

Luigi Buglione

# Project Size Unit (PSU)



© Luigi Buglione

## Manual de Medição

Versão 1.3  
(PSU-MM-1.30p)

Julho 2011

Como referenciar este documento:

Luigi Buglione, *Project Size Unit (PSU) –Manual de Medição, versão 1.3*, PSU-MM-1.30p, Julho 2011

Para mais informações sobre PSU e outras questões sobre medição de Software e Qualidade, por favor visite:

< <http://www.semq.eu> > ou contate L.Buglione por e-mail em [luigi.Buglione@computer.org](mailto:luigi.Buglione@computer.org)

Copyright © 2003-2011 Luigi Buglione. Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema recuperável, nem transmitida, de nenhuma forma, por nenhum modo, eletrônico, mecânico, fotocopiado, gravado, ou qualquer outro, sem o consentimento de L. Buglione

Primeira edição: Julho 2011

Tradução em português (v1.3): Teresa Cristina S. Zenga Beraldo, Junho 2011

# Índice

1	Informações sobre o documento	4
1.1	Sumário Executivo	4
1.2	História	4
1.3	Acrônimos	4
1.4	Referências	5
2	Introdução	7
2.1	Medindo um projeto de software: Quais unidades?	7
2.2	Momento para contar o tamanho do projeto e informações necessárias	8
2.3	Métodos “Early” e “Standard”: amigos ou inimigos?	9
2.4	Projetos Ágeis e a questão da estimativa	10
2.5	Métodos “Early”: Qual é a fase correta do Ciclo de Vida do Software?	10
3	Project Size Units (PSU): Análise racional	12
3.1	PSU e APF: uma comparação de primeiro nível	14
3.2	PSU e APF: qual é o relacionamento?	15
3.3	PSU e PHD: Fazendo o Backfiring de Projetos concluídos	18
3.4	Automatizando PSU	19
3.5	PSU na Web	19
4	PSU: Procedimento de Cálculo	20
4.1	Entradas solicitadas	20
4.2	Premissas iniciais	20
4.3	Regra de cálculo de tamanho	21
4.4	Contagem de atividade – nível de granularidade	22
4.5	Sistema de Peso	25
4.6	Procedimento de cálculo de tamanho para o cálculo PSU	26
4.7	Um exemplo de cálculo de tamanho	27
4.8	Rastreamento e re-cálculo de PSU	33
4.9	Utilizando PSU em Projetos Ágeis	33
4.10	Alguns estudos de caso	35
5	Adotando PSU na sua Organização	36
5.1	Intervalos de esforço para as atividades	36
5.2	Pesos da Complexidades	39
5.3	Tarefas QM	41
6	PSU e Estimativa de Esforço	43
6.1	Dados Históricos de Projetos (PHD): dados essenciais	43
6.2	População de PHD	44
6.3	Ferramentas de Estimativa	45
6.4	Estimando com PSU	45
6.5	Classificação de tarefas de M/Q/T: alguns exemplos	47
7	Conclusões & Perspectivas	49

# 1 Informações sobre o documento

## 1.1 Sumário Executivo

Este documento descreve a **PSU (Project Size Unit)**, uma técnica de gerenciamento de projetos que permite associar a medida de tamanho do projeto ao esforço estimado por experiência/analogia. Ela pode ser utilizada desde a fase de Proposta, pois suas principais entradas são os requisitos iniciais do Cliente, o planejamento inicial e a WBS relacionada através do Gerente do projeto, a ser refinada durante as próximas Fases do Ciclo de Vida (SLC). Portanto ela pode ser definida como uma técnica “early sizing” (dimensionamento antecipado).

## 1.2 História

Revisão	Dados	Alterações desde a última revisão
1.00	31/08/2005	<ul style="list-style-type: none"><li>• Primeira tiragem</li></ul>
1.01	05/10/2005	<ul style="list-style-type: none"><li>• Correção de erros tipográficos, melhoria da redação (todo o documento)</li><li>• Esclarecimento de possíveis ambigüidades entre RHLR e uso de atividades (Seç. 3,4)</li><li>• Melhoria do exemplo de cálculo (Seção 4)</li></ul>
1.2	27/08/2007	<ul style="list-style-type: none"><li>• Corrigidos alguns erros tipográficos</li><li>• Uso de PSU em Projetos Ágeis (Seção 2.4)</li><li>• Automatizando PSU (Seção 3.4)</li><li>• Cálculo Diferente do PSU<sub>QM</sub> para projetos novos e encerrados (Seção 4)</li><li>• Comparação de tamanho entre PSU v1.01 e v1.2 (Seção 4.9)</li><li>• Utilizando PSU em projetos Ágeis (Seção 4.10)</li><li>• Adotando PSU em sua Organização (Seção 5)</li></ul>
1.21	01/11/2007	<ul style="list-style-type: none"><li>• Corrigidos alguns erros tipográficos</li></ul>
1.3	03/01/2011	<ul style="list-style-type: none"><li>• Atualizadas as referências</li><li>• Excluída a Seção 4.9 (comparação entre PSU v1.01 e v1.2)</li><li>• Renumerada a Seção 4.10 (Utilizando PSU em projetos ágeis) na Seção 4.9</li><li>• Incluída a informação dos estudos de caso (Seção 4.9)</li><li>• Esclarecido o conceito de aditividade para requisitos não-funcionais na fórmula de cálculo</li><li>• Incluída a Seção 4.10 (Alguns estudos de caso)</li></ul>

## 1.3 Acrônimos

Acronym	Description
ANOVA	Analysis of Variance ( <i>Análise de Variância</i> )
CFPS	Certified Function Point Specialist ( <i>Especialista Certificado em Pontos de Função</i> )
CMM / CMMI	Capability Maturity Model / CMM Integration ( <a href="http://www.sei.cmu.edu/cmmi/">www.sei.cmu.edu/cmmi/</a> ) ( <i>Modelo de Maturidade da Capacidade / Integração CMM</i> )
COCOMO	Cost Construction Model ( <a href="http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII">http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII</a> ) ( <i>Modelo de Construção de Custo</i> )
COSMIC	Common Software International Consortium ( <a href="http://www.cosmicon.com">www.cosmicon.com</a> ) ( <i>Consórcio Internacional de Software Comum</i> )
E/F	Early/Fast ( <i>Antecipado/Rápido</i> )
EI/EO/EQ	External Input / External Output / External inQuiry ( <i>Entrada Externa / Saída Externa / Consulta Externa</i> )
EIF	External Interface File ( <i>Arquivo de Interface Externa</i> )
F/Q/T	Functional / Quality / Technical (referred to the nature of a requirement) ( <i>Funcional / Qualidade/ de / Técnico (refere-se à natureza de um requisito)</i> )
FFP	Full Function Point ( <i>Full Function Point</i> )
FP	Function Point ( <i>Pontos de Função</i> )
APF	Function Point Analysis ( <i>Análise de Pontos de Função</i> )

FSM	Functional Size Measurement ( <i>Tamanho de Medição Funcional</i> )
FSMM	FSM Method ( <i>Método FSM</i> )
FUR	Functional User Requirement ( <i>Requisito Funcional do Usuário</i> )
GSC	General System Characteristic ( <i>Características Gerais do Sistema</i> )
GUFPI-ISMA	Gruppo Utenti Function Point Italia – Italian Software Metrics Association ( <a href="http://www.gufpi-isma.org">www.gufpi-isma.org</a> ) ( <i>Grupo de Usuários de Pontos de Função da Itália – Associação Italiana de Métricas de Software</i> )
A/M/B	High/Medium/Low ( <i>Alta/Média/Baixa ; refere-se à complexidade das atividades</i> )
HF	Homogeneity Factor ( <i>Fator de Homogeneidade</i> )
HLR	High-Level Requirement ( <i>Requisito de Alto Nível</i> )
ICT	Information & Communication Technology ( <i>Tecnologia de Informação &amp; Comunicação</i> )
IFPUG	International Function Point User Group ( <a href="http://www.ifpug.org">www.ifpug.org</a> ) ( <i>Grupo Internacional de Usuários de Pontos de Função</i> )
ILF	Internal Logical File ( <i>Arquivo Lógico Interno</i> )
ISBSG	International Standard Benchmarking Software Group ( <a href="http://www.isbsg.org">www.isbsg.org</a> ) ( <i>Grupo de Software de "Benchmarking" de Padrões Internacionais</i> )
KPA	Key Process Area ( <i>Área de Processo Chave</i> )
LOC	Lines of Code ( <i>Linhas de Código</i> )
M/Q/T	Management/Quality/Technical ( <i>Gerenciamento / Qualidade /Técnicos; refere-se à natureza da atividade</i> )
MMRE	Magnitude of MRE ( <i>Magnitude do MRE</i> )
MRE	Mean Relative Error ( <i>Erro Relativo Médio</i> )
NESMA	Netherlands Software Metrics Association ( <i>Associação de Métricas de Software dos Países Baixos</i> )
PHD	Project Historical Database ( <i>Banco de Dados Históricos de Projeto</i> )
PMBOK	Project Management Body of Knowledge ( <a href="http://www.pmi.org">www.pmi.org</a> ) (PMBOK - <i>Guia de Melhores Práticas de Gerenciamento</i> )
PSU	Project Size Unit ( <a href="http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm">http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm</a> ) ( <i>Unidade de Tamanho de Projeto</i> )
PSU <sub>qm</sub>	PSU for Quality-Management Tasks ( <i>PSU para Gerenciamento de Atividades de Qualidade</i> )
PSU <sub>t</sub>	PSU for Technical Tasks ( <i>PSU para Atividades Técnicas</i> )
RHLR	Refined HLR ( <i>HLR Refinado</i> )
SNAP	Software Non-Functional Assessment Process ( <i>Processo de Contribuição de Software Não Funcional</i> )
SLC	Software Life Cycle ( <i>Ciclo de vida de Software</i> )
SPICE	Software Process Improvement Capability determination ( <a href="http://www.isospice.com">www.isospice.com</a> ) ( <i>Determinação da Capacidade de Melhoria do Processo de Software</i> )
UCP	Use Case Points ( <i>Pontos por Caso de Uso</i> )
UR	User Requirement ( <i>Requisito do Usuário</i> )
VAF	Value Adjustment Fator ( <i>Fator de Ajuste</i> )

## 1.4 Referências

[ALBR79]	ALBRECHT A.J., <i>Measuring Application Development Productivity</i> , Proceedings of the IBM Applications Development Symposium, GUIDE/SHARE, October 14-17, 1979, Monterey, CA, pp. 83-92
[ALBR83]	ALBRECHT A.J. GAFFNEY J., <i>Software function, source lines of code and development effort prediction: A software science validation</i> , IEEE Transactions on Software Engineering., vol. SE-9, no. 6, pp. 639-647, November 1983
[BOEH81]	BOEHM B., <i>Software Engineering Economics</i> , Englewood Cliffs N.J., Prentice-Hall Inc., 1981, ISBN 0138221227
[BOEH00]	BOEHM B.W., HOROWITZ E., MADACHY R., REIFER D., CLARK B.K., STEECE B., BROWN A.W., CHULANI S & ABTS C., <i>Software Cost Estimation with COCOMOII</i> , Prentice Hall, 2000, ISBN 0130266922
[BUGL03]	BUGLIONE L., <i>Dimensionare il software: qual è il giusto metro?</i> White Paper, 11/10/2003, Bloom!, URL: <a href="http://www.bloom.it/buglione1.htm">http://www.bloom.it/buglione1.htm</a>
[BUGL05]	BUGLIONE L., <i>PSU e Metriche Funzionali per il Dimensionamento del Software: Concorrenti o Alleati?</i> , Bloom.it, 11/02/2005, URL: <a href="http://www.bloom.it/buglione2.htm">http://www.bloom.it/buglione2.htm</a>
[BUGL07a]	BUGLIONE L., <i>Meglio Agili o Veloci? Alcune riflessioni sulle stime nei progetti XP</i> , XPM.it, February 2007, URL: <a href="http://www.xpm.it">www.xpm.it</a>
[BUGL07b]	BUGLIONE L. & ABRAN A., <i>Improving Estimations in Agile Projects: issues and avenues</i> , Proceedings of the 4th Software Measurement European Forum (SMEF 2007), Rome (Italy), May 9-11 2007, ISBN 9-788870-909425, pp.265-274, URL: <a href="http://www.dpo.it/smef2007/papers/day2/212.pdf">http://www.dpo.it/smef2007/papers/day2/212.pdf</a>
[BUGL08a]	BUGLIONE L., <i>Misurare il Software. Quantità, qualità, standard e miglioramento di processo nell'ICT</i> , 3° edizione, FrancoAngeli, FA724.20, ISBN 978-88-464-9271-5, Gennaio 2008, URL: <a href="http://www.semq.eu/leng/booksms.htm">http://www.semq.eu/leng/booksms.htm</a>
[BUGL08b]	BUGLIONE L., CUADRADO-GALLEGO J.J. & REJAS-MUSLERA R.J., <i>Project Size and Estimating: A Case Study using PSU, IFPUG and COSMIC</i> , Proceedings of <a href="http://www.isospice.com">IWSM/Metrikon/MENSURA 2008</a> , Munich (Germany), November 18-19

