

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA

CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS IFPUG E NESMA NA  
ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL DE SOFTWARE COM  
PONTOS DE FUNÇÃO**

AUTOR: LUCIANO GASPAR PEIXOTO

FLORIANÓPOLIS – SC

2014



LUCIANO GASPAR PEIXOTO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS IFPUG E NESMA NA  
ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL DE SOFTWARE COM  
PONTOS DE FUNÇÃO**

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Informática e Estatística da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de  
Bacharel em Sistemas de Informação.*

AUTOR: LUCIANO GASPAR PEIXOTO

**Orientador: Prof. João Cândido Dovicchi, Dr.**

Universidade Federal de Santa Catarina

[dovicchi@inf.ufsc.br](mailto:dovicchi@inf.ufsc.br)

[www.inf.ufsc.br/~dovicchi](http://www.inf.ufsc.br/~dovicchi)

LUCIANO GASPAR PEIXOTO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS IFPUG E NESMA NA  
ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL DE SOFTWARE COM  
PONTOS DE FUNÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Departamento de Informática e Estatística  
da Universidade Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Sistemas de Informação

Florianópolis, 11 de Dezembro de 2014

---

Prof. Dr. João Cândido Dovicchi  
Orientador

---

Profa. Dra. Patrícia Vilain  
Membro da Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Christiane von Wangenheim  
Membro da Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por me proporcionar tantas oportunidades maravilhosas, pela saúde e resiliência frente às adversidades.

Ao professor e orientador João Cândido Dovicchi, por todo o apoio e ajuda durante a construção deste trabalho.

Às professoras Patrícia Vilain e Christiane von Wangenheim, pela contribuição para a melhoria deste trabalho e por terem aceitado participar da banca examinadora.

Aos meus pais, pelo esforço despendido para que eu pudesse me preparar e adquirir uma formação acadêmica.

À minha querida esposa Amanda Peixoto e minha pequena Laura, pelo carinho, incentivo, apoio incondicional, compreensão e inspiração que tanto me ajudaram durante todo o caminho.

## RESUMO

Com a crescente demanda por serviços de tecnologia da informação, as empresas que buscam a contratação de fábricas de software precisam de parâmetros bem definidos para observar e auditar as estimativas de tamanho de cada projeto de desenvolvimento que um fornecedor do software oferece. O presente trabalho aborda a aplicação de métricas para estimativa e medição de tamanho funcional de software com pontos de função, por meio de dois métodos desenvolvidos e utilizados por entidades que promovem melhorias no gerenciamento dos processos de desenvolvimento e manutenção de software com o uso de pontos de função, tais como o *Internacional Function Point Users Group* (IFPUG<sup>1</sup>) e a *Netherlands Software Metrics Users Association* (NESMA<sup>2</sup>)

Os resultados da medição por ambas as técnicas foram analisados quantitativamente. A análise destes resultados identificou evidências de que é possível utilizar os métodos de estimativa que antecedem o levantamento de requisitos do software para prever o resultado da estimativa realizada após o levantamento de requisitos, ajudando na tomada de decisões.

**Palavras Chave:** pontos de função; estimativa de tamanho de software; medição de tamanho funcional; técnicas de contagem de pontos de função; engenharia de software

---

<sup>1</sup> <http://www.ifpug.org>

<sup>2</sup> <http://www.nesma.nl>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PROCESSO DE ESTIMATIVA DE SOFTWARE .....	22
FIGURA 2 - EXEMPLO DE ENTRADA EXTERNA .....	36
FIGURA 3 - EXEMPLO DE SAÍDA EXTERNA .....	36
FIGURA 4 - EXEMPLO DE CONSULTA EXTERNA .....	37
FIGURA 5 - DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO SIMPLIFICADO .....	90
FIGURA 6 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DO ALUNO .....	91
FIGURA 7 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DO AUTOR .....	91
FIGURA 8 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DO EMPRÉSTIMO .....	92
FIGURA 9 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DO EXEMPLAR .....	92
FIGURA 10 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DA MULTA.....	93
FIGURA 11 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DA OBRA .....	93
FIGURA 12 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DO PERIÓDICO .....	94
FIGURA 13 - TABELAS REFERENTES AO CONTEXTO DA RESERVA.....	95
FIGURA 14 - OUTRAS TABELAS .....	95

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPLEXIDADE FUNCIONAL DOS ALI E AIE.....	35
TABELA 2 - CONTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE FUNÇÃO NÃO AJUSTADOS DAS FUNÇÕES DO TIPO DADO.....	35
TABELA 3 - COMPLEXIDADE PARA SE E CE .....	38
TABELA 4 - COMPLEXIDADE PARA EE.....	38
TABELA 5 - CONTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE FUNÇÃO DAS FUNÇÕES DO TIPO TRANSAÇÃO .	38
TABELA 6 - CRITÉRIOS DE BUSCA NAS BIBLIOTECAS DIGITAIS .....	45
TABELA 7 - RESULTADO DA REVISÃO .....	46
TABELA 8 - FUNCIONALIDADES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ACERVO BIBLIOGRÁFICO .....	53
TABELA 9 - ENTIDADES IDENTIFICADAS.....	55
TABELA 10 - ARQUIVOS LÓGICOS INTERNOS DO SISTEMA.....	57
TABELA 11 - ARQUIVOS LÓGICOS INTERNOS COM SEUS TIPOS DE DADOS .....	58
TABELA 12 - PONTOS DE FUNÇÃO PARA AS FUNÇÕES DO TIPO DADO .....	59
TABELA 13 - ENTRADAS EXTERNAS IDENTIFICADAS .....	62
TABELA 14 - CONSULTAS EXTERNAS IDENTIFICADAS .....	63
TABELA 15 - SAÍDAS EXTERNAS IDENTIFICADAS .....	65
TABELA 16 - TAMANHO DA APLICAÇÃO .....	66
TABELA 17 - RESULTADO FINAL DA CONTAGEM DA ESTIMATIVA DETALHADA DO PRIMEIRO CENÁRIO COM IFPUG .....	66
TABELA 18 - ARQUIVOS LÓGICOS INTERNOS SEM CODE TABLES .....	68
TABELA 19 - ENTRADAS EXTERNAS SEM DADOS DE CÓDIGO .....	70
TABELA 20 - CONSULTAS EXTERNAS SEM DADOS DE CÓDIGO .....	71
TABELA 21 - TAMANHO DO SOFTWARE SEM CODE TABLE .....	72
TABELA 22 - RESULTADO FINAL DA CONTAGEM DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SEM CODE TABLE .....	72
TABELA 23 - RESULTADO FINAL DAS ESTIMATIVAS DO PRIMEIRO CENÁRIO .....	73
TABELA 24 - RESULTADO FINAL DAS ESTIMATIVAS DO SEGUNDO CENÁRIO .....	74

## LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

AIE – ARQUIVO DE INTERFACE EXTERNA  
ALI – ARQUIVO LÓGICO INTERNO  
APF – ANÁLISE POR PONTOS DE FUNÇÃO  
AR – ARQUIVOS REFERENCIADOS  
CE – CONSULTA EXTERNA  
EE – ENTRADA EXTERNA  
ER – ENTIDADE E RELACIONAMENTO  
FN – FUNCIONALIDADE  
FSM – FUNCTIONAL SIZE MEASUREMENT  
IBM – INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES  
IEC – INTERNATIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION  
IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS  
IFPUG – INTERNATIONAL FUNCTION POINT USERS GROUP  
ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION  
JTC1 – JOINT TECHNICAL COMMITTEE ONE  
LOC – LINES OF CODE (LINHAS DE CÓDIGO)  
PCU – PONTO POR CASO DE USO  
SC7 – SUB-COMMITTEE SEVEN  
SE – SAÍDA EXTERNA  
TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO  
TD – TIPOS DE DADOS  
TI – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO  
TR – TIPOS DE REGISTROS  
UESPI – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ  
WG12 – WORKING GROUP 12

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. JUSTIFICATIVA.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1. Objetivo Geral.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.2.3. Limitações de Pesquisa.....	17
1.3. METODOLOGIA.....	18
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1. ESTIMATIVA DE SOFTWARE.....	21
2.2. ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL DE SOFTWARE.....	22
2.3. MÉTRICAS DE TAMANHO DE SOFTWARE.....	23
2.3.1. Pontos por Caso de Uso (PCU).....	24
2.3.2. Análise de Pontos de Função (APF).....	25
2.4. PADRÃO ISO/IEC 14143-1 DE MEDIÇÃO FUNCIONAL.....	26
2.4.1. IFPUG.....	28
2.4.2. NESMA.....	29
3. CONTAGEM DE PONTOS DE FUNÇÃO COM O IFPUG E A NESMA... 30	
3.1. REUNIR A DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL.....	31
3.2. DETERMINAR O TIPO DE CONTAGEM DOS PONTOS DE FUNÇÃO..	32
3.3. IDENTIFICAR O ESCOPO E A FRONTEIRA DA CONTAGEM.....	33
3.4. CONTAR AS FUNÇÕES DE DADOS.....	33
3.5. CONTAR AS FUNÇÕES DE TRANSAÇÃO.....	35
3.6. CALCULAR O TAMANHO FUNCIONAL DE PROJETO DE DESENVOLVIMENTO.....	38
3.7. DOCUMENTAR E REPORTAR.....	40
3.8. CONTAGEM DE PONTOS DE FUNÇÃO COM A NESMA.....	41
3.8.1. NESMA Indicativa.....	41
3.8.2. NESMA Estimativa.....	42
4. ESTADO DA ARTE.....	43
4.1. PLANEJAMENTO DA REVISÃO.....	43
4.1.1. Fontes e Restrições.....	43
4.1.2. Extração dos Dados.....	44
4.2. DESENVOLVIMENTO DA REVISÃO.....	45
4.3. RESULTADO DA REVISÃO.....	46

5.	APLICAÇÃO PRÁTICA DA ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL .	49
5.1.	ESCOLHA DO SISTEMA.....	49
5.2.	DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL DO SISTEMA.....	50
5.3.	TIPO DA CONTAGEM.....	51
5.4.	ESCOPO E FRONTEIRAS DA CONTAGEM.....	51
5.5.	IDENTIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO .....	52
5.6.	FUNCIONALIDADES DO SISTEMA.....	53
5.7.	MODELO DE ENTIDADES E RELACIONAMENTOS.....	55
5.8.	PRIMEIRO CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO .....	56
5.8.1.	IFPUG Detalhado.....	56
5.8.1.1.	Contagem das Funções do Tipo Dado .....	56
5.8.1.2.	Contagem das Funções do Tipo Transação.....	59
5.8.1.3.	Cálculo do Tamanho Funcional .....	65
5.8.2.	NESMA Indicativa .....	66
5.8.3.	NESMA Estimativa.....	67
5.9.	SEGUNDO CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO .....	68
5.9.1.	IFPUG Detalhado.....	68
5.9.1.1.	Contagem das Funções do Tipo Dado .....	68
5.9.1.2.	Contagem das Funções do Tipo Transação.....	69
5.9.1.3.	Cálculo do Tamanho Funcional .....	71
5.9.2.	NESMA Indicativa .....	72
5.9.3.	NESMA Estimativa.....	72
5.10.	RESULTADOS FINAIS DAS ESTIMATIVAS .....	73
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	75
7.	AMEAÇAS À VALIDADE DOS RESULTADOS .....	80
8.	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	82
	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICE A – MODELO DE DADOS .....	90
	APÊNDICE B – ARTIGO.....	96
	ANEXO I – PREGÃO PRESENCIAL Nº. 002/2013 – UESPI .....	112



## 1. INTRODUÇÃO

Entre os riscos encontrados em um projeto de desenvolvimento de software, estão aqueles relacionados ao cumprimento do cronograma estabelecido, dos prazos assumidos e dos custos estimados (PRESSMAN, 2011). Quando o planejamento não é preciso, existe chance de atraso na entrega e de custos excedentes, o que pode prejudicar a credibilidade do fornecedor de software, causar problemas no orçamento e impactos no cronograma (VIEIRA, 2007; CHEUNG e TSOI, 2001).

A experiência dos profissionais envolvidos nas organizações de TI contribui muito para a elaboração de planos mais realistas. Contudo, parte desta experiência pode ser perdida com a velocidade do avanço tecnológico e da rotatividade de pessoal (VAZQUEZ et al., 2013).

A estimativa de software, segundo Bundschuh e Dekkers (2008), caracteriza-se pelo cálculo realizado a partir de parâmetros definidos, a fim de encontrar medidas aproximadas sobre atributos ou propriedades deste software, tais como o tamanho, esforço, duração, recurso, entre outros. Já a medição, captura informações quantitativas sobre estes atributos ou propriedades (FENTON e PFLEEGER, 1997 apud SILVA, 2010).

De acordo com Vazquez, Simões e Albert (2013), as principais técnicas de estimativa de software assumem que o tamanho de um software é um vetor importante para a determinação do esforço para sua construção. Saber o seu tamanho é um dos primeiros passos do processo de estimativa de esforço, prazo e custo.

O tamanho, no contexto do desenvolvimento de software, pode ser medido em termos de estrutura ou de funcionalidades (TRENDOWICZ; JEFFERY, 2014). O resultado da medição de um software pelo conjunto completo de funcionalidades entregues ao usuário final após sua implantação e uso é conhecido como tamanho funcional (PARTHASARATHY, 2003). Já o esforço pode ser estimado por meio da combinação entre pessoas e tempo. Refere-se ao tempo de trabalho total que uma pessoa precisa para completar uma determinada tarefa (TRENDOWICZ; JEFFERY, 2014).

Atualmente, existem cinco métodos aprovados pela ISO como padrões internacionais de estimativa e medição de tamanho funcional: COSMIC<sup>3</sup>, IFPUG, Mark II<sup>4</sup>, NESMA e FiSMA<sup>5</sup> (ISO/IEC, 2012). Apesar de todos os métodos utilizarem como unidade de medida o ponto de função, os valores obtidos com um método não equivalem diretamente ao ponto de função obtido com outro método. Os dois únicos métodos que possuem equivalência entre si são os métodos IFPUG e NESMA.

Por este motivo, o presente trabalho visa realizar uma análise comparativa entre as estimativas realizadas pelos métodos do IFPUG e da NESMA para estimar o tamanho funcional do software em diferentes etapas do ciclo de vida de um software. O método da NESMA será utilizado na estimativa que considera práticas que antecedem a especificação de requisitos do sistema, enquanto o método do IFPUG será utilizado na obtenção de uma estimativa que utiliza a especificação de requisitos como subsídio.

Esta análise será realizada por meio de aplicação prática de ambos os métodos, com o intuito de avaliar a definição da NESMA que defende que as estimativas realizadas nas diferentes etapas do ciclo de vida de um software devem sempre obter o mesmo resultado (NESMA, 2014), enquanto autores mais recentes, como Huang, Ren e Yang (2012), consideram variações entre 25% até 50% entre estes mesmos tipos de estimativa.

A especificação de requisitos de software, de acordo com o Comitê de Padrões de Engenharia de Software do IEEE Computer Society (1998), é uma especificação de um produto ou programa em forma de software que deve executar certas funções em um ambiente específico.

Neste sentido, é estabelecida a seguinte questão de pesquisa: dadas as características de um software novo, ou seja, um software que ainda será projetado, desenvolvido e implantado, é possível afirmar que as estimativas realizadas antes e depois da especificação de requisitos sempre terão resultados aproximados?

A relevância desta pergunta está no fato de que, se uma organização deseja utilizar uma estimativa de tamanho como subsídio para a tomada de

---

<sup>3</sup> <http://www.cosmicon.com>

<sup>4</sup> <http://www.ukhma.co.uk>

<sup>5</sup> <http://www.fisma.fi>

decisão em etapas iniciais do ciclo de vida do software, ela pode considerar o resultado inicial da estimativa como o valor a ser considerado, ou este deve sofrer variações significativas em etapas posteriores?

O resultado da análise deve apresentar a quantificação do tamanho do software utilizando como unidade de medida o ponto de função para ambos os métodos escolhidos.

## **1.1. JUSTIFICATIVA**

A técnica da análise de pontos de função é considerada como uma das principais ferramentas para a medição funcional de produtos de software e dos processos envolvidos em sua criação (VASQUEZ, 2013). Como ela incorpora conceitos que podem ser compreendidos tanto pelo desenvolvedor do software quanto pelos usuários, a quantificação da produção passa a ser expressa em termos significativos para ambas as partes (DIAS, 2003).

De acordo com Cavalcanti (2010), antes da transição de modelo de contratação de desenvolvimento de software para o modelo com uso de pontos de função, a administração pública apresentava como método o pagamento por homem-hora, ou seja, o pagamento por hora trabalhada. Este tipo de modelo aumenta o risco de remuneração de horas improdutivas, além da discrepância entre as estimativas realizadas pelas companhias de fábrica de software que disputam um contrato de desenvolvimento de software.

Em contrapartida, a contratação de prestação de serviços mensurados pelo resultado é mais vantajosa para o contratante, pois o valor pago é feito com base na entrega do produto, ou seja, o resultado deve ser sempre o mesmo independente de quem irá desenvolver este produto (CAVALCANTI, 2010).

O tipo de contrato de desenvolvimento e manutenção de sistemas baseado em métricas de tamanho funcional tem sido utilizado por organizações governamentais no Brasil desde a década de 90. Neste tipo de contratação, o pagamento da empresa contratada é realizado por meio do dimensionamento do produto entregue, utilizando a métrica estabelecida no contrato (HAZAN, 2010).

De acordo com a Instrução Normativa N° 4, de 19 de maio de 2008 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, todo processo de contratação de serviços ou compra de produtos de TI na esfera da administração pública federal deve ser mensurado por métricas que sejam independentes de tecnologia associada (BRASIL, 2008). A análise de pontos de função é uma técnica de medição de software que atende a este requisito (BRASIL, 2007).

Em consultas realizadas pelo autor deste trabalho nas bibliotecas digitais IEEE<sup>6</sup>, ACM<sup>7</sup> e SpringerLink<sup>8</sup>, foram encontrados diversos trabalhos sobre o uso de pontos de função e sua relação com a UML<sup>9</sup>, com desenvolvimento orientado a objetos, além de diversas aplicações práticas do método COSMIC e IFPUG. No entanto, o resultado da pesquisa bibliográfica encontrado no capítulo 4 demonstra que poucos trabalhos abordam simultaneamente o uso da NESMA e do IFPUG.

Sendo assim, o presente trabalho pretende apresentar a aplicação prática destes métodos em uma solicitação real de software antes e depois do levantamento de requisitos.

A complexidade desta proposta reside no fato da necessidade de realizar a estimativa de tamanho baseado em requisitos de um edital, utilizando dois métodos distintos, quantificando o resultado e analisando-o em todas as contagens.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é estimar o tamanho funcional de um novo software, utilizando dois métodos de medição que aderem ao padrão da ISO/IEC 14143-1, o IFPUG Function Point Analysis e a NESMA Function Point Analysis. (BUNDSCHUH e DEKKERS, 2008).

---

<sup>6</sup>[www.ieee.org](http://www.ieee.org)

<sup>7</sup>[dl.acm.org](http://dl.acm.org)

<sup>8</sup>[link.springer.com](http://link.springer.com)

<sup>9</sup>[www.uml.org](http://www.uml.org)

Espera-se obter como resultado a quantificação do tamanho do software novo com pontos de função como unidade de medida. Por meio deste resultado, será possível avaliar se a pergunta de pesquisa poderá ser respondida por meio destas aplicações práticas, ou seja, se é possível afirmar que o método de estimativa que antecede o levantamento de requisitos pode ser tão preciso quanto o método que utiliza o levantamento de requisitos como subsídio.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Revisar o referencial teórico sobre as técnicas de medição de tamanho funcional de software;
2. Identificar o estado da arte de trabalhos relacionados com as técnicas de medição de tamanho funcional do IFPUG e da NESMA, aderentes ao padrão ISO/IEC 14143-1;
3. Aplicar as técnicas de medição de tamanho funcional do IFPUG e da NESMA em um software solicitado pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), calculando o tamanho estimado do novo software utilizando ambas as técnicas;
4. Comparar quantitativamente os resultados de ambas as técnicas, a fim de verificar se é possível responder à pergunta de pesquisa.

### **1.2.3. Limitações de Pesquisa**

São estabelecidas as seguintes limitações de pesquisa:

1. As técnicas de estimativa de tamanho funcional utilizam o ponto de função como unidade de medida para o tamanho funcional de software
2. As técnicas de estimativa e medição são aderentes ao padrão ISO/IEC 14143-1 de medição de software;

3. A estimativa não irá gerar resultados para quantificar o esforço, tempo, duração ou custo do desenvolvimento do novo software e da manutenção evolutiva. Apenas o tamanho será estimado.

### 1.3. METODOLOGIA

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, este trabalho adotou o método de pesquisa exploratória, através da aplicação prática da estimativa de tamanho funcional de software por meio da contagem de pontos de função.

A metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi dividida em quatro etapas:

**Etapa 1:** Revisão da literatura na área de estimativa e medição de tamanho funcional de software por meio da contagem de pontos de função com os métodos do IFPUG e da NESMA, aderentes ao padrão ISO 14143-1.

Atividade 1.1: Revisão dos conceitos na área de estimativa de software.

Atividade 1.2: Análise das métricas de estimativa e medição de tamanho funcional.

Atividade 1.3: Análise dos tipos de contagem de pontos de função com os métodos indicativo e estimativo da NESMA e com o método detalhado do IFPUG.

**Etapa 2:** Pesquisa do estado da arte em relação à medição do tamanho funcional de software com pontos de função, envolvendo comparações entre estimativas com os métodos da NESMA e do IFPUG para o mesmo software ou parte de software.

Nesta etapa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura seguindo o método definido por Kitchenham e Charters (2007).

Atividade 2.1: Definir a revisão do estado da arte

Atividade 2.2: Executar revisão do estado da arte

Atividade 2.3: Analisar e interpretar as informações extraídas

Atividade 2.4: Documentar e discutir os resultados

**Etapa 3:** Aplicação prática da estimativa de tamanho funcional de software com pontos de função em um novo software.

Atividade 3.1: Busca de uma especificação de requisitos de software por meio de edital publicado no diário oficial da união e contratado por meio de processo licitatório.

Atividade 3.2: Realização da estimativa de tamanho funcional de software por meio do método indicativo da NESMA.

Atividade 3.3: Realização do levantamento de casos de uso e requisitos funcionais do software escolhido.

Atividade 3.4: Realização da estimativa de tamanho funcional por meio do método estimativo da NESMA.

Atividade 3.5: Realização da estimativa de tamanho funcional por meio do método detalhado do IFPUG.

**Etapa 4:** Validação dos resultados obtidos na etapa 3. Os resultados obtidos com a aplicação prática foram comparados quantitativamente e analisados, enquanto as ameaças à validade destes resultados e da resposta dada à pergunta de pesquisa foram identificadas.

Atividade 4.1: Análise dos resultados obtidos nas atividades 3.2, 3.4 e 3.5.

Atividade 4.2: Discussão da validade dos resultados

Atividade 4.3: Discussão dos resultados obtidos

## **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Para melhor compreensão do estudo realizado neste trabalho, o mesmo está organizado em seis capítulos.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, com as definições e conceitos dos tipos e técnicas de estimativa de tamanho de software, as métricas utilizadas neste trabalho para medição do tamanho de um software, além de apresentar uma visão geral da técnica de Análise de Pontos de Função.

O capítulo 3 dedica-se à explanação do processo de contagem de pontos de função pelos métodos do IFPUG e NESMA, suas etapas e como realizá-las.

No capítulo 4 encontra-se a análise do estado da arte em relação à medição de tamanho funcional de software com pontos de função, de acordo com a revisão sistemática de literatura pelo método definido por Kitchenham e Charters (2007).

No capítulo 5 é realizada uma aplicação prática com um software para gerenciamento do acervo bibliográfico demandado pela Universidade Estadual do Piauí, no qual é realizada a contagem de pontos de função pela técnica do IFPUG e da NESMA para medir o tamanho do software demandado em um projeto de desenvolvimento.

O capítulo 6 apresenta os resultados da estimativa de tamanho funcional do software escolhido e realiza a análise comparativa entre os valores de tamanho funcional obtidos por meio de cada técnica.

No capítulo 7 são apresentadas as ameaças à validade dos resultados obtidos na aplicação prática.

No capítulo 8 estão as considerações finais e conclusões sobre o desenvolvimento do presente trabalho. Também se encontra neste capítulo as sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema e a comparação entre o presente trabalho e os trabalhos relacionados encontrados no capítulo 4.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. ESTIMATIVA DE SOFTWARE**

De acordo com Bundschuh e Dekkers (2008), a estimativa dentro do contexto de desenvolvimento de software, é o cálculo realizado sobre um objeto desejado, com base em parâmetros definidos, a fim de alcançar a medidas aproximadas para elementos como esforço, duração, recursos e custo necessários para o desenvolvimento de um projeto. Seu propósito é o de ajudar no entendimento e na tomada de decisões (BUNDSCHUH e DEKKERS, 2008).

O propósito principal do processo de estimativa é disponibilizar informações que beneficiem o planejamento e o controle dos projetos de software o mais cedo possível durante seu ciclo de vida (VAZQUEZ et al., 2013), além do suporte ao processo de tomada de decisões, pois serve como base para avaliação da viabilidade nos projetos de TI (BUNDSCHUH e DEKKERS, 2008).

Antes de iniciar um projeto, deve-se estimar o tamanho e esforço a serem realizados, os recursos materiais e humanos necessários, o tempo de duração, cronograma e, por fim, o custo do projeto. A realização de estimativa é uma atividade muito importante que deve ser conduzida ordenadamente (CARVALHO et al., 2006), de forma que as estimativas possam ser acompanhadas e ajustadas conforme a necessidade (HAZAN, 2009)

Cada projeto de software tende a se constituir em uma experiência única devido a particularidades em relação aos seus requisitos, tecnologia empregada e equipe de trabalho. Diante desta realidade, apenas quando o projeto é finalizado torna-se possível medir e quantificar com exatidão o tamanho do software, o esforço realizado, o tempo despendido, os recursos humanos e materiais utilizados e o custo em dinheiro (VAZQUEZ et. al., 2013).

No entanto, segundo Vazquez, Simões e Albert (2013), as informações obtidas através de estimativas, mesmo não sendo totalmente precisas, são de grande valia para a formação de uma coleção de dados históricos que pode ser usada para extrair indicadores de produtividade e qualidade cada vez mais próximos da realidade e cada vez mais confiáveis.



tempo utilizado por uma pessoa para produzir o software que possui um tamanho definido.

Desta forma, assim como a construção de um imóvel possui uma unidade de medida utilizada para determinar seu tamanho, como o metro quadrado, o software também pode possuir uma unidade de medida que possa ser utilizada como parâmetro para demonstrar ou estimar seu tamanho.

Para McPhee (1999 apud ANDRADE, 2005), a estimativa de tamanho de software é um processo pelo qual uma pessoa ou um grupo de pessoas estima o tamanho de um produto de software. A partir da obtenção do resultado desta estimativa, utiliza-se este resultado como insumo para derivar as demais estimativas do projeto de desenvolvimento ou melhoria do software, como o custo, o esforço e o cronograma. Hazan (2009), Bundschuh e Dekkers (2008) e o próprio IFPUG (2010) defendem que a estimativa de tamanho deve ser realizada inicialmente, ou seja, antes das demais estimativas, constituindo assim uma das atividades mais difíceis, pois no começo do projeto o escopo está recém-definido e, portanto, a dependência de uma especificação inicial detalhada e correta é maior.

