X é o valor específico da variável independente.

Há diversos critérios matemáticos para o desenvolvimento de uma equação de regressão.

Pelo método dos *mínimos quadrados*,⁷ a equação de regressão que melhor se ajusta é aquela para a qual é mínima a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados e estimados da variável dependente em função dos dados amostrais.

As fórmulas pelas quais os valores de **a** e **b** da equação são determinados, a fim de satisfazer os critérios dos mínimos quadrados, são:

$$\mathbf{b} = \frac{\sum \mathbf{XY} - \mathbf{n}\bar{\mathbf{X}}\bar{\mathbf{Y}}}{\sum \mathbf{X}^2 - \mathbf{n}\bar{\mathbf{X}}^2}$$

$$\mathbf{a} = \bar{\mathbf{Y}} - \mathbf{b}\bar{\mathbf{X}}$$

Formulada a equação de regressão, podemos estimar o valor da variável dependente dado o valor da variável independente. Entretanto, tal estimativa deve ser feita apenas dentro do intervalo de variação dos valores da variável independente.

Para auxiliar na demonstração da aplicação da regressão linear, usaremos a Tabela abaixo:

Tabela 5 - Data set de variáveis de tamanho e defeitos

Observações	Tamanho do Software em PFs - X	Defeitos do Software Y	XY	X ²	Y ²
1	10	6	60	100	36
2	20	24	480	400	576
3	40	32	1.280	1.600	1.024
4	80	192	15.360	6.400	36.864
5	160	384	61.600	25.600	147.456
6	320	768	245.760	102.400	589.824
7	640	1.536	983.040	409.600	2.359.296
8	1.280	3.072	3.932.160	1.638.400	9.437.184
9	2.560	6.144	15.728.640	6.553.600	37.748.736
10	5.120	12.288	62.914.560	26.214.400	150.994.940
Totais	10.230	24.446	83.882.940	34.952.500	201.315.940
Média	1.023	2.444,60			

⁷ Vide Martins / Costa Neto para obter detalhes sobre regressão linear e outros tratamentos estatísticos

Estimativa do Número de Defeitos Pré-release

A equação da regressão neste caso é:

Defeitos pré-release = f (tamanho do software em pontos de função)

Supondo que a estimativa do tamanho do software seja **1200**, queremos determinar qual o número de defeitos pré-release esperado.

Determinação dos Valores de a e b

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{62.914.560 - 10 (1.023) (2.444,60)}{34.952.500 - (10) (1.023)^2} = 1,55$$

$$a = 2.444,60 - (1,55) (1.023) = 860,99 \text{ ou } 861$$

Aplicar a e b na Equação de Regressão

$$\bar{Y}_x = a + bX$$

$$\bar{Y}_x = 861 + 1,55 \times 1.200 = 2.721$$

$$\therefore \bar{Y}_x = 2.721 \text{ defeitos esperados}$$

Estimativa do Número de Defeitos Pós-release

A equação de regressão neste caso é:

$$\text{Defeitos pós-release} = f(\text{tamanho do software em pontos de função})$$

Analogamente à aplicação anterior, deveria ser estruturado um **data set** que contivesse todas as observações acerca de defeitos **pós-release** para os tamanhos correspondentes dos softwares em pontos de função, a fim de aplicar a equação de regressão e realizar a estimativa.

7.5.3. Estimativa do Esforço de Retrabalho Utilizando “Regressão Linear”

O retrabalho no desenvolvimento de software está associado ao número de defeitos encontrados no software ao longo do projeto.

Ou seja, a equação de regressão é:

$$\text{Esforço de retrabalho} = f(\text{número de defeitos pré-release})$$

Para tanto o data set deveria conter dados acerca do esforço de retrabalho conforme o tamanho do software em pontos de função.

Este raciocínio também é válido para a estimativa de esforço de retrabalho durante a manutenção do software.

Estimativa do Custo de Retrabalho

Como o esforço é o principal componente de custo, a equação de regressão para determinar o custo estimado do retrabalho, tanto para defeitos pré-release como pós-release é:

$$\text{Custo do retrabalho} = f(\text{esforço de retrabalho})$$

Outra alternativa seria multiplicarmos o custo médio do homem/mês ou homem/hora pelo esforço estimado.