	2008, <a href="#">LNCS 5338</a> , pp. 1-16
[BUGL08c]	BUGLIONE L., ORMANDJIEVA O., DANEVA M., <i>Using PSU for Early Prediction of COSMIC size of Functional and Nonfunctional Requirements</i> , Proceedings of <a href="#">IWSM/Metrikon/MENSURA 2008</a> , Munich (Germany), November 18-19 2008, <a href="#">LNCS 5338</a> , pp. 361-370
[BUGL10]	BUGLIONE L., <i>Some thoughts on Productivity in ICT Projects</i> , version 1.3, WP-2010-01, White Paper, August 23 2010; URL: <a href="http://www.semq.eu/pdf/fsm-prod.pdf">http://www.semq.eu/pdf/fsm-prod.pdf</a>
[BUGL11]	BUGLIONE L., <i>Requisiti per l'Automazione in Strumenti di Project Management – Requisiti</i> , versione 1.1, PSU-AU-1.10i, Gennaio 2011; URL: <a href="http://www.semq.eu/pdf/psu-au-110i.pdf">www.semq.eu/pdf/psu-au-110i.pdf</a>
[COHN05]	COHN M., <i>Agile Estimating and Planning</i> , Prentice Hall, 2005, ISBN 0131479415
[COND10]	CONDORI-FERNANDEZ N., DANEVA M., BUGLIONE L., ORMANDJIEVA O., <i>Experimental Study Using Functional Size Measurement in Building Estimation Model for Software Project Size</i> , Proceedings of the Software Engineering Research, Management & Application conference (SERA 2010), Montréal (Canada), 24-26 May 2010
[CONT86]	CONTE S., DUNSMORE H. & SHEN V.Y., <i>Software Engineering Metrics and Models</i> , Benjamin Cummings: Manlo Park, CA, 1986, ASIN 0805321624
[FERN07]	FERNÁNDEZ SANZ E.D., <i>Estudio Y Evaluación de PSU (Unidad de Medida de Proyectos) Y Estudio Estadístico de La Conversión De Mediciones PSU a Puntos De Función IFPUG</i> , Universidad de Alcalá de Henares, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica En Informática, Especialidad en Gestión, Trabajo de fin de carrera, Madrid, Junio2007
[IFPU03]	IFPUG, <i>Framework for Functional Sizing</i> , Version 1.0, September 2003), International Function Point User Group, Westerville, Ohio, January 2004, URL: <a href="http://www.ifpug.org">http://www.ifpug.org</a>
[IFPU10]	IFPUG, <i>Function Points Counting Practices Manual (release 4.3)</i> , International Function Point User Group, Westerville, Ohio, January 2010, URL: <a href="http://www.ifpug.org">http://www.ifpug.org</a>
[ISBS10]	ISBSG, <i>ISBSG Repository R11 Field Description</i> , 2010, URL: <a href="http://www.isbsg.org">http://www.isbsg.org</a>
[ISO08]	ISO/IEC, <i>IS 12207:2008 - Information Technology : Software Life Cycle Processes</i> , URL: <a href="http://www.iso.ch">http://www.iso.ch</a>
[ISO01]	ISO/IEC 9126-1:2001, <i>Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality Model</i> : ISO and IEC, 2001
[ISO02a]	ISO/IEC 20968:2002, <i>Software Engineering-MK II Function Point Analysis- Counting Practices Manual</i> : ISO and IEC, 2002
[ISO02b]	ISO/IEC, IS 15504-5, <i>Software Engineering - Process Assessment - Part 5: An Exemplar Assessment Model</i> , 2002
[ISO03]	ISO/IEC, IS 19761:2003, <i>Software Engineering-Cosmic FFP-A functional Size Measurement Method</i> : ISO and IEC, 2003
[ISO05]	ISO/IEC, IS 24570:2005 - Software engineering -- NESMA functional size measurement method version 2.1 -- Definitions and counting guidelines for the application of Function Point Analysis, International Organization for Standardization, 2005
[ISO07]	ISO/IEC14143-1:1998 (R2007), <i>Information Technology-Software Measurement-Functional Size Measurement-Part 1: Definitions of Concepts</i> : International Organization for Standardization, February 2007
[JONE95]	JONES C., <i>What are Function Points?</i> , Software Productivity Research Inc., March 1995, URL: <a href="http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/">http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/</a>
[JONE96]	JONES C., <i>Programming Language Table, release 8.2</i> , Software Productivity Research Inc., March 1996, URL: <a href="http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/">http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/</a>
[MELI97]	MELI R., <i>Punti Funzione Anticipati: un nuovo metodo di stima per i progetti software</i> , Proceedings of the 8 <sup>th</sup> ESCOM Conference, Berlin, May 26-28, 1997, URL: <a href="http://www.dpo.it">http://www.dpo.it</a>
[NESM05]	NESMA, <i>The application of Function Point Analysis in the early phases of the application life cycle. A Practical Manual: Theory and case study</i> , ISBN: 978-90-76258-20-1, 2005, URL: <a href="http://www.nesma.nl/section/books/">http://www.nesma.nl/section/books/</a>
[PAUL93]	PAULK M.C., WEBER C.V., GARCIA S.M., CHRISSIS M.B. & BUSH M., <i>Key Practices of the Capability Maturity Model Version 1.1</i> , Software Engineering Institute/Carnegie Mellon University, CMU/SEI-93-TR-25, February 1993, URL: <a href="http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93_reports/pdf/tr25_93.pdf">http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93_reports/pdf/tr25_93.pdf</a>
[PMI08]	PMI, <i>A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)</i> , 4th ed., Project Management Institute, 2008, URL: <a href="http://www.pmi.org">http://www.pmi.org</a>
[RUBI07]	RUBIO RODRÍGUEZ V., <i>Estudio y aplicación de las PSU (Project Size Unit) para la planificación de Proyectos Software</i> , Universidad de Alcalá de Henares, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica En Informática, Especialidad en Gestión, Trabajo de fin de carrera, Madrid, Junio 2007
[SANT05]	SANTILLO L., LOMBARDI S., NATALE D., <i>Advances in statistical analysis from the ISBSG benchmarking database</i> , Proceedings of SMEF2005 (2 <sup>nd</sup> Software European Measurement Forum), Rome (Italy), 16-18 March 2005, URL: <a href="http://www.dpo.it/smef2005/filez/g105_gufpi.pdf">http://www.dpo.it/smef2005/filez/g105_gufpi.pdf</a>
[SEI10]	CMMI PRODUCT DEVELOPMENT TEAM, <i>CMMI for Development (CMMI-DEV) Version 1.3</i> , CMU/SEI-2010-TR-033, Technical Report, Software Engineering Institute, November 2010, URL: <a href="http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr033.cfm">http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr033.cfm</a>
[SYMO98]	SYMONS C., <i>RAPS: Rapid Application Portfolio Sizing</i> , Software Measurement Services Ltd, 1998

## 2 Introdução<sup>1</sup>

Um dos aspectos de maior interesse para um Gerente de Projetos é ter possibilidade de determinar a necessidade de esforço de desenvolvimento de um projeto o mais cedo, e com o maior nível de confiança possível. Uma parte de projetos desenvolvidos baseia a estimativa no fator experiência; onde a capacidade do GP de prever possíveis riscos do projeto é mais precisa, mas de um modo exclusivamente qualitativo, por analogia a experiências ou implementações similares, sendo uma prática amplamente adotada.

Da mesma forma, o reconhecido guia PMBOK (Project Management Body de Knowledge) [PMI08] em seus processos “core” e em particular em “*Estimar Duração das atividades*” (6.4), identifica entre as possíveis técnicas de estimativa de duração de um projeto, inicialmente, a “*opinião especializada*”, seguida pela “*estimativa análoga*” e apenas em terceiro lugar os critérios quantitativos (durações baseadas quantitativamente), obtidas pela multiplicação de determinada unidade de contagem técnica pela produtividade média. Em conclusão, o PMBOK propõe que seja levado em consideração um *buffer de esforço* a fim de enfrentar eventuais riscos do projeto.

Medir uma entidade, seja lá qual for, deve ser sempre orientado por avaliações objetivas e não subjetivas. Mesmo que sua natureza não seja objetiva, deve ser traduzido em uma linguagem objetiva a fim de poder gerenciá-lo adequadamente. “Não se pode controlar o que não se pode medir” como cita a conhecida frase de Tom De Marco [BUGL08]. Portanto, é preferível escolher a terceira forma entre as propostas no PMBOK.

Durante os últimos 25 anos a comunidade de Engenharia de Software despendeu muito esforço e atenção com a questão da estimativa. A difusão e aplicação de modelos baseados em análise de regressão tais como COCOMO [BOEH81] [BOEH00] pode representar adequadamente a sua relevância, onde o relacionamento entre esforço e tamanho é o seguinte:

$$effort = f(size)$$

Portanto o ponto de partida para calcular o esforço é o tamanho do projeto. Eventuais variações da função  $f$  estão fora do escopo deste manual; por favor, considere [CONT86] como um texto de referência para questões de estimativa em um projeto de software de desenvolvimento<sup>2</sup>.

### 2.1 Medindo um projeto de software: Quais unidades?

Pontos de Função [ALBR79][ALBR83] com suas diversas variações e evoluções (referenciado como FSM – Métodos de Medição de Tamanho Funcional<sup>3</sup>) representam seguramente a família de técnicas mais confiável e com a mais rápida expansão no mundo da Engenharia de Software Engineering. [JONE95] resume de modo eficiente a questão do *Paradoxo da produtividade* comparando o que significa contar um projeto utilizando-se linhas de código (LOC) ou uma unidade funcional<sup>4</sup>.

Os conceitos básicos de medição funcional podem ser facilmente resumidos na contagem do número de *funcionalidades* (contidas na *fronteira do projeto*) do ponto de vista do usuário do negócio, expressas através de um determinado número de *entidades técnicas*, sendo cada uma ponderada de acordo com seu nível de complexidade, adicionado a *complexidade geral*, para uma

<sup>1</sup> [BUGL03]

<sup>2</sup> No seguinte, de acordo com [CONT86], sera considerado PRED(0.25) com um MRE que não deve ser maior que 25%, porém o leitor pode considerar cada outra porcentagem - i.e. PRED(0.10) – em linha com suas próprias exigências.

<sup>3</sup> Para uma discussão sobre evolução de FSM e principais metodologias (tais como Mark-II [ISO02], NESMA [ISO05] e COSMIC-FFP [ISO03]), veja [BUGL08], Capítulo 2.

<sup>4</sup> Para uma discussão completa e extensiva de *productivity paradox* e de Backfiring, veja [JONE95][JONE96].

específica solução de software. Portanto, de um modo geral, é possível resumir o que foi colocado conforme abaixo:

$$size = \left[ \sum_i^n (entity_i * complex\_lev) \right] * adjustment\_factor$$

## 2.2 Momento para contar o tamanho do projeto e informações necessárias

No CPM 4.3 (Manual de Prática de Contagem) de APF do IFPUG [IFPU10], Parte 2 Capítulo 3 três categorias de documentos são identificadas – derivadas do estudo de viabilidade – com um nível crescente de detalhamento e precisão de contagem:

- Requisitos Iniciais do Usuário: Esta fase representa os Requisitos do Usuário antes da reunião entre o Usuário e a Equipe do Projeto. As características relacionadas à utilização da documentação nesta fase são: Ser incompleto, não apresentar algumas funcionalidades que possam derivar da análise, dificuldades de implementação, ter alguns aspectos extremamente genéricos que podem resultar na não obtenção do número correto de Pontos de Função.
- Requisitos Técnicos Iniciais: Esta fase representa a visão dos desenvolvedores em relação aos requisitos dos Usuários criada a partir do estudo de viabilidade. Desta forma, alguns aspectos técnicos de implementação são incluídos mesmo que não possam ser levados em conta na contagem final. As características associadas à utilização deste tipo de documentação nesta fase são: Ser dependente da tecnologia, possível não identificação adequada das necessidades funcionais dos Usuários, apresentarem elevada ênfase em aspectos técnicos, ter *fronteiras* definidas a partir da arquitetura técnica de outras aplicações da Organização.
- Requisitos Funcionais Finais: Esta fase representa finalmente o resultado das reuniões entre o Usuário e a Equipe do Projeto, permitindo tornar consistente e completa a definição dos *Requisitos Funcionais*. Portanto, tal versão final é obtida **antes** do início da fase de desenvolvimento. Como consta no Manual de Prática de Contagem, “A contagem de pontos de função, *assumindo que não haja mudanças adicionais no escopo, deve ser consistente com a contagem ao final do desenvolvimento*”.

Portanto, o cálculo da dimensão de um projeto com um método FSM, tal como APF, pode ser feito apenas ao final da fase de “Análise” no Ciclo de vida do projeto, tendo a sua disposição um nível de detalhe “avançado” da informação sobre a implementação do software a ser entregue ao Cliente.

Exigências de Negócios requerem que se antecipe cada vez mais o momento para se estimar o tamanho, a fim de definir a necessidade de esforço e de custo associados (e expectativa de receitas) a um projeto. A fim de validar tal tendência, várias versões “early/fast” (antecipadas/rápidas) de APF têm sido desenvolvidas [SYMO98][NESM05][MELI97] ou, mais recentemente, de COSMIC-FFP. Elas permitem – obviamente economizando tempo na contagem do tamanho funcional, mas com um menor nível de confiança – obter o número final de unidades de tamanho funcional e conseqüentemente, se utilizado com um sistema de revisão, calcular o esforço estimado de desenvolvimento de uma solução de software, comparado ao uso “full” de uma técnica de dimensionamento. Podem surgir problemas quando a empresa não tiver, durante a fase de proposta, a possibilidade de despendar o tempo necessário para aplicar adequadamente estas técnicas “early”(antecipadas). Cabe ressaltar que em qualquer um destes casos, estas técnicas medem apenas o tamanho do *produto* funcional do software, não o tamanho do *projeto* de software [BUGL10].

A figura a seguir resume os momentos e as medições para, tipicamente, dimensionar um projeto de software durante todo o SLC (ciclo de vida do software), da fase de proposta em diante.

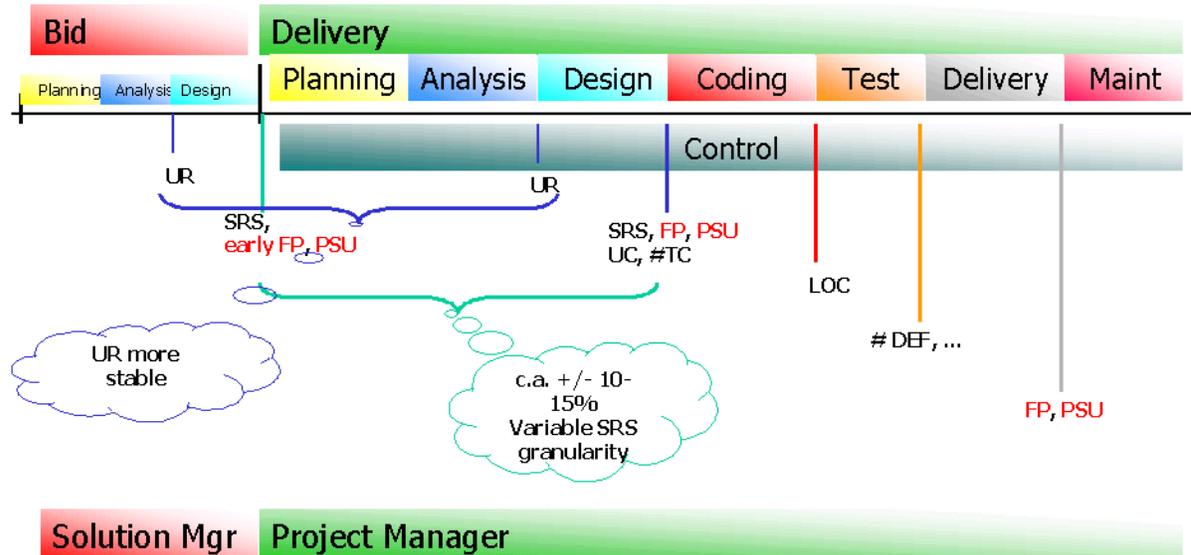


Fig. 1 – Medidas de dimensão e possíveis momentos para sua realização durante o Ciclo de Vida do Software(SLC)

## 2.3 Métodos “Early” e “Standard”: amigos ou inimigos?

As tais versões antecipadas (“early”), mesmo com um menor nível de detalhe, apresentam de toda forma, uma contagem de entidades lógicas (entradas, saídas, consultas, micro-funcionalidades,...). Utilizando-se um banco de dados histórico de projetos adequadamente populado seja com dados da técnica versão plena (“full”) seja com dados da técnica antecipada & rápida (“early & quick”) é possível calcular um *fator de conversão a ser* aplicado ao novo projeto, utilizando-se a técnica antecipada e, permitindo assim, obter uma boa aproximação do número de unidade de medida padrão “standard”<sup>5</sup>. De um modo geral, isto pode ser sumarizado da seguinte forma:

$$size\_full = size\_early * adj\_factor$$

Portanto, através da análise do MREs (Mean Relative Errors), PRED(0.25) e outras típicas variáveis de estimativa obtidas do projeto e das variáveis relacionadas ao conjunto completo de projetos considerados, é possível verificar e avaliar a correspondência entre os dois sistemas o padrão (“standard”) e o antecipado (“early”).

Outra solução possível consiste em considerar apenas a técnica antecipada, avaliando o MRE e PRED(0.25) simplesmente referindo-se ao esforço estimado e final, contra eles mesmos, a fim de derivar o fator de ajuste a ser aplicado, calculando assim o número correto de homens/dia.

<sup>5</sup> [ISO03] (ISO/IEC versão de COSMIC-FFP) no Capítulo 6 propõe como comparar resultados entre COSMIC e Pontos de Função do IFPUG.

## 2.4 Projetos Ágeis e a questão da estimativa

Métodos Ágeis (AM) tais como XP, FDD e DSDM representam soluções interessantes para projetos com requisitos instáveis, SLC iterativo, marcos de curto-prazo e equipes pequenas. Somente nos últimos cinco anos, tem sido dada atenção a metodologias ágeis nas práticas de Gerenciamento de Projetos. Através deste interesse, as práticas de Planejamento e Cronograma têm sido personalizadas para as metodologias ágeis, mas com menor atenção ao processo de estimativa. AM ainda é uma abordagem “jovem” para desenvolvimento de software, ainda há muito trabalho a ser feito a fim de melhorar a forma de gerenciar as estimativas AM, incluindo personalização de práticas relevantes das metodologias “heavyweight” já bem estabelecidas.