### **2.3. MÉTRICAS DE TAMANHO DE SOFTWARE**

Uma métrica de software é qualquer tipo de medição que se refira a um sistema de software, processo ou documentação relacionada (SOMMERVILLE, 2003 apud GUARIZZO, 2008).

Portanto, quando as métricas são aplicadas sobre um software, estamos medindo as propriedades ou características deste software, a fim de avaliar e quantificar o fator que desejamos medir.

Diversas métricas ou métodos de medição de tamanho de software foram propostos a fim de permitir o acompanhamento da evolução do desenvolvimento e minimizar fracassos de projetos de software. De acordo com Pressman (1995 apud SEIBT, 2001), estas técnicas podem ser classificadas em três tipos:

- Métricas orientadas ao código fonte: relacionadas diretamente ao código fonte do software;
- Métricas orientadas à função ou a funcionalidades: relacionadas às funcionalidades que o software apresenta.
- Métricas orientadas às pessoas: estas métricas utilizam informações sobre a maneira pela qual as pessoas desenvolvem software e percepções humanas sobre a efetividade das ferramentas e métodos.

As métricas orientadas ao código fonte possuem entre suas desvantagens, a ligação direta com a tecnologia e a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do software, além de penalizar programas bem projetados e escritos com poucas linhas de código (VAZQUEZ et al, 2013).

Já as métricas orientadas a função ou a funcionalidades, além de não estarem associadas à tecnologia ou linguagem de programação utilizadas, podem ser empregadas logo no início do projeto, após concluída a análise de requisitos e independem do observador, ou seja, tanto o usuário do software que será desenvolvido quanto um especialista em TI podem chegar ao mesmo resultado (VAZQUEZ et al, 2013).

Como exemplo deste tipo de métrica, temos a metodologia de Pontos por Casos de Uso (PCU) e a Análise de Pontos de Função (APF).

### **2.3.1. Pontos por Caso de Uso (PCU)**

Os Pontos por Casos de Uso (PCU) foram propostos para determinar estimativas de tamanho de softwares orientados a objetos (KARNER, 1993; TETILA et. al., 2011). Eles visam estabelecer uma medida de tamanho do software, através da quantificação e da complexidade das funcionalidades desempenhadas pelo software, levando em consideração o modo que os usuários o utilizarão. Desta forma, a métrica é baseada na visão do usuário e é preferencialmente utilizada logo no início do ciclo de desenvolvimento, mais

especificamente na fase de levantamento e definição dos requisitos, onde são modelados os casos de uso (TETILA et. al., 2011).

A contagem dos pontos por caso de uso é realizada sobre dois elementos básicos da modelagem de casos de uso: os atores e os casos de uso propriamente ditos (GENCEL et. al, 2006). Cada um destes elementos possui um peso na complexidade do sistema, conforme o seu nível de influência.

A técnica de pontos por casos de uso é contada por meio de um processo dividido em seis etapas (NAGESWARAN, 2001):

- Classificação dos atores;
- Classificação dos casos de uso;
- Cálculo dos pontos de casos de uso não ajustados;
- Cálculo dos fatores técnicos;
- Cálculo dos fatores ambientais;
- Cálculo dos pontos de caso de uso.

Como não existe um padrão único para escrita de uma especificação de casos de uso, a métrica pode apresentar resultados diferentes, assim como subjetivos. Além disso, como depende da especificação, também não pode ser empregada antes de concluída a análise de requisitos do projeto, o que inviabiliza o uso quando a necessidade de conhecer a estimativa antecede esta etapa (HAZAN, 2009)

Diversas características desta métrica assemelham-se à Análise de Pontos de Função, inclusive parte das características mais vantajosas desta métrica, que serão analisadas a seguir.

### **2.3.2. Análise de Pontos de Função (APF)**

A técnica de análise de pontos de função (APF) surgiu na IBM, no início da década de 1970, sendo concebida como alternativa às métricas baseadas em linhas de código. Albrecht, considerado como um dos principais responsáveis por sua concepção foi o responsável por estudar a produtividade dos projetos de software desenvolvidos por uma unidade da IBM, que contava com sistemas desenvolvidos com linguagens de programação distintas, o que

inviabilizava a utilização da medição por linhas de código. Isso serviu como motivação para a busca de uma medida que fosse independente de linguagem (VAZQUEZ et. al., 2013).

A APF é uma técnica de medição das funcionalidades de um software do ponto de vista de seus usuários, ou seja, ela busca medir o tamanho do software pelo que ele faz, e não da forma como é construído, o que a torna uma métrica independente de tecnologia e linguagem de programação. A unidade de medida desta técnica é o ponto de função, que é contado através de uma avaliação padronizada dos requisitos lógicos do usuário (VAZQUEZ et. al., 2013).

Também é importante ressaltar que esta métrica não mede diretamente o esforço, a produtividade ou o custo de um software, seja ele novo ou em manutenção. O ponto de função é exclusivamente uma medida de tamanho funcional do software que, em conjunto com outras variáveis, torna possível a derivação da produtividade e a estimativa de esforço e custo.

Entre as diferenças encontradas entre a Análise de Pontos de Função e os Pontos de Casos de Uso, podemos destacar (VAZQUEZ et. al., 2013):

- A PCU depende da conclusão da análise de requisitos do projeto, enquanto na APF, existem técnicas que permitem a realização de estimativa antes mesmo da conclusão desta análise, embora a medição detalhada também exija a documentação gerada pelo levantamento de requisitos;
- As duas dimensões do software medidas pela APF são os dados e as transações, enquanto o PCU mede atores e casos de uso;
- Não há um corpo de conhecimento oficial sobre PCU. No caso da APF, existe, por exemplo, o IFPUG.

#### **2.4. PADRÃO ISO/IEC 14143-1 DE MEDIÇÃO FUNCIONAL**

O conceito de medição funcional de tamanho (FSM – Functional Size Measurement) tem como objetivo ultrapassar as limitações apresentadas por métodos de medição de tamanho baseados em características técnicas do

software, como por exemplo, a técnica de contagem linhas de código (LOC) (ISO/IEC 14143-1, 2007).

Entre estas limitações, está a impossibilidade de aplicar o método no início do processo de desenvolvimento de um software e também a dificuldade de compreensão do usuário. Sua proposta é a de medir o tamanho das funções requeridas, ao invés de medir aquilo que já foi desenvolvido.

No final de 1992, grupos de usuários de métricas de software da Austrália, Reino Unido, Holanda e Estados Unidos criaram um grupo de trabalho denominado Working Group 12 sob o ISO/IEC JTC1/ SC7<sup>10</sup>. Um conjunto de padrões internacionais foi proposto como parte do projeto para resolver as inconsistências mencionadas e estabelecer um método mais rigoroso para a medição funcional, chamado de norma 14143.

Este projeto é composto por cinco partes (BFPUG, 1999):

- Definição de conceitos: identifica características comuns fundamentais dos métodos de medição funcional de tamanho e define um conjunto de requisitos genéricos obrigatórios para que um método possa ser considerado um *método de medição funcional de tamanho*;
- Avaliação da conformidade dos métodos de medição funcional de tamanho de software com relação ao padrão ISO/IEC 14143-1:1998: seu objetivo é garantir que os resultados do processo de avaliação de conformidade sejam objetivos, imparciais, consistentes, passíveis de repetição e que representem corretamente as características do método de medição funcional de tamanho objeto da avaliação;
- Verificação de um método de medição funcional de tamanho de software: provê o processo e os critérios contra os quais o tamanho funcional poderá ser validado.
- Modelo de referência para a medição funcional de tamanho: O objetivo deste projeto é prover pontos de referência a partir dos quais os usuários do processo de validação possam avaliar a

---

<sup>10</sup> <http://www.jtc1-sc7.org>

eficácia de um FSM para diferentes tipos de software em ambientes diversificados.

- Determinação de domínios funcionais para uso com medição funcional de tamanho: O objetivo deste projeto é o estabelecimento de um padrão para a classificação de requisitos de usuários, para utilização na aplicação dos FSM.

Atualmente, são cinco os métodos padrão de medição de tamanho funcional de software (VAZQUEZ et. al., 2013):

- IFPUG COM 4.3 (ISO/IEC 20926);
- NESMA COM 2.1 (ISO/IEC 24570);
- MARK II COM 1.3.1 (ISO/IEC 20968);
- COSMIC 3.0.1 (ISO/IEC 19761);
- FISMA 1.1 (ISO/IEC 29881).

Apesar da unidade de medida utilizada por todos estes métodos ser denominada *ponto de função*, apenas o IFPUG e a NESMA possuem medidas equivalentes entre si, ou seja, um ponto de função da NESMA equivale a um ponto de função do IFPUG.

Por este motivo, o presente trabalho aborda a contagem de pontos de função apenas por estes dois métodos.

#### **2.4.1. IFPUG**

O IFPUG é uma entidade sem fins lucrativos, composta por pessoas e empresas de diversos países, movido pelo trabalho voluntário de seus membros para promover o melhor gerenciamento dos processos de desenvolvimento de software com o uso de pontos de função e outras técnicas de medição (IFPUG, 2010). Seu manual de práticas é gratuito apenas para os membros do IFPUG, enquanto os não membros podem adquiri-lo mediante aquisição. O chapter do IFPUG no Brasil é o BFPUG, responsável por promover a difusão da técnica no país por meio da troca de experiências, encontros, palestras e conferências (VAZQUEZ et. al., 2013). O método de estimativa e medição por meio do IFPUG será detalhado no capítulo 3.

### **2.4.2. NESMA**

A NESMA é uma associação de usuários de métricas de software da Holanda, com ações e objetivos muito próximos aos do IFPUG. Ela possui seu próprio manual de contagem, mas possui filosofias, conceitos, termos e regras semelhantes aos do IFPUG, o que permite que usuários do IFPUG utilizem algumas de suas técnicas de estimativa de tamanho, tais como a contagem indicativa e a estimativa.

O método de estimativa e medição por meio da NESMA será detalhado no capítulo 3.

### 3. CONTAGEM DE PONTOS DE FUNÇÃO COM O IFPUG E A NESMA

O único método de contagem reconhecido pelo IFPUG é a contagem detalhada de pontos de função. Isto significa que, para que a contagem de pontos de função seja realizada, será necessário que o levantamento de requisitos esteja finalizado ou em fase avançada.

O procedimento detalhado de contagem de pontos de função pelo IFPUG, se analisado em alto-nível, pode ser dividido em sete etapas (IFPUG, 2010), ilustrado também na figura 2:

1. Reunir a documentação disponível;
2. Determinar o tipo de contagem com base no objetivo;
3. Identificar o escopo da contagem e a fronteira da aplicação;
4. Contar as funções de dados para determinar suas contribuições para a contagem de pontos de função;
5. Contar as funções de transação para determinar suas contribuições para a contagem de pontos de função;
6. Calcular o tamanho funcional
7. Documentar e reportar

A figura 4 ilustra a sequencia e dependência destas etapas de contagem de pontos de função de um software.

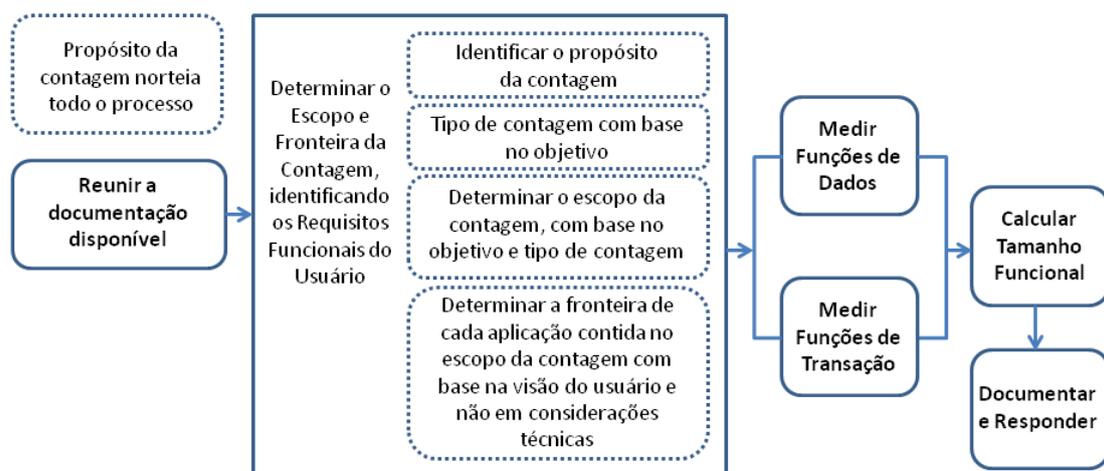


Figura 4 - Diagrama do procedimento de contagem de pontos de função  
Fonte: VAZQUEZ (2013)

Esta proposta de metodologia e procedimento de contagem de pontos de função é apresentada no manual de práticas de contagem do IFPUG (IFPUG, 2010). O manual de práticas de contagem da NESMA também indica que os procedimentos adotados no manual do IFPUG podem ser utilizados em conjunto com suas práticas, pois as diferenças entre as práticas de contagem residem na forma como os resultados são calculados. (NESMA, 2004).

Em abordagens anteriores, o IFPUG incluía como parte de suas etapas o cálculo do fator de ajuste. Esta prática tornou-se opcional para que a medição fosse adequada ao modelo de referência 14143-1 da ISO/IEC. O fator de ajuste tinha como objetivo acrescentar um peso na contagem após a identificação dos requisitos não funcionais e de seu nível de influência na aplicação.

O IFPUG ainda mantém em seu manual de práticas as instruções para o cálculo do fator de ajuste, a fim de manter a prática padronizada para aqueles que ainda observam-na e também para manter-se próxima de outras métricas que ainda não a desconsideraram.

Inicia-se agora, a partir do item 3.1 até o item 3.7, o detalhamento de cada uma das sete etapas do procedimento completo da contagem de pontos de função por meio dos métodos IFPUG e NESMA, de acordo com a ordem em que são realizadas.

### **3.1. REUNIR A DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL**

Como raramente irá existir um documento único que supra todas as necessidades de informação para o desenvolvimento de um software, os responsáveis por realizar a medição funcional de um software devem reunir todos os artefatos existentes até o momento para capturar as informações necessárias.

Independente do tipo de artefato, este deve ser suficiente para descrever as funcionalidades que serão entregues no software e o impacto destas para os usuários.

O processo de levantamento de requisitos funcionais é fundamental, pois raramente os usuários que estão demandando a construção do software conseguem realizar a solicitação tendo em mente todas as funcionalidades que desejam e que serão úteis dentro de seu negócio. As regras de negócio, apesar de não impactarem diretamente na medição, podem ser úteis na descoberta de outros requisitos ou arquivos lógicos da aplicação final.

### **3.2. DETERMINAR O TIPO DE CONTAGEM DOS PONTOS DE FUNÇÃO**

Na primeira etapa da contagem, o responsável pela medição deve estabelecer o tipo de contagem que será utilizado para medir o software. De acordo com Vazquez (2013), os três tipos de contagem são:

1. Projeto de desenvolvimento: mede a funcionalidade fornecida aos usuários do software no momento da sua primeira instalação, acrescido das eventuais funções de conversão de dados necessárias à implantação. Isto não significa que a contagem é realizada apenas no término do projeto, mas baseada nas funcionalidades que serão entregues ao final do projeto. Qualquer medição realizada antes do término caracteriza-se como uma estimativa, que pode ser alterada à medida que novas funcionalidades são identificadas;
2. Projeto de melhoria: mede as funções adicionadas, modificadas ou excluídas do sistema. Quando a versão de um sistema é atualizada já com as alterações efetuadas, o número de pontos de função da aplicação deve ser atualizado, a fim de refletir as estas alterações;
3. Aplicação: mede a funcionalidade fornecida aos usuários por uma aplicação<sup>11</sup> instalada. Este número fornece uma medida da atual funcionalidade obtida pelo usuário da aplicação. Ele é iniciado ao

---

<sup>11</sup> Uma aplicação é um conjunto coeso de dados e procedimentos automatizados que suportam um objetivo de negócio, podendo consistir de um ou mais componentes, módulos ou subsistemas (IFPUG, 2010)

final da contagem do número de pontos de função do projeto de desenvolvimento, sendo atualizado no término de todo projeto de melhoria que altera a funcionalidade da aplicação.

### 3.3. IDENTIFICAR O ESCOPO E A FRONTEIRA DA CONTAGEM

O escopo define quais funções serão incluídas na contagem, se ela abrangerá um ou mais sistemas ou apenas parte de um sistema. O escopo da contagem pode abranger todas as funcionalidades disponíveis, apenas as funcionalidades utilizadas pelo usuário, ou apenas algumas funcionalidades específicas (relatórios, transações cadastrais, entre outros).

A fronteira da aplicação é a interface conceitual que delimita o software que será medido e o mundo exterior (seus usuários). Embora muitas vezes o conceito da fronteira esteja bem explícito para o sistema que está sendo contado, e não se gaste muito tempo com sua análise, esta etapa é uma das mais importantes do processo de contagem; pois serve de premissa para os passos seguintes (MONTEIRO, 2011).

### 3.4. CONTAR AS FUNÇÕES DE DADOS

As funções do tipo de dado representam as funcionalidades fornecidas pelo sistema ao usuário para atender suas necessidades de armazenamento de dados. São classificadas em (Vazquez et. al., 2013):

- **Arquivo Lógico Interno (ALI):** um grupo de dados logicamente relacionado, reconhecido pelo usuário, mantido dentro da fronteira da aplicação que está sendo contada. Sua principal função é a de armazenar os dados mantidos pelos processos elementares da aplicação. Exemplo: tabelas do banco de dados
- **Arquivo de Interface Externa (AIE):** um grupo de dados logicamente relacionado, também reconhecido pelo usuário, mantido dentro da fronteira de outra aplicação. Sua principal

função é armazenar dados referenciados pelos processos elementares da aplicação que está sendo medida, mesmo não pertencendo a ela. Exemplo: um ALI e outra aplicação é um AIE da aplicação medida.

Cada ALI e AIE deve ser classificado com relação à sua complexidade funcional (baixa, média ou alta) com base no número de tipos de dados (TD) e na quantidade de tipos de registros (TR).

Um TD é um campo único, reconhecido pelo usuário, não repetido, mantido ou recuperado de um ALI ou AIE por meio de um processo elementar. Quando duas aplicações mantêm ou referenciam o mesmo ALI/AIE, considerar-se-á apenas os campos utilizados pela aplicação em análise. Conta-se um TD para cada campo solicitado pelo usuário para estabelecer um relacionamento com outro arquivo lógico (ALI ou AIE).

Um TR é um subgrupo de dados, reconhecido pelo usuário, componente de um ALI ou AIE. Existem dois tipos de subgrupos:

- Opcionais: são aqueles em que o usuário tem a opção de não informar no processo elementar que cria ou adiciona dados ao arquivo.
- Obrigatórios: são aqueles em que o usuário requer que sejam sempre utilizados pelo processo elementar que cria ou adiciona dados ao arquivo.

As seguintes regras devem ser usadas para determinar o TR de um ALI/AIE:

- Conta-se um TR para cada função de dados, isto é, por padrão, cada função de dados tem um subgrupo de TD a ser contado com um TR.
- Conta-se um TR adicional para cada um dos seguintes subgrupos lógicos de TDs (compreendido na função de dados) que contem mais de um TD:
  - Entidade associativa com atributos não chave;

- Subtipo (outro que não o primeiro subtipo);
- Entidade atributiva em um relacionamento que não seja mandatório.

A Tabela 1 apresenta a regra utilizada para determinar a complexidade de uma ALI ou AIE.

TR \ TD	< 20	20 - 50	> 50
1	Baixa	Baixa	Média
2 - 5	Baixa	Média	Alta
> 5	Média	Alta	Alta

**Tabela 1 - Complexidade Funcional dos ALI e AIE.**

Após a determinação da complexidade dos arquivos, deve-se calcular sua contribuição em termos de pontos de função, conforme apresentado na tabela 4:

Tipo de Função	Baixa	Média	Alta
ALI	7 PF	10 PF	15 PF
AIE	5 PF	7 PF	10 PF

**Tabela 2 - Contribuição dos pontos de função não ajustados das funções do tipo dado**

### 3.5. CONTAR AS FUNÇÕES DE TRANSAÇÃO

As funções de transação representam os requisitos de processamento fornecidos pelo sistema ao usuário. São classificados em:

- **Entrada Externa (EE):** É uma transação que processam dados ou informações de controle originadas de fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é manter um ou mais ALIs e/ou alterar o comportamento do sistema. Exemplo: incluir cliente, alterar cliente, excluir cliente.

Empresa XPTO  
Sistema de Recursos Humanos  
Inclusão de Novo Funcionário

28/02/2010 21:06

Informe o nº da Matrícula:   ←

Nome:

Endereço:

Bairro:  Cidade:

UF:  CEP:

Telefone:

Figura 2 - Exemplo de entrada externa  
Fonte: COSTA (2010)

- **Saída Externa (SE):** é uma transação que enviam dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é apresentar informações ao usuário através de lógica de processamento que não seja apenas uma simples recuperação de dados ou informações de controle. Seu processamento deve conter cálculo, ou criar dados derivados, ou manter um ALI, ou alterar o comportamento do sistema. Exemplo: relatório de totais de faturamento por cliente.

Empresa XPTO  
Sistema de Recursos Humanos  
Inclusão de Novo Funcionário

28/02/2010 21:06

Informe o nº da Matrícula:   ←

Nome: Marcus de Paula Costa

Endereço: Rua 2 Casa 50, ACP DFL

Bairro: Vila Planalto Cidade: Brasília

UF: DF CEP: 71900300

Telefone: 61 8888-9900

Tempo de Casa: 2 anos e 60 dias

Campo Calculado Pelo Sistema →

Figura 3 - Exemplo de saída externa  
Fonte: COSTA (2010)

- **Consulta Externa (CE):** É uma transação que envia dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é apresentar informações ao usuário pela simples recuperação de dados ou informações de controle de ALIs e/ou AIEs. Exemplo: consulta cadastro de clientes.

Empresa XPTO  
Sistema de Recursos Humanos  
Consulta de Funcionário

28/02/2010 21:06

Informe o nº da Matrícula:

Nome: Marcus de Paula Costa

Endereço: Rua 2 Casa 50, ACP DFL

Bairro: Vila Planalto      Cidade: Brasília

UF: DF      CEP: 71900300

Telefone: 61 8888-9900

Figura 4 - Exemplo de consulta externa  
Fonte: COSTA (2010)

Cada EE, SE e CE deve ser classificada com relação à sua complexidade funcional (baixa, média ou alta), baseada no Número de Arquivos referenciados (AR) e no Número de Tipos de Dado (TD).

Um AR é um ALI lido ou mantido pela função do tipo transação, ou uma AIE lida pela função do tipo transação. Para determinar a contagem de AR usa-se as regras a seguir:

- Conta-se um arquivo referenciado para cada ALI mantido;
- Conta-se apenas um AR para cada ALI que seja tanto mantido quanto lido;
- Conta-se um arquivo referenciado para cada ALI ou AIE lido durante o processamento.

Um TD é um campo único, reconhecido pelo usuário, não repetido. Onde é contado um TD para cada atributo que atravessa a fronteira da aplicação (entrando ou saindo), reconhecido pelo usuário, único não repetido. Conte

também um TD caso ocorra o envio de mensagem para fora da fronteira da aplicação. Exemplo: Envio da mensagem de confirmação de cadastro.

Para determinar a complexidade de uma SE ou CE, são usados os seguintes critérios:

AR \ TD	< 6	6 - 19	> 19
< 2	Baixa	Baixa	<b>Média</b>
2 - 3	Baixa	<b>Média</b>	Alta
> 3	<b>Média</b>	Alta	Alta

**Tabela 3 - Complexidade para SE e CE**

Para determinar a complexidade de uma EE, são usados os seguintes critérios.

AR \ TD	< 5	5 - 15	> 15
< 2	Baixa	Baixa	<b>Média</b>
2	Baixa	<b>Média</b>	Alta
> 2	<b>Média</b>	Alta	Alta

**Tabela 4 - Complexidade para EE**

Após a determinação da complexidade das funções de transação, deve-se calcular sua contribuição usando os critérios da tabela abaixo:

Tipo de Função	Baixa	Média	Alta
<b>Entrada Externa</b>	3 PF	4 PF	6 PF
<b>Saída Externa</b>	4 PF	5 PF	7 PF
<b>Consulta Externa</b>	3 PF	4 PF	6 PF

**Tabela 5 - Contribuição dos pontos de função das funções do tipo transação**

### 3.6. CALCULAR O TAMANHO FUNCIONAL DE PROJETO DE DESENVOLVIMENTO

O cálculo do tamanho funcional do sistema para os três tipos de contagem (desenvolvimento, melhoria e aplicação) é uma etapa possível de ser

automatizada, pois possui fórmulas fixas e não depende de análise humana, já realizada nas etapas anteriores.

Segundo Vazquez (2013), para calcular o tamanho funcional de um projeto de sistema em desenvolvimento, é necessário utilizar e aplicar nas fórmulas as funcionalidades utilizadas após a instalação ou implantação do software que satisfazem as necessidades do negócio do usuário, além das funcionalidades de conversão de dados, necessários apenas para a instalação ou implantação do sistema, e que serão descartadas por não serem mais necessárias. Estas funcionalidades são conhecidas, respectivamente, como: funcionalidade da aplicação e funcionalidade de conversão.

Com estes dados, é possível aplicar a fórmula abaixo, conforme orientação do IFPUG (2010).

$$DFP = (ADD + CPF)^{0.5}$$

**Fórmula 1 - Pontos de função do projeto de desenvolvimento**

Onde:

- DFP: tamanho do projeto de desenvolvimento que se deseja calcular;
- ADD: tamanho das funções entregues (funcionalidades da aplicação);
- CPF: tamanho das funções de conversão, quando necessário.

Independente do nome da variável utilizada para o cálculo, o mais importante é manter a estrutura da fórmula para que o resultado apresentado seja correto. O manual de práticas de contagem da NESMA (2004) também incentiva o uso da mesma fórmula para o cálculo do tamanho de projetos de desenvolvimento.

Para que a contagem dos pontos de função considerando as funções de transação e as funções de dados e suas respectivas complexidades seja realizada, a documentação disponível deve ser suficiente para permitir uma contagem detalhada. Isto significa que deve ser possível, através do levantamento realizado até o momento, determinar como será o modelo de dados, os casos de uso e os requisitos.

No entanto, a NESMA permite a realização de dois tipos de contagem, especialmente voltados para projetos de desenvolvimento, onde é possível realizar a estimativa de pontos de função com base em uma quantidade inferior de informação disponível, o que é comum antes do início de um projeto.

A contagem indicativa pelo método da NESMA é realizada da seguinte forma (NESMA, 2014):

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

$$\text{tamanho indicativo (pf)} = 35 \times \text{número de ALIs} + 15 \times \text{número de AIEs}$$

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.

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.

### **3.7. DOCUMENTAR E REPORTAR**

A documentação gerada nesta etapa deve refletir o resultado da medição realizada, ou seja, o resultado após o processo de contagem. Como cada organização tem liberdade para possuir modelos próprios de

documentação, não existem modelos de documentação específicos para registrar os resultados da contagem.

O objetivo desta etapa é o de apresentar ao solicitante do software os resultados da contagem de forma que estejam compreensíveis para qualquer usuário, a fim de que os mesmos tenham a liberdade de analisar e identificar funcionalidades que estão sendo contabilizadas, mas que não fazem parte do escopo desejado.

### **3.8. CONTAGEM DE PONTOS DE FUNÇÃO COM A NESMA**

A contagem de pontos de função com a NESMA pode ser realizada por três métodos distintos: detalhado, estimativo e indicativo.

O método detalhado segue as mesmas orientações do método detalhado do IFPUG (NESMA, ...).

Os métodos indicativo e estimativo são considerados contagens antecipadas, visto que a primeira pode ser realizada antes do início do levantamento de requisitos, enquanto a segunda pode ser realizada com um levantamento parcial dos requisitos do software.

#### **3.8.1. NESMA Indicativa**

A contagem indicativa da NESMA considera apenas os arquivos lógicos do software, atribuindo um valor fixo para os arquivos lógicos internos e outro valor fixo para os arquivos de interface externa.

Por este motivo, não é necessário que as funcionalidades do software sejam conhecidas, mas apenas os grupos lógicos de dados que serão tratados pelo sistema.

Para realizar o cálculo do tamanho indicativo de um software com pontos de função segundo a NESMA, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{tamanho indicativo (PF)} = 35 * \sum ALI + 15 * \sum AIE$$

### 3.8.2. NESMA Estimativa

A contagem estimativa da NESMA considera tanto as funções do tipo dado quanto as funções do tipo transação do software, embora considere que todas as funções do tipo dado tenham complexidade baixa e que todas as funções do tipo transação tenham complexidade média.

Por este motivo, ela é reconhecida pela NESMA como uma contagem antecipada, pois não é necessário possuir o levantamento completo de requisitos do software.

Tendo conhecimento dos grupos e subgrupos lógicos de dados e das funcionalidades do software, independente de quantos campos estarão envolvidos em cada função, já é possível obter uma estimativa do tamanho funcional do software.

Para realizar o cálculo do tamanho estimativo de um software com pontos de função segundo a NESMA, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{tamanho estimativo}(PF) = \sum ALI*(7PF) + \sum AIE*(5PF) + \sum EE + \sum CE*(4PF) + \sum SE*(5PF)$$

## **4. ESTADO DA ARTE**

Para a análise do estado da arte em relação à medição de tamanho funcional de software com pontos de função, foi realizada uma revisão sistemática de literatura seguindo o método definido por Kitchenham e Charters (2007).

A estrutura elaborada para este capítulo reflete três pontos do guia de pesquisa proposto, a saber:

1. Planejamento da revisão
2. Desenvolvimento da revisão
3. Resumo da revisão

### **4.1. PLANEJAMENTO DA REVISÃO**

A revisão bibliográfica proposta tem como principal objetivo a obtenção de estudos existentes sobre a estimativa e medição de tamanho funcional de software com pontos de função. Aprofundando um pouco mais no assunto, procura-se por aqueles que abordam o uso da técnica do IFPUG e da NESMA. O ponto máximo de especificidade na busca foi a tentativa de encontrar um estudo que realize uma comparação entre estas duas técnicas em uma contagem de pontos de função com base em qualquer tipo de documentação existente.

#### **4.1.1. Fontes e Restrições**

A busca dos estudos e da literatura existente foi efetuada em bases de dados de artigos e bibliotecas digitais conceituadas na área da Engenharia e da Computação, sendo elas:

- IEEE Explore
- ACM Digital Library
- SpringerLink

Além destas três bibliotecas digitais, foi utilizado o Google Scholar, que permite encontrar trabalhos destas três bibliotecas dentro de uma mesma busca, além do Google Search, que permite encontrar outros trabalhos acadêmicos relacionados ao tema.

Foram considerados estudos científicos veiculados em livros, dissertações, teses e trabalhos publicados em conferências, jornais ou periódicos.

Entre as restrições impostas, é importante destacar que foram considerados apenas os estudos de livre acesso via Portal Capes, a partir do convênio existente com a Universidade Federal de Santa Catarina, que existe a identificação do discente para permitir a exploração do conteúdo destes estudos.

Além disso, limitou-se o período de busca a partir do ano 2000, até o ano atual, 2014. Os estudos podiam estar publicados na língua portuguesa ou inglesa e o texto completo deveria estar disponível a partir do acesso via portal Capes.

#### 4.1.2. Extração dos Dados

A extração dos dados das bibliotecas digitais seguiu um padrão de expressões de busca, com o objetivo de fornecer respostas para a seguinte pergunta de pesquisa:

1. Quais os trabalhos realizam comparações entre estimativas de tamanho funcional de software pelos métodos de contagem de pontos de função do IFPUG e da NESMA?

A tabela abaixo ilustra quais foram os critérios de busca em cada uma das bibliotecas digitais escolhidas, a fim de satisfazer as perguntas de pesquisa para o estado da arte em medição funcional de software com pontos de função.

Biblioteca	Início	Strings de Busca	Outros Critérios	Qtd Resultados
IEEE Xplore	2000	(IFPUG) AND (NESMA) AND ((comparison) OR		7 (2)

		(conversion))		
ACM	2000	((IFPUG) AND (NESMA) AND (functional size measurement) AND ((comparison) OR (conversion)))		13 (0)
SpringerLink	2000	((IFPUG) AND (NESMA)) AND (comparison between) OR (conversion) OR (convertibility))	Disciplina: Computer Science Subdisciplina: Information Systems and Applications	11 (1)

**Tabela 6 - Critérios de busca nas bibliotecas digitais**

**FONTE: Elaborada pelo próprio autor**

## 4.2. DESENVOLVIMENTO DA REVISÃO

Ao analisar a quantidade de estudos que envolvem qualquer tipo de comparação entre os métodos IFPUG e NESMA para a medição do tamanho funcional de um software, foi encontrado um total de 31 trabalhos, somando-se as três bibliotecas digitais.

No entanto, dentro deste total de estudos encontrados, foram utilizados os seguintes critérios de eliminação:

- Estudos que envolvem a comparação ou conversão entre uma das técnicas deste trabalho e outra técnica não abordada no presente trabalho;
- Estudos que analisam apenas vantagens e desvantagens de cada técnica;
- Estudos duplicados;
- Estudos que não contém em seu resumo alguma relação com a pergunta de pesquisa.

Uma segunda triagem foi realizada entre estes estudos, por meio da leitura da introdução e conclusão e dos textos. Mais uma vez observou-se que vários estudos não tinham a capacidade de responder à pergunta de pesquisa.

### 4.3. RESULTADO DA REVISÃO

Ao concluir o desenvolvimento da revisão, eliminando os trabalhos correlatos que não têm a capacidade de responder a pergunta de pesquisa, que é o máximo de refinamento para exigir que um estudo de fato esteja relacionado ao presente trabalho, de acordo com os critérios definidos pelo autor, chegou-se ao seguinte resultado:

Biblioteca	Estudos Publicados
IEEE Xplore	CANDIDO e SANCHES, 2004
IEEE Xplore	HUANG et al, 2012
SpringerLink	BUNDSCHUH e DEKKERS, 2008

**Tabela 7 - Resultado da Revisão**  
**Fonte: Elaborado pelo próprio autor**

O primeiro trabalho correlato encontrado no IEEE, de Candido e Sanches (2004), propõe uma maneira simplificada de contagem dos pontos de função pelo método IFPUG, baseando-se em sugestões e conceitos da contagem indicativa pelo método da NESMA.

O método simplificado foi criado através de um estudo de caso responsável por realizar a contagem pelo método do IFPUG e pelos diferentes métodos da NESMA em vinte aplicações web desenvolvidas por uma mesma organização, através das quais foi possível determinar uma fórmula simplificada de medição de tamanho de software para o IFPUG.

A prerrogativa principal desta fórmula simplificada é o fato de que todas as funções de dado e transação possuem baixa complexidade durante a contagem.

Comparando-se os resultados de todas as contagens, foi possível observar que em várias aplicações a margem de diferença entre a contagem detalhada do IFPUG manteve uma margem inferior a 5% da contagem

simplificada proposta no artigo. No entanto, o propósito do artigo não é o de realizar comparações entre o IFPUG e NESMA, mas sim o de utilizar a contagem por meio de ambos os métodos para se chegar a uma nova proposta de contagem. A documentação dos softwares medidos, ou seja, as especificações de caso de uso e requisitos, não foram disponibilizados dentro do estudo.

O segundo trabalho correlato encontrado no IEEE, propõe uma fórmula de conversão entre a contagem de pontos de função pelo método indicativo da NESMA em relação à contagem detalhada pelo método do IFPUG.

De acordo com os autores, como a contagem indicativa não depende de uma especificação detalhada do software para ser realizada ao início do projeto, sua conversão para o valor da contagem do IFPUG através da aplicação de uma fórmula comprovadamente precisa e validada, pode ajudar tanto na redução do tempo usualmente gasto na estimativa de tamanho funcional de software, quanto na obtenção do resultado logo ao início do ciclo de vida do software, quando as especificações ainda não atingiram o nível de detalhamento que uma contagem detalhada exige.

O conjunto de dados utilizado para a realização dos experimentos é o mesmo utilizado por Candido e Sanches (2004), ou seja, a contagem indicativa da NESMA e detalhada do IFPUG em vinte aplicações web de uma pequena organização do Brasil. Para realizar a análise deste conjunto de dados, os autores utilizam o método de regressão linear simples.

Ao final, a proposta é comprovada pelos autores ao demonstrar que o resultado da fórmula aplicada sobre a contagem indicativa da NESMA em todos os casos resultou em uma variação de 10% para mais ou para menos em relação à contagem detalhada do IFPUG.

O terceiro e último trabalho correlato encontra-se dentro do capítulo 18 do livro de Bundschuh e Dekkers (2008), publicado pela Springer. Neste capítulo, os autores realizam como estudo de caso a contagem de pontos de função para medir o tamanho funcional de um software de cadastro de cursos acadêmicos, por meio dos cinco métodos distintos de medição de tamanho funcional aderentes ao padrão ISO/IEC, norma 14143-1.

Neste estudo de caso, o sistema possui nove casos de uso, os quais são descritos, assim como seus cenários, com fluxos básicos e alternativos. No entanto, não são apresentadas as funções do tipo dado e do tipo transação consideradas pelos autores.

Como observação do autor do presente trabalho ao resultado apresentado no livro, está o fato de que, no estudo de Candido e Sanches (2004), todas as estimativas pelo método indicativo da NESMA foram superiores às contagens realizadas pelo método do IFPUG. No estudo de caso apresentado por Bundschuh e Dekkers, a estimativa pela NESMA é quase 20% menor do que a estimativa do IFPUG. Isto significa que o resultado da estimativa tem relação com as características das funcionalidades dos softwares.

O autor deste trabalho também observa que a quantidade de estudos diretamente relacionados ao presente trabalho, envolvendo as mesmas métricas, ainda é escasso, principalmente aqueles que tratam sobre aplicações práticas da medição funcional de tamanho de software.

## **5. APLICAÇÃO PRÁTICA DA ESTIMATIVA DE TAMANHO FUNCIONAL**

A aplicação prática abordará a metodologia usada para a contagem de pontos de função de um sistema de gerenciamento de acervo bibliográfico da Universidade Estadual do Piauí (UESPI).

O sistema a ser desenvolvido pela empresa de desenvolvimento de software vencedora da licitação foi objeto de um Pregão Presencial para Registro de Preços no ano de 2013.

A seção 5.1 detalha os principais motivos pelo qual o autor deste trabalho selecionou este software para a aplicação prática da estimativa de tamanho funcional de software.

Para a realização da estimativa de tamanho funcional do software por meio da contagem de pontos de função, inicialmente será proposto o modelo de entidades e relacionamento (ER) adequado à solução, além dos requisitos funcionais que não estejam explícitos na solicitação da universidade piauiense.

### **5.1. ESCOLHA DO SISTEMA**

O sistema foi escolhido pelo autor deste trabalho de acordo com os seguintes critérios:

- Empresa ou órgão que solicitou o software não possui nenhuma ligação com o autor deste trabalho;
- Disponibilidade da documentação inicial com as necessidades dos futuros usuários do software a qualquer pessoa;
- O software deve envolver conceitos claros e de simples entendimento a qualquer pessoa, a fim de facilitar também a compreensão dos conceitos da estimativa de tamanho funcional de software através de uma aplicação prática.

O sistema foi escolhido pelo autor deste trabalho de acordo com os seguintes critérios:

- Empresa ou órgão que solicitou o software não possui nenhuma ligação com o autor deste trabalho;
- Disponibilidade da documentação inicial com as necessidades dos futuros usuários do software a qualquer pessoa;
- O software deve envolver conceitos claros e de simples entendimento a qualquer pessoa, a fim de facilitar também a compreensão dos conceitos da estimativa de tamanho funcional de software através de uma aplicação prática.

Alinhada com a motivação do desenvolvimento deste trabalho, a escolha do software teve como base a intenção de utilizar uma solicitação real de projeto de desenvolvimento de software, inicialmente especificada pelo demandante, ou seja, o próprio cliente, a fim de mostrar como a contagem de pontos de função considera a visão e a lógica do usuário para estimar o tamanho do software que será desenvolvido ou melhorado.

Este processo licitatório não possui como requisito a estimativa de tamanho através da contagem de pontos de função, visto que a Instrução Normativa N°4, de 19 de maio de 2008 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão diz respeito aos serviços de TI demandados por órgãos públicos da esfera federal. Ainda assim, em licitações de órgãos públicos nas esferas estadual e municipal já é possível encontrar diversos casos onde a análise de pontos de função é parte obrigatória do processo de estimativa, exigido em edital. Em outros casos, a contagem de pontos de função fica restrita apenas ao contrato de manutenção de softwares, sendo dispensada durante o desenvolvimento do projeto.

## **5.2. DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL DO SISTEMA**

A documentação disponível para este sistema encontra-se no edital de licitação para aquisição do software. Durante a fase de análise e projeto de um software, a empresa vencedora da licitação certamente irá levantar requisitos funcionais e não funcionais adicionais aos que estão implícitos e/ou explícitos

no edital. Toda a documentação gerada a partir destes levantamentos deve ser utilizada para a identificação dos casos de uso e, conseqüentemente, dos requisitos funcionais do sistema. Como a aplicação prática é baseada nos itens do edital, qualquer detalhe que dependa da definição do demandante do software será definido pelo autor deste trabalho.

O edital de licitação do software encontra-se no Anexo I deste trabalho. Os requisitos solicitados pelo demandante estão no item 8 do Anexo I do edital.

### **5.3. TIPO DA CONTAGEM**

De acordo com os conceitos apresentados na seção 3.2, o tipo da contagem que será realizada no processo de estimativa desta aplicação prática é a contagem de um projeto de desenvolvimento.

Este tipo foi identificado, pois é possível perceber pela documentação disponível que o software não existe, será desenvolvido e ainda passará pela sua primeira instalação. Portanto, a estimativa desta aplicação prática levará em consideração as funcionalidades que ainda serão entregues ao usuário.

### **5.4. ESCOPO E FRONTEIRAS DA CONTAGEM**

Considerando a documentação inicial do software presente no edital de licitação, conforme o Anexo I deste trabalho é possível identificar que grande parte das funcionalidades solicitadas refere-se a cadastros de valores que não precisarão ser alterados com frequência. Portanto, a aplicação prática será dividida em duas partes.

A primeira delas, considerando a estimativa de tamanho do software exatamente como solicitado no edital. A segunda, considerando que em reuniões de validação de requisitos com o cliente as telas de cadastros de valores com rara necessidade de atualização tenham sido substituídas por valores importados externamente ou cadastrados inicialmente na implantação do sistema.

Independente do cenário, para a realização da estimativa detalhada pelo método do IFPUG, será necessário realizar o levantamento completo dos

requisitos funcionais do software. As seções 5.4, 5.5 e 5.6 contemplam a identificação dos casos de uso realizada pelo próprio autor deste trabalho, assim como o levantamento dos requisitos funcionais e a criação do modelo de entidades e relacionamentos do software.

## **5.5. IDENTIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO**

Os casos de uso do software foram identificados pelo autor deste trabalho, com base na documentação inicial disponibilizada pelo solicitante do software.

De acordo com esta documentação, foi possível identificar que os usuários necessitam de um software que gerencie operações comuns em uma biblioteca, assim como seu acervo.

Após análise inicial das necessidades, foram levantados os seguintes casos de uso:

- Manter autor;
- Manter curso;
- Manter disciplina;
- Manter editora;
- Manter idioma;
- Manter obra;
- Manter exemplar;
- Manter periódico;
- Manter usuário;
- Manter aluno;
- Gerenciar empréstimos;
- Gerenciar multas;
- Gerenciar reservas;

Os casos de uso do tipo “Manter”, contemplarão requisitos funcionais que envolvem cadastros, alterações, exclusões e consultas de informações que pertencem a cada domínio. Os outros casos de uso podem contemplar funcionalidades diversas envolvendo os dados mantidos no sistema.

## 5.6. FUNCIONALIDADES DO SISTEMA

O levantamento dos requisitos funcionais do software também foi realizado pelo autor do presente trabalho.

De acordo com edital de licitação do software, a maior parte das funcionalidades restringe-se a cadastros e envolvem operações de inclusão, exclusão, consulta e alteração de registros. Desta forma, foram levantadas as possíveis operações que serão realizadas pelos usuários do sistema.

Dentre estas funcionalidades, as operações realizadas sobre os empréstimos, as multas e as reservas fogem ao padrão dos cadastros de valores e, portanto, requerem funcionalidades extras. Estas funcionalidades estão identificadas do número 111 até o número 120.

A tabela 12 apresenta as operações elementares do sistema que requerem ao menos cinco funcionalidades para cada domínio:

Domínio	Operações				
	Incluir	Alterar	Excluir	Listar	Localizar
1- Tipo de Obra	x	x	x	x	x
2- Tipo de Autor	x	x	x	x	x
3- Situação de Exemplar	x	x	x	x	x
4- Autor	x	x	x	x	x
5- Curso	x	x	x	x	x
6- Disciplina	x	x	x	x	x
7- Editora	x	x	x	x	x
8- Idioma	x	x	x	x	x
9- Origem de Aquisição	x	x	x	x	x
10- Tipo de Empréstimo	x	x	x	x	x
11- Tipo de Baixa	x	x	x	x	x
12- Tipo de Reserva	x	x	x	x	x
13- Tipo de Multa	x	x	x	x	x
14- Horário Funcionamento	x	x	x	x	x
15- Obra	x	x	x	x	x
16- Exemplar	x	x	x	x	x
17- Periódico	x	x	x	x	x
18- Usuário	x	x	x	x	x
19- Aluno	x	x	x	x	x
20- Empréstimos	x	x	x	x	x
21- Multas	x	x	x	x	x
22- Reservas	x	x	x	x	x

**Tabela 8 - Funcionalidades do sistema de gerenciamento de acervo bibliográfico**

Como cada domínio demonstrado na tabela acima possui cinco operações disponíveis, podemos multiplicar este número pela quantidade de

domínios, o que nos levará a um total de cento e dez funcionalidades, que podem receber o nome de processos elementares dentro do contexto da contagem de pontos de função.

Os processos elementares que são a menor unidade de atividade significativa para o usuário (VAZQUEZ et. al., 2013). Conforme a regra do IFPUG, por exemplo, cada processo constitui uma operação completa.

Além destas funcionalidades, é necessário incluir os relatórios solicitados para controle das operações que envolvem a realização de empréstimos de obras ou periódicos, a aplicação de multas e o controle de reservas.

FN111: Emitir relatório de empréstimos por obra/periódico

FN112: Emitir relatório de empréstimos por aluno

FN113: Emitir relatório de empréstimos por mês

FN114: Emitir relatório de multas por aluno

FN115: Emitir relatório de reservas por obra/periódico

Com respeito às funcionalidades de empréstimos, aplicação de multas e controle de reservas, ainda há os seguintes requisitos funcionais:

FN116: Devolução de empréstimo

FN117: Acrescentar exemplares ao empréstimo

FN118: Reduzir exemplares ao empréstimo

FN119: Dar baixa em multa

FN120: Cancelar reserva

Por fim, é obtido o total de cento e vinte funcionalidades inicialmente reconhecidas pelo usuário. A partir destas funcionalidades, poderemos finalmente definir o modelo de dados (entidade e relacionamento) e dar início às contagens das funções do tipo dado e do tipo transação.

## 5.7. MODELO DE ENTIDADES E RELACIONAMENTOS

O modelo de dados foi desenvolvido pelo autor do presente trabalho, por meio da ferramenta brModelo, versão 1.0.1. Após a criação do modelo conceitual, o modelo lógico foi gerado automaticamente pela ferramenta, o qual está presente no Anexo I deste documento.

Durante o processo de modelagem, foram identificadas diversas entidades que refletem a necessidade e as operações requisitadas pelo solicitante do software. A lista abaixo demonstra quais entidades foram identificadas:

Entidades		
aluno	idioma	reserva
areaconhecimento	multa	situacaoexemplar
autor	obra	tipoautor
curso	obraareaconhecimento	tipobaixa
disciplina	obraautor	tipoemprestimo
editora	obracurso	tipoexemplar
emprestimo	obradisciplina	tipomulta
emprestimoexemplar	origemaquisicao	tipoobra
exemplar	periodico	tiporeserva
fornecedor	periodicoareaconhecimento	usuario
horariobiblioteca	periodicocurso	

Tabela 9 - Entidades identificadas

É importante destacar que, como várias das entidades são criadas por questões técnicas, algumas delas visando o desenvolvimento de relatórios, melhoria de desempenho e organização dos dados, estas não podem ser contabilizadas como funções do tipo dado, o que será tratado no item a seguir, pois o cerne da métrica é o entendimento de que tudo o que for medido e estimado deve ser reconhecido pelo usuário.

Apesar de não ser considerada como parte essencial da documentação do sistema que engloba o levantamento de casos de uso e requisitos funcionais do software, a consulta ao modelo de entidades e relacionamentos pode ajudar na estimativa detalhada, visto que as entidades podem ser reconhecidas como os arquivos lógicos e as colunas de cada tabela ajudam na contagem dos tipos de dados de cada função do tipo transação.

Ambos os cenários que serão estimados neste capítulo poderão fazer uso da mesma modelagem, mesmo que uma delas considere uma quantidade menor de grupos lógicos de dados. A decisão de normalizar ou desnormalizar as tabelas do modelo de dados fica a critério do responsável pelo projeto do banco de dados.

## **5.8. PRIMEIRO CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO**

No primeiro cenário de desenvolvimento do software, a estimativa de tamanho do software foi realizada considerando o software exatamente como solicitado.

Para ambos os cenários, foram realizadas três estimativas: a detalhada pelo método do IFPUG, a estimativa pelo método da NESMA e a indicativa, também pelo método da NESMA.

### **5.8.1. IFPUG Detalhado**

#### **5.8.1.1. Contagem das Funções do Tipo Dado**

Na especificação inicial do sistema obtida através da análise do edital, observa-se que não há interação do sistema com entidades externas, ou seja, não existe comunicação do software solicitado com outro sistema. Isto significa que teremos apenas Arquivos Lógicos Internos.

Durante a estimativa de um projeto de melhoria futuro, onde surja a alteração de requisitos que necessitem de comunicação ou interação com entidades externas, surgirão os Arquivos de Interface Externa.

Ao final da contagem das funções do tipo dado, foi obtido o seguinte resultado:

<b>Lista de Arquivos</b>	<b>TD</b>	<b>TR</b>
Autor – Tipo Autor	4	2
Obra – Tipo Obra	20	2

Periódico	16	1
Exemplar – Situação – Origem	14	3
Fornecedor	2	1
Curso	2	1
Disciplina	2	1
Editora	14	1
Idioma	2	1
Horários	1	1
Usuário	30	1
Aluno	12	1
Empréstimo – Tipo Empréstimo	6	2
Multa – Tipo Multa – Baixa	10	3
Reserva – Tipo Reserva	5	2
Área Conhecimento	2	1

**Tabela 10 - Arquivos Lógicos Internos do sistema**

A quantidade de tipos de dados (TD) e tipos de registros (TR) baseia-se na visão que o usuário possui de cada entidade. Utilizando como exemplo o primeiro arquivo lógico interno *Autor – Tipo Autor*, se o usuário apenas se preocupasse com o cadastro e gerenciamento de autores e o tipo do autor fosse uma característica do autor capturada de uma lista fixa ou digitada em um campo textual, o TR Tipo Autor não seria considerado como um tipo de registro. No caso deste projeto, como o usuário entende que haverá o gerenciamento específico de tipos de autores, este se torna um tipo de registro próprio, embora contabilizado no mesmo Arquivo Lógico Interno que o Autor. O mesmo princípio se aplica aos outros tipos de registros identificados no sistema.

A tabela 11 demonstra todos os arquivos lógicos internos e seus tipos de dados.

<b>Lista de Arquivos</b>	<b>Tipos de dados</b>	<b>TD</b>
Autor – Tipo Autor	identificador do autor, identificador do tipo de autor, nome do autor e descrição do tipo de autor	4
Obra – Tipo Obra	identificador da obra, identificador do tipo da obra, título, título original, subtítulo, CDD, cutter, série, edição, volume, tomo, ano, local de publicação, assunto, descrição física, nota, descrição do tipo da obra, sigla para o tipo da obra e opção de reserva	19

Periódico	identificador do periódico, tipo do periódico, tipo da publicação, periodicidade, título, ISSN, classificação, local da publicação, órgão, editoras, editores, notas, ano, volume, edição e data	16
Exemplar – Situação – Origem – Tipo	identificador do exemplar, identificador da situação do exemplar, identificador do tipo do exemplar, identificador da origem do exemplar, prédio, registro, data do registro, número do exemplar, data da compra, valor, nota fiscal, descrição da situação, descrição do tipo (obra ou periódico) e descrição da origem	14
Fornecedor	identificador do fornecedor e descrição do fornecedor	2
Curso	identificador do curso e descrição do curso	2
Disciplina	identificador da disciplina e descrição da disciplina	2
Editora	identificador da editora, nome, cep, endereço, bairro, país, UF, cidade, telefone, fax, contato, email, site e histórico	14
Idioma	identificador e descrição do idioma	2
Horários	horário, descrição e dia da semana	4
Usuário	identificador do usuário, nome, endereço, complemento, número, bairro, CEP, país, UF, cidade, telefone, celular, email, sexo, data de nascimento, estado civil, nacionalidade, naturalidade, CPF, RG, órgão expedidor, título de eleitor, zona, seção, filiação ao pai, filiação à mãe, foto, tipo de usuário, login e senha	30
Aluno	identificador do aluno, nome, endereço, complemento, número, cidade, UF, CEP, telefone, celular, email, foto	12
Empréstimo – Tipo Empréstimo	identificador do empréstimo, identificador do tipo de empréstimo, descrição do tipo de empréstimo, data do empréstimo, data da devolução, situação	6
Multa – Tipo Multa – Baixa	identificador da multa, identificador do tipo da multa, identificador do tipo de baixa, descrição do tipo de multa, descrição do tipo de baixa, data de emissão da multa, data da baixa, tipo de impressão, número de vias e situação da multa	10
Reserva – Tipo Reserva	identificador da reserva, identificador do tipo da reserva, descrição do tipo da reserva, data da reserva e situação	3
Área Conhecimento	identificador da área de conhecimento e descrição	2

**Tabela 11 - Arquivos Lógicos Internos com seus tipos de dados**

Ao seguirmos a tabela de complexidade, conforme explicada na seção 3.4, determinando a complexidade de cada ALI entre baixa, média e alta e, em seguida, associando a quantidade de pontos de função para cada ALI de acordo com a sua complexidade, obtemos o seguinte resultado:

Lista de Arquivos	TD	TR	Complexidade	PF
Autor – Tipo Autor	4	2	Baixa	7
Obra – Tipo Obra	20	2	Média	10
Periódico	16	1	Baixa	7
Exemplar – Situação – Origem	14	3	Baixa	7
Fornecedor	2	2	Baixa	7
Curso	2	1	Baixa	7
Disciplina	2	1	Baixa	7
Editora	14	1	Baixa	7
Idioma	2	1	Baixa	7
Horários	1	1	Baixa	7
Usuário	30	1	Baixa	7
Aluno	12	1	Baixa	7
Empréstimo – Tipo Empréstimo	6	2	Baixa	7
Multa – Tipo Multa – Baixa	10	3	Baixa	7
Reserva – Tipo Reserva	5	2	Baixa	7
Área Conhecimento	2	1	Baixa	7
<b>Total</b>				<b>115</b>

**Tabela 12 - Pontos de função para as funções do tipo dado**

#### 5.8.1.2. Contagem das Funções do Tipo Transação

Para que seja possível realizar a contagem das funções do tipo transação, é imprescindível que as funcionalidades do sistema tenham sido identificadas anteriormente. Além disso, um fator que ajuda a diminuir a necessidade de ajuste da contagem ao final do projeto é a existência de esboços ou protótipos das telas que serão utilizadas pelos usuários para cada tipo de operação.