[BUGL07b] apresenta uma análise detalhada dos prós e contras nas principais práticas AM de estimativa, ressaltando os quatro principais pontos de atenção:

- Não se estimam os requisitos não-funcionais (NFR) de projetos
- Nenhuma unidade de dimensionamento é adotada
- Não há prática para coleta e utilização de dados históricos
- Nenhum padrão é adotado

Em particular observando o primeiro ponto, é difícil aplicar um FSMM em um projeto ágil, devido à instabilidade típica dos requisitos e pela prática comum de se evidenciar somente o lado funcional dos requisitos (ex.: A denominada “User Story” no XP). Portanto, PSU pode representar uma unidade de tamanho com boa correspondência com este tipo de projeto, como ilustrado na Seção 4.9.

## 2.5 Métodos “Early”: Qual é a fase correta do Ciclo de Vida do Software?

O Ciclo de Vida do Software (SLC) padrão tal como na ISO/IEC 12207:2008 [ISO08] mostra uma lista de “*processos, atividades e tarefas*” a serem aplicadas para se desenvolver ou manter um sistema de software, mas explicitamente “*não especifica detalhes para implementação ou execução de atividades inclusas em tais processos*” (Capítulo 1.5).

Além do detalhamento técnico relativo à organização do “ciclo de vida” (em cascata, espiral, protótipo, ...) e critérios de seleção relacionados, deve se considerar uma fase adicional, anterior a fase SLC, a da *proposta*, cujo resultado (informativo de saída) – se a proposta vencer – é mais consistente do que um simples estudo de viabilidade. Os principais modelos de processo de melhoria de software (SPI) podem ajudar na determinação destas informações *ocultas*.

### SPICE (ISO/IEC IS 15504-x)

O Processo de Gerenciamento de Projetos está codificado na ISO/IEC 15504 (também conhecida como SPICE) como MAN.2 (Gerenciamento de Projetos) e apresenta as 12 Bases Práticas (BP), definidas em uma seqüência temporal para implementação. Em particular, deve-se observar que MAN.2.BP4 (*Tamanho e Estimativa de atividades e recursos*) precede no tempo a prática BP.10 (*Estabelecer e implementar Planos de Projeto*). Na Parte 5, Apêndice A do modelo ISO [ISO02] são adicionalmente relacionadas as entradas e saídas para cada um dos processos definidos. Para o processo MAN.2 diversos resultados são obtidos do processo de proposta (Ex. contrato, acordo com o cliente, especificações funcionais de alto nível, informações sobre o ambiente de desenvolvimento, ...). A fase de análise para os “requisitos técnicos finais” a fim de calcular a quantidade de Pontos de Função na SPICE é identificável entre os *processos primários*, em ENG.1.3 (*Software design*), após a qual serão disponíveis também os detalhes de bases de dados, necessárias para a contagem adequada de DETs e RETs para as funções de dados na APF.

## **Sw-CMM v1.1 (1993) / CMMI-DEV v1.3 (2010)**

O processo de planejamento no Sw-CMM v1.1 [PAUL93] inclui uma KPA denominada SPP (*Planejamento de Projeto de Software*). Em particular, a atividade 9 (Ac9) no ponto #1 enuncia que as estimativas de tamanho de software devem ser feitas para todos os principais produtos do trabalho de software e para as atividades incluídas no projeto, referindo-se também a algumas métricas de referência tais como LOCs e Pontos de Função, enquanto a atividade 2 (Ac2) especifica que o planejamento de um projeto de software (como parte do projeto como um todo) inicia-se nas fases iniciais e **em paralelo** com o planejamento do projeto como um todo. Ao invés disto, a atividade de análise é gerenciada na KPA Nível 3 denominada SPE (*Engenharia de Produto de Software*). O Design do Software, em particular, é descrito na atividade 3 (Ac3), com considerações análogas às feitas anteriormente para os processos de SPICE.

As mesmas considerações podem ser feitas com o CMMI-DEV em sua mais nova versão 1.3 [SEI10], onde a primeira prática específica, quando do planejamento de um projeto (PP, SP1.1), refere-se a declaração do escopo do projeto a ser gerenciado e portanto estimado, também (mas não somente) através de seus produtos do trabalho.

Portanto, se as informações necessárias para produzir o número de Pontos de Função em um determinado momento durante o ciclo de vida do projeto não estiverem disponíveis, que valor de dimensão o Gerente de Projetos deve declarar a fim de estimar o esforço do projeto e conseqüentemente planejar as atividades e criar o Gráfico de Gantt?

### 3 Project Size Units (PSU): Análise racional

A questão anterior foi propositalmente provocativa, mas deriva de uma experiência real em grandes companhias de ICT. Alguns premissas necessárias: Nem todos os projetos concluídos, armazenados em uma base de dados histórica, declaram uma unidade de *tamanho*, baseando-se – como apresentado no início deste artigo – em experiência e estimativa por analogia, os dois primeiros critérios listados no PMBOK.

Mas se a aplicação de um critério quantitativo (O terceiro critério no PMBOK2008, Capítulo 6.4) como por exemplo Pontos de Função ou outras medidas funcionais similares é possível apenas no término da fase Análise & Design, qual é o “metro” justo – respeitando os mesmos princípios do Guia – para dimensionar a solução de software sob estudo, e utilizar um determinado número em um sistema de previsão a fim de derivar, na fase de Planejamento, o número de homens/dia necessário?

A resposta, mencionada anteriormente, tem sido a de considerar e introduzir uma técnica de estimativa antecipada (“early”). Esta técnica original foi denominada **PSU (Project Size Unit)**, derivada da lógica de medição funcional expressada na Análise de Pontos de Função. Se a APF mede o tamanho funcional de um software em determinado momento  $t_x$  no ciclo de vida do projeto, a PSU deseja – ou pelo menos desejaria – manter o mesmo critério inspirador, trazendo-o para o momento  $t_{(x-1)}$  do ciclo de vida, referindo-se às saídas disponíveis neste momento. Relembrando a equação genérica para o cálculo do tamanho utilizando um método funcional:

$$size = \left[ \sum_i^n (entity_i * complex\_lev) \right] * adjustment\_factor$$

Os seguintes pontos foram abordados:

- Entidades: A questão inicial foi: Que informação está disponível quando é solicitada uma estimativa no final da adjudicação de uma proposta? O detalhe – não irrelevante – é fornecer uma “resposta” consistente para todos os projetos, não importando as particularidades ou o *modus operandi* do Gerente de Projetos. Os entregáveis certamente disponíveis são os requisitos do Usuário, diferentemente formulados pelo Cliente, bem como todos os anexos técnicos produzidos pelo fornecedor com a solução técnica aceita (supondo que a proposta tenha vencido e o planejamento do projeto vá começar), mas não existe ainda detalhes suficientes para se contar o número de entradas, saídas, arquivos, tabelas e assim por diante. Portanto os simples requisitos do Usuário representariam uma excessiva simplificação. O seu refinamento – antes de escrever os requisitos funcionais e os documentos de design – pode, mediante acordo entre a equipe do Projeto, produzir uma lista detalhada de requisitos. Portanto, o refinamento de cada um dos requisitos do Usuário, a ser desenvolvido no projeto será “traduzido na prática” através das atividades subseqüentes escritas na WBS, que representam a entidade a ser medida.
- Nível de Complexidade para as entidades consideradas. Depois de ter determinado quais são as entidades a serem medidas, o próximo passo é dar um peso para o nível de complexidade para as diferentes instâncias no âmbito de tal entidade. Um dos pontos principais a ser discutido para os métodos de medição de tamanho funcional é associado ao peso das entidades a serem medidas e ao modo de fazer a medição. Atualmente, no uso de Pontos de Função e métodos similares o fator de ajuste é considerado opcional, considerando apenas o valor “*não-ajustado*”, objetivamente derivado do desenvolvimento de atividades técnicas, que era o primeiro objetivo de Albrecht. No nosso caso, considerando que se optou por medir não um elemento detalhado como uma entrada ou um arquivo, mas uma entidade de nível mais alto, das quais os requisitos de tais elementos serão derivado, não é possível considerar seu peso. Como um requisito pode ser ponderado, partindo de tais premissas?

Considerando que se pretende calcular o Tamanho do Projeto, o objetivo final é estimar o esforço necessário para realizá-lo. Portanto, se um Gerente de projetos quisesse determinar

este esforço sem necessariamente calcular o tamanho (como no primeiro critério no PMBOK), o próximo passo seria simplesmente elaborar o Gráfico de Gantt, elencando as atividades detalhadas a serem executadas e atribuir uma duração máxima para cada atividade. A fim de criar certa uniformidade na “escrita” e estimativa de projetos, seria necessário determinar uma escala de tempo (estatisticamente calculado) a fim de parametrizar o tempo necessário para a execução das atividades, ou seja, o esforço:

1 Req.Usuário → x Reqs Detalhados Usuário → y atividades (→ w sub-atividades)  
→ z homens/dia

Considerando os três níveis de complexidade (Alta, Média, Baixa) da análise dos dados históricos de projetos e observando o nível de granularidade das atividades inseridas no Gráfico de Gantt, é possível atribuir uma correspondência temporal única para cada um dos requisitos detalhados do usuário com relação ao número de atividade derivadas (associado ao esforço padrão expresso em homens/dia). Supondo que derivem de um requisito detalhado do usuário duas atividades a serem inseridas no Gantt, e que, cada uma, por definição, não levará mais do que 5 homens/dia (total: 10 h/d), atribuiríamos complexidade “Baixa” a estas atividades, e assim por diante, até definição de uma complexidade “Alta”.

O brainstorming com a Equipe do Projeto em relação ao número de atividades para se obter os UR detalhados tem, com certeza, influência no número total final de PSU *não-ajustados* calculado. Obviamente um UR “traduzido” em uma complexidade “Alta” para a atividade vai contribuir menos do que um UR com um determinado número de atividades de “Baixa” complexidade. Portanto, a indicação estatisticamente derivada sobre o número máximo de homens/dia para cada nível de complexidade representa o escopo final para se uniformizar o modo através do qual o projeto deve ser expresso. De fato, comparando diversos Gráfico de Gantts de projetos, não importando o número final de homens/dia, além da discussão com o Cliente, a presença de uma única atividade de “Análise” com um total de 40 h/d ao invés do detalhamento para cada UR acordado, também permite “ler” *a posteriori* se a atribuições (esforço) efetuadas foram realistas, super ou sub-estimadas. Considerando que não existe comparação “visual” entre projetos similares, a estimativa permanece como uma atividade totalmente nas mãos e na experiência do Gerente de Projetos, absolutamente ligada a um fator não-objetivo.

Certamente neste ponto surge a questão: Por que não calcular diretamente o esforço sem contar com qualquer outra coisa? Aparentemente, como diz o ditado, “*é a serpente que morde a própria cauda*”: supor um esforço (obtido pelo esforço médio por atividade) a fim de estimar outro esforço (o esforço total do projeto, por agregação). A resposta, mesmo parecendo simplista, tem sua fundamentação na primeira fórmula proposta: O esforço é função do tamanho do projeto que pode ser expressa basicamente pelo número de “coisas a fazer”. Refinando o conceito (em um nível que podemos chamar de L-2), as “coisas a fazer” na APF são dados e transações, classificados nas cinco bem conhecidas entidades (ILF, EIF, EI, EO, EQ). Apenas no nível mais alto (nível L-1), onde ainda não é possível contar tais entidades em detalhe, permaneceria “o que fazer”. Obviamente a contribuição, associada ao esforço necessário pode, enfim ser em função de um “número de coisas a fazer (atividades)”.

Portanto, os dois resultados desta fase são:

- a) O **número de atividades associadas a cada UR detalhado**, contado com base em uma tabela que estabelece uma correspondência entre o número de h/d gastos em média para uma atividade considerada de Alta/Média/Baixa complexidade (que é, portanto uma aplicação direta da produtividade média discutida anteriormente);

b) A **contribuição (peso)** – estatisticamente derivada de análise periódica de base de dados históricos de projetos – **associada a cada um dos níveis de complexidade** definidos.

A multiplicação do número de entidades (As atividades técnicas finais na WBS) pelo pesos relativos aos três níveis de complexidade oferece portanto o número de **PSU não-ajustados**, que é o primeiro valor determinado.

- Fator de Ajuste. A quantidade acima determinada (PSU não-ajustados) refere-se exclusivamente ao esforço técnico para produzir o projeto. Portanto, este primeiro número exclui outro esforço, associado ao gerenciamento e às atividades qualitativas. Tal esforço, referindo-se às atividades que a SPICE ou o padrão ISO/IEC 12207 denominam de *processos primários*, seria proporcional a quantidade para as atividades técnicas. Também neste caso é possível derivar os valores médios históricos para estes dois grupos de atividades com referência a quantidade de esforço para as atividades técnicas, determinado pelo número de PSU *não-ajustados*. Portanto, periodicamente se atualizaria uma tabela que relacionasse o número de PSU não-ajustados e o esforço para as atividades de gerenciamento e qualitativas a serem somadas ao esforço técnico. Conforme indicado no PMBOK, na quarta hipótese para se efetuar a estimativa (*contingência* ou *buffer*), o fator de ajuste é interpretado como um risco a se considerar com relação técnica de estimativa rudimentar, aqui incluído e derivado de dados históricos de projetos encerrados.

Portanto, o resultado desta fase será o cálculo dos PSU com referência apenas às atividades de Q/M, mas observando se este componente está razoavelmente alinhado aos dados históricos de projetos concluídos. De fato, uma tabela será periodicamente atualizada, contendo as **proporções para o esforço adicional para as atividades de gerenciamento e qualitativas** em relação ao total de PSU não-ajustados.

Finalmente, a soma de PSU não-ajustados (resultante dos processos *primários*) com o “fator de ajuste” (resultante dos processos *organizacionais* e de *suporte*) resulta no número final de PSU para o projeto.

### 3.1 PSU e APF: uma comparação de primeiro nível

A tabela a seguir compara elementos básicos para se determinar o tamanho em APF e PSU.

Método \ Elementos	Entidade	Complexidades	Fator de Ajuste	Complexidades
<b>APF (standard)</b>	Dados (ILF, EIF) e Transações (EI, EO, EQ) relacionadas aos requisitos Funcionais para um sistema de software	3 níveis (A/M/B) para cada tipo de entidade.	14 Características Gerais do Sistema (GSC)	Peso/Contribuição (0-5) para cada uma das 14 GSCs, com variação de $\pm 35\%$ no valor de FPs não-ajustado
<b>PSU (early)</b>	UR detalhados e atividades relacionadas (regra: 1 atividade = max x h/d) para as atividades do ciclo de vida / SLC.	3 níveis (A/M/B) para todas as atividades detalhadas de um UR (e, portanto, de h/d, estatisticamente derivado).	% contribuição para a avaliação do esforço necessário proporcionalmente para as atividades de gerenciamento e qualitativas	Tal percentual é derivado da análise de bases de dados de históricos de projeto e é proporcional ao número de PSU não-ajustados.

**Tab. 1** – APF e PSU: comparação de elementos básicos de cálculo

Como demonstrado também nas seções seguintes deste documento, o “Fator de ajuste” relacionado aos requisitos não-funcionais (NFR), tal como afirmado no padrão ISO para FSM métodos, se torna uma quantidade a ser ‘Incluída’ e não mais uma quantidade a ser ‘multiplicada’ pelo componente de tamanho funcional.