Como a esta altura do projeto os protótipos ainda não foram desenvolvidos, é possível realizar a contagem propondo que, em cada transação, haverá sempre um comando dado pelo usuário e uma mensagem de retorno da operação que foi realizada. O comando do usuário pode se caracterizar como um clique em um botão do tipo *Salvar*, *Confirmar*, *Excluir*,

entre outros. A mensagem é o retorno que o sistema dá ao usuário após a operação ter sido realizada.

As primeiras transações contadas serão as entradas externas. A tabela 13 exhibe cada entrada externa identificada, a quantidade de tipos de dados, os arquivos referenciados e a complexidade calculada de acordo com a tabela de complexidade funcional exibida na seção 3.4.

Lista de Entradas	TD	AR	Complexidade	Observações
Inserir tipo de obra	6	1	Baixa	
Alterar tipo de obra	6	1	Baixa	
Excluir tipo de obra	2	2	Baixa	Exclui o tipo e as obras associadas
Inserir tipo de autor	4	1	Baixa	
Alterar tipo de autor	4	1	Baixa	
Excluir tipo de autor	2	2	Baixa	Exclui o tipo e os autores associados
Inserir situação de exemplar	4	1	Baixa	
Alterar situação de exemplar	4	1	Baixa	
Excluir situação de exemplar	2	1	Baixa	
Inserir autor	6	2	Média	
Alterar autor	6	2	Média	
Excluir autor	2	1	Baixa	
Inserir curso	5	1	Baixa	
Alterar curso	5	1	Baixa	
Excluir curso	2	1	Baixa	
Inserir disciplina	4	1	Baixa	
Alterar disciplina	4	1	Baixa	
Excluir disciplina	2	2	Baixa	Exclui a disciplina e as obras associadas
Inserir editora	16	1	Média	
Alterar editora	16	1	Média	
Excluir editora	2	2	Baixa	Exclui a editora e as obras associadas
Inserir idioma	4	1	Baixa	
Alterar idioma	4	1	Baixa	
Excluir idioma	2	2	Baixa	Exclui o idioma e os periódicos associados
Inserir origem de aquisição	4	1	Baixa	
Alterar origem de aquisição	4	1	Baixa	
Excluir origem de aquisição	2	2	Baixa	Exclui a origem e os exemplares associados
Inserir tipo de empréstimo	4	1	Baixa	

Alterar tipo de empréstimo	4	1	Baixa	
Excluir tipo de empréstimo	2	2	Baixa	Exclui o tipo e os empréstimos associados
Inserir tipo de baixa	4	1	Baixa	
Alterar tipo de baixa	4	1	Baixa	
Excluir tipo de baixa	2	2	Baixa	Exclui o tipo e as multas associadas
Inserir tipo de reserva	4	1	Baixa	
Alterar tipo de reserva	4	1	Baixa	
Excluir tipo de reserva	2	2	Baixa	Exclui o tipo e as reservas associadas
Inserir tipo de multa	4	1	Baixa	
Alterar tipo de multa	4	1	Baixa	
Excluir tipo de multa	2	2	Baixa	Exclui o tipo e as multas associadas
Inserir horário	3	1	Baixa	
Alterar horário	3	1	Baixa	
Excluir horário	1	1	Baixa	
Inserir obra	12	3	Alta	
Alterar obra	12	3	Alta	
Excluir obra	2	2	Baixa	Exclui a obra e seus exemplares
Inserir exemplar	16	7	Alta	
Alterar exemplar	16	7	Alta	
Excluir exemplar	2	3	Média	Excluir o exemplar, empréstimo e reservas
Inserir periódico	19	2	Alta	
Alterar periódico	19	2	Alta	
Excluir periódico	2	2	Baixa	Exclui o periódico e seus exemplares
Inserir usuário	32	1	Média	
Alterar usuário	32	1	Média	
Excluir usuário	2	1	Baixa	
Inserir aluno	15	2	Média	
Alterar aluno	15	2	Média	
Excluir aluno	2	4	Média	Exclui aluno, empréstimos, reservas e multas
Cadastrar empréstimo	6	3	Alta	
Excluir empréstimo	2	1	Baixa	
Realizar devolução de empréstimo	8	3	Alta	
Acrescentar exemplares ao empréstimo	8	3	Alta	
Reduzir exemplares ao empréstimo	8	3	Alta	
Inserir multa	11	3	Alta	
Editar multa	11	3	Alta	

Excluir multa	2	1	Baixa	
Dar baixa em multa	11	1	Baixa	
Inserir reserva	8	3	Alta	
Alterar reserva	8	3	Alta	
Excluir reserva	2	1	Baixa	
Cancelar reserva	8	3	Alta	

**Tabela 13 - Entradas externas identificadas**

A tabela 14 demonstra as consultas externas identificadas. Entre elas estão todas as consultas e visualizações rápidas e detalhadas solicitadas pelo demandante do software no edital.

Todas as consultas detalhadas permitem ao usuário pesquisar utilizando como filtro qualquer dado inserido na tela de cadastro.

Juntamente com os campos, estão sendo contabilizados como TD o comando dado para a consulta e a mensagem de retorno ao usuário. Nenhuma das consultas envolve cálculo ou dados derivados. Elas exibem como resultado apenas o que foi cadastrado na tabela, ou seja, valores fixos.

Lista de Consultas	TD	AL	Complexidade	Observações
<b>Visualização rápida</b>				
Tipo de Obra	4	1	Baixa	código, descrição
Tipo de Autor	4	1	Baixa	código, descrição
Situação Exemplar	4	1	Baixa	código, descrição
Autor	4	1	Baixa	código, descrição
Curso	4	1	Baixa	código, descrição
Disciplina	4	1	Baixa	código, descrição
Editora	4	1	Baixa	código, editora
Idioma	4	1	Baixa	código, descrição
Origem Aquisição	4	1	Baixa	código, descrição
Tipo de Empréstimo	4	1	Baixa	código, descrição
Tipo de Baixa	4	1	Baixa	código, descrição
Tipo de Reserva	4	1	Baixa	código, descrição
Tipo de Multa	4	1	Baixa	código, descrição
Horário	3	1	Baixa	horário
Obra	4	2	Baixa	tipo, título
Exemplar	5	1	Baixa	tipo, prédio, registro
Periódico	4	1	Baixa	tipo, título
Usuário	4	1	Baixa	código, nome
Aluno	4	1	Baixa	código, nome

Empréstimo	5	2	Baixa	aluno, registro, título
Multa	4	2	Baixa	código, aluno, data emissão
Reserva	5	3	Baixa	obra, aluno, data da reserva
<b>Consultas detalhadas</b>				
Tipo de Obra	6	1	Baixa	
Tipo de Autor	4	1	Baixa	
Situação Exemplar	4	1	Baixa	
Autor	6	2	Média	
Curso	5	1	Baixa	
Disciplina	4	1	Baixa	
Editora	16	1	Baixa	
Idioma	4	1	Baixa	
Origem Aquisição	4	1	Baixa	
Tipo de Empréstimo	4	1	Baixa	
Tipo de Baixa	4	1	Baixa	
Tipo de Reserva	4	1	Baixa	
Tipo de Multa	4	1	Baixa	
Horário	3	1	Baixa	
Obra	12	3	Média	
Exemplar	16	7	Alta	
Periódico	19	2	Média	
Usuário	32	1	Média	
Aluno	15	2	Média	
Empréstimo	6	3	Média	
Multa	11	3	Média	
Reserva	8	3	Média	
<b>Total Baixa:</b>			<b>35</b>	
<b>Total Média</b>			<b>8</b>	
<b>Total Alta:</b>			<b>1</b>	

**Tabela 14 - Consultas externas identificadas**

Por fim, temos as consultas e relatórios solicitados que envolvem fórmulas e cálculos, gerando dados derivados que serão exibidos ao usuário do sistema. Por coincidência, todas as saídas externas identificadas neste projeto são relatórios, no entanto um relatório também pode ser uma consulta externa, desde que não envolva cálculos ou crie dados derivados.

Lista de Saídas	TD	AL	Complexidade	Observações
-----------------	----	----	--------------	-------------

Relatório de empréstimos por obra / periódico	5	4	Média	<p>Nome da Obra / Periódico, quantidade de exemplares, quantidade de exemplares emprestados, quantidade de exemplares disponível</p> <p>Filtros: Nome da Obra / Periódico, código da obra/periódico</p> <p>AL: Empréstimo, obra, periódico, exemplar</p>
Relatório de empréstimos por aluno	5	3	Baixa	<p>Nome do Aluno, quantidade de empréstimos realizados, quantidade de exemplares com o aluno, empréstimo no momento (S/N)</p> <p>Filtros: Nome do Aluno, código do aluno, empréstimo ativo (S/N)</p> <p>AL: Empréstimo, aluno, exemplar</p>
Relatório de empréstimos por mês	4	2	Baixa	<p>Ano, mês, quantidade de empréstimos, quantidade de exemplares emprestados</p> <p>Filtros: Mês e Ano</p> <p>AL: Empréstimo e exemplar</p>
Relatório de multas por aluno	7	4	Alta	<p>Nome do Aluno, código do aluno, multa ativa (S/N), data emissão, data baixa, obra/periódico</p> <p>Filtros: Nome do Aluno, código do aluno, multa ativa (S/N), data inicial multa, data final multa</p> <p>AL: Multa, aluno, obra, periódico</p>

Relatório de reservas por obra/periódico	3	4	Média	Título, Tipo (obra/periódico), qtd reservas  Filtros: Título, tipo(obra/periódico)  AL: Reserva, obra, periódico
Total Baixa:			2	
Total Média			2	
Total Alta:			1	

**Tabela 15 - Saídas externas identificadas**

### 5.8.1.3. Cálculo do Tamanho Funcional

Ao final de todas as contagens e após havermos definido a complexidade funcional dos arquivos lógicos internos, entradas externas, saídas externas e consultas externas, utilizaremos a tabela de contribuição, conforme demonstrado na seção 3.5 deste documento para determinar a quantidade total de pontos de função.

Como não será aplicado o fator de ajuste por não utilizarmos a medição dos requisitos não funcionais do projeto, o tamanho da aplicação será a soma dos tamanhos das funções entregues ao final do desenvolvimento.

A tabela 16 resume a contagem e o peso de cada elemento da contagem.

Sigla	Tipo	Complexidade	Contagem	Peso	PF
ALI	Arquivos Lógicos Internos	Baixa	15	7	105
		Média	1	10	10
		Alta	0	15	0
AIE	Arquivos Interface Internos	Baixa	0	5	0
		Média	0	7	0
		Alta	0	10	0
EE	Entradas Externas	Baixa	45	3	135
		Média	10	4	40
		Alta	15	6	90
SE	Saídas Externas	Baixa	2	4	8
		Média	2	5	10

		Alta	1	7	7
CE	Consultas Externas	Baixa	35	3	105
		Média	8	4	32
		Alta	1	6	6
<b>Total:</b>					<b>548</b>

**Tabela 16 - Tamanho da aplicação**

Considerando que os requisitos não funcionais não estão sendo contabilizados, o fator de ajuste permanece em 1, ou seja, a quantidade de pontos de função obtida apenas pelos requisitos funcionais do software é mantida.

Valor da Contagem conforme o IFPUG		
Total de Pontos não ajustáveis:	548	PF
Fator de Ajuste:	1	
Total de Pontos Ajustáveis:	548	PF

**Tabela 17 - Resultado final da contagem da estimativa detalhada do primeiro cenário com IFPUG**

### 5.8.2. NESMA Indicativa

Para a aplicação do método indicativo da NESMA é necessário conhecer apenas os grupos lógicos de dados que irão compor o sistema. A tabela 10, que apresentou os arquivos lógicos internos do sistema é o único subsídio necessário para a estimativa de tamanho pelo método indicativo.

Por este motivo, este método é considerado como uma estimativa antecipada, visto que, para identificar os arquivos lógicos internos e arquivos de interface externa do sistema, basta apenas que se conheça as necessidades básicas do usuário que está solicitando o software.

Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e considerando os que foram identificados na tabela 10, o tamanho indicativo do software dá-se pela fórmula abaixo:

$$35 * \sum ALI + 15 * \sum AIE = \text{tamanho indicativo (PF)}$$

Logo,

$$35 * 16 + 15 * 0 = 560 \text{ PF}$$

### 5.8.3. NESMA Estimativa

Para a aplicação do método estimativo da NESMA é necessário conhecer tanto os grupos lógicos de dados que irão compor o sistema quanto as funcionalidades que o compõem. Como subsídio para este tipo de estimativa, foi necessário utilizar os arquivos lógicos identificados na tabela 10, a lista de entradas identificadas na tabela 13, a lista de consultas identificadas na tabela 14 e a lista de saídas identificadas na tabela 15.

Os tipos de dados contabilizados nas tabelas 13, 14 e 15, assim como os arquivos lógicos de cada função de transação não são necessários neste método de estimativa, visto que eles são essenciais para a definição da complexidade de cada funcionalidade. Como a NESMA estimativa atribui complexidades fixas para cada tipo de função de transação, estas informações são desnecessárias para este método de contagem.

Logo, é possível perceber que o método estimativo da NESMA, apesar de depender de mais informações, também não necessita de um levantamento completo dos requisitos funcionais do software.

Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e para as funções de transação e considerando os arquivos lógicos identificados na tabela 10 e as listas de entradas, consultas e saídas das tabelas 13, 14 e 15 o tamanho estimativo do software dá-se pela seguinte fórmula:

$$\sum ALI*(7PF) + \sum AIE*(5PF) + \sum EE + \sum CE*(4PF) + \sum SE*(5PF) = \text{tamanho estimativo}(PF)$$

Logo,

$$16 * 7PF + 0 * 5PF + 70 + 44 * 4PF + 5 * 5PF = 593 \text{ PF}$$

## 5.9. SEGUNDO CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO

Neste cenário, conforme o escopo definido na seção 5.4, foi desconsiderado da estimativa do tamanho funcional do software todas as funcionalidades relacionadas a cadastros de valores com pouca necessidade de atualização.

Este tipo de dado, conhecido no contexto da estimativa de tamanho de software com pontos de função como dado de código, são aqueles que tanto a quantidade de ocorrências quanto seu respectivo conteúdo raramente muda (VAZQUEZ et. al., 2013).

### 5.9.1. IFPUG Detalhado

#### 5.9.1.1. Contagem das Funções do Tipo Dado

A tabela 19 apresenta apenas os grupos lógicos de dados que terão telas de cadastro desenvolvidas.

Lista de Arquivos	TD	TR	Complexidade	PF
Autor	4	1	Baixa	7
Obra	20	1	Baixa	7
Periódico	17	1	Baixa	7
Exemplar	14	1	Baixa	7
Fornecedor	2	1	Baixa	7
Curso	2	1	Baixa	7
Disciplina	2	1	Baixa	7
Editora	14	1	Baixa	7
Usuário	30	1	Baixa	7
Aluno	12	1	Baixa	7
Empréstimo	6	1	Baixa	7
Multa	10	1	Baixa	7
Reserva	3	1	Baixa	7
Área Conhecimento	2	1	Baixa	7
<b>Total</b>				<b>98</b>

Tabela 18 - Arquivos Lógicos Internos sem code tables

Seguindo o escopo definido para este cenário, foram excluídos como tipos de registros os seguintes arquivos lógicos internos: tipo de autor, tipo de

obra, situação do exemplar, origem do exemplar, idioma, horário, tipo de empréstimo, tipo de multa, tipo de baixa da multa e tipo de reserva.

Além da redução no número de tipos de registros, a complexidade do ALI de Obra foi alterada de Média para baixa, restando agora um total de 98 PF pelo método do IFPUG.

### 5.9.1.2. Contagem das Funções do Tipo Transação

No cenário das funções do tipo transação, mais uma vez são retiradas as entradas externas e consultas externas relacionadas aos dados de cadastros básicos. No caso das saídas externas, que neste sistema caracterizaram-se apenas pelos relatórios, não houve qualquer alteração com a retirada dos dados de código (code tables).

Lista de Entradas	TD	AR	Complexidade	Observações
Inserir autor	6	2	Média	
Alterar autor	6	2	Média	
Excluir autor	2	1	Baixa	
Inserir curso	5	1	Baixa	
Alterar curso	5	1	Baixa	
Excluir curso	2	1	Baixa	
Inserir disciplina	4	1	Baixa	
Alterar disciplina	4	1	Baixa	
Excluir disciplina	2	2	Baixa	Exclui a disciplina e as obras associadas
Inserir editora	16	1	Média	
Alterar editora	16	1	Média	
Excluir editora	2	2	Baixa	Excluir a editora e as obras associadas
Inserir obra	12	3	Alta	
Alterar obra	12	3	Alta	
Excluir obra	2	2	Baixa	Exclui a obra e seus exemplares
Inserir exemplar	16	7	Alta	
Alterar exemplar	16	7	Alta	
Excluir exemplar	2	3	Média	Excluir o exemplar, empréstimo e reservas
Inserir periódico	19	2	Alta	
Alterar periódico	19	2	Alta	
Excluir periódico	2	2	Baixa	Exclui o periódico e seus exemplares
Inserir usuário	32	1	Média	

Alterar usuário	32	1	Média	
Excluir usuário	2	1	Baixa	
Inserir aluno	15	2	Média	
Alterar aluno	15	2	Média	
Excluir aluno	2	4	Média	Exclui aluno, empréstimos, reservas e multas
Cadastrar empréstimo	6	3	Alta	
Excluir empréstimo	2	1	Baixa	
Realizar devolução de empréstimo	8	3	Alta	
Acrescentar exemplares ao empréstimo	8	3	Alta	
Reduzir exemplares ao empréstimo	8	3	Alta	
Inserir multa	11	3	Alta	
Editar multa	11	3	Alta	
Excluir multa	2	1	Baixa	
Dar baixa em multa	11	1	Baixa	
Inserir reserva	8	3	Alta	
Alterar reserva	8	3	Alta	
Excluir reserva	2	1	Baixa	
Cancelar reserva	8	3	Alta	
Total Baixa:			15	
Total Média			10	
Total Alta:			15	

**Tabela 19 - Entradas externas sem dados de código**

<b>Lista de Consultas</b>	<b>TD</b>	<b>AL</b>	<b>Complexidade</b>
Autor - Visualização rápida	4	1	Baixa
Curso - Visualização rápida	4	1	Baixa
Disciplina - Visualização rápida	4	1	Baixa
Editora - Visualização rápida	4	1	Baixa
Obra - Visualização rápida	4	2	Baixa
Exemplar - Visualização rápida	5	1	Baixa
Periódico - Visualização rápida	4	1	Baixa
Usuário - Visualização rápida	4	1	Baixa
Aluno - Visualização rápida	4	1	Baixa
Empréstimo - Visualização rápida	5	2	Baixa
Multa - Visualização rápida	4	2	Baixa
Reserva - Visualização rápida	5	3	Baixa
Autor - Consulta detalhada	6	2	Média

Curso - Consulta detalhada	5	1	Baixa
Disciplina - Consulta detalhada	4	1	Baixa
Editora - Consulta detalhada	16	1	Baixa
Obra - Consulta detalhada	12	3	Média
Exemplar - Consulta detalhada	16	7	Alta
Periódico - Consulta detalhada	19	2	Média
Usuário - Consulta detalhada	32	1	Média
Aluno - Consulta detalhada	15	2	Média
Empréstimo - Consulta detalhada	6	3	Média
Multa - Consulta detalhada	11	3	Média
Reserva - Consulta detalhada	8	3	Média
Total Baixa:			15
Total Média			8
Total Alta:			1

**Tabela 20 - Consultas externas sem dados de código**

Por fim, as saídas externas identificadas na tabela 15 mantêm-se as mesmas para o escopo definido para o segundo cenário, visto que são funcionalidades que não tem relação com cadastros de valores básicos.

### 5.9.1.3. Cálculo do Tamanho Funcional

Como resultado final da contagem de pontos de função:

Sigla	Tipo	Complexidade	Contagem	Peso	PF
ALI	Arquivos Lógicos Internos	Baixa	14	7	98
		Média	0	10	0
		Alta	0	15	0
AIE	Arquivos Interface Internos	Baixa	0	5	0
		Média	0	7	0
		Alta	0	10	0
EE	Entradas Externas	Baixa	15	3	45
		Média	10	4	40
		Alta	15	6	90
SE	Saídas Externas	Baixa	2	4	8
		Média	2	5	10
		Alta	1	7	7
CE	Consultas Externas	Baixa	15	3	45
		Média	8	4	32
		Alta	1	6	6

<b>Total:</b>	<b>381</b>
---------------	------------

**Tabela 21 - Tamanho do software sem code table**

Por fim, ao calcularmos a quantidade de pontos de função pelo método da NESMA, de acordo com a contagem indicativa e a estimada (vide item 3.5), temos os seguintes resultados.

Valor da Contagem conforme o IFPUG		
Total de Pontos não ajustáveis:	381	PF
Fator de Ajuste:*	1	
Total de Pontos Ajustáveis:	381	PF

**Tabela 22 - Resultado final da contagem do projeto de desenvolvimento sem code table**

### 5.9.2. NESMA Indicativa

Para a aplicação do método indicativo da NESMA, foram utilizados apenas os grupos lógicos de dados (lista de arquivos) apresentados na tabela 18.

Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e considerando os que foram identificados na tabela 18, o tamanho indicativo do software dá-se pela fórmula abaixo:

$$35 * \sum ALI + 15 * \sum AIE = \text{tamanho indicativo (PF)}$$

Logo,

$$35 * 14 + 15 * 0 = \mathbf{490 PF}$$

### 5.9.3. NESMA Estimativa

Como subsídio para esta estimativa, foi necessário utilizar os arquivos lógicos identificados na tabela 18, a lista de entradas identificadas na tabela 19,

a lista de consultas identificadas na tabela 20 e a lista de saídas identificadas na tabela 21.

Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e para as funções de transação e considerando os arquivos lógicos identificados na tabela 14 e as listas de entradas, consultas e saídas das tabelas 19, 20 e 21 o tamanho estimativo do software dá-se pela seguinte fórmula:

$$\sum ALI*(7PF) + \sum AIE*(5PF) + \sum EE + \sum CE*(4PF) + \sum SE*(5PF) = \text{tamanho estimativo}(PF)$$

Logo,

$$14 * 7PF + 0 * 5PF + 40 + 24 * 4PF + 5 * 5PF = \mathbf{379 PF}$$

## 5.10. RESULTADOS FINAIS DAS ESTIMATIVAS

Por fim, o resultado completo das estimativas por meio dos três métodos utilizados considerando o escopo do primeiro cenário:

Valor da Contagem conforme o IFPUG		
Valor da Contagem Detalhada:	548	PF
Valor da Contagem conforme a NESMA		
Valor da Contagem Indicativa:	560	PF
Valor da Contagem Estimada:	593	PF

**Tabela 23 - Resultado final das estimativas do primeiro cenário**

A tabela 24 apresenta o resultado consolidado das estimativas de tamanho funcional obtidas por meio dos três métodos, considerando o escopo do segundo cenário.

Valor da Contagem conforme o IFPUG		
Total de Pontos não ajustáveis:	381	PF
Valor da Contagem conforme a NESMA		
Valor da Contagem Indicativa:	490	PF
Valor da Contagem Estimada:	379	PF

**Tabela 24 - Resultado final das estimativas do segundo cenário**

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao final do processo de estimativa do tamanho funcional do software de gerenciamento de acervo bibliográfico, é possível analisar e comparar os resultados da medição realizada pelas técnicas do IFPUG e da NESMA.

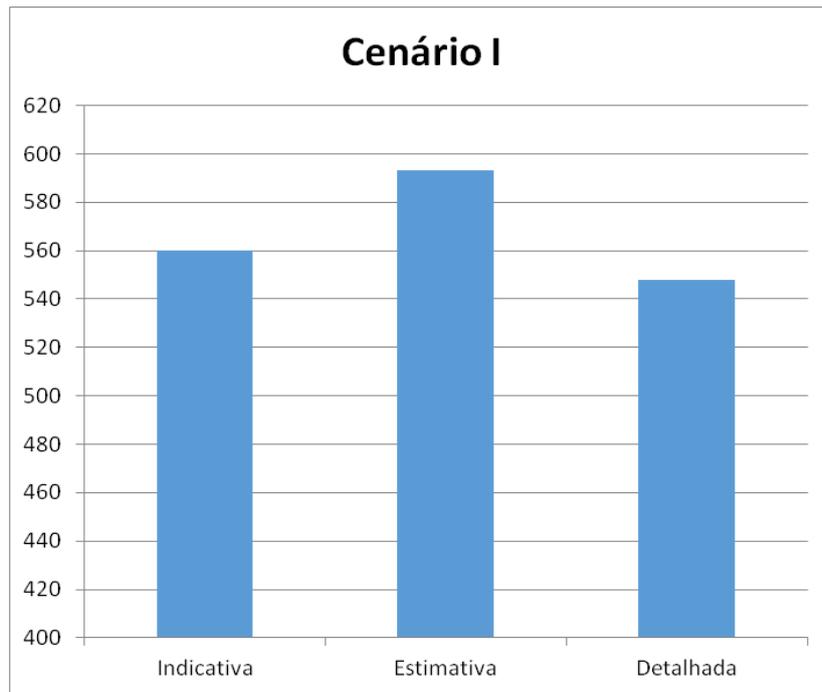
No primeiro cenário, onde a estimativa foi realizada exatamente com base na solicitação da Universidade Estadual do Piauí, é possível observar que as estimativas apresentaram resultados muito próximos entre o valor da contagem indicativa e estimativa da NESMA em relação ao método detalhado do IFPUG.

A contagem indicativa, pela técnica da NESMA, que permite a realização de uma estimativa antes da conclusão do levantamento de requisitos do sistema, é baseada unicamente na presença de arquivos lógicos (ALI ou AIE) e atribui pesos a estes arquivos lógicos de forma a balancear a inexistência das funções do tipo transação, que só poderão ser identificadas após a identificação dos requisitos do software. No primeiro cenário de estimativas, seu resultado mostrou-se muito próximo ao resultado da contagem detalhada do IFPUG, que já utilizou como subsídio uma especificação inicial dos requisitos do software.

Na contagem do tipo estimada, pela técnica da NESMA, a variação foi um pouco maior, porém permaneceu com uma margem inferior a 10% de variação em relação à contagem detalhada, o que é esperado, de acordo com o manual de contagem antecipada da NESMA (2014), para situações onde existam entradas e/ou saídas externas para cada tipo de registro dos arquivos lógicos.

A contagem do tipo detalhada, neste primeiro cenário, apresentou o menor tamanho entre todas as estimativas. Apesar de não ser uma regra, demonstrou que, com a elucidação dos requisitos ao longo do projeto, é possível que o tamanho final possa ser reduzido ainda mais.

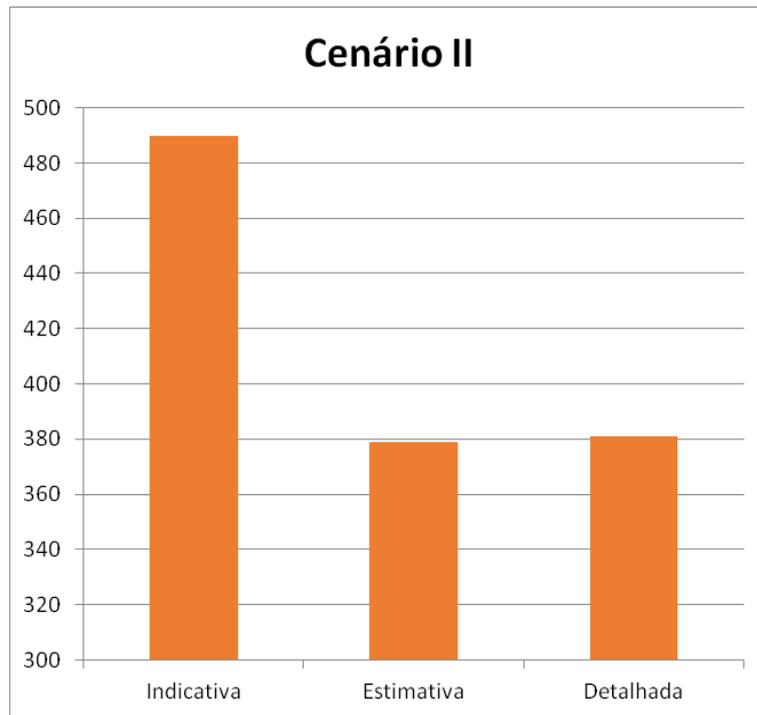
O gráfico 1 apresenta a variação entre os resultados obtidos com cada método de estimativa:



**Gráfico 1 - Comparação entre as estimativas obtidas no primeiro cenário**

Observando o gráfico, a quantidade de pontos de função que representam o tamanho funcional do software e comparando os resultados obtidos pelo método indicativo da NESMA, que ignora completamente o levantamento de requisitos, em comparação com o método detalhado do IFPUG, que utiliza o levantamento de requisitos como subsídio, foi possível perceber que houve uma variação de 2,14% entre o resultado destas duas estimativas.

No segundo cenário foi considerada uma situação onde as funcionalidades de cadastros de dados auxiliares, como por exemplo, os cadastros de tipo, foram substituídos por uma importação inicial destes valores na implantação do sistema, visto que são dados que raramente ou nunca serão alterados.



**Gráfico 2 - Comparação entre as estimativas obtidas no segundo cenário**

Neste cenário, a contagem estimada da NESMA e a completa do IFPUG tiveram resultados praticamente iguais, enquanto a contagem indicativa demonstrou uma divergência de aproximadamente 22,5% em relação à estimativa detalhada.

A partir da contagem indicativa, conforme a fórmula de conversão proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012) por meio da observação do estudo de caso de Candido e Sanches (2004), é possível validar se ambas as contagens, mesmo divergentes, podem se aproximar.

$$FP = - 4.10 + 0.726 IFP$$

FP = tamanho obtido pela estimativa com o IFPUG

IFP = tamanho obtido pela estimativa com o método indicativo da NESMA.

$$FP = -4.10 + (0,726 * 490)$$

FP = 351,64

Em relação ao valor obtido com a contagem detalhada, que foi de 381 PF, temos uma variação de 7,7%, o que é aceitável de acordo com os resultados do estudo de Huang, Aihua e Zhiyong (2012).

Através da observação dos resultados alcançados, o autor deste trabalho também propõe a existência de uma relação entre o grau de proximidade da contagem indicativa da NESMA (realizada antes do levantamento de requisitos) e a contagem detalhada do IFPUG (realizada depois do levantamento de requisitos), que estaria intrinsecamente ligada à quantidade de tipos de registros identificados nos arquivos lógicos que possuem funções do tipo transação, ou seja, entradas, consultas ou saídas externas.

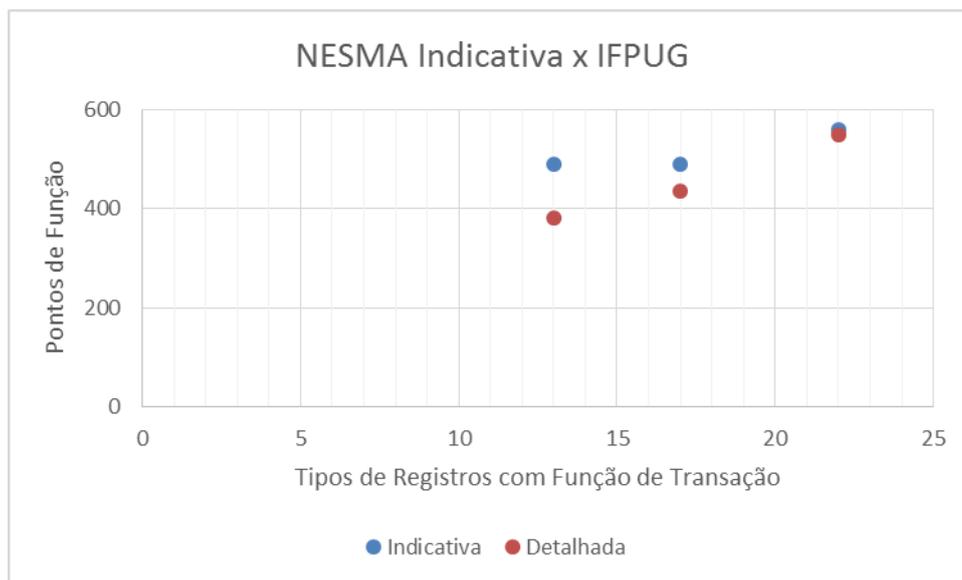


Gráfico 3 - Relação entre NESMA indicativa e IFPUG

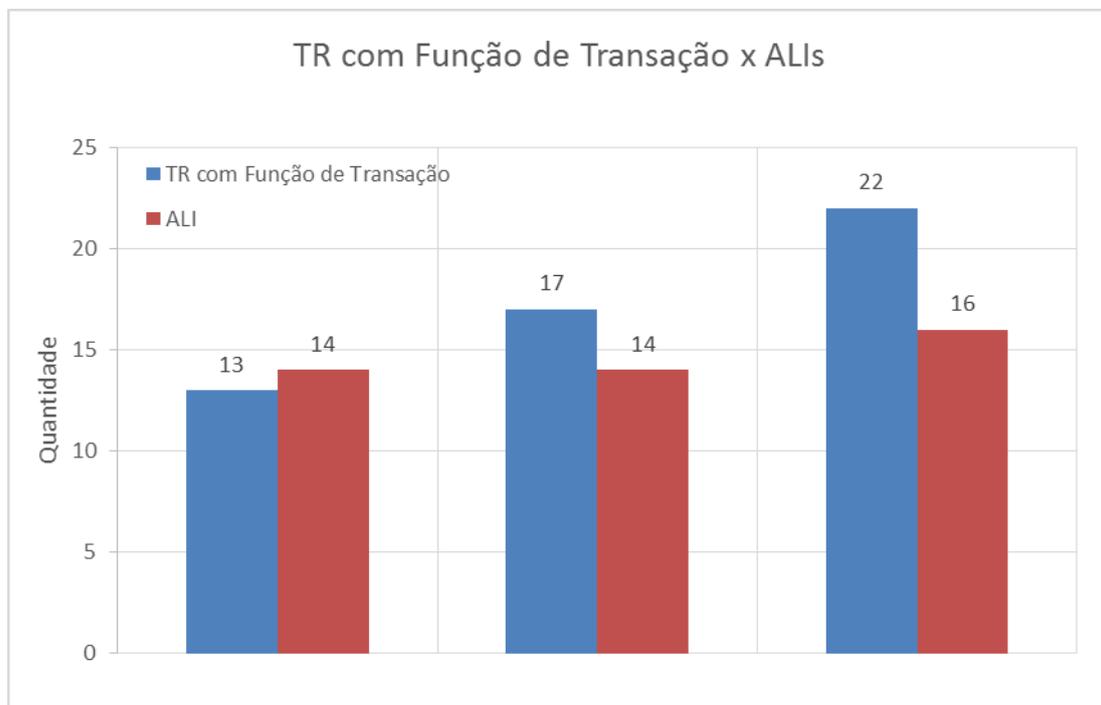
O gráfico 3 demonstra três resultados de contagem distintos para o sistema de gerenciamento de acervo bibliográfico.

O resultado mais à esquerda, refere-se ao segundo cenário, onde a discrepância entre as estimativas foi maior. O resultado mais à direita, refere-se ao primeiro cenário, onde as estimativas foram muito próximas, com margem mínima de variação.

O resultado intermediário foi obtido através de um novo processo de cálculo de tamanho funcional com o método indicativo da NESMA e o método do IFPUG, considerando apenas as transações lógicas de 4 entre os 10 tipos de registros desconsiderados entre o primeiro e o segundo cenário, todos com complexidade baixa.

O gráfico 4 demonstra apenas a relação entre os arquivos lógicos identificados e os respectivos tipos de registros destes arquivos lógicos que possuem ao menos uma função de transação.

À medida que o número de arquivos lógicos se mantêm estáveis e a quantidade de tipos de registros com funções de transação aumenta, o resultado das estimativas por meio da NESMA indicativa e do IFPUG se aproxima.



**Gráfico 4 - Relação entre ALIs e TRs com Função de Transação**

## 7. AMEAÇAS À VALIDADE DOS RESULTADOS

No desenvolvimento de pesquisas científicas, é necessário observar quais ameaças podem interferir na validade e confiabilidade dos resultados alcançados.

Dentro do presente trabalho, é possível identificar as seguintes ameaças:

- A aplicação prática foi realizada com base em apenas um único software:

Como o software escolhido pelo autor do presente trabalho para a aplicação prática não contempla todas as variações possíveis de requisitos funcionais e outros fatores que podem ajustar o resultado da estimativa alcançada após a contagem dos pontos de função, os resultados alcançados podem não dar a resposta adequada à pergunta de pesquisa formulada pelo autor. Para maior confiabilidade, seria necessário realizar as estimativas com base em uma quantidade maior de softwares e com softwares de características distintas;

- Escopo definido para as estimativas:

O escopo definido para a realização das estimativas, que dividiu o processo em dois cenários distintos pode ser considerado subjetivo, visto que a supressão de requisitos funcionais e o entendimento do que pode ser considerado como dado de código foi baseado na experiência do autor no levantamento de requisitos de softwares. Desta forma, caso os cenários definidos tivessem outra configuração, o resultado final das estimativas poderiam levar o autor a chegar a outras conclusões.

- Levantamento de casos de uso e de requisitos funcionais:

Apesar da documentação inicial, presente do edital de licitação explicitar as possíveis funcionalidades desejadas pelo usuário do software escolhido, o levantamento dos casos de uso do software e dos requisitos funcionais realizado pelo autor também podem apresentar divergências, caso confrontados com a visão de outros autores. Mesmo que a margem

da complexidade das funções de dados e de transação possua um intervalo que permite pequenas mudanças sem alterar o resultado da estimativa, ainda assim seria possível que outro autor chegasse a um resultado diferente.

## 8. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho propôs a realização da estimativa de um projeto de desenvolvimento de software por meio de métodos de medição tamanho funcional de software com pontos de função.

A fundamentação teórica foi essencial para alcançar o entendimento necessário das técnicas de análise de pontos de função e suas diferenças em relação a outras técnicas de estimativa de tamanho funcional de software.

Por meio da aplicação prática realizada, o conhecimento adquirido pôde ser consolidado e aplicado em um software real, demandado pela Universidade Estadual do Piauí, onde a técnica de estimativa de tamanho com a contagem de pontos de função permitiu a obtenção de uma resposta para a questão de pesquisa proposta neste trabalho.

Com a análise comparativa dos resultados obtidos por ambas as técnicas aplicadas (IFPUG e NESMA), é possível entender que a técnica de estimativa da NESMA denominada indicativa, que permite uma estimativa do tamanho do software antes da conclusão do levantamento de requisitos, pode alcançar valores aproximados em relação à contagem detalhada do IFPUG, realizada após o levantamento de requisitos.

No entanto, foi possível observar que, para os casos onde é possível identificar antes do levantamento de requisitos que os arquivos lógicos terão uma quantidade superior de tipos de registros e que estes certamente terão ao menos uma função de transação, aconselha-se o uso da fórmula proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012), a fim de prever o tamanho com o método do IFPUG antes mesmo da conclusão do levantamento de requisitos e subsequente estimativa detalhada.

Nos casos onde for possível identificar antes do levantamento de requisitos que a quantidade de tipos de registros que possuirão ao menos uma função de transação é semelhante à quantidade de arquivos lógicos, o resultado da estimativa com o método indicativo da NESMA já resultará em um valor próximo ao resultado do método do IFPUG, não sendo necessária a utilização da fórmula proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012).

Por fim, este trabalho pode ajudar a questionar as afirmações dos integrantes do grupo da NESMA, que atribuem aos resultados obtidos com

estimativas antecipadas a obrigatoriedade de que estas tenham o mesmo resultado da estimativa pelo método detalhado (NESMA, 2014), enquanto os estudos de Candido e Sanchez (2004), utilizados posteriormente por Huang (2012), demonstram que em todas as estimativas e medições de tamanho funcional realizadas com os métodos indicativo e detalhado, sempre haverá uma diferença significativa que justifica a aplicação da fórmula proposta por Huang para aproximar ambos os resultados.

Mesmo com a realização de uma aplicação prática que considera um único software dividido em cenários com escopos diferentes, o autor deste trabalho obteve tanto um resultado com variação mínima, quanto um resultado com variação mais significativa.

Desta forma, ao utilizar uma estimativa obtida por meio de um método antecipado para a tomada de decisão, o autor recomenda a observação de outras medições e/ou estimativas com uma quantidade maior de softwares, para que seja possível concluir em quais situações ou quais características um software deve ter para que fórmula de aproximação de estimativas, proposta por Huang, precise ser aplicada e em quais situações ela não é necessária.

Como contribuição científica, o presente trabalho questiona as afirmações realizadas tanto pela NESMA, quanto pelos autores dos trabalhos relacionados, em relação à divergência dos resultados obtidos pelas estimativas antecipadas e pelas estimativas detalhadas.

Como trabalhos futuros, sugere-se:

- Realização de estimativa do tamanho funcional do software utilizado neste trabalho, por meio dos demais métodos aderentes ao padrão ISO/IEC 14143-1, ou seja, Mark II, COSMIC e FiSMA;
- Realização de estimativa do tamanho funcional do software utilizado neste trabalho, por meio da contagem de pontos por caso de uso e comparação ao valor obtido com a contagem por meio de pontos de função;
- Realização de estimativa de esforço, duração, tempo, cronograma e custo, utilizando como subsídio a estimativa de tamanho do software de gerenciamento de acervo bibliográfico solicitado pela UESPI;

- Desenvolvimento do software de gerenciamento de acervo bibliográfico solicitado pela UESPI, a fim de verificar os desvios entre as estimativas realizadas e o cenário real;
- Criar ferramenta para automatização da estimativa de tamanho funcional de software com o método do IFPUG, NESMA e demais métodos aderentes ao padrão ISO/IEC 14143-1, a partir das diretrizes de estimativa de cada método e das fórmulas de conversão propostas pelos autores em estudos recentes;
- Desenvolver software de ensino sobre estimativa e medição de tamanho funcional de software com pontos de função.

## REFERÊNCIAS

1. \_\_\_\_\_, **IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications**. IEEE Std 830-1998 (Revision of IEEE Std 830-1993), IEEE Computer Society, 1998.
2. ANDRADE E. L. P. D., OLIVEIRA K. M. **Aplicação de pontos de função de casos de uso de forma combinada no processo de gestão de estimativa de tamanho de projetos de software orientado a objetos**. *Informática Pública* vol. 7(1): 13-30, 2005
3. BFPUG. **Padrão ISO Para Medição Funcional de Tamanho**, 1999. Disponível em: <[http://www.bfpug.com.br/Artigos/iso\\_fsm.htm](http://www.bfpug.com.br/Artigos/iso_fsm.htm)>. Acesso em: 18 de Junho de 2014.
4. BRASIL. Instrução Normativa Nº 4. - 19 de maio de 2008. - Dispõe sobre o processo de contratação de serviços de Tecnologia da Informação pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional.
5. BRASIL. Tribunal de Contas da União. ACERCA DE POSSÍVEIS IRREGULARIDADES EM PROCEDIMENTO LICITATÓRIO. PROCEDÊNCIA. DETERMINAÇÃO NO SENTIDO DE PROVIDENCIAR-SE A ANULAÇÃO DO CERTAME OU, SE A ALTERNATIVA MELHOR ATENDER AO INTERESSE PÚBLICO, AO MENOS DOS ATOS PRATICADOS A PARTIR DA PUBLICAÇÃO DO EDITAL, CUIDANDO-SE, NO NOVO INSTRUMENTO CONVOCATÓRIO, DE CORRIGIR AS IRREGULARIDADES IDENTIFICADAS NO INSTRUMENTO ATUAL. ARQUIVAMENTO. Acórdão 2024/2007 Ata 40 - Plenário TC-019.998/2007-7. Relator: Auditor Augusto Sherman Cavalcanti. Diário Oficial da União: 28/09/2007.
6. BUNDSCHUH, M.; DEKKERS, C. **The IT Measurement Compendium: Estimating and Benchmarking Success with Functional Size Measurement**. Springer Publishing Company, Incorporated, 2008.

7. CANDIDO, E; SANCHES, R. **Estimating the Size of Web Applications by Using a Simplified Function Point Method.** Proceedings of the WebMedia & LA-Web 2004, pp 98-105, 2004.
8. CAVALCANTI, A. S. **O Novo Paradigma de Contratação de TI na Administração Pública Federal.** Revista do Tribunal de Contas da União – Brasil – Ano 42 – Número 117, pg 7-14, Janeiro/Abril 2010.
9. CHEUNG, D. F. W.; TSOI, H. **Applying Erlang Distribution For Software Size Estimation.** IRMA International Conference. City University of Hong Kong, 2001.
10. CONTE, S.D. **Software engineering metrics and models.** Califórnia: Benjamin/Cummings Publishing, 1985.
11. COSTA, M. **Métrica de Software. Análise de Pontos de Função,** 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/marcuscosta/curso-de-apf-bsico>>. Acesso em: 01 de Julho de 2014.
12. GENCEL, C.; BUGLIONE, L.; DEMIRORS, O.; EFE, P. **A Case Study on the Evaluation of Cosmic-FFP and Use Case Points,** In Proc. Of 3<sup>rd</sup> Software Measurement European Forum (SMEF 2006), 10-12 Maio 2006, Roma, Itália.
13. GUARIZZO, K. **Métricas de Software.** Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna, 2008.
14. HAZAN, C. **Análise de Pontos de Função - Uma aplicação nas estimativas de tamanho de Projetos de Software.** Engenharia de Software Magazine, n. 02, p. 60, 2009. ISSN 1983127-7.

15. HAZAN, C. **Como evitar armadilhas em contratos de fábricas de software.** Revista do Tribunal de Contas da União – Brasil – Ano 42 – Número 117, pg 47-56, Janeiro/Abril 2010.
16. HUANG, H.; REN, A.; YANG, Z. **Conversion of Function Points Between NESMA and IFPUG Method.** Information Science and Service Science and Data Mining (ISSDM), 2012 6th International Conference on New Trends, pp.89,93, 23-25 Oct. 2012
17. IFPUG. **Function Point Counting Practices Manual: Release 4.3.** International Function Point Users Group, 2010.
18. ISO/IEC. **ISO/IEC 14143-6: Guide for the use of ISO/IEC 14143 series and related International Standards.** ISO Geneva, Switzerland, Second Edition, 2006.
19. KARNER, G. **Resource Estimation for Objectory Projects.** White Paper, Objective Systems, 17 Setembro 1993.
20. KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews.** Tech. Report, TR/SE-0401, Keele University, 2004
21. MONTEIRO, H. S. S. **Métrica para Acessibilidade em Software Usando Análise de Pontos de Função.** Monografia para obtenção do grau de Bacharel. Universidade de Pernambuco. Recife, 2011.
22. NAGESWARAN, S. **Test Effort Estimation Using Use Case Points.** Quality Week 2001, San Francisco, CA, USA, 2001.
23. NESMA. **Definições e orientações a contar para a aplicação da análise de ponto de função.** O Manual Prático, versão 2.1, 2004.
24. NESMA. **Análise de Pontos de Função Para Melhoria de Software: Tradução para o Português da Versão 2.2.1.** Netherlands Software Metrics Association, 2009.

25. NESMA. **Early Function Point Counting**, 2014. Disponível em:  
<[http://www.nesma.nl/section/fpa/earlyfpa.htm#bm\\_Detailed\\_function\\_point\\_count](http://www.nesma.nl/section/fpa/earlyfpa.htm#bm_Detailed_function_point_count)>.  
Acesso em: 01 de Julho de 2014.
26. PARTHASARATHY, M. A. **Practical Software Estimation: Function Point Methods for Insourced and Outsourced Projects**. Pearson Education, 2003, pg 150.
27. PRESSMAN, R. S., **Engenharia de software**, 6 ed. Pg 649, McGraw Hill Brasil, 2011.
28. SEIBT, P. R. R. S. **Ferramenta para Cálculo de Métricas em Softwares Orientados a Objetos**. Monografia para obtenção do grau de Bacharel em Ciências da Computação. Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2001.
29. SILVA, L. M. **Uma Abordagem Sensível à História para Detecção de Anomalias de Código**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Informática). Departamento de Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
30. TETILA, E. C., COSTA I., SPINOLA M. M., TETILA, J. Q. S. **Processo de estimativa de software com a métrica USE CASE POINTS, PMBOK e RUP**. IJIE - Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial 1 (2011): 249-264.
31. TRENDOWICZ, A.; JEFFERY, R. **Software Project Effort Estimation Foundations and Best Practice Guidelines for Success**. Springer, 2014 edition
32. VAZQUEZ C. E.; SIMÕES G. S., ALBERT R. M. **Análise de Pontos de Função**. Érica, 2013. 13ª Edição.

33.VIEIRA, G. M. **Ferramenta para Auxílio na Coleta de Métricas e Estimativa de Software**. Monografia para obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação. Universidade Luterana do Brasil, Gravataí, 2007