A tabela a seguir propõe outro ponto de vista para uma comparação entre PSU (como uma medida de dimensionamento antecipado) e APF (como um possível FSMM):

	<b>Métodos Early/Antecipados (PSU)</b>	<b>Métodos Standard (APF)</b>
<b>Fase do SLC a ser aplicado</b>	Planejamento (nível L-1)	Design (nível L-2)
<b>Nível de acurácia</b>	Menor que métodos standard (em média)	Maior do que nos métodos “early” (em média)
<b>A unidade de tamanho refere-se a:</b>	Projeto	Requisitos Funcionais do Usuário (FUR)
<b>Parâmetros de Controle para verificar a acurácia da estimativa</b>	<i>Em ambos os casos, os valores de MRE e Pred(0.25) calculados no esforço estimado devem ser comparados com os valores calculados no final do projeto, e o MMRE e Pred(0.25) de todos os projetos incluídos na base de dados de históricos de projetos utilizada para o sistema de previsão.</i>	
<b>Nível de Informação necessário</b>	Documentação da fase de proposta	Documentação da fase de análise
<b>Habilidade necessária para a estimativa</b>	Equipe do Projeto	Contador de Pontos de Função (preferencialmente um CFPS)
<b>Tempo necessário para a estimativa</b>	0.5 h/d (por contagem PSU)	1.5-2 h/d (por contagem APF para projetos de tamanho médio [SANT05])
<b>Pontos Fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo rápido</li> <li>• Não requer conhecimento de APF</li> <li>• Estimativa do Projeto pode ser feita antes da fase de Análise &amp; Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior acurácia no cálculo do tamanho a ser utilizado ao final da estimativa</li> <li>• Comparação externa de resultados</li> </ul>
<b>Pontos Fracos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor acurácia no cálculo do tamanho a ser utilizado ao final da estimativa, verificação de correlação com técnicas “standard”</li> <li>• Comparação interna de resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior esforço necessário para se obter o número de FPs</li> <li>• Requer conhecimento de APF</li> <li>• Estimativa do Projeto pode ser feita antes do início da Fase de Desenvolvimento (Codificação)</li> </ul>
<b>Comentários</b>	Técnica Experimental para utilização interna. Possível benchmarking externo compartilhando sistema de contribuição (peso) e definições de range para as tarefas	Técnica consolidada e difundida, com regras de contagem regularmente monitoradas por Comitês Internacionais.

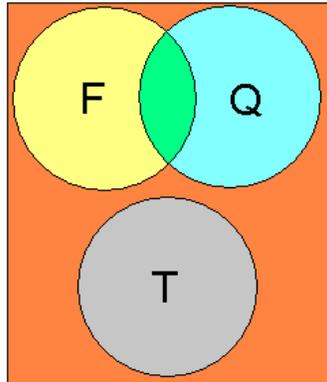
**Tab. 2 – Métodos de tamanho antecipados (Early) & Padrão (Standard): Características, Prós e contras**

### 3.2 PSU e APF: qual é o relacionamento?

A questão básica é: Que tipo de esforço mede um Método de Medição de Tamanho Funcional (FSMM) como a APF do IFPUG, o COSMIC-FFP, a NESMA, o Mark-II? O esforço associado ao projeto como um todo ou apenas parte dele? O Padrão ISO/IEC 14143-1 [ISO07] e o IFPUG [IFPU10] afirmam que os Requisitos do Usuário podem ser classificados em três tipos possíveis, como demonstrado na Fig.2:

- Requisitos **Funcionais** do Usuário (FUR): “*Um sub-set dos requisitos do usuário. Os Requisitos funcionais do usuário representam as práticas e procedimentos que o software deve executar para atender as necessidades do usuário. Eles excluem os Requisitos de Qualidade e quaisquer Requisitos Técnicos*”
- Requisitos **de Qualidade**: “*Quaisquer requisitos relacionados a Qualidade do software, tal como definido na ISO 9126:1991*”

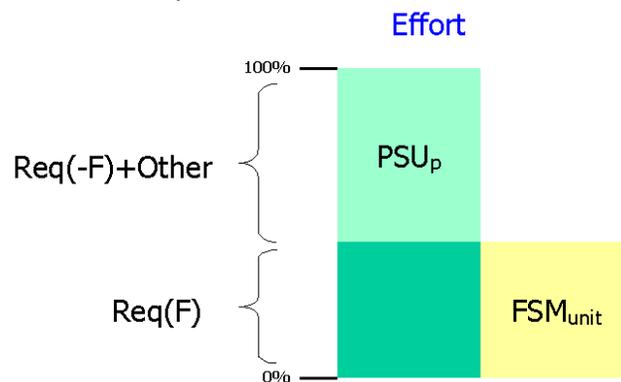
- Requisitos **Técnicos**: “Requisitos relacionados a tecnologia e ambiente, para o desenvolvimento, manutenção, suporte e execução do software”.



**Fig. 2** –Taxonomia para Requisitos: Funcional,de Qualidade, e Técnico

A intersecção lógica entre os grupos de requisitos F e Q se deve ao fato de que *Funcionalidade* é a primeira característica de qualidade do produto elencada no padrão ISO/IEC 9126-1:2001 [ISO01]. Portanto, é necessário reafirmar que um FSMM mede exclusivamente o tamanho da parte funcional do trabalho de um produto de software e não do projeto como um todo, cujo objetivo é produzir tal software. Sobre esta questão, o IFPUG está trabalhando em um novo método, chamado **SNAP** (Software Non-functional Assessment Process)<sup>6</sup> para medição dos requisitos não-funcionais (NFR) para sistemas de software. Tal nova medida será utilizada como tradicional FP no processo de medição & estimativa do software.

A questão seguinte é: O que mede o PSU? A resposta é: Depende, podemos ter várias possibilidades, desde os FUR – como um FSMM, permitindo uma comparação direta – até projetos inteiros, considerando o conjunto completo de requisitos do usuário, não importando o tipo do requisito (F/Q/T). No primeiro caso, nos referiríamos a  $PSU_f$  (f=Funcional), no segundo caso a  $PSU_p$  (p=projeto). As regras de cálculo são exatamente as mesmas e seria suficiente considerá-los como diferentes tipos de unidade na base de dados históricos de projetos visto que utilizam diferentes quantidades de inputs.



**Fig. 3** –  $PSU_p$  e FSMM: relacionamento

PSU foi criada pensando-se em uma aplicação para projeto de software, mas considerando que, com  $PSU_p$  a entidade a ser medida é o “projeto”, é possível aplicá-la também a outros tipos

<sup>6</sup> Veja a seção download na página: <http://ifpug.org/about/ITperformance.htm>

de projeto, como por exemplo projetos de serviços (*service*). Neste caso, poderíamos nos referir a **PSU** (s=serviço) e – conforme mencionado anteriormente – armazená-lo como uma unidade de medição diferente na Base de dados de Históricos de Projeto (**PHD**), agrupando os projetos de acordo com a sua natureza.

Supondo termos medido um conjunto de 5 projetos (selecionado de um conjunto de projetos com características similares) na fase de proposta utilizando  $PSU_p$  e depois, na fase de análise/design, utilizando-se também APF, obtendo-se a situação apresentada na Fig.4<sup>7</sup>:

Prj Set A							Requirements (% Effort)			
Id	FSMM	vers	#su	# $PSU_p$	# $PSU_f$	Eff tot	F	Q	T	
p101	FPA	4.2	257	155	65	1200	42,00%	12,00%	46,00%	
p102	FPA	4.2	420	152	85	1350	56,00%	9,00%	35,00%	
p103	FPA	4.2	221	133	63	950	47,00%	15,00%	38,00%	
p105	FPA	4.2	380	376	147	2500	39,00%	17,00%	44,00%	
p107	FPA	4.2	153	112	55	670	49,00%	8,00%	43,00%	
			<b>Max</b>	420,00	376,00	146,64	<b>2500,00</b>	56,00%	17,00%	46,00%
			<b>Avg</b>	286,20	185,60	82,85	<b>1334,00</b>	46,60%	12,20%	41,20%
			<b>Med</b>	257,00	152,00	65,10	<b>1200,00</b>	<b>47,00%</b>	12,00%	43,00%
			<b>Min</b>	153,00	112,00	54,88	<b>670,00</b>	39,00%	8,00%	35,00%

Fig. 4 –  $PSU_p$  e APF: Fator de Homogeneidade (HF)

Uma primeira informação necessária é conhecer a “quantidade” de requisitos funcionais em relação ao conjunto completo de requisitos para o projeto em questão. Esta informação (HF – Fator de Homogeneidade) é obtida calculando-se a mediana do esforço gasto for tipo “F” requisitos (Funcional), que é o esforço diretamente relacionado ao tamanho funcional medido utilizando a FSMM<sup>8</sup> (coluna “#su – sizing units”). Aplicando HF à coluna “ $PSU_p$ ” podemos obter a coluna “ $PSU_f$ ”, a fim de permitir uma comparação direta entre as duas medidas<sup>9</sup>.

Id	FSMM	vers	#su	# $PSU_p$	# $PSU_f$	Effort <sub>f</sub>
p101	FPA	4.2	257	155	65	333,9
p102	FPA	4.2	420	152	85	599,2
p103	FPA	4.2	221	133	63	371,3
p105	FPA	4.2	380	376	147	677,0
p107	FPA	4.2	153	112	55	238,6
new prj	FPA	4.2		416	196	685,5

Fig. 5 –  $PSU_p$ ,  $PSU_f$  e FP: um exemplo de sub-set de projetos

Utilizando-se todos os 5 projetos e considerando uma regressão linear, obteríamos um  $R^2=0.508$ , como demonstrado na Fig.6:

<sup>7</sup> Estes valores são apresentados apenas para discussão do exemplo. Por favor, não os considere como taxas de conversão.

<sup>8</sup> Por exemplo, considerando todo o detalhamento do PHD, o esforço total para o projeto P101 é dividido entre F/Q/T da seguinte forma: F=42%, Q=12%, T=46%. E assim por diante, para todos os projetos armazenados no PHD.

<sup>9</sup> Quando  $PSU_f$  for levado em consideração, não é necessário calcular HF.

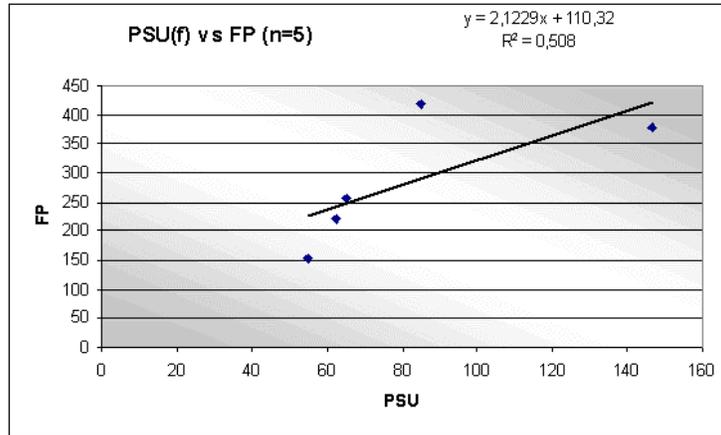


Fig. 6 –  $PSU_f$  vs  $FP$  ( $n=5$ )

Observando a distribuição de pontos e excluindo o projeto P105 (um possível fora do limite), a nova relação linear seria melhorada como demonstrado na Fig.7, obtendo um  $R^2=0.9965$ .

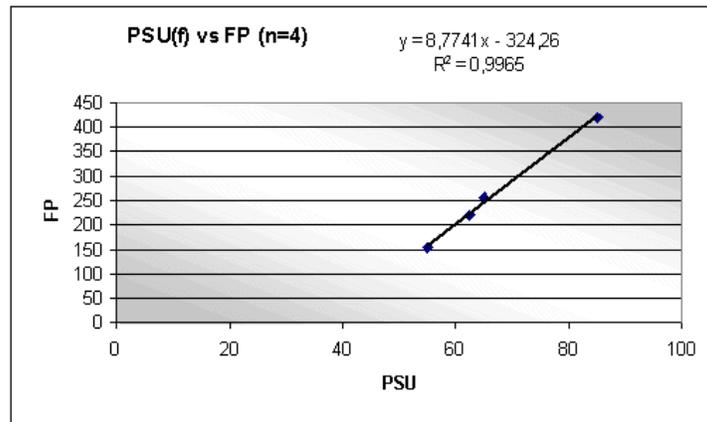


Fig. 7 –  $PSU_f$  vs  $FP$  ( $n=4$ )

Aplicando estes coeficientes, obteríamos  $FP^*=1395$  para o novo projeto, que representará o número estimado de FP a ser utilizado na fase de proposta e a ser verificado após o primeiro momento efetivo de contagem (fase de design). Ajustes adicionais podem ser apresentados/considerados pelos estimadores enquanto estiverem determinando  $FP^*$ , observando a séries históricas das diferenças entre  $FP^*$  e os FP contados na fase de design.

### 3.3 PSU e PHD: Fazendo o Backfiring de Projetos concluídos

Conforme colocado anteriormente, o elemento central no processo de medição (ex.: ISO/IEC 15939:2007) é a disponibilidade de uma base de dados de históricos contendo dados de projetos passados, úteis para diversas finalidades, sendo a primeira a estimativa dos próximos projetos. A questão principal ao se manejar este tipo de base de dados para estimativa é a quantidade de instâncias contidas em tal base de dados: Quanto maior o número de registros, maior a confiabilidade das previsões de tal base de dados.

Com PSU é possível calcular, a partir da documentação de projetos concluídos, o número de PSU e, armazená-lo na de Base de dados de Históricos de Projetos (PHD), especificando que tal projeto foi medido no modo *backfired* (reverso). O resultado será a existência de um momento de

coleta “utilizado” além dos outros três sugeridos, aplicando uma medida de dimensão ao novo projeto (proposta, design e final do projeto).

### **3.4 Automatizando PSU**

Considerando que o PSU trabalha com a WBS, é possível integrar as regras de cálculo discutidas na Seção 3 diretamente em uma ferramenta de Gerenciamento de Projetos, a fim de economizar tempo e calcular os PSU em um tempo menor, implementando também as funcionalidades de exportação a fim de habilitar a coleta de dados para se construir/alimentar o PHD.

Uma lista de requisitos para se automatizar a técnica está disponível em [BUGL11].

### **3.5 PSU na Web**

Novidades e atualizações referentes a PSU estão disponíveis em: <http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm>. Nesta webpage você também pode baixar templates e outros conteúdos gratuitos sobre PSU.

Comentários e sugestões são bem-vindos para melhoria da técnica: É possível enviá-los para o endereço de email [luigi.buglione@computer.org](mailto:luigi.buglione@computer.org).

## 4 PSU: Procedimento de Cálculo

Depois de ter fornecido a proporção para o PSU, agora é o momento de propor o procedimento de cálculo fornecendo todas as informações práticas.