# APÊNDICE A – MODELO DE DADOS

## MODELO DE DADOS SIMPLIFICADO

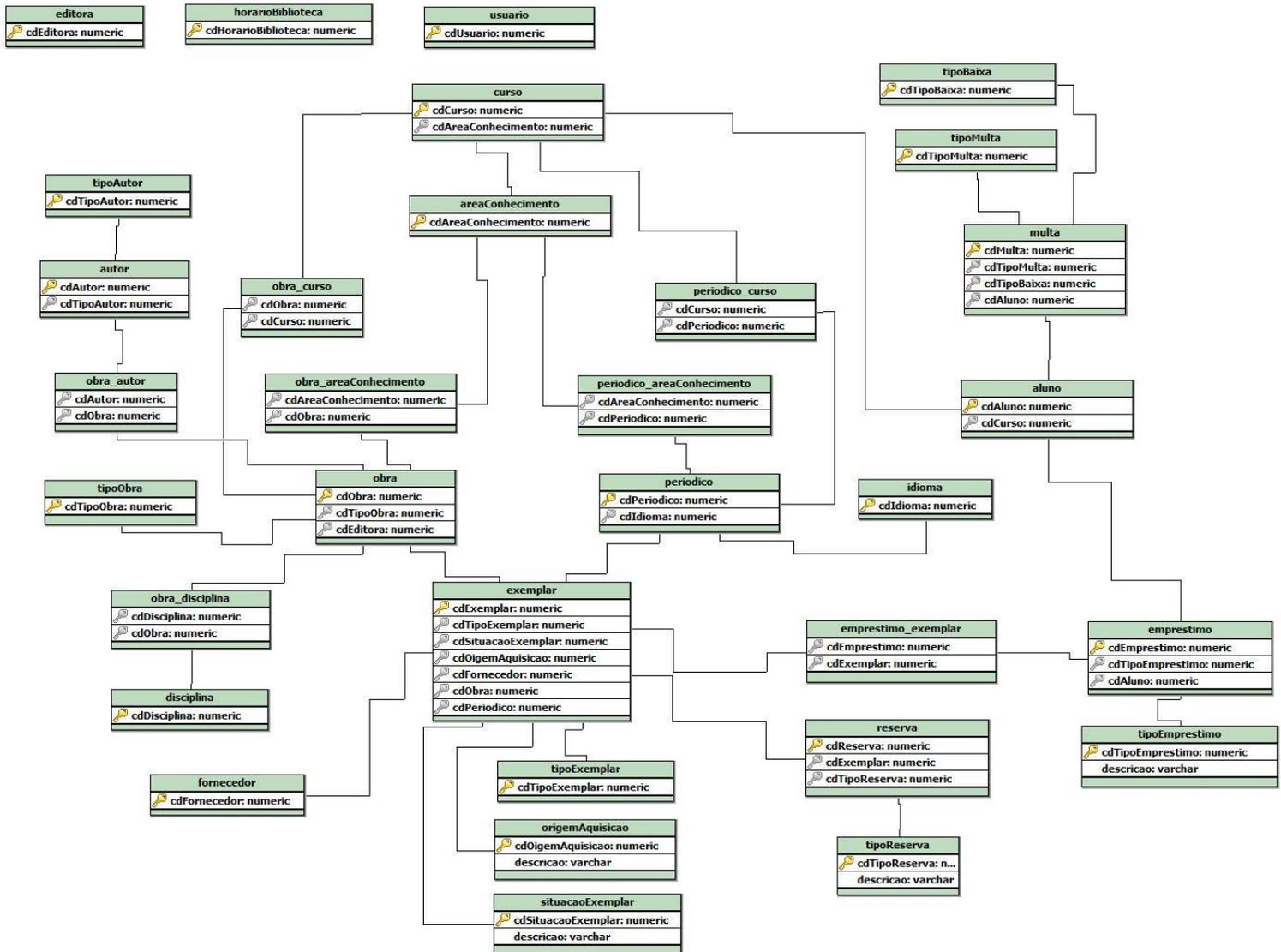


Figura 5 - Diagrama de Entidade e Relacionamento Simplificado

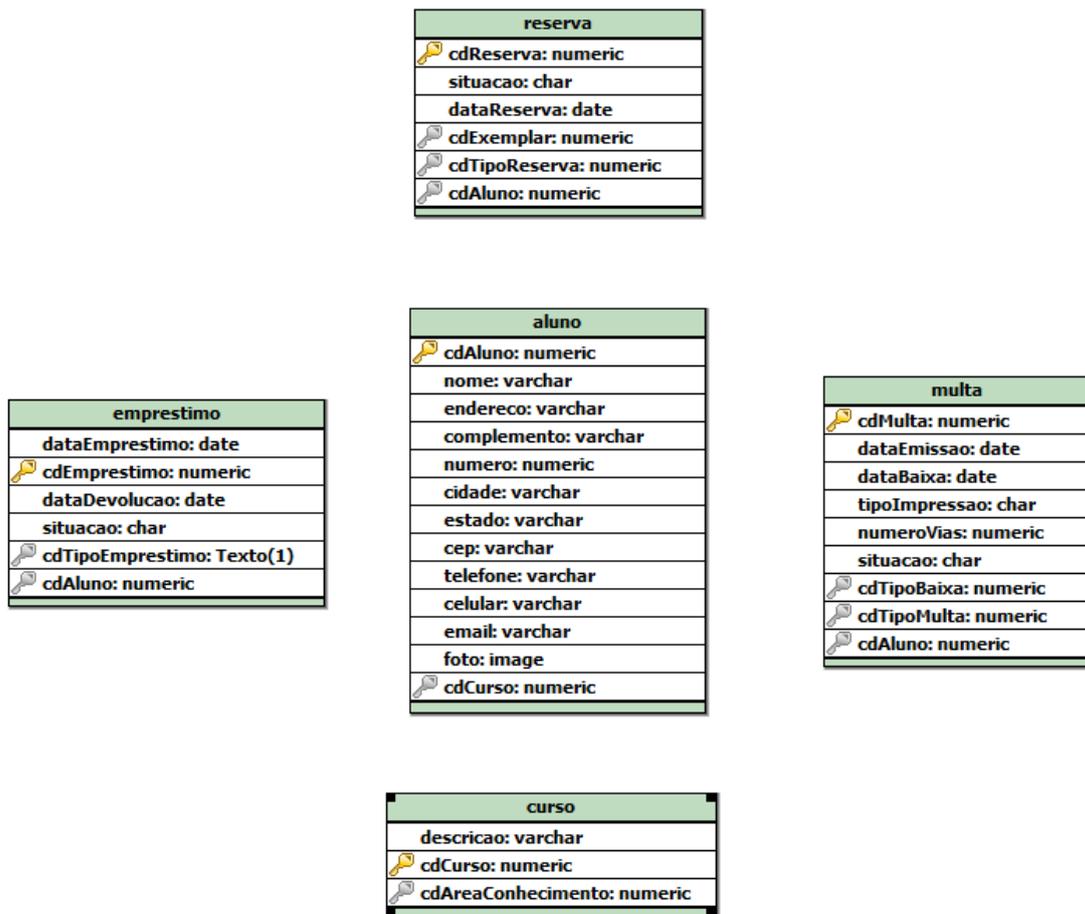


Figura 6 - Tabelas referentes ao contexto do aluno



Figura 7 - Tabelas referentes ao contexto do autor

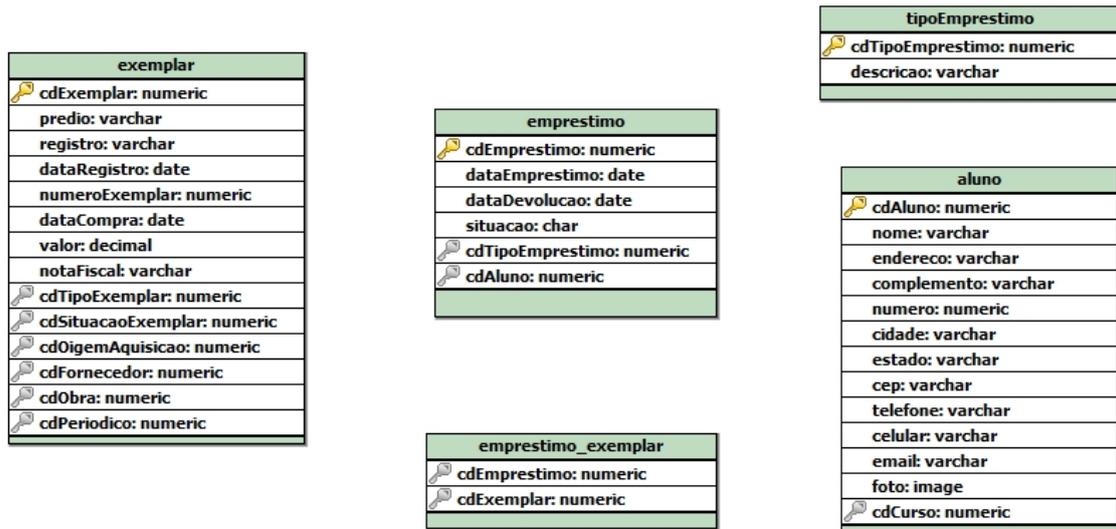


Figura 8 - Tabelas referentes ao contexto do empréstimo

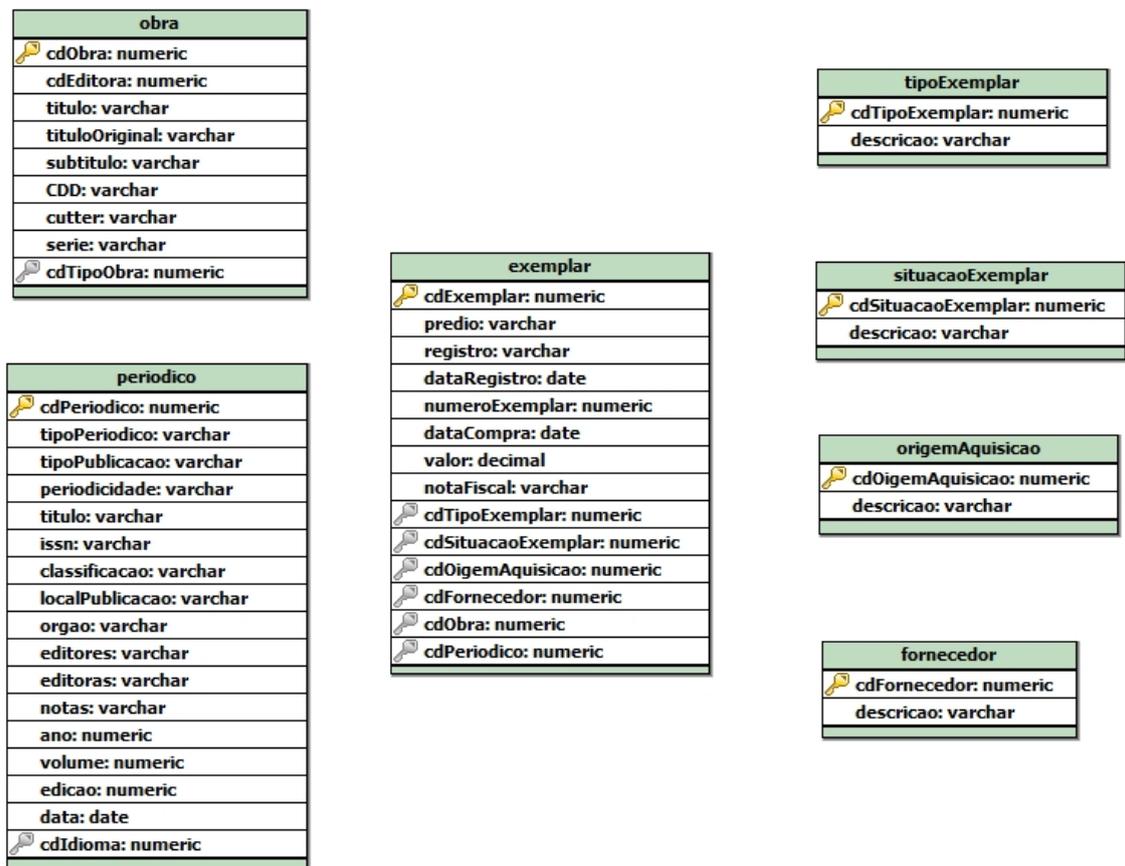


Figura 9 - Tabelas referentes ao contexto do exemplar

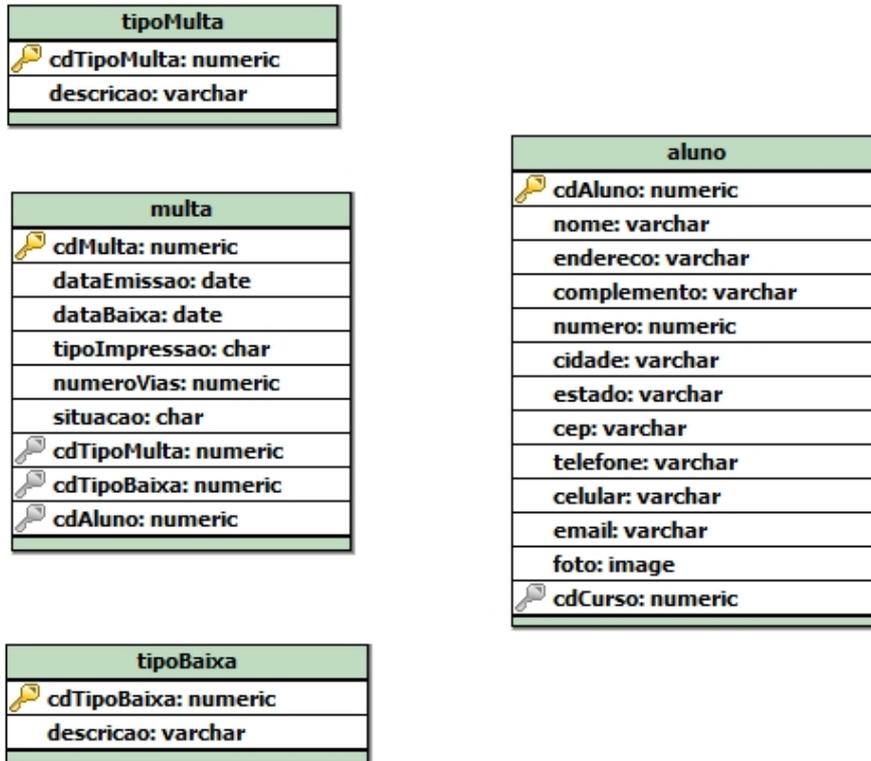


Figura 10 - Tabelas referentes ao contexto da multa

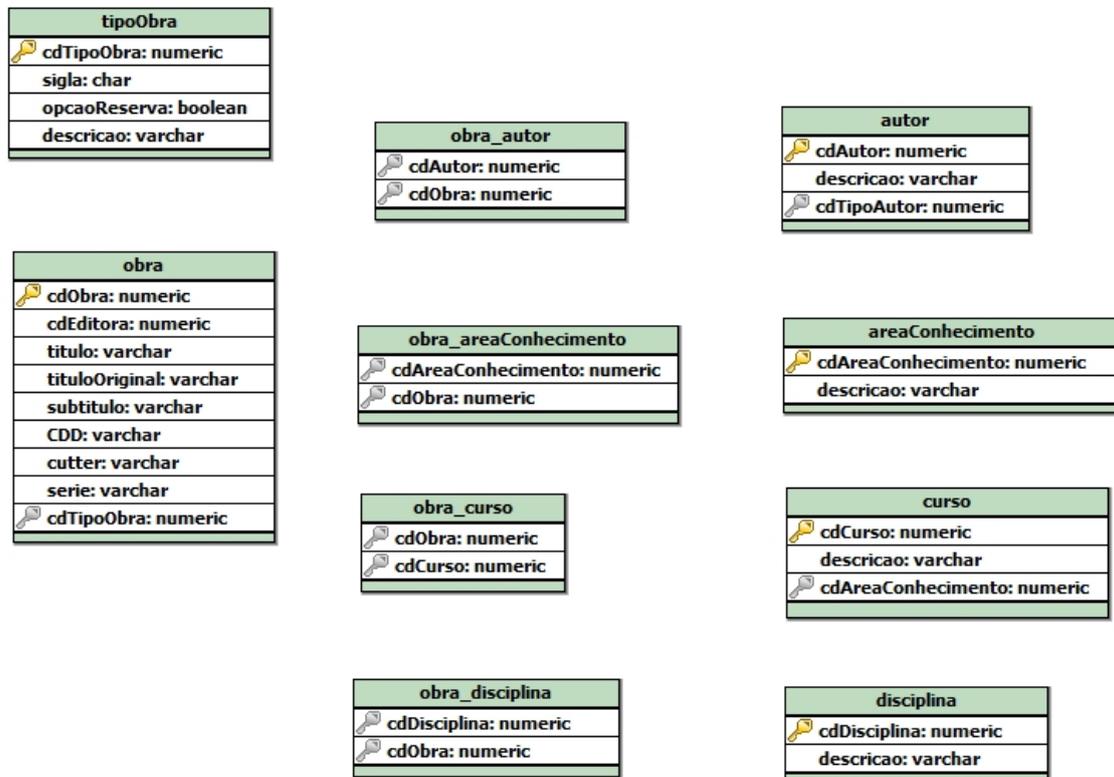


Figura 11 - Tabelas referentes ao contexto da obra

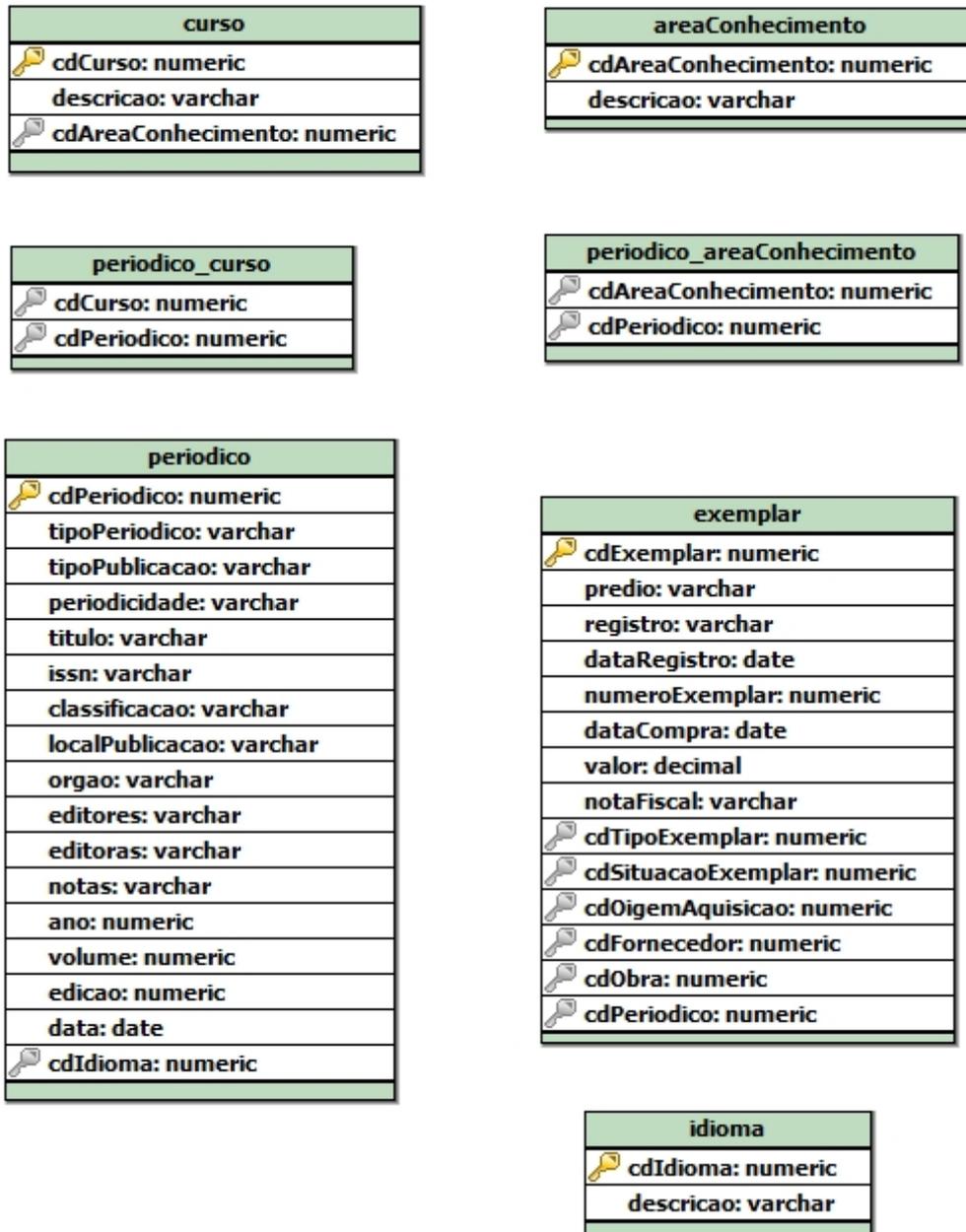


Figura 12 - Tabelas referentes ao contexto do periódico

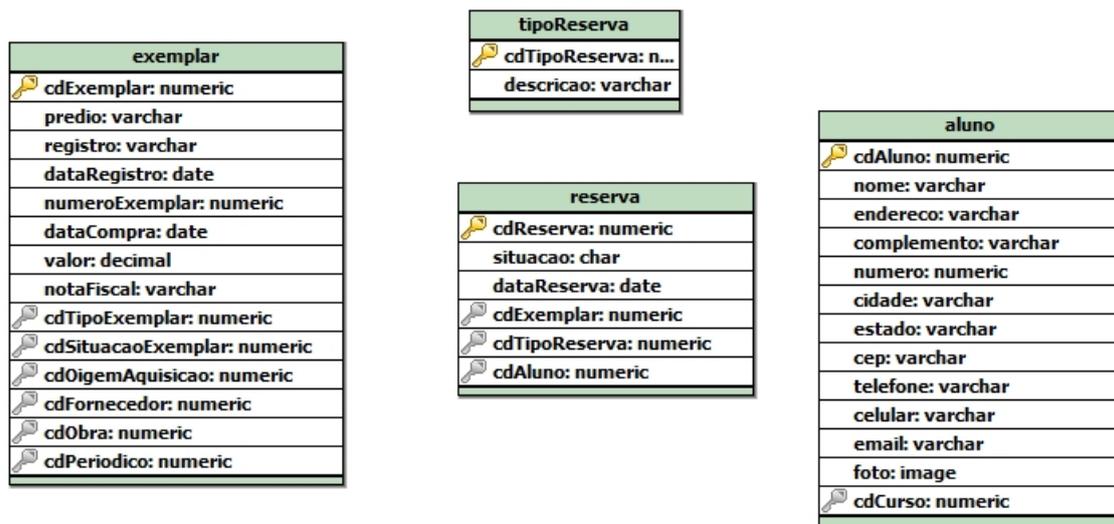


Figura 13 - Tabelas referentes ao contexto da reserva

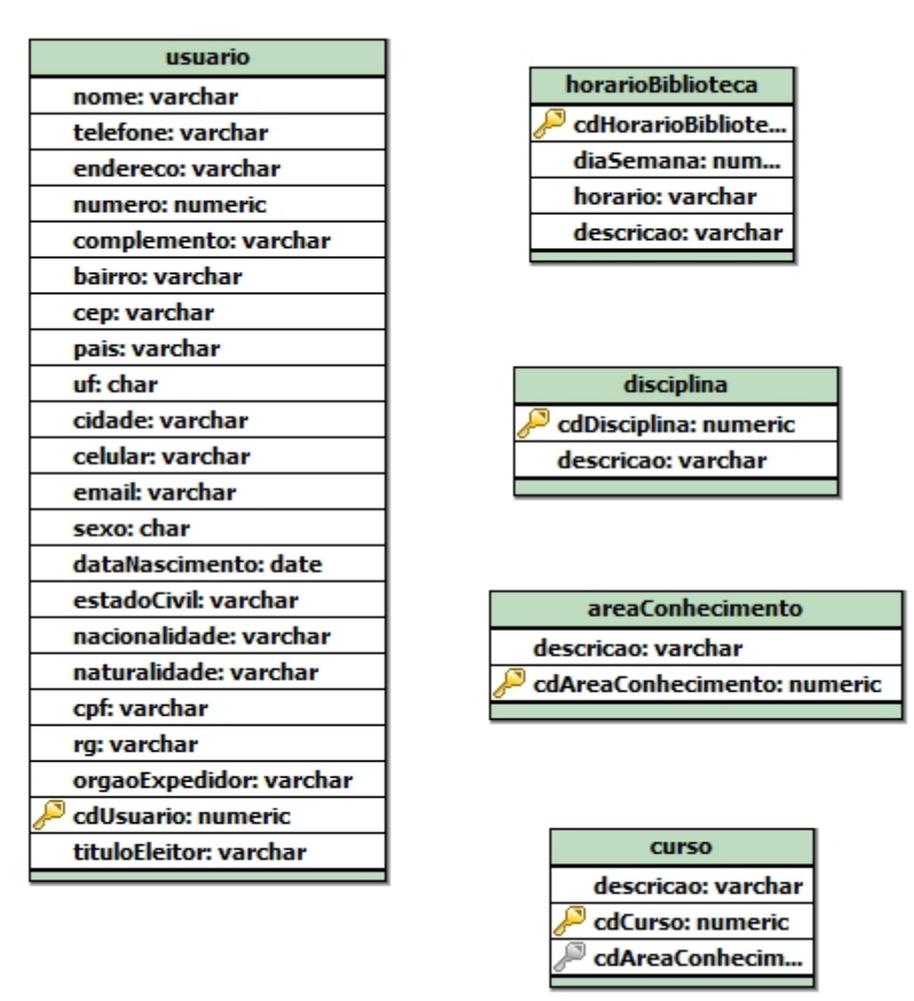


Figura 14 - Outras tabelas

## **Análise Comparativa Entre os Métodos IFPUG e NESMA na Estimativa de Tamanho Funcional de Software com Pontos de Função**

**Luciano Gaspar Peixoto**

*UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
INE – Departamento de Informática e Estatística  
Florianópolis – SC – Brasil*

lpeixoto87@hotmail.com

**Resumo.** *Com a crescente demanda por serviços de tecnologia da informação, as empresas que buscam a contratação de fábricas de software precisam de parâmetros bem definidos para observar e auditar as estimativas de tamanho de cada projeto de desenvolvimento. O presente trabalho tem como objetivo comparar os resultados da estimativa de tamanho funcional de software obtidos por meio de duas técnicas de contagem de pontos de função, IFPUG e NESMA por meio de métodos que antecedem o levantamento de requisitos do software e de um método que utiliza o levantamento de requisitos funcionais como subsídio. A análise dos resultados obtidos permite avaliar as situações onde as estimativas, realizada em momentos tão distintos podem alcançar resultados semelhantes, servindo de apoio na tomada de decisão em etapas iniciais do ciclo de vida de um projeto de software.*

### **1. Introdução**

Entre os riscos encontrados em um projeto de desenvolvimento de software, estão aqueles relacionados ao cumprimento do cronograma estabelecido, dos prazos assumidos e dos custos estimados (PRESSMAN, 2011). Quando o planejamento não é preciso, existe chance de atraso na entrega e de custos excedentes, o que pode prejudicar a credibilidade do fornecedor de software, causar problemas no orçamento e impactos no cronograma (VIEIRA, 2007; CHEUNG e TSOI, 2001). A experiência dos profissionais envolvidos nas organizações de TI contribui muito para a elaboração de planos mais realistas. Contudo, parte desta experiência pode ser perdida com a velocidade do avanço tecnológico e da rotatividade de pessoal (VAZQUEZ et al., 2013).

A estimativa de software, segundo Bundschuh e Dekkers (2008), caracteriza-se pelo cálculo realizado a partir de parâmetros definidos, a fim de encontrar medidas aproximadas sobre atributos ou propriedades deste software, tais como o tamanho, esforço, duração, recurso, entre outros. Já a medição, captura informações quantitativas sobre estes atributos ou propriedades (FENTON e PFLEEGER, 1997 apud SILVA, 2010). De acordo com Vazquez, Simões e Albert (2013), as principais técnicas de

estimativa de software assumem que o tamanho de um software é um vetor importante para a determinação do esforço para sua construção. Saber o seu tamanho é um dos primeiros passos do processo de estimativa de esforço, prazo e custo.

Atualmente, existem cinco métodos aprovados pela ISO como padrões internacionais de estimativa e medição de tamanho funcional: COSMIC<sup>12</sup>, IFPUG, Mark II<sup>13</sup>, NESMA e FiSMA<sup>14</sup> (ISO/IEC, 2012). Apesar de todos os métodos utilizarem como unidade de medida o ponto de função, os valores obtidos com um método não equivalem diretamente ao ponto de função obtido com outro método. Os dois únicos métodos que possuem equivalência entre si são os métodos IFPUG e NESMA. Por este motivo, o presente trabalho visa realizar uma análise comparativa entre as estimativas realizadas pelos métodos do IFPUG e da NESMA para estimar o tamanho funcional do software em diferentes etapas do ciclo de vida de um software. O método da NESMA será utilizado na estimativa que considera práticas que antecedem a especificação de requisitos do sistema, enquanto o método do IFPUG será utilizado na obtenção de uma estimativa que utiliza a especificação de requisitos como subsídio.

## 2. Metodologia

Este trabalho adotou o método de pesquisa exploratória, através da aplicação prática da estimativa de tamanho funcional de software por meio da contagem de pontos de função. A metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi dividida em quatro etapas:

**Etapa 1:** Revisão da literatura na área de estimativa e medição de tamanho funcional de software por meio da contagem de pontos de função com os métodos do IFPUG e da NESMA, aderentes ao padrão ISO 14143-1.

Atividade 1.1: Revisão dos conceitos na área de estimativa de software.

Atividade 1.2: Análise das métricas de estimativa e medição de tamanho funcional.

Atividade 1.3: Análise dos tipos de contagem de pontos de função com os métodos indicativo e estimativo da NESMA e com o método detalhado do IFPUG.

**Etapa 2:** Pesquisa do estado da arte em relação à medição do tamanho funcional de software com pontos de função, envolvendo comparações entre estimativas com os métodos da NESMA e do IFPUG para o mesmo software ou parte de software.

Nesta etapa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura seguindo o método definido por Kitchenham e Charters (2007).

Atividade 2.1: Definir a revisão do estado da arte

Atividade 2.2: Executar revisão do estado da arte

Atividade 2.3: Analisar e interpretar as informações extraídas

Atividade 2.4: Documentar e discutir os resultados

**Etapa 3:** Aplicação prática da estimativa de tamanho funcional de software com pontos de função em um novo software.

Atividade 3.1: Busca de uma especificação de requisitos de software por meio de edital publicado no diário oficial da união e contratado por meio de processo licitatório.

---

<sup>12</sup> <http://www.cosmicon.com>

<sup>13</sup> <http://www.ukσμα.co.uk>

<sup>14</sup> <http://www.fisma.fi>

Atividade 3.2: Realização da estimativa de tamanho funcional de software por meio do método indicativo da NESMA.

Atividade 3.3: Realização do levantamento de casos de uso e requisitos funcionais do software escolhido.

Atividade 3.4: Realização da estimativa de tamanho funcional por meio do método estimativo da NESMA.

Atividade 3.5: Realização da estimativa de tamanho funcional por meio do método detalhado do IFPUG.

**Etapa 4:** Validação dos resultados obtidos na etapa 3. Os resultados obtidos com a aplicação prática foram comparados quantitativamente e analisados, enquanto as ameaças à validade destes resultados e da resposta dada à pergunta de pesquisa foram identificadas.

Atividade 4.1: Análise dos resultados obtidos nas atividades 3.2, 3.4 e 3.5.

Atividade 4.2: Discussão da validade dos resultados

Atividade 4.3: Discussão dos resultados obtidos

### **3. Estado da Arte**

A revisão bibliográfica proposta tem como principal objetivo a obtenção de estudos existentes sobre a estimativa e medição de tamanho funcional de software com pontos de função. Aprofundando um pouco mais no assunto, procura-se por aqueles que abordam o uso da técnica do IFPUG e da NESMA. O ponto máximo de especificidade na busca foi a tentativa de encontrar um estudo que realize uma comparação entre estas duas técnicas em uma contagem de pontos de função com base em qualquer tipo de documentação existente.

A busca dos estudos e da literatura existente foi efetuada em bases de dados de artigos e bibliotecas digitais conceituadas na área da Engenharia e da Computação, sendo elas:

- IEEE Explore
- ACM Digital Library
- SpringerLink

Além destas três bibliotecas digitais, foi utilizado o Google Scholar, que permite encontrar trabalhos destas três bibliotecas dentro de uma mesma busca, além do Google Search, que permite encontrar outros trabalhos acadêmicos relacionados ao tema.

Foram considerados estudos científicos veiculados em livros, dissertações, teses e trabalhos publicados em conferências, jornais ou periódicos.

Entre as restrições impostas, é importante destacar que foram considerados apenas os estudos de livre acesso via Portal Capes, a partir do convênio existente com a Universidade Federal de Santa Catarina, que existe a identificação do discente para permitir a exploração do conteúdo destes estudos.

Além disso, limitou-se o período de busca a partir do ano 2000, até o ano atual, 2014. Os estudos podiam estar publicados na língua portuguesa ou inglesa e o texto completo deveria estar disponível a partir do acesso via portal Capes.

A extração dos dados das bibliotecas digitais seguiu um padrão de expressões de busca, com o objetivo de fornecer respostas para a seguinte pergunta de pesquisa:

1. Quais os trabalhos realizam comparações entre estimativas de tamanho funcional de software pelos métodos de contagem de pontos de função do IFPUG e da NESMA?

A tabela 1 demonstra quais foram os critérios de busca em cada uma das bibliotecas digitais escolhidas, a fim de satisfazer as perguntas de pesquisa para o estado da arte em medição funcional de software com pontos de função.

**Tabela 1 - Critérios de busca nas bibliotecas digitais**

<b>Biblioteca</b>	<b>Início</b>	<b>Strings de Busca</b>	<b>Outros Critérios</b>	<b>Qtd Resultados</b>
IEEE Xplore	2000	(IFPUG) AND (NESMA) AND ((comparison) OR (conversion))		7 (2)
ACM	2000	((IFPUG) AND (NESMA) AND (functional size measurement) AND ((comparison) OR (conversion)))		13 (0)
SpringerLink	2000	((IFPUG) AND (NESMA)) AND (comparison between) OR (conversion) OR (convertibility))	Disciplina: Computer Science Subdisciplina: Information Systems and Applications	11 (1)

Ao analisar a quantidade de estudos que envolvem qualquer tipo de comparação entre os métodos IFPUG e NESMA para a medição do tamanho funcional de um software, foram encontrados um total de 31 trabalhos, somando-se as três bibliotecas digitais.

No entanto, dentro deste total de estudos encontrados, foram utilizados os seguintes critérios de eliminação:

- Estudos que envolvem a comparação ou conversão entre uma das técnicas deste trabalho e outra técnica não abordada no presente trabalho;
- Estudos que analisam apenas vantagens e desvantagens de cada técnica;
- Estudos duplicados;
- Estudos que não contém em seu resumo uma relação com a pergunta de pesquisa

Uma segunda triagem foi realizada entre estes estudos, por meio da leitura da introdução e conclusão e dos textos. Mais uma vez observou-se que vários estudos não tinham a capacidade de responder à pergunta de pesquisa.

Ao concluir o desenvolvimento da revisão, eliminando os trabalhos correlatos que não têm a capacidade de responder a pergunta de pesquisa, que é o máximo de refinamento para exigir que um estudo de fato esteja relacionado ao presente trabalho, de acordo com os critérios definidos pelo autor, chegou-se ao seguinte resultado:

**Tabela 2 - Resultado da Revisão**

<b>Biblioteca</b>	<b>Estudos Publicados</b>
IEEE Xplore	CANDIDO e SANCHES, 2004
IEEE Xplore	HUANG et al, 2012
SpringerLink	BUNDSCHUH e DEKKERS, 2008

### 3. 1. Discussão dos resultados

O primeiro trabalho correlato encontrado no IEEE, de Candido e Sanches (2004), propõe uma maneira simplificada de contagem dos pontos de função pelo método IFPUG, baseando-se em sugestões e conceitos da contagem indicativa pelo método da NESMA.

O método simplificado foi criado através de um estudo de caso responsável por realizar a contagem pelo método do IFPUG e pelos diferentes métodos da NESMA em vinte aplicações web desenvolvidas por uma mesma organização, através das quais foi possível determinar uma fórmula simplificada de medição de tamanho de software para o IFPUG.

A prerrogativa principal desta fórmula simplificada é o fato de que todas as funções de dado e transação possuem baixa complexidade durante a contagem.

Comparando-se os resultados de todas as contagens, foi possível observar que em várias aplicações a margem de diferença entre a contagem detalhada do IFPUG manteve uma margem inferior a 5% da contagem simplificada proposta no artigo. No entanto, o propósito do artigo não é o de realizar comparações entre o IFPUG e NESMA, mas sim o de utilizar a contagem por meio de ambos os métodos para se chegar a uma nova proposta de contagem. A documentação dos softwares medidos, ou seja, as especificações de caso de uso e requisitos, não foram disponibilizados dentro do estudo.

O segundo trabalho correlato encontrado no IEEE, propõe uma fórmula de conversão entre a contagem de pontos de função pelo método indicativo da NESMA em relação à contagem detalhada pelo método do IFPUG.

De acordo com os autores, como a contagem indicativa não depende de uma especificação detalhada do software para ser realizada ao início do projeto, sua conversão para o valor da contagem do IFPUG através da aplicação de uma fórmula comprovadamente precisa e validada, pode ajudar tanto na redução do tempo usualmente gasto na estimativa de tamanho funcional de software, quanto na obtenção do resultado logo ao início do ciclo de vida do software, quando as especificações ainda não atingiram o nível de detalhamento que uma contagem detalhada exige.

O conjunto de dados utilizado para a realização dos experimentos é o mesmo utilizado por Candido e Sanches (2004), ou seja, a contagem indicativa da NESMA e detalhada do IFPUG em vinte aplicações web de uma pequena organização do Brasil. Para realizar a análise deste conjunto de dados, os autores utilizam o método de regressão linear simples.

Ao final, a proposta é comprovada pelos autores ao demonstrar que o resultado da fórmula aplicada sobre a contagem indicativa da NESMA em todos os casos resultou em uma variação de 10% para mais ou para menos em relação à contagem detalhada do IFPUG.

O terceiro e último trabalho correlato encontra-se dentro do capítulo 18 do livro de Bundschuh e Dekkers (2008), publicado pela Springer. Neste capítulo, os autores realizam como estudo de caso a contagem de pontos de função para medir o tamanho funcional de um software de cadastro de cursos acadêmicos, por meio dos cinco métodos distintos de medição de tamanho funcional aderentes ao padrão ISO/IEC, norma 14143-1.

Neste estudo de caso, o sistema possui nove casos de uso, os quais são descritos, assim como seus cenários, com fluxos básicos e alternativos. No entanto, não são apresentadas as funções do tipo dado e do tipo transação consideradas pelos autores.

Como observação do autor do presente trabalho ao resultado apresentado no livro, está o fato de que, no estudo de Candido e Sanches (2004), todas as estimativas pelo método indicativo da NESMA foram superiores às contagens realizadas pelo método do IFPUG. No estudo de caso apresentado por Bundschuh e Dekkers, a estimativa pela NESMA é quase 20% menor do que a estimativa do IFPUG. Isto significa que o resultado da estimativa tem relação com as características das funcionalidades dos softwares.

O autor deste trabalho também observa que a quantidade de estudos diretamente relacionados ao presente trabalho, envolvendo as mesmas métricas, ainda é escasso, principalmente aqueles que tratam sobre aplicações práticas da medição funcional de tamanho de software.

#### **4. Aplicação Prática da Estimativa**

A aplicação prática abordará a metodologia usada para a contagem de pontos de função de um sistema de gerenciamento de acervo bibliográfico da Universidade Estadual do Piauí (UESPI). O sistema a ser desenvolvido pela empresa de desenvolvimento de software vencedora da licitação foi objeto de um Pregão Presencial para Registro de Preços no ano de 2013. O tipo da contagem que será realizada no processo de estimativa desta aplicação prática é a contagem de um projeto de desenvolvimento.

##### **4.1. Escopo e Fronteiras da Contagem**

Considerando a documentação inicial do software presente no edital de licitação, é possível identificar que grande parte das funcionalidades solicitadas refere-se a cadastros de valores que não precisarão ser alterados com frequência. Portanto, a aplicação prática será dividida em duas partes.

A primeira delas, considerando a estimativa de tamanho do software exatamente como solicitado no edital. A segunda, considerando que em reuniões de validação de requisitos com o cliente as telas de cadastros de valores com rara necessidade de atualização tenham sido substituídas por valores importados externamente ou cadastrados inicialmente na implantação do sistema.

Independente do cenário, para a realização da estimativa detalhada pelo método do IFPUG, será necessário realizar o levantamento completo dos requisitos funcionais do software. A seção 4.2 contempla a identificação dos casos de uso realizada pelo próprio autor, assim como o levantamento dos requisitos funcionais.

##### **4.2. Identificação dos Casos de Uso e Requisitos Funcionais**

Os casos de uso do software foram identificados pelo autor deste trabalho, com base na documentação inicial disponibilizada pelo solicitante do software.

De acordo com esta documentação, foi possível identificar que os usuários necessitam de um software que gere operações comuns em uma biblioteca, assim como seu acervo.

Após análise inicial das necessidades, foram levantados os seguintes casos de uso:

Manter autor; Manter curso; Manter disciplina; Manter editora; Manter idioma; Manter bra; Manter exemplar; Manter periódico; Manter usuário; Manter aluno; Gerenciar empréstimos; Gerenciar multas; Gerenciar reservas.

Os casos de uso do tipo “Manter”, contemplam requisitos funcionais que envolvem cadastros, alterações, exclusões e consultas de informações que pertencem a cada

domínio. Os outros casos de uso podem contemplar funcionalidades diversas envolvendo os dados mantidos no sistema.

O levantamento dos requisitos funcionais do software também foi realizado pelo autor do presente trabalho. De acordo com edital de licitação do software, a maior parte das funcionalidades restringe-se a cadastros e envolvem operações de inclusão, exclusão, consulta e alteração de registros. Desta forma, foram levantadas as possíveis operações que serão realizadas pelos usuários do sistema.

Dentre estas funcionalidades, as operações realizadas sobre os empréstimos, as multas e as reservas fogem ao padrão dos cadastros de valores e, portanto, requerem funcionalidades extras. Estas funcionalidades estão identificadas do número 111 até o número 120. A tabela 3 apresenta as operações elementares do sistema que requerem ao menos cinco funcionalidades para cada domínio:

**Tabela 3 - Funcionalidades do sistema de gerenciamento de acervo bibliográfico**

Domínio	Operações				
	Incluir	Alterar	Excluir	Listar	Localizar
1- Tipo de Obra	x	x	x	x	x
2- Tipo de Autor	x	x	x	x	x
3- Situação de Exemplar	x	x	x	x	x
4- Autor	x	x	x	x	x
5- Curso	x	x	x	x	x
6- Disciplina	x	x	x	x	x
7- Editora	x	x	x	x	x
8- Idioma	x	x	x	x	x
9- Origem de Aquisição	x	x	x	x	x
10- Tipo de Empréstimo	x	x	x	x	x
11- Tipo de Baixa	x	x	x	x	x
12- Tipo de Reserva	x	x	x	x	x
13- Tipo de Multa	x	x	x	x	x
14- Horário Funcionamento	x	x	x	x	x
15- Obra	x	x	x	x	x
16- Exemplar	x	x	x	x	x
17- Periódico	x	x	x	x	x
18- Usuário	x	x	x	x	x
19- Aluno	x	x	x	x	x
20- Empréstimos	x	x	x	x	x
21- Multas	x	x	x	x	x
22- Reservas	x	x	x	x	x

Como cada domínio demonstrado na tabela acima possui cinco operações disponíveis, podemos multiplicar este número pela quantidade de domínios, o que nos levará a um total de cento e dez funcionalidades, que podem receber o nome de processos elementares dentro do contexto da contagem de pontos de função. Os processos elementares que são a menor unidade de atividade significativa para o usuário (VAZQUEZ et. al., 2013). Conforme a regra do IFPUG, por exemplo, cada processo constitui uma operação completa. Além destas funcionalidades, é necessário incluir os relatórios solicitados para controle das operações que envolvem a realização de empréstimos de obras ou periódicos, a aplicação de multas e o controle de reservas.

FN111: Emitir relatório de empréstimos por obra/periódico

FN112: Emitir relatório de empréstimos por aluno  
FN113: Emitir relatório de empréstimos por mês  
FN114: Emitir relatório de multas por aluno  
FN115: Emitir relatório de reservas por obra/periódico

Com respeito às funcionalidades de empréstimos, aplicação de multas e controle de reservas, ainda há os seguintes requisitos funcionais:

FN116: Devolução de empréstimo  
FN117: Acrescentar exemplares ao empréstimo  
FN118: Reduzir exemplares ao empréstimo  
FN119: Dar baixa em multa  
FN120: Cancelar reserva

Por fim, é obtido o total de cento e vinte funcionalidades inicialmente reconhecidas pelo usuário. A partir destas funcionalidades, poderemos finalmente definir o modelo de dados (entidade e relacionamento) e dar início às contagens das funções do tipo dado e do tipo transação.

### **4.3. Primeiro cenário**

#### **4.3.1. IFPUG Detalhado**

Na especificação inicial do sistema obtida através da análise do edital, observa-se que não há interação do sistema com entidades externas, ou seja, não existe comunicação do software solicitado com outro sistema. Isto significa que teremos apenas Arquivos Lógicos Internos. Durante a estimativa de um projeto de melhoria futuro, onde surja a alteração de requisitos que necessitem de comunicação ou interação com entidades externas, surgirão os Arquivos de Interface Externa. Ao final da contagem das funções do tipo dado, foi obtido o seguinte resultado:

A quantidade de tipos de dados (TD) e tipos de registros (TR) baseia-se na visão que o usuário possui de cada entidade.

Para que seja possível realizar a contagem das funções do tipo transação, é imprescindível que as funcionalidades do sistema tenham sido identificadas anteriormente. Além disso, um fator que ajuda a diminuir a necessidade de ajuste da contagem ao final do projeto é a existência de esboços ou protótipos das telas que serão utilizadas pelos usuários para cada tipo de operação. Como a esta altura do projeto os protótipos ainda não foram desenvolvidos, é possível realizar a contagem propondo que, em cada transação, haverá sempre um comando dado pelo usuário e uma mensagem de retorno da operação que foi realizada. O comando do usuário pode se caracterizar como um clique em um botão do tipo Salvar, Confirmar, Excluir, entre outros. A mensagem é o retorno que o sistema dá ao usuário após a operação ter sido realizada.

Entre as consultas externas, estão todas as consultas e visualizações rápidas e detalhadas solicitadas pelo demandante do software no edital. Todas as consultas detalhadas permitem ao usuário pesquisar utilizando como filtro qualquer dado inserido na tela de cadastro. Juntamente com os campos, estão sendo contabilizados como TD o comando dado para a consulta e a mensagem de retorno ao usuário. Nenhuma das consultas

envolve cálculo ou dados derivados. Elas exibem como resultado apenas o que foi cadastrado na tabela, ou seja, valores fixos.

Por fim, temos as consultas e relatórios solicitados que envolvem fórmulas e cálculos, gerando dados derivados que serão exibidos ao usuário do sistema. Por coincidência, todas as saídas externas identificadas neste projeto são relatórios, no entanto um relatório também pode ser uma consulta externa, desde que não envolva cálculos ou crie dados derivados.

#### 4.3.2. Cálculo do Tamanho Funcional

Ao final de todas as contagens e após estar definido a complexidade funcional dos arquivos lógicos internos, entradas externas, saídas externas e consultas externas, utilizaremos a tabela de contribuição. Como não será aplicado o fator de ajuste por não utilizarmos a medição dos requisitos não funcionais do projeto, o tamanho da aplicação será a soma dos tamanhos das funções entregues ao final do desenvolvimento.

A tabela 8 resume a contagem e o peso de cada elemento da contagem.

**Tabela 8 - Tamanho da aplicação pelo IFPUG detalhado**

<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Complexidade</b>	<b>Contagem</b>	<b>Peso</b>	<b>PF</b>
<b>ALI</b>	Arquivos Lógicos Internos	Baixa	15	7	105
		Média	1	10	10
		Alta	0	15	0
<b>AIE</b>	Arquivos Interface Internos	Baixa	0	5	0
		Média	0	7	0
		Alta	0	10	0
<b>EE</b>	Entradas Externas	Baixa	45	3	135
		Média	10	4	40
		Alta	15	6	90
<b>SE</b>	Saídas Externas	Baixa	2	4	8
		Média	2	5	10
		Alta	1	7	7
<b>CE</b>	Consultas Externas	Baixa	35	3	105
		Média	8	4	32
		Alta	1	6	6
<b>Total:</b>					<b>548</b>

#### 4.3.3. NESMA Indicativa

Para a aplicação do método indicativo da NESMA é necessário conhecer apenas os grupos lógicos de dados que irão compor o sistema. A tabela 10, que apresentou os arquivos lógicos internos do sistema é o único subsídio necessário para a estimativa de tamanho pelo método indicativo. Por este motivo, este método é considerado como uma estimativa antecipada, visto que, para identificar os arquivos lógicos internos e arquivos de interface externa do sistema, basta apenas que se conheça as necessidades básicas do usuário que está solicitando o software. Com base na fórmula que atribui pesos fixos

para os arquivos lógicos e considerando os que foram identificados na tabela 10, o tamanho indicativo do software dá-se pela fórmula abaixo:

$$35 * \sum ALI + 15 * \sum AIE = \text{tamanho indicativo (PF)}$$

Logo,

$$35 * 16 + 15 * 0 = \mathbf{560 PF}$$

#### 4.3.4. NESMA Estimativa

Para a aplicação do método estimativo da NESMA é necessário conhecer tanto os grupos lógicos de dados que irão compor o sistema quanto as funcionalidades que o compõem. Como subsídio para este tipo de estimativa, foi necessário utilizar os arquivos lógicos identificados na tabela 4, a lista de entradas identificadas na tabela 5, a lista de consultas identificadas na tabela 6 e a lista de saídas identificadas na tabela 7.

Os tipos de dados contabilizados nas tabelas 5, 6 e 7, assim como os arquivos lógicos de cada função de transação não são necessários neste método de estimativa, visto que eles são essenciais para a definição da complexidade de cada funcionalidade. Como a NESMA estimativa atribui complexidades fixas para cada tipo de função de transação, estas informações são desnecessárias para este método de contagem. Logo, é possível perceber que o método estimativo da NESMA, apesar de depender de mais informações, também não necessita de um levantamento completo dos requisitos funcionais do software. Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e para as funções de transação e considerando os arquivos lógicos identificados na tabela 4 e as listas de entradas, consultas e saídas das tabelas 5, 6 e 7 o tamanho estimativo do software dá-se pela seguinte fórmula:

$$\sum ALI * (7PF) + \sum AIE * (5PF) + \sum EE + \sum CE * (4PF) + \sum SE * (5PF) = \text{tamanho estimativo(PF)}$$

Logo,

$$16 * 7PF + 0 * 5PF + 70 + 44 * 4PF + 5 * 5PF = \mathbf{593 PF}$$

#### 4.4. Segundo cenário

##### 4.4.1. IFPUG Detalhado

Neste cenário, foram desconsideradas da estimativa todas as funcionalidades relacionadas a cadastros de valores com pouca necessidade de atualização. Este tipo de dado, conhecido no contexto da estimativa de tamanho de software com pontos de função como dado de código, são aqueles que tanto a quantidade de ocorrências quanto seu respectivo conteúdo raramente muda (VAZQUEZ et. al., 2013).

Seguindo o escopo definido para este cenário, foram excluídos como tipos de registros os seguintes arquivos lógicos internos: tipo de autor, tipo de obra, situação do exemplar, origem do exemplar, idioma, horário, tipo de empréstimo, tipo de multa, tipo de baixa da multa e tipo de reserva.

Consequentemente, as funções do tipo transação para estes arquivos lógicos também foram desconsiderados. Ao final da contagem, restaram 13 tipos de registros e 69 requisitos funcionais.

**Tabela 9 - Tamanho da aplicação pelo IFPUG detalhado**

Sigla	Tipo	Complexidade	Contagem	Peso	PF
ALI	Arquivos Lógicos Internos	Baixa	14	7	98
		Média	0	10	0
		Alta	0	15	0
AIE	Arquivos Interface Internos	Baixa	0	5	0
		Média	0	7	0
		Alta	0	10	0
EE	Entradas Externas	Baixa	15	3	45
		Média	10	4	40
		Alta	15	6	90
SE	Saídas Externas	Baixa	2	4	8
		Média	2	5	10
		Alta	1	7	7
CE	Consultas Externas	Baixa	15	3	45
		Média	8	4	32
		Alta	1	6	6
<b>Total:</b>					<b>381</b>

#### 4.4.2. NESMA Indicativa

Para a aplicação do método indicativo da NESMA, foram utilizados apenas os grupos lógicos de dados (lista de arquivos) apresentados na tabela 4, com exceção daqueles desconsiderados neste novo cenário. Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos, o tamanho indicativo do software dá-se pela fórmula abaixo:

$$35 * \sum ALI + 15 * \sum AIE = \text{tamanho indicativo (PF)}$$

Logo,

$$35 * 14 + 15 * 0 = \mathbf{490 PF}$$

#### 4.4.3. NESMA Estimativa

Com base na fórmula que atribui pesos fixos para os arquivos lógicos e para as funções de transação, o tamanho estimativo do software dá-se pela seguinte fórmula:

$$\sum ALI * (7PF) + \sum AIE * (5PF) + \sum EE + \sum CE * (4PF) + \sum SE * (5PF) = \text{tamanho estimativo(PF)}$$

Logo,

$$14 * 7PF + 0 * 5PF + 40 + 24 * 4PF + 5 * 5PF = \mathbf{379 PF}$$

#### 4.5. Resultados Finais

Por fim, o resultado completo das estimativas por meio dos três métodos utilizados considerando o escopo do primeiro cenário:

**Tabela 10 - Resultado final das estimativas do primeiro cenário**

Valor da Contagem conforme o IFPUG
------------------------------------

Valor da Contagem Detalhada:	548	PF
Valor da Contagem conforme a NESMA		
Valor da Contagem Indicativa:	560	PF
Valor da Contagem Estimada:	593	PF

A tabela 11 apresenta o resultado consolidado das estimativas de tamanho funcional obtidas por meio dos três métodos, considerando o escopo do segundo cenário.

**Tabela 11 - Resultado final das estimativas do segundo cenário**

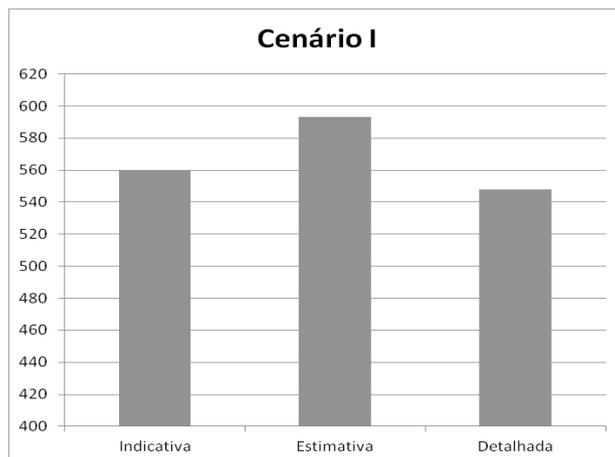
Valor da Contagem conforme o IFPUG		
Total de Pontos não ajustáveis:	381	PF
Valor da Contagem conforme a NESMA		
Valor da Contagem Indicativa:	490	PF
Valor da Contagem Estimada:	379	PF

## 5. Análise dos Resultados

Ao final do processo de estimativa do tamanho funcional do software de gerenciamento de acervo bibliográfico, é possível analisar e comparar os resultados da medição realizada pelas técnicas do IFPUG e da NESMA. No primeiro cenário, onde a estimativa foi realizada exatamente com base na solicitação da Universidade Estadual do Piauí, é possível observar que as estimativas apresentaram resultados muito próximos entre o valor da contagem indicativa e estimativa da NESMA em relação ao método detalhado do IFPUG.

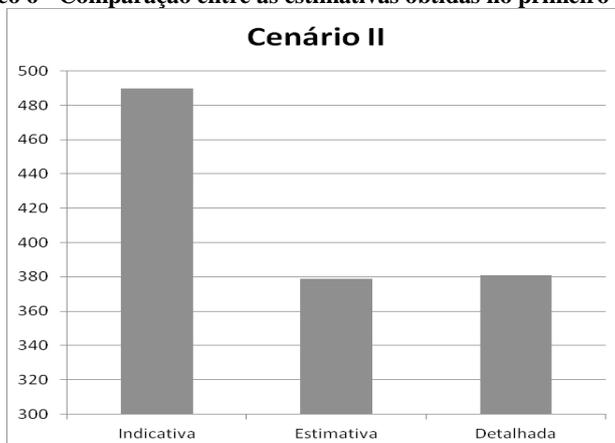
A contagem indicativa, pela técnica da NESMA, que permite a realização de uma estimativa antes da conclusão do levantamento de requisitos do sistema, é baseada unicamente na presença de arquivos lógicos (ALI ou AIE) e atribui pesos a estes arquivos lógicos de forma a balancear a inexistência das funções do tipo transação, que só poderão ser identificadas após a identificação dos requisitos do software. No primeiro cenário de estimativas, seu resultado mostrou-se muito próximo ao resultado da contagem detalhada do IFPUG, que já utilizou como subsídio uma especificação inicial dos requisitos do software. Na contagem do tipo estimada, pela técnica da NESMA, a variação foi um pouco maior, porém permaneceu com uma margem inferior a 10% de variação em relação à contagem detalhada, o que é esperado, de acordo com o manual de contagem antecipada da NESMA (2014), para situações onde existam entradas e/ou saídas externas para cada tipo de registro dos arquivos lógicos. A contagem do tipo detalhada, neste primeiro cenário, apresentou o menor tamanho entre todas as estimativas. Apesar de não ser uma regra, demonstrou que, com a elucidação dos requisitos ao longo do projeto, é possível que o tamanho final possa ser reduzido ainda mais. O gráfico 1 apresenta a variação entre os resultados obtidos com cada método de estimativa:

**Gráfico 5 - Comparação entre as estimativas obtidas no primeiro cenário**



Observando o gráfico, a quantidade de pontos de função que representam o tamanho funcional do software e comparando os resultados obtidos pelo método indicativo da NESMA, que ignora completamente o levantamento de requisitos, em comparação com o método detalhado do IFPUG, que utiliza o levantamento de requisitos como subsídio, foi possível perceber que houve uma variação de 2,14% entre o resultado destas duas estimativas. No segundo cenário foi considerada uma situação onde as funcionalidades de cadastros de dados auxiliares, como por exemplo, os cadastros de tipo, foram substituídos por uma importação inicial destes valores na implantação do sistema, visto que são dados que raramente ou nunca serão alterados.