### 4.1 Entradas solicitadas

Os documentos e informações a serem levados em consideração devem ser os derivados da Proposta ou dos requisitos internos dos projetos:

- Solicitação de Proposta, contendo os requisitos de alto nível (do Cliente)
- Premissas para as estimativas assumidas durante a fase de Proposta (do Fornecedor)
- Proposta Técnica (do Fornecedor)
- Estrutura Analítica de Projeto inicial (WBS, do Fornecedor)

### 4.2 Premissas iniciais

- **Consistência na aplicação das regras de contagem.** Como todas as técnicas, o PSU exige – a fim de prover valores homogêneos – a aplicação consistente em projetos, incrementando a Base de dados de Históricos de Projetos da empresa (PHD), seguindo as regras detalhadas seções seguintes. Se estas regras não forem levadas em consideração, o resultado será valores não homogêneos, invalidando os resultados da estimativa de esforço, começando dos dados dimensionais, medidos através de regras similares, mas não equivalentes. Por exemplo, em APF a variação máxima de 10% é aceita entre duas contagens do mesmo projeto, a fim de reduzir a subjetividade na mensuração. O mesmo princípio, das regras de aproximação da APF, é seguido para PSU.
- **Proporcionalidade entre tamanho e complexidade.** Como em qualquer método de medição, quanto maior uma determinada entidade, maior a complexidade para administrá-la, e, portanto, maior o esforço para executar este gerenciamento.
- **Propriedade Aditiva.** O PSU respeita a propriedade aditiva; isto implica em diferentes estimativas, feitas por vários estimadores das partes de um projeto poderem ser colocadas juntas para se obter o valor do PSU<sub>p</sub> final. Este é um caso comum, onde vários líderes de equipe tem que prover ao Gerente do Projeto estimativas parciais para seus próprios subsistemas e para consolidação, pelo Gerente do Projeto, em um valor único, final, de esforço e tamanho. Uma vantagem na utilização do PSU também em contagens parciais é a de que cada vez mais pessoas, no âmbito da equipe do projeto, conhecerão e dividirão estes conceitos de dimensionamento e será mais fácil, para tais equipes, sem conhecimento de FSMM, interagirem com estes métodos em um futuro próximo.

Algumas definições utilizadas seções seguintes são relacionadas abaixo, a fim de clarificar o significado do presente documento:

- *Requisitos do Usuário* significam o *desejo* do Cliente, não os UR tipicamente documentados no documento de Análise, considerando que - no momento da medição PSU – cronologicamente ainda na fase de planejamento. Neste documento, os requisitos detalhados do usuário são definidos como **HLR** (Requisitos de alto nível);
- *Requisitos Detalhados do Usuário* significam que, a partir de um de requisito de alto nível, expresso pelo Cliente, incluindo os vários aspectos relacionados ao desenvolvimento da função específica, podem ser derivados todos os possíveis requisitos nucleares (próprios da função). Nas seções seguintes deste documento, os requisitos detalhados do usuário são

referenciados como **RHLR** (HLR Refinados). A lista de RHLR representa a pre-análise para reutilização posterior, ao se escrever as Especificações dos Requisitos de Software (SRS);

- *Atividade* significa a atividade concreta derivada da formulação dos requisitos detalhados. Para cada requisito detalhado, o número de atividades a ser executada deverá ser inserido no Gantt do Projeto, que já podem ser apontadas na fase de planejamento, como uma entrada para a elaboração do Gantt.

A complexidade de uma atividade (voltando aos requisitos) deve ser proporcional ao esforço requerido para se executar a atividade, de acordo com um intervalo estatisticamente determinado da análise dos dados históricos da organização.

Por esta razão, para se medir o PSU as seguintes séries de relacionamentos são válidas:

$$1 \text{ Req.Usuário} \rightarrow x \text{ Req.Detalhado Usuário} \rightarrow y \text{ atividade} (\rightarrow w \text{ sub-atividades}^{10}) \rightarrow z \text{ homens/dia}$$

Portanto:

$$1 \text{ HLR} \rightarrow x \text{ RHLR} \rightarrow y \text{ atividade} (\rightarrow w \text{ sub-atividades}) \rightarrow z \text{ h/d}$$

### 4.3 Regra de cálculo de tamanho

De um modo geral, é possível se expressar o tamanho de um projeto baseado no critério de medição funcional da seguinte forma:

$$size = \left[ \sum_i^n (entity_i * complex\_lev) \right] * adjustment\_factor$$

Levando-se em consideração a classificação da atividade previamente apresentada e o conceito de atividade para NFR:

$$PSU = PSU_T + PSU_{QM}$$

Detalhando:

$$PSU = \left[ \sum_i (t - task_{Hi} * w_i) + \sum_j (t - task_{Mj} * w_j) + \sum_k (t - task_{Lk} * w_k) \right] + \left[ \sum_i (qm - task_{Hi} * w_i) + \sum_j (qm - task_{Mj} * w_j) + \sum_k (qm - task_{Lk} * w_k) \right]$$

A primeira parte da fórmula ( $PSU_T$ ) expressa o tamanho das atividades técnicas (T), enquanto a segunda ( $PSU_{QM}$ ) mostra o peso trazido pelas atividades Qualitativas (Q) e de Gerenciamento (M), proporcionais ao primeiro componente<sup>11</sup>. A complexidade das atividades é medida de acordo a tabela seguinte:

<sup>10</sup> Cada atividade pode ser refinada e dividida em uma série de sub-atividades, detalhando-se mais a atividade de primeiro nível (conforme. Seção 4.4)

<sup>11</sup> Veja seção 5.5 para exemplos de classificação de atividades M/Q/T.

<b>COMPLEXIDADE ATIVIDADE</b>	<b># SUB-ATIVIDADES DERIVADAS</b>	<b><math>W_i</math></b>
Alta	>5	$W_i$
Média	3-5	$W_j$
Baixa	1-2	$W_k$

**Tabela 3** – Tabela de pesos para a medição PSU

A complexidade de uma atividade, expressa através do número de sub-atividades derivadas de um replanejamento mais preciso, permite através do tempo, monitorando os valores dos MRE (Mean Relative Error), alinhar a habilidade dos Gerentes de Projeto ao mesmo nível de granularidade, na produção de um plano de projeto, conforme descrito abaixo. Os pesos demonstrados na coluna  $W$ , em ordem de complexidade descendente, são estatisticamente derivados da análise que deve ser executada pelo menos duas vezes ao ano, utilizando-se seu próprio PHD, bem como os limiares (thresholds) para medições do próprio Sistema de Gerenciamento de Qualidade (QMS)/ Modelo de Processo de Negócios (BPM).

Em relação ao segundo componente,  $PSU_{QM}$ , o peso/contribuição designado às atividades qualitativas e de gerenciamento ( $p_M$ ), “Q” e “M”, são geralmente proporcionais às atividades T a serem desenvolvidas e, sendo assim, representa, de certa forma, o seu *fator de ajuste*.

A fim de manter uma proporcionalidade entre esforço e tamanho e da distribuição de esforço adotada pelo Gerente de Projetos para o projeto, também as atividades “Q” e “M” devem ser sempre ponderadas de acordo com a tabela 3, resultando no valor do  $PSU_{QM}$ .

Isto será comparado a seus valores medianos extraídos do PHD da organização. Caso, o valor do  $PSU_{QM}$  seja menor do que a mediana dos históricos para um conjunto de projetos selecionados, deve se decidir se serão adicionadas outras atividades “Q/M”, considerando que as atividades “técnicas” pareceriam estar superestimadas em relação às atividades organizacionais e de suporte. Com base nas informações acima, o Gerente de Projetos decidirá qual será a lista final de atividades para a WBS do projeto, determinando o valor final do PSU.

O valor mediano de referência, derivado dos dados históricos como uma porcentagem das atividades “Q” e “M” em relação a quantidade total de esforço efetivo do projeto, atualizado semestralmente, prove informações sobre a porcentagem a ser designada aos intervalos  $PSU_T$ :

<b><math>PSU_T</math></b>	<b><math>P_{QM}</math> (%)</b>
Intervalo 1 (i.e. 1-20)	$P_{QM1}$
Intervalo 2 (i.e. 21-40)	$P_{QM2}$
Intervalo 3 (i.e. 41-60)	$P_{QM3}$
Intervalo 4 (i.e. 61+)	$P_{QM4}$

**Tabela 4** –  $PSU_{QM}$  balanceamento versus  $PSU_T$

#### 4.4 Contagem de atividade – nível de granularidade

O *style* utilizado para se detalhar as atividades do projeto no Gantt representa um fator crítico para um dimensionamento adequado do projeto. Para cada atividade inserida no Gantt, a menor unidade de tempo (*standard*) é de 5 homens/dia, a fim de permitir um melhor controle das

atividades do projeto, tal como sugerido pelas melhores práticas de Gerenciamento de Projetos. Considerando, a título de exemplo, os valores da tabela 5<sup>12</sup>:

COMPLEXIDADE ATIVIDADES	# SUB-ATIVIDADES DERIVADAS	VALORES LIMITE EM H/D	W <sub>i</sub>
Alta	>5	>25 h/d	1.8
Média	3-5	11-25 h/d	1.4
Baixa	1-2	5-10 h/d	1.0

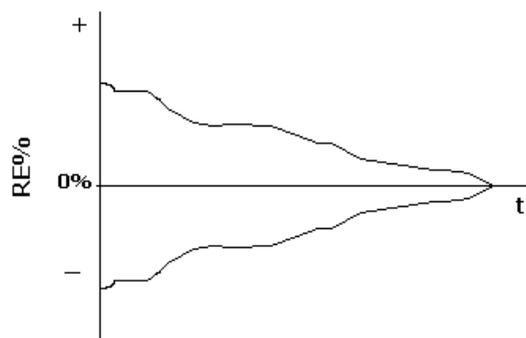
**Tabela 5** – Tabela de pesos para medição PSU<sub>r</sub> (exemplo)

Se atividade estiver estimada para ser executada em 15 dias, separada em 3 sub-atividades, o número de PSU<sub>r</sub> a ser medido será 1.4 (peso) por uma atividade de complexidade média (de 3 a 5 sub-atividades), para um total de 1.4\*1=1.4 PSU para esta atividade, e assim por diante para todas as outras.

A granularidade (e o número de PSU) é diretamente ligada à correta determinação das atividades a serem executadas, ou seja, ao número “funções” real/efetivo que o projeto deverá desenvolver. Analogamente, também com APF, se houver um baixo nível de detalhe na EI, EO, EQ, ILF e EIF, o número de final FPs será mais baixo.

O detalhamento maior das atividades em relação a uma atividade de primeiro nível (Ex.: uma atividade de 15 h/d dividida em 7 sub-atividades 2 h/d de duração) tem um impacto qualitativo maior no risco potencial relacionado ao término da atividade no tempo estimado, em função do controle executado. Quanto maior o número de atividades de controle e sua frequência sobre determinada atividade, menor o risco de atraso ou resultados problemáticos desta atividade, menor a probabilidade de um MRE% maior e de replanejamentos freqüentes. Este detalhamento também representa um modo de comunicar aos Clientes, além da Equipe do Projeto, o nível de atenção no Planejamento do seu projeto.

Uma primeira crítica pode estar associada ao fato de que diferentes modos de se criar uma WBS a partir dos mesmos projetos pode levar a diferentes resultados, com problemas subsequentes na estimativa a partir de tais dados históricos. Isto poderia estar correto, a curto-prazo. De fato, PSU não é **apenas** uma técnica para associar o tamanho ao esforço estimado do projeto, mas **também** um modo – através da aplicação consistente em uma organização – para harmonizar e padronizar o nível de granularidade adotado pelo Gerente de Projetos no gerenciamento de seus projetos. A próxima figura mostra a tendência para este fenômeno que, a médio prazo será “absorvido” se adequadamente gerenciado e acompanhado pela adoção do PSU.



**Fig. 8** – Tendência esperada para Relative Error (RE) %

<sup>12</sup> Veja a seção 5 sobre customização dos elementos PSU em sua organização, desde os números de níveis de complexidade até o sistema de peso/contribuição.

Uma estratégia sugerida para alcançar este objetivo (minimizar o RE% - Relative Error) e tornar modo de criar a WBS mais homogêneo entre os Gerentes de Projetos de uma organização, com o mesmo nível de granularidade é o seguinte:

- Escrever a primeira versão da WBS do projeto
- Classificar as atividades por tipo (M/Q/T)
- Determinar a natureza de tais atividades (Funcional / Não-funcional)
- Associar cada atividade a sua fase no SLC
- Estimar o esforço de cada atividade
- Classificar as atividades por ordem decrescente de esforço [e - Portanto - de complexidade de atividade (A/M/B)]:

Neste momento, você terá três grupos de atividades e seu objetivo será o de minimizar (possivelmente eliminar) as atividades de Alta complexidade (Aqueles com esforço maior do que 25 h/d) e obter uma lista final contendo apenas atividades de complexidade Baixa e Média (Significa que seu estilo de criação da WBS é suficientemente granular, reduzindo a possibilidade de ter altas variações nos MRE% de seus projetos).

A próxima questão é: Como isto pode ser feito? Suponha que haja uma única atividade para “Gerenciamento de Projetos” de 40h/d para um projeto de 320h/d. Provavelmente haverá várias sub-atividades efetivamente executadas ou marcos considerados dentro dos 40h/d desenhados no Gráfico de Gantt. e tais micro-atividades efetivas devem ser consideradas. Do meso modo, para uma atividade de “Teste Gerenciamento” genérica planejada para 35 h/d, um possível critério de divisão em sub-atividades (Desta forma reduzindo a complexidade da atividade) seria a divisão por níveis de teste, por sub-sistemas testados, etc.

A seguir, algumas sugestões são propostas de acordo com o tipo de atividade considerado.

<b>Atividade Inicial</b>	<b>Critério sub-divisão das atividades iniciais</b>
Gerenciamento de Projetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por “Planejamento” e “Monitoramento &amp; Controle”</li> </ul>
Gerenciamento de Teste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por nível de teste (unidade, integração, sistema, ...)</li> <li>• Por sub-sistema</li> <li>• Por grupo de teste</li> <li>• Entrega Pre-Pós</li> <li>• ...</li> </ul>
Codificação / Implementação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por módulo</li> <li>• Por linguagem de programação (se mais de uma)</li> <li>• Por grupo de trabalho (se mais de um)</li> <li>• ...</li> </ul>
...	...

## 4.5 Sistema de Peso

Conforme demonstrado nas fórmulas acima, a complexidade de uma atividade e a contribuição de esforço provida pelas atividades tipo Q/M são expressas através de um sistema de pesos. Isto permite obter um resultado final em termos de unidades de tamanho sempre mais próximo da complexidade real do projeto, assumindo uma maior relevância quando se faz referência a comparação de dados ao longo do tempo.

Cada vez que uma análise de dados históricos é referenciada para fins estatísticos, deve-se iniciar a partir de seis meses sucessivos ao início da coleta dos dados. De fato, no primeiro período, os valores para estes parâmetros são necessariamente estimados com base em experiência, considerando que não estão disponíveis séries históricas anteriores, conforme indicado no PMBOK2008 (processo 6.4 – *Estimativa de duração da atividade*) [PMI08]. A revisão dos pesos deve ser executada periodicamente, bem como uma possível alteração no número de níveis de complexidade atualmente em uso (seja para  $PSU_T$  ou para  $PSU_{QM}$ ).

Esta atualização constante do sistema de peso para uma implementação do PSU implica em aplicação apenas para o benchmarking interno, utilizando-se um sistema único de pesos que determinada empresa obterá de seus próprios dados históricos de esforço e tamanho de projetos. Vale ressaltar que se trata de uma característica (e não necessariamente um limite) da técnica.

**Note:** Os pesos e os intervalos de esforço apresentados nas seções seguinte do Capítulo 4 são apenas valores de exemplos, para demonstrar exemplos de cálculo. Veja o Capítulo 5 sobre como estabelecer e ajustar tais valores para sua Organização, iniciando de seus próprios dados de projetos.

## 4.6 Procedimento de cálculo de tamanho para o cálculo PSU

Depois de ter fornecido todas as premissas, motivações e elementos para se medir o PSU do Projeto, esta seção resume todos os passos a serem executados para determinar o número de PSU. Todos os passos, exceto o passo 2 (reunião de brainstorming) serão executados pelo estimador (tipicamente o Gerente de Projetos).