Gráfico 6 - Comparação entre as estimativas obtidas no primeiro cenário



Neste cenário, a contagem estimada da NESMA e a completa do IFPUG tiveram resultados praticamente iguais, enquanto a contagem indicativa demonstrou uma divergência de aproximadamente 22,5% em relação à estimativa detalhada. A partir da contagem indicativa, conforme a fórmula de conversão proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012) por meio da observação do estudo de caso de Candido e Sanches (2004), é possível validar se ambas as contagens, mesmo divergentes, podem se aproximar.

$$FP = - 4.10 + 0.726 IFP$$

FP = tamanho obtido pela estimativa com o IFPUG

IFP = tamanho obtido pela estimativa com o método indicativo da NESMA.

$$FP = -4.10 + (0,726 * 490)$$

$$FP = 351,64$$

Em relação ao valor obtido com a contagem detalhada, que foi de 381 PF, temos uma variação de 7,7%, o que é aceitável de acordo com os resultados do estudo de Huang, Aihua e Zhiyong (2012).

Através da observação dos resultados alcançados, o autor deste trabalho também propõe a existência de uma relação entre o grau de proximidade da contagem indicativa da NESMA (realizada antes do levantamento de requisitos) e a contagem detalhada do IFPUG (realizada depois do levantamento de requisitos), que estaria intrinsecamente ligada à quantidade de tipos de registros identificados nos arquivos lógicos que possuem funções do tipo transação, ou seja, entradas, consultas ou saídas externas. À medida que o número de arquivos lógicos se mantêm estáveis e a quantidade de tipos de registros com funções de transação aumenta, o resultado das estimativas por meio da NESMA indicativa e do IFPUG se aproxima.

## 6. Conclusão

O presente trabalho propôs a realização da estimativa de um projeto de desenvolvimento de software por meio de métodos de medição tamanho funcional de software com pontos de função. Com a análise comparativa dos resultados obtidos por ambas as técnicas aplicadas (IFPUG e NESMA), foi possível entender que a técnica de estimativa da NESMA denominada indicativa, que permite uma estimativa do tamanho do software antes da conclusão do levantamento de requisitos, pode alcançar valores semelhantes aos da contagem detalhada do IFPUG, realizada após o levantamento de requisitos.

No entanto, também foi possível observar que, para os casos onde é possível identificar antes do levantamento de requisitos que os arquivos lógicos terão uma quantidade superior de tipos de registros e que estes certamente terão ao menos uma função de transação, aconselha-se o uso da fórmula proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012), a fim de prever o tamanho com o método do IFPUG antes mesmo da conclusão do levantamento de requisitos e subsequente estimativa detalhada.

Nos casos onde for possível identificar antes do levantamento de requisitos que a quantidade de tipos de registros que possuirão ao menos uma função de transação é semelhante à quantidade de arquivos lógicos, o resultado da estimativa com o método indicativo da NESMA já resultará em um valor próximo ao resultado do método do IFPUG, não sendo necessária a utilização da fórmula proposta por Huang, Aihua e Zhiyong (2012).

Por fim, este trabalho pode ajudar a questionar as afirmações dos integrantes do grupo da NESMA, que atribuem aos resultados obtidos com estimativas antecipadas a obrigatoriedade de que estas tenham o mesmo resultado da estimativa pelo método detalhado (NESMA, 2014), enquanto os estudos de Candido e Sanchez (2004), utilizados posteriormente por Huang (2012), demonstram que em todas as estimativas e medições de tamanho funcional realizadas com os métodos indicativo e detalhado, sempre haverá uma diferença significativa que justifica a aplicação da fórmula proposta por Huang para aproximar ambos os resultados. Mesmo com a realização de uma aplicação prática que considera um único software dividido em cenários com escopos

diferentes, o autor deste trabalho obteve tanto um resultado com variação mínima, quanto um resultado com variação mais significativa.

Desta forma, ao utilizar uma estimativa obtida por meio de um método antecipado para a tomada de decisão, o autor recomenda a observação de outras medições e/ou estimativas com uma quantidade maior de softwares, para que seja possível concluir em quais situações ou quais características um software deve ter para que fórmula de aproximação de estimativas, proposta por Huang, precise ser aplicada e em quais situações ela não é necessária.

Como contribuição científica, o presente trabalho questiona as afirmações realizadas tanto pela NESMA, quanto pelos autores dos trabalhos relacionados, em relação à divergência dos resultados obtidos pelas estimativas antecipadas e pelas estimativas detalhadas.

## Referências

1. BUNDSCHUH, M.; DEKKERS, C. **The IT Measurement Compendium: Estimating and Benchmarking Success with Functional Size Measurement.** Springer Publishing Company, Incorporated, 2008.
2. CANDIDO, E; SANCHES, R. **Estimating the Size of Web Applications by Using a Simplified Function Point Method.** Proceedings of the WebMedia & LA-Web 2004, pp 98-105, 2004.
3. CHEUNG, D. F. W.; TSOI, H. **Applying Erlang Distribution For Software Size Estimation.** IRMA International Conference. City University of Hong Kong, 2001.
4. HUANG, H.; REN, A.; YANG, Z. **Conversion of Function Points Between NESMA and IFPUG Method.** Information Science and Service Science and Data Mining (ISSDM), 2012 6th International Conference on New Trends, pp.89,93, 23-25 Oct. 2012
5. IFPUG. **Function Point Counting Practices Manual: Release 4.3.** International Function Point Users Group, 2010.
6. ISO/IEC. **ISO/IEC 14143-6: Guide for the use of ISO/IEC 14143 series and related International Standards.** ISO Geneva, Switzerland, Second Edition, 2006.
7. KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews.** Tech. Report, TR/SE-0401, Keele University, 2004

8. NESMA. **Early Function Point Counting**, 2014. Disponível em:  
<[http://www.nesma.nl/section/fpa/earlyfpa.htm#bm\\_Detailed\\_function\\_point\\_count](http://www.nesma.nl/section/fpa/earlyfpa.htm#bm_Detailed_function_point_count)  
>. Acesso em: 01 de Julho de 2014.
9. PRESSMAN, R. S., **Engenharia de software**, 6 ed. Pg 649, McGraw Hill Brasil, 2011.
10. SILVA, L. M. **Uma Abordagem Sensível à História para Detecção de Anomalias de Código**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Informática). Departamento de Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
11. VAZQUEZ C. E.; SIMÕES G. S., ALBERT R. M. **Análise de Pontos de Função**. Érica, 2013. 13ª Edição.
12. VIEIRA, G. M. **Ferramenta para Auxílio na Coleta de Métricas e Estimativa de Software**. Monografia para obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação. Universidade Luterana do Brasil, Gravataí, 2007

## ANEXO I – PREGÃO PRESENCIAL Nº. 002/2013 – UESPI



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI  
COMISSÃO PERMANENTE DE LICITAÇÃO - CPL



PREGÃO PRESENCIAL Nº. 002/2013 – UESPI

PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº. 09597/2012 – FUESPI/UESPI

A UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI, por meio de sua Pregoeira e Equipe de Apoio e Consultoria Especializada, de acordo com Portaria GR/UESPI Nº . 344/2012, de 01/06/2012, torna público que, de acordo com a Lei Federal n.º 10.520 de 17.07.2002, Decreto Estadual nº. 11.319 de 13 de fevereiro de 2004, Decreto Estadual nº. 11.346 de 30 de março de 2004 e, na ausência de norma local, em observação do Decreto Federal Nº 7.892 de 23 de janeiro de 2013, sem prejuízo dos benefícios assegurados pela Lei Complementar nº. 123 de 14 de dezembro de 2006, Decreto Federal 6.204 de 05 de setembro de 2007 e subsidiariamente a Lei Federal n.º 8.666/93 com suas alterações e ainda Regulamento Local, e nos termos deste edital e seus anexos, realizará, na **Sala da Comissão Permanente de Licitação - CPL**, da UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI, situada na Rua João Cabral, nº 2.231, Pirajá, 64.002-150, Teresina/PI, a Sessão de Credenciamento e Abertura do procedimento licitatório na modalidade PREGÃO PRESENCIAL, tipo MENOR PREÇO conforme define inciso X do art. 4º Lei 10.520/02, **Adjudicação por Item, destinado a registrar preços** na forma definida neste instrumento como abaixo segue:

**DATA DA SESSÃO PÚBLICA DE ABERTURA: 29/05/2013**

**HORÁRIO INICIO DO CREDENCIAMENTO: 09:00 (nove) horas** após o que serão recebidos os envelopes comerciais e habilitação, a partir deste momento (encerrado o credenciamento o que será caracterizado com a abertura do primeiro envelope) não serão mais admitidos outros licitantes a sessão pública (Etapas: Credenciamento, recebimento das Propostas Comerciais e documentação de habilitação, seguida da abertura dos envelopes proposta comercial, com suspensão da sessão para lançamento em planilhas dos respectivos preços cotados, a qual será retomada na data, horário e local designados na primeira sessão pública e, assim, sucessivamente, em caso de necessidade.

**LOCAL: Sala da Comissão Permanente de Licitação - CPL**

**INFORMAÇÕES:** COMISSÃO PERMANENTE DE LICITAÇÕES, situada na Rua João Cabral, 2231 - Bairro: Pirajá, Fone: (86) 3213-7169 em Teresina-PI, CEP 64002-150, e-mail: [cpl@uespi.br](mailto:cpl@uespi.br).

O Edital e seus anexos poderão ser adquiridos na Sala da Comissão de Licitações no horário de 08:00h às 13:00h nos dias úteis, em arquivo digital, sendo lançado no Site do TCE/PI conforme prevê Resolução daquela Corte de Contas.

A participação da licitante interessada fica condicionada a reposição de custos orçados em R\$ 50,00 (cinquenta reais), recolhidos mediante recibo na sala CPL/UESPI, cuja prestação de contas será apresentado no Gabinete da Reitoria, a qual depois de conhecimento e aprovação encaminhará a respectiva prestação e os saldos, em havendo, para o Setor Financeiro, o qual deverá depositar em conta específica, disponível que permanecerá para aplicação de acordo com o previsto neste edital.

1

Rua João Cabral, nº 2.231 – Pirajá – 64.002-150 – Teresina – PI – CGC Nº 07.471.758/0001-57,  
E-mail: [cpl@uespi.br](mailto:cpl@uespi.br) Fone: (0xx86) 3213-7169.



## CAPÍTULO I – DO OBJETO

1.1. Esta licitação tem por objeto selecionar propostas para **Registro de Preços de Implantação de Software de Gerenciamento do Acervo Bibliográfico** Universidade Estadual do Piauí, de acordo com as especificações contidas neste edital e ANEXOS.

1.1.1. **ORGÃO GERENCIADOR:** Universidade Estadual do Piauí - UESPI

1.2. Especificações e exigências adicionais conforme **ANEXO I** do Edital.

## CAPÍTULO II – DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

2.1. A proponente que tiver dúvidas quanto à interpretação dos termos deste Edital poderá solicitar a Pregoeira, **exclusivamente por escrito**, os esclarecimentos necessários, através do **fax:** (86) 3213-7169 ou por **e-mail** no seguinte endereço: [cpl@uespi.br](mailto:cpl@uespi.br)

2.1.1. Caso o pedido de esclarecimentos seja encaminhado por fax, a proponente deverá confirmar, junto à Comissão de Licitações, o recebimento do mesmo, através do telefone **(86) 3213-7169**.

2.1.2. Os esclarecimentos serão enviados, sob forma de resposta, pelo mesmo meio em que fora recebido (Fax e/ou e-mail).

## CAPÍTULO III – DA PARTICIPAÇÃO

3.1. Somente poderão participar do certame interessados, pessoa jurídica, cuja finalidade de sua atuação atenda o interesse administrativo relativo ao ramo de pertinente ao objeto da contratação, exercendo atividades registradas no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ, a fim de que se possa comprovar sua legitimidade para bem executar o objeto deste Edital.

3.2. **Estarão impedidos de participar de qualquer fase do procedimento, os interessados que se enquadrem em uma das situações a seguir:**

3.2.1. Pessoas físicas;

3.2.2. Estejam constituídos sob a forma de consórcio;

3.2.3. Esteja cumprindo a penalidade de suspensão temporária na forma do art. 7º da Lei 10.520/02 c/c regulamento Estadual. Entenda-se por suspensão temporária as penalidades aplicadas pela União, Estados, DF e Municípios, ou ainda seja, declaradas inidôneas em qualquer esfera de Governo (Consulta nos Sistemas competentes);

3.2.4. Estejam sob recuperação judicial e extrajudicial, dissoluções ou liquidações;

3.2.5. Tenham servidor da UESPI como dirigente acionista de empresa detentor de mais de 5% (cinco por cento) do capital com direito a voto ou controlador ou



## ANEXO I

### ESPECIFICAÇÕES DO OBJETO REF. PREGÃO PRESENCIAL Nº. 002/2013 – FUESPI/UESPI PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº. -----/2013 – UESPI

#### 1. OBJETO

Esta licitação tem por objeto negociar propostas para **REGISTRO DE PREÇOS de implantação de Software de Gerenciamento do Acervo Bibliográfico da Universidade Estadual do Piauí**, em conformidade com as especificações constantes neste Termo de Referência – Anexo I.

#### 2. JUSTIFICATIVA

**2.1.** A presente licitação trata de Pregão Presencial para Registro de Preços de **implantação de Software de Gerenciamento do Acervo Bibliográfico** da UESPI, considerando:

**2.2.** Imprescindível para a continuidade, manutenção e gerenciamento eficiente e eficaz do catálogo bibliográfico do acervo desta IES e demais serviços oferecidos aos usuários;

**2.3.** A sustentabilidade dos serviços da Biblioteca Central da UESPI na Gestão e Desenvolvimento de Informações Bibliográficas automatizada de forma a permitir um atualizado e moderno serviço de acesso qualitativo ao acervo on-line aos usuários;

**2.3.** A empresa detentora do preço registrado poderá ser contratada durante o prazo de vigência da Ata, e visa o atendimento das necessidades da Biblioteca da UESPI, de forma a aumentar a eficiência de suas atividades quanto ao acervo bibliográfico;



2.4. Necessidade de integração automatizada do acervo bibliográfico das demais bibliotecas dos campi e núcleos, para futuras aquisições e composição dos mesmos.

2.5. Os serviços a serem registrados ficarão disponíveis durante 12 (doze) meses, podendo ser prorrogado por mais 12 (doze), de acordo com Regulamento Estadual, favorecendo assim a forma de atendimento das necessidades frequentes, não havendo, contudo, qualquer obrigatoriedade de contrato com qualquer das detentoras de preços registrados independente do quantitativo no Termo de Referência lançado.

### 3. BENEFÍCIOS E OBJETIVOS

3.1. A implantação de Software de Gerenciamento do Acervo Bibliográfico da UESPI, visa por meio do conjunto de benefícios abaixo discriminados, dentre outros, o alcance dos objetivos constantes deste Termo de Referência.

#### 4.2. Benefícios da Contratação:

- 4.2.1. Atualização dos processos de catalogação e classificação do acervo;
- 4.2.2. Agilidade na recuperação da informação;
- 4.2.3. Renovação de empréstimo e reserva de livros pela internet;
- 4.2.4. Agilidade na emissão de relatórios, listagens e estatísticas;
- 4.2.5. Melhora do controle de circulação do acervo com a automação dos empréstimos;
- 4.2.6. Melhor distribuição das tarefas a serem executadas na Biblioteca da UESPI.

#### 4.3. Objetivos Gerais:

4.3.1. Implantação, gerenciamento, suporte e manutenção de Software "Sistema de Biblioteca" para a Universidade Estadual do Piauí viabilizando o acesso on-line aos diversos serviços oferecidos pela Biblioteca;

4.3.2. Manter e dar continuidade ao registro e controle de todo acervo bibliográfico desta Biblioteca Central por meio de um sistema automatizado, proporcionando a formação de um banco de dados e do catálogo eletrônico que permitirá, por sua vez, a disseminação e fácil acesso à toda literatura científica disponível à comunidade acadêmica, dando suporte aos programas de ensino, pesquisa e extensão;

4.3.3. Instalação do Sistema de Biblioteca adquirido em todas as Bibliotecas dos Campi e Núcleos desta IES, permitindo a integração e intercâmbio de informações de forma a facilitar a tomada de decisão na realização das políticas de aquisição e envio de materiais para composição dos respectivos acervos.

#### 4.4. Objetivos Específicos:



**4.4.1.** Oferecer de forma dinâmica e eficaz à comunidade acadêmica e, de um modo geral, a todos os usuários o acesso às fontes bibliográficas disponíveis na biblioteca por meio do catálogo on-line;

**4.4.2.** Disponibilizar os serviços de empréstimo de forma presencial, bem como, os serviços de consulta, renovação e/ou reserva de obras de forma on-line agilizando e melhorando o atendimento aos usuários desta unidade informacional;

**4.4.3.** Possibilitar o "serviço de alerta", via e-mail, sobre a chegada de novas aquisições, informes de funcionamento e normas da biblioteca, convocação para regularização, etc.;

**4.4.4.** Viabilizar o intercâmbio de informações entre as demais bibliotecas dos Campi e Núcleos possibilitando a consulta aos respectivos catálogos para facilitar o processo de desenvolvimento, envio e/ou permutação de obras do acervo.

## 5. ANÁLISE DE RISCOS À EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

**5.1.** Em função das necessidades da instituição pela contratação proposta, objeto deste Termo de Referência, a possibilidade de não realizá-la expõe a ela aos riscos abaixo mencionados, dentre outros:

**5.1.1.** Ineficiência no gerenciamento do acervo da Biblioteca da UESPI, de maneira a dificultar o controle de dados acerca do mesmo;

**5.1.2.** Redução da capacidade de resolução de problemas e de planejamento;

**5.1.3.** Menores níveis de qualidade na prestação dos serviços;

**5.1.4.** Menor eficiência dos servidores, sem um sistema que potencialize o gerenciamento do acervo, bem como as atividades relativas à biblioteca;

## 6. LOCAL E EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

**6.1.** A CONTRATADA deverá iniciar a prestação de serviços na data estipulada na Ordem de Serviços.

**6.1.1.** Os serviços serão realizados nos Campi e Núcleos desta IES, conforme Quadro de Localização em anexo.

**6.1.2.** Deverá a CONTRATADA apresentar ao fiscal de contrato toda a documentação comprobatória das exigências constantes neste Termo de Referência.

## 7. PROFISSIONAIS

**7.1.** Os profissionais deverão ser rigorosamente selecionados pela CONTRATADA, a qual ficará, para todos os efeitos legais e administrativos, responsável perante o CONTRATANTE e terceiros, pelos atos por eles praticados no desempenho de suas funções.

## 8. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA



8.1. As especificações técnicas do software devem atender E/OU serem adequadas aos equipamentos disponíveis (servidor e terminais) para a instalação e bom funcionamento do sistema de biblioteca; Quais sejam:

Especificações técnicas do 'servidor' da biblioteca : HP ProLiant ML 350 G5 Server	
(Fonte: NPD- Memo nº13/2013)	
Números de processadores	1 intel xenon quadcore
Núcleo do processador disponível	4
Memória, máximo	32 GB (atualmente está com 4GB)
Slots de memória	8 DIMM slots
Tipo de memória	PC 2-5300 DDR2
Slots de expansão	Up to 6
Controlador de rede	(1) 1 GbE NC373i Multifunction 2 Ports
Tipo de fonte de alimentação	Optional
Controlador armazenamento	Smart Array E200i/64 MB; Smart Array E200i/128MB BBWC
Formato	5 U
Gestão de infra-estrutura	ILO standard and HP Systems insight manager (SIM)
Discos	2 HDs SAS DE 15000 RPM COM 300 GB CADA UM

#### 9.1 FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS (TERMOS TÉCNICOS)

As adequações que se fizerem necessárias no Banco de Dados deverão ser acompanhadas pela equipe técnica especializada (bibliotecários) dado o caráter e especificidade da área de formação.



Para a formação do banco de dados e um bom andamento das atividades disponíveis na(s) Biblioteca(s) da FUESPI, o software deverá apresentar as seguintes características, e padrões de tela e de planilhas, conforme discriminadas a seguir.

**9.1.1 QUANTO AS TELAS DE CADASTRO, DEVERÃO CONTER AS SEGUINTE OPÇÕES:**

- Visualização rápida de todos os registros cadastrados;
- Incluir, para a inserção de novo registro;
- Excluir, para a remoção de um registro;
- Salvar, para a possibilidade de alteração de registro, quando em edição;
- Cancelar, para abortar uma determinada operação
- Localizar, para consultas detalhadas para mais de um registro;
- Opção de Sair - para sair da tela;
- Opção de voltar;
- Opção de atualizar;

**9.1.2 QUANTO ÀS PLANILHAS QUE DEVERÃO CONSTAR NO SISTEMA:**

<b>a) CADASTRO DE TIPOS DE OBRAS</b>	
<b>CAMPUS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Descrição do Tipo de Obra	
Sigla	
Opção de Reserva	

<b>b) CADASTRO DE TIPOS DE AUTOR</b>	
<b>CAMPUS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Código	
Descrição do Tipo de Autor	

<b>c) CADASTRO DE SITUAÇÃO DE EXEMPLARES</b>	
<b>CAMPUS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Código	
Descrição da Situação	



<b>d) CADASTRO DE AUTORES PARA FINS DE PESQUISA</b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição do Autor	

<b>e) CADASTRO DE CURSOS</b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição Curso	
Área do Conhecimento	

<b>f) CADASTRO DE DISCIPLINAS</b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição	

<b>g) CADASTRO DE EDITORAS</b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Editora	
CEP	
Endereço	
Bairro	
País	
UF	
Cidade	
Fone	
Fax	
Contato	
Email	
Site	
Histórico de Contratos Realizados	



<b><u>h) CADASTRO DE IDIOMAS</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição	

<b><u>i) CADASTRO DE ORIGEM DE AQUISIÇÃO</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição	

<b><u>j) CADASTRO DE TIPOS DE EMPRÉSTIMO</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição Tipo Empréstimo	

<b><u>k) CADASTRO DE TIPOS DE BAIXA</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição Tipo de Baixa	

<b><u>l) CADASTRO DE TIPOS DE RESERVA</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição do Tipo de Reserva	

<b><u>m) CADASTRO DE TIPOS DE MULTA</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Descrição do Tipo de Multa	

<b><u>n) CADASTRO DE TIPOS DE EMPRÉSTIMO</u></b>	
CAMPUS	DESCRIÇÃO



Código	
Descrição do Tipo de Empréstimo	

**o) CADASTRO DOS HORÁRIOS DA BIBLIOTECA**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Horário	

**p) CADASTRO DE OBRAS**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Tipo de Obra	
Título	
Título Original	
Subtítulo	
CDD	
Cutter	
Serie	
Edição	
Volume	
Tomo	
Ano	
Local de Publicação	
Editoras	
Assuntos	
Autores	
Cursos	
Áreas de Conhecimento	
Disciplinas	
Descrição Física (com recurso de apresentação da imagem)	
Notas	

**q) CADASTRO DE EXEMPLARES DAS OBRAS**



CAMPUS	DESCRIÇÃO
Prédio	
Registro	
Data de Registro	
Número do Exemplar	
Origem	
Situação do Exemplar	
Data da Compra	
Valor	
Identificação Nota Fiscal	
Fornecedor	
Situação Atual do Exemplar	
Número de Exemplares	

r) CADASTRO DE PERIÓDICOS	
CAMPUS	DESCRIÇÃO
Tipo de Periódico	
Tipo de Publicação Seriada	
Periodicidade	
Idioma	
Título	
ISSN	
Classificação	
Local de Publicação	
Órgãos	
Editoras	
Editores	
Cursos	
Áreas de Conhecimento	
Notas	



Assuntos	
Sumários de periódicos	

<b>s) CADASTRO DE EXEMPLARES DOS PERIÓDICOS</b>	
<b>CAMPUS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Periodicidade	
Prédio	
Origem	
Título	
Ano	
Número	
Volume	
Edição	
Data	
Situação do Exemplar	
Data do Registro	

<b>t) CADASTRO DE USUÁRIOS</b>	
<b>CAMPUS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Nome	
Endereço	
Complemento	
Número	
Bairro	
CEP	
País	
UF	
Cidade	
Fone	
Celular	
Email	
Sexo	
Data de Nascimento	
Estado Civil	



Nacionalidade	
Naturalidade	
CPF	
RG	
Órgão Expedidor	
Título Eleitor	
Zona	
Seção	
Filiação (Pai e Mãe)	
Foto	Opção de Digitalização para foto
Tipo de Usuário	

**v) CADASTRO DE ALUNOS**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código	
Nome	
Endereço	
Complemento	
Numero	
Cidade	
Estado	
CEP	
Curso	
Telefone	
Celular	
Email	
Foto do Aluno	Opção de Digitalização para foto

**9.2 - QUANTO AS MOVIMENTAÇÕES QUE O SISTEMA TEM QUE APRESENTAR:**

**a) EMPRÉSTIMO DE OBRAS E PERIÓDICOS (NORMAL E ESPECIAL)**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código do Aluno e/ou Nome	
Foto	Para visualização do aluno



Registro	
Título	
Edição	
Volume	
Tomo	
Data Empréstimo	
Data Devolução	
Tipo de Empréstimo	Normal ou Especial
Situação	
Opções de Movimentações	Consultar Empréstimo; Realizar Empréstimo; Sair do Empréstimo

**b) MULTAS (EXCLUSÃO OU ALTERAÇÃO)**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código do Aluno e/ou Nome	
Visualização dos Dados do Usuário	Apresentação das Quantidades de empréstimos realizados de forma simultânea
Código da Multa	
Data de Emissão	
Data de Baixa	
Tipo de Impressão	
Número de Vias	
Opções de Movimentações	Novo Registro; Baixa do Registro; Exclusão do Registro; Cancelamento do Registro; Sair do Registro

**c) CONTROLE DE RESERVAS**

CAMPUS	DESCRIÇÃO
Código da Obra	
Título	
Reservas	
Código do Aluno	
Nome do Aluno	
Data da Reserva	
Código da Obra	



Código do Exemplar

### 9.3 - RELATÓRIOS

Os relatórios deverão apresentar todos os dados necessários para subsidiar um determinado levantamento estatístico, seja por movimentação de empréstimo, usuários, multas, nome do operador do sistema, data e horário, reservas sendo tais dados específicos determinados de acordo com as necessidades identificadas junto as demandas administrativas e operacionais.

8.3.1 - Relatórios	
CAMPUS	DESCRIÇÃO

### 9.4 - ABRANGÊNCIA DOS SERVIÇOS:

Registro, controle, guarda e preservação de entrada, saída e/ou atualização de informações cadastrais tanto de materiais bibliográficos quanto de usuários que passarão a fazer parte do banco de dados da biblioteca.

### 9.5 - PÚBLICO ALVO:

- **Diretamente (GRUPO OPERACIONAL):** Bibliotecários, técnicos administrativos e estagiários de Biblioteconomia;
- **Indiretamente (GRUPO DE USUÁRIOS):** toda a comunidade universitária que venham a utilizar o catálogo e os serviços oferecidos pela biblioteca;

### 9.6 - MODO DE UTILIZAÇÃO:

- Inserção e atualização de registros catalográficos;
- Recuperação de dados;
- Cadastro de usuários (alunos, professores e técnicos da instituição);
- Empréstimo de obras,
- Geração de relatórios.

### 9.7 - TIPO DE ASSISTÊNCIA

Assistência local e remota.