P	SP	Descrição	Entrada	Saída
1		Coletar os documentos/informações disponíveis do projeto	Requisitos Iniciais do Cliente	Todos os documentos necessários coletados
2		Seção de Brainstorming com os recursos adequados da Equipe do Projeto, incluindo grupos afetados possivelmente interessados; em detalhe:	Todos os documentos necessários coletados	Premissas quantitativas fórmulas
	a	Emitir a lista de requisitos de alto nível fornecida pelo Cliente ou derivada dos documentos mencionados no passo 1	<i>Documentos da fase de proposta</i>	<i>Lista de HLRs</i>
	b	Emitir a lista de requisitos detalhados para cada requisito de alto nível mencionado no passo 2a	<i>Lista de HLRs</i>	<i>Lista de RHLRs</i>
	c	Determinar o número de atividades requeridas para cada requisito detalhado mencionado no passo 2b.	<i>Lista de RHLRs</i>	<i># atividades para cada RHLR</i>
	d	Designar o esforço estimado para cada atividade identificada no passo 2c in homens/dia e classificar por natureza (M/Q/T), tipo (F/NF) e fase do SLC	<i># Atividades para cada RHLR</i>	<i>Esforço (h/d) para cada Atividade detectada, classificada por natureza, tipo e fase do SLC</i>
	e	Formalizar as premissas na planilha “Premissas”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lista de HLRs</i></li> <li>• <i>Lista de RHLRs</i></li> <li>• <i>No. de atividades</i></li> <li>• <i>Esforço para cada atividade</i></li> </ul>	<i>planilha “Premissas” preenchida</i>
	f	Encerrar a reunião	<i>Todas as saídas anteriores</i>	Premissas quantitativas fórmulas
3		Cálculo do PSU	Premissas quantitativas formuladas	# PSU
	a	Derivar as complexidades das atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lista de RHLRs</i></li> <li>• <i>No. de atividades</i></li> <li>• <i>Esforço para cada atividade</i></li> </ul>	<i>Complexidades nível para cada atividade</i>
	b	Minimizar (quando possível) o número de atividades de alta complexidade (refinamento; §4.4)	<i>Nível de complexidade para cada atividade</i>	<i>Nível de complexidade nível para cada atividade (refinado)</i>
	c	Calcular o $PSU_T$ para cada nível de complexidade	<i>Nível de complexidade nível para cada atividade (refinado)</i>	<i># <math>PSU_T</math> por nível de complexidade</i>
	d	Calcular o $PSU_{QM}$ para cada nível de complexidade	<i>Nível de complexidade nível para cada atividade</i>	<i># <math>PSU_{QM}</math> por nível de complexidade</i>
	e	Verificar o $PSU_{QM}$ e o % Esforço (QM) em relação à valor percentual mediano histórico do PHD a ser aplicado ao conjunto de projetos mais próximos ao projeto sendo estimado. Se for necessária uma revisão da WBS, volte ao passo 2c.	<i># <math>PSU_{QM}</math> ; % <math>P_{QM}</math> aplicar; % Esforço(QM)</i>	<i>final # <math>PSU_{QM}</math> ; Final esforço(Q/M) atividades</i>
	f	Sumarizar o $PSU_T$ e $PSU_{QM}$	<i># <math>PSU_T</math> ; # <math>PSU_{QM}</math> ;</i>	<i>Tot.# PSU</i>

## 4.7 Um exemplo de cálculo de tamanho

Apresentamos agora, um exemplo de cálculo com comentários detalhados, passo a passo, seguindo o procedimento de dimensionamento.

<b>1</b>	<b>Coletar os documentos/informações disponíveis do projeto</b>
----------	---

Documentação e informações da fase de proposta, após ter sido vencedora, são coletadas e utilizadas.

<b>2</b>	<b>Seção de Brainstorming com os recursos adequados da Equipe do Projeto, incluindo grupos afetados possivelmente interessados; em detalhe:</b>
A	Emitir a lista de requisitos de alto nível fornecida pelo Cliente ou derivada dos documentos mencionados no passo 1

A partir dos documentos disponíveis são derivados 4 HLR.

B	Emitir a lista de requisitos detalhados para cada requisito de alto nível mencionado no passo 2 <sup>a</sup>
---	--

Durante o brainstorming, os 4 HRL são analisados (Um 5º requisito é derivado da análise, relativa ao Planejamento & Controle) e refinados em 12 RHRL conforme descrito a seguir:

HLR	RHRL
HLR#01	RHRL#01
	RHRL#02
HLR#02	RHRL#03
	RHRL#04
	RHRL#05
HLR#03	RHRL#06
	RHRL#07
	RHRL#08
HLR#04	RHRL#09
	RHRL#10
HLR#05	RHRL#11
	RHRL#12

c	Determinar o número de atividades requeridas para cada requisito detalhado mencionado no passo 2b.
---	--

O detalhe relativo ao número de atividades detalhado requerido/adequado para cada RHRL é incluído na tabela anterior:

HLR	RHRL	Atividades
HLR#01	RHRL#01	A#01
		A#02
	RHRL#02	A#03
		A#04
		A#05
HLR#02	RHRL#03	A#06
	RHRL#04	A#07
		A#08
	RHRL#05	A#09
		A#10
HLR#03	RHRL#06	A#11
	RHRL#07	A#12

	RHLR#08	A#13
		A#14
		A#15
		A#16
		A#17
		A#18
HLR#04	RHLR#09	A#19
	RHLR#10	A#20
		A#21
		A#22
		A#23
		A#24
HLR#05	RHLR#11	A#25
		A#26
		A#27
		A#28
		A#29
		A#30
	RHLR#12	A#31
		A#32
		A#33
		A#34
		A#35
		A#36
		A#37

d	Designar o esforço estimado para cada atividade identificada no passo 2c in homens/dia e classificar por natureza (M/Q/T), tipo (F/NF) e fase do SLC
---	--

Para cada atividade (A) a ser inserida no Gantt detalhado, um valor de h/d é estimado, de acordo com a classificação das atividades M/Q/T, seu tipo (Funcional/Não-funcional) e a fase do SLC relacionada (de acordo com as fases do SLC utilizado nos processo do sistema de gerenciamento da qualidade; QMS).

#HLR	RHLR	Atividades	H/d	Tipo	F/NF	SLC
HLR#01	RHRL#01	A#01	5	M	NF	Planejamento
		A#02	2	M	NF	Planejamento
	RHRL#02	A#03	7	M	NF	Controle
		A#04	5	Q	NF	Controle
		A#05	5	Q	NF	Controle
HLR#02	RHLR#03	A#06	11.5	T	F	An/Design
	RHLR#04	A#07	30	T	F	Construção
		A#08	15	T	F	Construção
	RHLR#05	A#09	21.5	T	F	Teste
		A#10	15	T	NF	Entrega
HLR#03	RHLR#06	A#11	2	T	NF	An/Design
	RHLR#07	A#12	13	T	F	Construção
		A#13	12	T	F	Construção
		A#14	10	T	F	Construção
	RHLR#08	A#15	7	T	F	Teste
		A#16	24	T	NF	Entrega
		A#17	17.5	T	NF	Entrega
A#18		7.5	T	NF	Entrega	
HLR#04	RHLR#09	A#19	20	T	F	Solic.Mudança
	RHLR#10	A#20	8	T	F	Construção

HLR#05	RHRL#11	A#21	2	T	F	Construção
		A#22	2	T	F	Construção
		A#23	5	T	NF	Teste
		A#24	4	T	NF	Entrega
		A#25	4	T	NF	Entrega
	RHRL#12	A#26	15	T	NF	Reparo de Problemas
		A#27	6	T	NF	Reparo de Problemas
		A#28	2	T	NF	Reparo de Problemas
		A#29	2	T	F	Reparo de Problemas
		A#30	2	T	NF	Reparo de Problemas
		A#31	1.5	T	NF	Reparo de Problemas
		A#32	5.5	T	NF	Construção
		A#33	3	T	F	Construção
		A#34	4	T	NF	Teste
		A#35	11	T	NF	Entrega
		A#36	2.5	T	NF	Entrega
		A#37	2	T	NF	Entrega

**311.50**

Um esforço total de **311.50** h/d foi estimado para **32** Atividades técnicas (t-atividades) e **5** Atividades do tipo qualitativa & de gerenciamento (qm-atividades) em um total de 37, de acordo com a classificação das atividades em M/Q/T.

e	Formalizar as premissas na planilha "Premissas"
---	---

Todas as informações providas como exemplo, deverão ser inseridas em um módulo/planilha que resuma as premissas de estimativa consideradas para o projeto.

f	Encerrar a reunião
---	--------------------

A reunião será encerrada, formalizando todas as decisões e todas as contribuições dos grupos afetados, relativas aos requisitos em que estejam envolvidos.

<b>3</b>	<b>Cálculo do PSU</b>
a	Derivar as complexidades das atividades

Neste ponto, o Gerente de Projetos, tendo uma pré-análise do projeto, deverá associar complexidades para cada atividade de acordo com os valores limites de tempo e pesos especificados na seção 4.4. A partir da tabela anterior, resulta o seguinte:

#HLR	RHLR	Atividades	H/d	Tipo	F/NF	SLC	Compl
HLR#01	RHRL#01	A#01	5	M	NF	Planejamento	L
		A#02	2	M	NF	Planejamento	L
	RHRL#02	A#03	7	M	NF	Controle	L
		A#04	5	Q	NF	Controle	L
		A#05	5	Q	NF	Controle	L
HLR#02	RHLR#03	A#06	11.5	T	F	An/Design	M
	RHLR#04	A#07	30	T	F	Construção	H
		A#08	15	T	F	Construção	M
	RHLR#05	A#09	21.5	T	F	Teste	M

HLR#03	RHLR#06	A#10	15	T	NF	Entrega	M
		RHLR#07	A#11	2	T	NF	An/Design
	RHLR#08	A#12	13	T	F	Construção	M
		A#13	12	T	F	Construção	M
		A#14	10	T	F	Construção	L
		A#15	7	T	F	Teste	L
		A#16	24	T	NF	Entrega	M
		A#17	17.5	T	NF	Entrega	M
HLR#04	RHLR#09	A#18	7.5	T	NF	Entrega	L
		RHLR#10	A#19	20	T	F	Solic.Mudança
	A#20	8	T	F	Construção	L	
	A#21	2	T	F	Construção	L	
	A#22	2	T	F	Construção	L	
	A#23	5	T	NF	Teste	L	
	A#24	4	T	NF	Entrega	L	
HLR#05	RHLR#11	A#25	4	T	NF	Entrega	L
		A#26	15	T	NF	Reparo de Problemas	M
		A#27	6	T	NF	Reparo de Problemas	L
		A#28	2	T	NF	Reparo de Problemas	L
		A#29	2	T	F	Reparo de Problemas	L
		A#30	2	T	NF	Reparo de Problemas	L
	RHLR#12	A#31	1.5	T	NF	Reparo de Problemas	L
		A#32	5.5	T	NF	Construção	L
		A#33	3	T	F	Construção	L
		A#34	4	T	NF	Teste	L
		A#35	11	T	NF	Entrega	M
A#36	2.5	T	NF	Entrega	L		
A#37	2	T	NF	Entrega	L		

**311.50**

Obter-se-á, portanto, a seguinte distribuição de complexidades:

COMPLEXIDADE DA ATIVIDADE	# T- ATIVIDADES	# Q- ATIVIDADES	# M- ATIVIDADES
Alta	1	0	0
Média	11	0	0
Baixa	20	2	3
	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

b	Minimizar (quando possível) o número de atividades de alta complexidade (refinamento; §4.4)
---	---

Supondo classificação prévia da WBS, há apenas uma atividade de complexidade de alto nível (A#07). Neste caso, o Gerente de Projetos decide manter a atividade, sem decompor.

c	Calcular o PSUT para cada nível de complexidade
---	---

Supondo os seguintes pesos:

COMPLEXIDADE DA ATIVIDADE	$W_i$
Alta	1.8
Média	1.4
Baixa	1.0

Os seguintes resultados são obtidos para as atividades técnicas (t-atividades):

COMPLEXIDADE DA ATIVIDADE	# ATIVIDADE	$W_i$	PSU <sub>T</sub>
Alta	1	1.8	1.8
Média	11	1.4	15.4
Baixa	20	1.0	20.0
			<b>37.2</b>

d	Calcular o PSUQM para cada nível de complexidade
---	--

Supondo os mesmos pesos, os seguintes resultados são obtidos para as atividades qualitativas e de gestão (qm-atividades):

ATIVIDADE COMPLEXIDADES	# QM- ATIVIDADES	$W_i$	PSU <sub>QM</sub>
Alta	0	1.8	0.0
Média	0	1.4	0.0
Baixa	5	1.0	5.0
			<b>5.0</b>

e	Verificar o PSUQM e o % Esforço (QM) em relação ao valor percentual mediano histórico do PHD a ser aplicado ao conjunto de projetos mais próximos ao projeto sendo estimado. Se for necessária uma revisão da WBS, volte ao passo 2c.
---	---

Supondo que tenham resultado do PHD interno, os seguintes valores medianos PQM de proporcionalidade entre tamanho T/QM:

PSU <sub>T</sub>	P <sub>QM</sub> (%)
1-20	<b>10%</b>
21-40	12%
41-60	15%
61+	18%

Dispondo de **37.2** PSU<sub>T</sub>, o percentual a se aplicar deverá der aproximadamente **12%**; observando-se os dois valores de PSU obtidos:

	PSU - Abs	PSU - %
PSU <sub>T</sub>	37.2	88.15
PSU <sub>QM</sub>	5.0	11.85
		<b>42.2</b>
		<b>100.00</b>

A dimensão para as atividades de Q/M parece estar alinhada com os valores medianos históricos recuperados do PHD interno.

f	Sumarizar o PSUT e PSUQM
---	--------------------------

A última operação é determinar o valor final do PSU para o projeto, somando-se os dois PSU, após ter avaliado se as atividades de Q/M estão adequados (em esforço e tamanho) para um gerenciamento adequado do projeto.

Os seguintes resultados são obtidos:

$$PSU = PSU_T + PSU_{QM} = 37.2 + 5.0 = 42.2$$

Arredondando-se, o valor para a unidade, **42 PSU**.

Uma série **informações adicionais** estarão disponíveis para serem armazenadas no PHD e utilizadas para fins de estimativa. Em particular:

- **Classificação da atividade por # de atividades / esforço**

Classificação da Atividade	No. Atividades		Esforço (h/d)	
	Abs	%	Abs	%
M- Gerenciamento	3	8.11	14.00	4.49
Q – Qualidade	2	5.41	10.00	3.21
T- Técnica	32	86.49	287.50	92.30
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- **Requisitos do tipo Funcional / Não-funcional**

Req.Tipo	No.Atividades		Esforço (h/d)	
	Abs	%	Abs	%
F – Funcional	14	37.84	157.0	50.40
NF- Não-funcional	23	62.16	154.5	49.60
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- **Classificação da atividade por complexidade**

Complexidade	No.Atividades (todas)		No. T-atividades	No. QM-atividades
	Abs	%	Abs	Abs
H- Alta	1	2.70	1	0
M – Média	11	29.73	11	0
L - Baixa	25	67.57	20	5
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>32</b>	<b>5</b>

- **Classificação da atividade por fase do SLC**

Fase SLC	No.Atividades		Esforço	
	Abs	Abs	Abs	%
Planejamento	2	7.00	7.00	2.25
Controle	3	17.00	17.00	5.46
Análise & Design	2	13.50	13.50	4.33
Construção	10	100.50	100.50	32.26
Teste	4	37.50	37.50	12.04
Entrega	9	87.50	87.50	28.09
Reparo de Problemas	6	28.50	28.50	9.15
Solic.Mudanças	1	20.00	20.00	6.42
	<b>37</b>	<b>311.50</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- Classificação do esforço por natureza da atividade (M/Q/T) / Fase do SLC

	Esforço			
	M	Q	T	
Abs	14.00	10.00	287.50	311.50
%	4.49	3.21	92.30	100.00

## 4.8 Rastreamento e re-cálculo de PSU

Como indicado na Fig.1, uma medição de tamanho dever ser efetuada/calculada em vários momentos durante todo o Ciclo de vida do Projeto:

- Na fase de proposta,
- No final da fase de **Design** e, finalmente,
- Quando o projeto for **encerrado**.

Portanto o PSU pode ser utilizado, como outras medidas de tamanho, para rastreabilidade do andamento do projeto (como *earned-value*) e ser parte das medições derivadas (métricas) como – por exemplo – densidade de defeitos, produtividade [BUGL10], etc.

## 4.9 Utilizando PSU em Projetos Àgeis

Conforme apresentado anteriormente, na seção 2.4, projetos ágeis geralmente adotam um processo de estimativa iterativa, mas tipicamente baseado em experiência e analogia, sem utilização de unidade de medida quantitativa padrão (ref. [BUGL07b] para uma análise detalhada do principais métodos adotados). Isto implica no fato de que cada novo projeto deve ser estimado novamente por experiência-analogia e não pela utilização de modelos paramétricos, considerando que, uma série de dados históricos que exprima (pelo menos) o tamanho e o esforço do projeto não seria coletada, sem se dispor dos valores de dimensão.

O PSU pode representar uma possível unidade de tamanho a ser adotada, seja a nível de *projeto*, seja a nível de *requisito* [BUGL07a]. De fato, a unidade a ser estimada é o requisito individual, tipicamente observado do ponto de vista funcional do Usuário final (Cliente). Em XP cada requisito provido pelo Cliente é chamado User Story (US). A Figura 9 mostra um exemplo bem conhecido sobre a automação de uma máquina de café (coffee maker)<sup>13</sup>.

<b>Title:</b> <i>Waiting State</i>		
<b>AccTest:</b> <i>checkOptions0</i>	<b>Priority:</b> 1	<b>Story Points:</b> 2
When the Coffee Maker is not in use it waits for user input. There are six different options of user input: 1) add recipe, 2) delete a recipe, 3) edit a recipe, 4) add inventory, 5) check inventory, and 6) purchase beverage		

**Fig. 9 – User Story: Um exemplo (Coffee Maker)**

Como demonstrado, unicamente o lado funcional desta US representa a base para estimar o esforço total do trabalho (e os custos) necessário, neste caso, aproximado em Story Points.

Considerando a taxonomia dos requisitos da norma ISO/IEC 14143-1 previamente apresentada, é possível “potenciar” a estrutura originada da US em uma nova, chamada US<sup>2</sup> (2<sup>a</sup>

<sup>13</sup> URL: [http://open.ncsu.edu/se/tutorials/coffee\\_maker/](http://open.ncsu.edu/se/tutorials/coffee_maker/)

geração User Stories), onde cada requisito funcional inicial do usuário pode ser complementado com seu lado “não-funcional”, expresso de suas partes Q/T derivadas (quando existirem ou tiverem um sentido técnico na gestão do projeto), tipicamente apresentadas pelo fornecedor durante a fazer de extração (elencar) dos requisitos. O fornecedor deve detalhar também como cada ‘pedaço’ F/Q/T de um requisito será traduzido em atividades, criando assim um primeiro esboço da WBS, somando-se a saída desta atividade, requisito por requisito. Haverá desta forma, um feedback iterativo entre Cliente e Fornecedor até que se chegue a um acordo.

Uma complementação sucessiva é a de adicionar de modo explícito no template da US a unidade de medida e esforço estimado, fornecendo deste modo um apoio para validação externa e possível comparação fora da equipe original que trabalha no projeto.

Title: <i>Waiting State</i>	
AccTest: <i>checkOptions0</i>	Priority: 1 (MeasUnit): Effort (m/d):
F	When the Coffee Maker is not in use it waits for user input. There are six different options of user input: 1) add recipe, 2) delete a recipe, 3) edit a recipe, 4) add inventory, 5) check inventory, and 6) purchase beverage
Q	
T	

Fig. 10 – US<sup>2</sup>: principais alterações em relação a US tradicional (em azul)

Aparentemente, não se trata de alterações relevantes, mas a formalização, por escrito dos requisitos, um a um, incluindo também os requisitos que o Cliente possa considerar *ocultos* (que são freqüentemente a parte Q/T) e a criação de um esboço das atividades, constitui um avanço muito positivo, reduzindo possíveis futuras discussões sobre a coerência das estimativas.

Portanto os passos a serem executados seriam:

1. O Cliente fornece uma US<sup>2</sup> (lado F) e a envia ao fornecedor
2. O Fornecedor complementa a US<sup>2</sup> derivando o lado de Q/T (quando possível e quando tiver sentido no contexto do projeto) e devolve ao Cliente
3. O Cliente avalia a proposta; Se ok<sup>14</sup>, vai para o passo 4, caso contrário retorna ao passo 2 com comentários/sugestões
4. O Fornecedor traduz a parte F/Q/T em atividades com uma estimativa de esforço em h/d, discutindo-as com o Cliente, até que cheguem a um acordo. Neste momento, o esboço da WBS – obtido pela soma das WBS parciais, US<sup>2</sup> por US<sup>2</sup> – terá sido produzido, e deverão ser incluídas algumas atividades adicionais para cada iteração (**Sprint**, na linguagem Scrum) referindo-se às atividades Organizacionais & de suporte (No PSU são as atividades tipo Q/M), caso não tenham sido consideradas nas US<sup>2</sup> individuais.

Então, o que o PSU tem haver com esta discussão? Seria possível simplesmente adotar este refinamento sem se considerar uma medida de dimensionamento, mas ainda não seria possível novamente se saber qual seria o tamanho de um determinado requisito e – adicionalmente – do próprio projeto ágil.

Por outro lado, os passos adicionais a serem executados seriam:

1. Calcular PSU para cada US<sup>2</sup> utilizando-se as fórmulas acima ilustradas e inserindo os valores de tamanho e esforço no template US<sup>2</sup>
2. Designar todas as US<sup>2</sup> para cada iteração do projeto

<sup>14</sup> Possíveis critérios de avaliação seriam os propostos por Mike Cohn, resumidos no acrônimo INVEST [COHN05].

3. Somar as atividades de Q/M necessárias para cada iteração e calcular o  $PSU_{QM}$  adicional
4. Somar o tamanho de todas as  $US^2$  designadas a uma iteração e o  $PSU_{QM}$  adicional, a fim de obter o tamanho da *iteração* (e o esforço)
5. Somar o tamanho total de cada iteração a fim de obter o *Tamanho do Projeto* (e o esforço).

## 4.10 Alguns estudos de caso

A tabela a seguir inclui os principais elementos de alguns estudos de caso e aplicação da técnica PSU.

Ref.	Descrição / Ambito	N.projetos
[RUBI07]	Análise da utilização de PSU e COSMIC-FFP para estimativa de esforço de projeto	33
[FERN07]	Avaliação de Pontos de Função - IFPUG - conversão PSU	33
[BUGL08b]	Análise da utilização de PSU, IFPUG e COSMIC-FFP para estimativa de esforço de projeto	33
[BUGL08c]	Utilização do PSU para estimar o número de CFP, atentando para NFR	5
[COND10]	Utilização do PSU para estimar o número de CFP, atentando para NFR	11

## 5 Adotando PSU na sua Organização

Depois de ter apresentado as premissas e a *mecânica* de cálculo do PSU na seção 4, chegamos ao momento de discutir como adotar adequadamente o PSU em sua Organização, partindo de seus próprios dados de projetos, considerando que PSU é uma técnica *open* cujo objetivo é permitir, antes de tudo, uma melhoria interna do processo de dimensionamento & estimativa antes mesmo de utilizá-lo como benchmark externo.

Há três elementos a serem levados em consideração para o início da utilização (set-up):

1. Os intervalos de esforço a partir da análise das atividades da WBS;
2. Os pesos que expressam as complexidades das atividades dentro tais intervalos;
3. Os pesos que expressam a proporcionalidade mediana das atividades de QM em relação às atividades T.

### 5.1 Intervalos de esforço para as atividades

O primeiro elemento a se estabelecer é o número de intervalos de esforço a ser levado em consideração. Há dois possíveis critérios:

1. Um número pré-estabelecido, fixo, de níveis de complexidade (Por exemplo três: Alta, Média, Baixa)
2. Estatisticamente derivado da análise de Pareto

Em ambos os casos, um exemplo representativo de WBSs de projetos anteriores deve ser analisado, levando-se em consideração o ‘estilo de diagramação’ utilizado pelo Gerente de Projetos quando da criação de tal WBS e os tamanhos típicos por grupos de atividades (por natureza, por fase do SLC, ...). O intervalo de exemplo (A/M/B) utilizado para o exemplo de cálculo na seção 4 (Baixa complexidade: 1-10h/d; Média complexidade: 11-24h/d; Alta complexidades: a partir de 25h/d) se encaixa neste primeiro critério.

Observando-se o segundo critério, seria suficiente analisar estatisticamente tais dados com a análise de Pareto a fim de se derivar os intervalos para a distribuição de h/d para tais projetos.

Em ambos os casos, uma meta-regra seria obter-se uma imagem o mais representativa possível dos projetos. Não seria útil se optar pela utilização de três intervalos só porque é o nível de granularidade amplamente aplicado nas análises estatísticas. Conforme colocado anteriormente, PSU é uma técnica *open*, principalmente destinada a prover apoio a melhorias internas.

Com relação à frequência para atualização de tais intervalos, este elemento, diferentemente dos pesos de complexidades, deve ser mais estável durante o tempo, seguindo uma *estratégia ‘to-be’*, partindo-se do estilo atual que os Gerentes de Projetos de uma Organização seguem ao criar as próprias WBSs. De fato, um pré-requisito para se utilizar o PSU proveitosamente é ter-se uma entrada de dados (WBS) o máximo possível homogênea em relação a uma tendência, tal como demonstrado na Figura 8, em relação a intervalos esperados para erros de estimativa. Esta frequência poderia ser – por exemplo – uma vez por ano, mas deve ser calibrada de acordo com o número de projetos em média gerenciados pelo gerente de projeto durante um determinado período: Quanto mais alto o valor, mais alta a frequência necessária para reavaliação dos intervalos de esforço das WBSs anteriores.

A próxima tabela mostra um exemplo com 5 possíveis revisões em uma Organização desde o start-up ( $T_1$ ) até o ponto de ‘maturidade’ ( $T_5$ ).

<i>Intervalos de Esforço (h/d)</i>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>
<b>Alta</b>	51+	...	25+	...	11+
<b>Média</b>	19-50	...	11-24	...	4-10
<b>Baixa</b>	1-18	...	1-10	...	1-3

Um elemento concorrente que deve ser levado em consideração é a estratégia de ‘minimização’ para se reduzir o tanto quanto possível as atividades de alta complexidade (veja o procedimento de cálculo do PSU, passo 3b); o que contribuirá entre dois períodos em refinar diretamente na WBS os valores dos intervalos, mas apenas se um gerente de projetos tiver considerado pragmaticamente útil tal refinamento durante a duração do projeto, caso contrário as complexidades das atividades permanecerá a mesma.

Os passos a serem executados a fim de se obter os intervalos de esforço (*Análise de Pareto*<sup>15</sup>) são:

1. Coletar os dados de esforço dos projetos por atividade, colocando-os em uma planilha, um projeto por coluna;
2. Classificá-los em ordem crescente, do menor até o maior;
3. Localizar os valores acumulados. Cada valor acumulado por categoria representa a contagem para tal categoria, somado as contagens de todas as categorias maiores;
4. Criar um gráfico histograma com duas séries de dados (data point, % por valor acumulado das frequências classificadas);
5. Determinar os principais grupos (número e intervalo de esforço) para estas séries classificadas.

Outras informações ‘*qualitativas*’ a serem analisadas a partir dos dados dos projetos, a fim de estabelecer intervalos apropriados, são os valores máximos, medianos, médios e mínimos para:

- Esforço (h/d)
- Esforço/atividade

Por exemplo:

<b>#Prj</b> (n=11)	<b>Esforço</b> (h/d)	<b>Atividades</b>	<b>Esforço/atividade</b>	<b>Max</b>	<b>Mediana</b>	<b>Média</b>	<b>Min</b>
<b>P002</b>	797	165	4.83	100	2.00	4.83	1.00
<b>P005</b>	743	158	4.70	100	2.00	4.70	1.00
<b>P008</b>	886	172	5.15	100	3.00	5.15	1.00
<b>P014</b>	810	156	5.19	100	3.00	5.19	1.00
<b>P020</b>	876	168	5.21	100	3.00	5.21	1.00
<b>P021</b>	723	144	5.02	100	2.00	5.02	1.00
<b>P038</b>	493	191	2.58	50	2.00	2.58	1.00
<b>P039</b>	950	359	2.65	150	2.00	2.65	1.00
<b>P042</b>	931	208	4.48	100	2.00	4.48	1.00
<b>P043</b>	898	206	4.36	100	2.00	4.36	1.00
<b>P044</b>	502	209	2.40	25	2.00	2.40	1.00

Com estes valores resumidos para os 11 projetos:

<sup>15</sup> É possível se utilizar a opção *Histogram* do MS-Excel denominada ‘Analysis Tool Pak’.

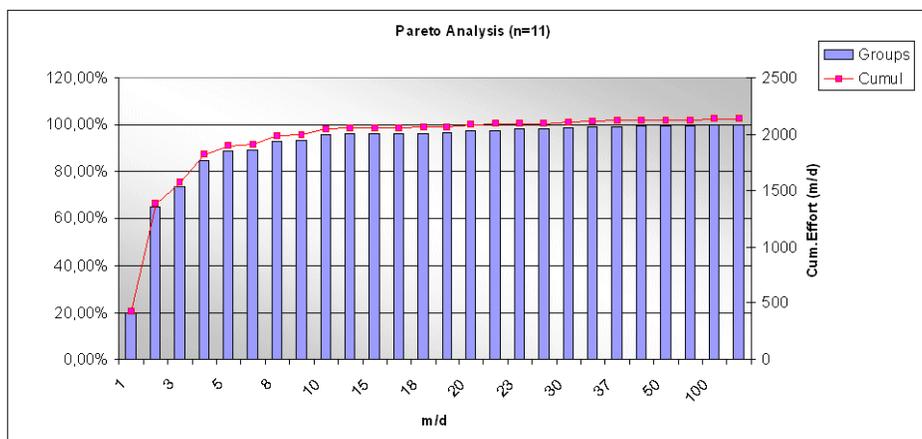
	<b>Esforço</b>	<b>Esforço/atividade</b>
<b>Max</b>	150	5.21
<b>Mediana</b>	2.00	4.70
<b>Média</b>	4.03	4.23
<b>Min</b>	1	2.40

Isto coloca em evidência uma WBS muito detalhada, mas com algumas atividades de alto nível de complexidade, tornando os valores médios mais altos (seja em termos absolutos, seja na relação esforço/atividade).

Contando as freqüências para os valores de esforço classificados, se obtém a seguinte distribuição (listados apenas valores não nulos):

<b>h/d</b>	<b>Freq.</b>	<b>Esf. cumul</b>	<b>%</b>		<b>h/d</b>	<b>Freq</b>	<b>Esf. cumul</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	428	428	<b>20.04%</b>		<b>19</b>	1	2062	<b>96.54%</b>
<b>2</b>	958	1386	<b>64.89%</b>		<b>20</b>	20	2082	<b>97.47%</b>
<b>3</b>	186	1572	<b>73.60%</b>		<b>22</b>	8	2090	<b>97.85%</b>
<b>4</b>	244	1816	<b>85.02%</b>		<b>23</b>	7	2097	<b>98.17%</b>
<b>5</b>	82	1898	<b>88.86%</b>		<b>25</b>	1	2098	<b>98.22%</b>
<b>6</b>	5	1903	<b>89.09%</b>		<b>30</b>	9	2107	<b>98.64%</b>
<b>8</b>	80	1983	<b>92.84%</b>		<b>36</b>	8	2115	<b>99.02%</b>
<b>9</b>	12	1995	<b>93.40%</b>		<b>37</b>	7	2122	<b>99.34%</b>
<b>10</b>	52	2047	<b>95.83%</b>		<b>40</b>	2	2124	<b>99.44%</b>
<b>14</b>	8	2055	<b>96.21%</b>		<b>50</b>	2	2126	<b>99.53%</b>
<b>15</b>	3	2058	<b>96.35%</b>		<b>88</b>	1	2127	<b>99.58%</b>
<b>16</b>	2	2060	<b>96.44%</b>		<b>100</b>	8	2135	<b>99.95%</b>
<b>18</b>	1	2061	<b>96.49%</b>		<b>150</b>	1	2136	<b>100.00%</b>

E o seguinte histograma:



**Fig. 11** – Análise de Pareto (Histograma) com 11 projetos

A partir do qual é possível se derivar quatro grupos (e intervalos relativos):

Intervalo	Eff (Min)	Eff (Max)
Alta	20	+
Med-Alta	8	19
Med-Baixa	2	7
Baixa	0	1

Ao passo que, se o requisito fosse manter os três intervalos típicos (A/M/B), obteríamos:

Intervalo	Eff (Min)	Eff (Max)
Alta	8	+
Média	3	7
Baixa	0	2

## 5.2 Pesos da Complexidades

Depois de ter determinado o número adequado de intervalos para se classificar a complexidade das atividade, o próximo passo é determinar os pesos adequados para tais intervalos. Esta operação objetiva determinar periodicamente o melhor conjunto de pesos de atividades, permitindo – com os dados atuais do PHD – estimar adequadamente os próximos projetos. Suponha-se 11 projetos com o seguinte detalhamento:

projeto	PSU v1.2	Esforço*	Esforço	MRE	H	M	L
P001	342	1280	1236	-3.56%	3	7	327
P002	172	750	797	5.90%	5	7	153
P003	440	1680	1752	4.11%	4	8	422
P004	359	1648	1504	-9.57%	4	5	345
P005	163	900	743	-21.13%	4	5	149
P006	339	1459	1388	-5.12%	6	6	320
P007	212	980	1055	7.11%	4	8	194
P008	177	947	886	-6.88%	4	5	163
P009	276	1525	1308	-16.59%	6	7	255
P014	161	945	810	-16.67%	4	5	147
P015	266	1345	1200	-12.08%	5	6	249

Com as atividades classificadas de acordo com o conjunto inicial de valores de exemplo:

Intervalo	Esforço (Min)	Esforço (Max)	Peso
Alta	25	+	1.8
Média	11	24	1.4
Baixa	0	10	1.0

O critério a seguir será a maximização de  $R^2$ , recalculando-o nos projetos do PHD; os pesos serão modificados por constantes aumentos. Este valores também podem ser derivados utilizando-se a análise de regressão ou manualmente, criando-se uma série de dados com tais aumentos.

Suponha considerar 30 triplas de pontos a verificar, como na tabela seguinte, onde  $w(8)$  é a tripla atualmente adotada:

W	L	M	H	W	L	M	H
1	1,00	1,05	1,10	16	1,00	1,80	2,60
2	1,00	1,10	1,20	17	1,00	1,85	2,70
3	1,00	1,15	1,30	18	1,00	1,90	2,80
4	1,00	1,20	1,40	19	1,00	1,95	2,90
5	1,00	1,25	1,50	20	1,00	2,00	3,00
6	1,00	1,30	1,60	21	1,00	2,05	3,10
7	1,00	1,35	1,70	22	1,00	2,10	3,20
8	1,00	1,40	1,80	23	1,00	2,15	3,30
9	1,00	1,45	1,90	24	1,00	2,20	3,40
10	1,00	1,50	2,00	25	1,00	2,25	3,50
11	1,00	1,55	2,10	26	1,00	2,30	3,60
12	1,00	1,60	2,20	27	1,00	2,35	3,70
13	1,00	1,65	2,30	28	1,00	2,40	3,80
14	1,00	1,70	2,40	29	1,00	2,45	3,90
15	1,00	1,75	2,50	30	1,00	2,50	4,00

Os próximos passos serão recalculando o PSU para cada projeto na lista, de acordo com cada uma das possíveis triplas de peso, e, então para cada combinação calcular  $R^2$ , obtendo-se qual tripla vai determinar a maior probabilidade de previsão para os próximos projetos.

Em detalhe:

	P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	P008	P009	P014	P015	R2
w1	338	166	435	355	159	333	207	173	269	157	261	0,9404
w2	338	167	436	355	160	334	208	174	270	158	262	0,9406
w3	339	168	436	356	160	335	209	174	271	158	263	0,9409
w4	340	168	437	357	161	336	210	175	272	159	264	0,9412
w5	340	169	438	357	162	337	210	176	273	160	264	0,9415
w6	341	170	439	358	162	338	211	176	274	160	265	0,9417
w7	342	171	440	359	163	339	212	177	275	161	266	0,9420
w8	342	172	440	359	163	340	213	177	276	161	267	0,9423
w9	343	173	441	360	164	340	214	178	277	162	268	0,9425
w10	344	174	442	361	165	341	214	179	278	163	268	0,9428
w11	344	174	443	361	165	342	215	179	279	163	269	0,9430
w12	345	175	444	362	166	343	216	180	280	164	270	0,9433
w13	345	176	444	362	167	344	217	181	281	165	271	0,9436
w14	346	177	445	363	167	345	218	181	282	165	272	0,9438
w15	347	178	446	364	168	346	218	182	283	166	272	0,9441
w16	347	179	447	364	169	347	219	183	284	167	273	0,9443
w17	348	179	448	365	169	348	220	183	285	167	274	0,9445
w18	349	180	448	366	170	349	221	184	285	168	275	0,9448
w19	349	181	449	366	171	349	222	185	286	169	276	0,9450
w20	350	182	450	367	171	350	222	185	287	169	276	0,9452
w21	351	183	451	368	172	351	223	186	288	170	277	0,9455
w22	351	184	452	368	173	352	224	187	289	171	278	0,9457
w23	352	185	452	369	173	353	225	187	290	171	279	0,9459
w24	353	185	453	370	174	354	226	188	291	172	280	0,9462
w25	353	186	454	370	175	355	226	189	292	173	280	0,9464
w26	354	187	455	371	175	356	227	189	293	173	281	0,9466

w27	355	188	456	372	176	357	228	190	294	174	282	<b>0,9468</b>
w28	355	189	456	372	176	358	229	190	295	174	283	<b>0,9470</b>
w29	356	190	457	373	177	358	230	191	296	175	284	<b>0,9472</b>
w30	357	191	458	374	165	344	210	179	279	163	269	<b>0,9239</b>

onde **w(29)** é a tripla que permite obter o mais alto valor de  $R^2(0.9472)$ , como se pode observar também na figura seguinte:

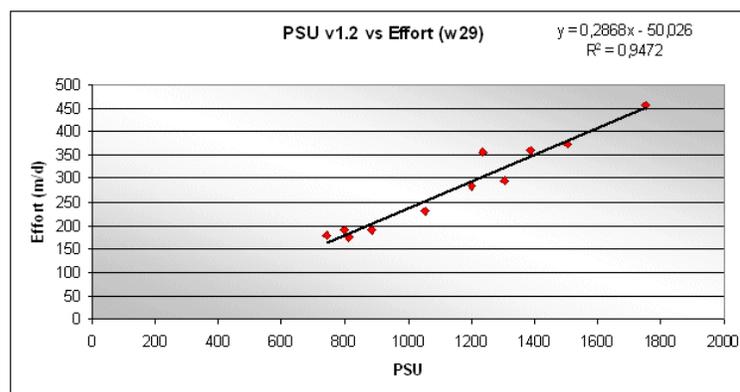


Fig. 12 – Avaliação com os novos pesos por atividades (combinação w29)

### 5.3 Tarefas QM

O último aspecto é o relacionado à determinação e reavaliação periódica da proporcionalidade entre atividades T e QM em termos de tamanho e esforço gastos nos projetos. Também neste caso, como no anterior, uma análise do PHD deve ser executada, levando-se em consideração o esforço total e sua distribuição nas atividades do tipo QM versus as tipo T, por intervalos PSU. Considerando os mesmos 11 projetos do exemplo anterior, e classificando-os em ordem crescente, é possível observar que para tal intervalo de PSU(t), movendo-se do 112 ao 312, os valores da mediana e da média para o %PSU(qm) são suficientemente estáveis, em torno dos 30%.

#	projeto	PSU v1.2	PSU (t)	PSU (qm)	%PSU (t)	%PSU (qm)	Esforço
1	P014	161	112	49	69.48%	30.52%	810
2	P005	163	120	43	73.53%	26.47%	743
3	P002	172	130	42	75.79%	24.21%	797
4	P008	177	116	61	65.46%	34.54%	886
5	P007	212	145	68	68.17%	31.83%	1055
6	P015	266	180	86	67.72%	32.28%	1200
7	P009	276	190	86	68.80%	31.20%	1308
8	P006	339	242	98	71.23%	28.77%	1388
9	P001	342	239	103	69.96%	30.04%	1236
10	P004	359	262	97	72.94%	27.06%	1504
11	P003	440	312	128	70.94%	29.06%	1752
	<b>Max</b>	<b>440</b>	<b>312</b>	<b>128</b>	<b>75.79%</b>	<b>34.54%</b>	<b>1752</b>
	<b>Mediana</b>	<b>266.40</b>	<b>180.40</b>	<b>86.00</b>	<b>69.96%</b>	<b>30.04%</b>	<b>1200.00</b>
	<b>Média</b>	<b>264.44</b>	<b>186.22</b>	<b>78.22</b>	<b>70.36%</b>	<b>29.64%</b>	<b>1152.64</b>
	<b>Min</b>	<b>161</b>	<b>112</b>	<b>42</b>	<b>65,46%</b>	<b>24,21%</b>	<b>743</b>

Uma observação de primeiro nível deste dataset reduzido poderia ser a tabela de proporcionalidade original (à esquerda), criada observando-se projetos com um tamanho menor, durante períodos precedentes, podendo ser refinado, adicionando-se níveis adicionais por aumento de tamanho.

<b>PSU<sub>T</sub></b>	<b>P<sub>QM</sub> (%)</b>		<b>PSU<sub>T</sub></b>	<b>P<sub>QM</sub> (%)</b>
1-20	<b>10%</b>		<b>1-20</b>	<b>10%</b>
21-40	12%		21-40	12%
41-60	15%	↔	41-60	15%
61+	18%		61-90	18%
			91-120	22%
			121-160	25%
			161+	30%

## 6 PSU e Estimativa de Esforço

A estimativa do tempo necessário para produzir o resultado de determinada atividade/projeto é, portanto, *função* da unidade de medição selecionada. Portanto:

$$\text{Effort} = f(\text{size})$$

A função  $f$  para transformar uma figura temporal (homens/dia) para um projeto é obtida através da álgebra (*análise de regressão*). Não há um tipo pré-definido/preferível de equação de regressão, mas é indicado verificar algumas hipóteses com mais de um modelo (ex.: linear, exponencial, logarítmico, ...) e ambos com uma e mais variáveis independentes (No primeiro caso, tipicamente o tamanho, nos demais casos, poderia ser o tamanho mais o número de defeitos, o número de requisitos, etc.)

Para estimar com PSU, devido às possíveis distribuições nas diversas implementações do número de atividades M/Q/T nos projetos, uma abordagem sugerida seria utilizar – no caso da análise de regressão com mais variáveis independentes – o número de PSU e o número de atividades M/Q/T ou apenas estas últimas.

### 6.1 Dados Históricos de Projetos (PHD): dados essenciais

Quais são os dados essenciais necessários para se calcular uma estimativa de esforço através da técnica de regressão? Cada empresa deve escolher as suas variáveis mais significativas para classificação dos projetos, para poder filtrá-los, a fim de obter grupos consistentes e homogêneos de projetos. Um repositório bem conhecido de projetos de software para FSMM é o ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group - <http://www.isbsg.org/>): A lista de atributos utilizados na Release 11 (r11) está disponível em [ISBS10].

De qualquer modo, se sugere considerar duas famílias de atributos: Organizacionais e Técnicos, úteis para criar – através das pesquisas desejadas – conjuntos homogêneos de projetos para utilização como entrada para a estimativa de esforço:

#### Dados Organizacionais

- Id. do Projeto
- Gerente de Projetos
- Segmento de Mercado (Ex.: Telecom, Setor Público, ...)
- Área do Projeto no Segmento de Mercado (Ex.: Telecom – CRM)
- Produto-Tecnologia para um determinado tipo de Segmento de Mercado (Ex.: SAP/R3 – BSCS – Vantive)
- Tipo de Projeto (Ex.: Novo Desenvolvimento, Manutenção Corretiva, Melhoria, Evolutiva, ...)
- Ciclo de Vida do Software selecionado (Ex.: Waterfall, Spiral, Protótipo, etc.)
- Abordagem no SLC selecionado (Ex.: Sashimi, V-Shape, Pure for the Waterfall, etc.)
- ...

#### Dados Técnicos

- Unidade dimensional (PSU, FP, COSMIC, #Entidades, ...)
- No. de unidades dimensionais (# SU) utilizando-se pelo menos duas unidades dimensionais (Ex.: PSU, FP, CFP, UCP, etc.)

- Esforço *estimado* em homens/dia por fase do SLC (Planejamento/Controle, Análise/Design, Produção, Teste, Entrega, PR/CR) e por tipo de atividade (M/Q/T)
- Esforço *real* em homens/dia por fase do SLC (Planejamento/Controle, Análise/Design, Produção, Teste, Entrega, PR/CR) e por tipo de atividade (M/Q/T)
- Número de Requisitos do Usuário
- Número de atividades no Gantt do projeto, classificado por complexidades (A/M/B)

A fim de realizar a estimativa, a utilização do atributo “**Ciclo de vida**” como um filtro adicional a ser selecionado pelo PM representa apenas outro parâmetro qualitativo pela similaridade entre projetos, com o propósito de se selecionar um grupo de projetos mais próximo – em termos de características Organizacionais/Técnicas – que serão o objeto da estimativa.

Tecnicamente, a seleção de um ciclo de vida “A” ao invés de “B”, não afeta *diretamente* a estimativa. De fato, o esforço estimado para o novo projeto, com qualquer ciclo de vida selecionado, apenas tem como entrada o tamanho e o esforço de projetos similares concluídos e selecionados pelo PM para a estimativa. Além disto, a verificação da confiabilidade do sistema previsional, como indicado anteriormente, é executada através de indicadores de controle, tais como MRE, MMRE e PRED (0.25).

Uma verificação adicional relacionada a este aspecto pode ser encontrada em aplicações “fechadas” de análise de regressão, tais como **COCOMO** (*Cost Construction Model*) de Barry Boehm, onde, seja na primeira versão (1981) [BOEH81], seja na segunda (1997) [BOEH00] nenhum dos parâmetros utilizados está relacionado ao tipo de ciclo de vida adotado no projeto.

## 6.2 População de PHD

Quanto maior o número de projetos rastreado, maior a probabilidade de ter a sua disposição um conjunto de projetos relevantes para estimar adequadamente o esforço necessário para um novo projeto. Sugere-se ter pelo menos 8-10 projetos para cada tipologia desejada<sup>16</sup>, a fim de utilizar produtivamente estes dados históricos para curvas de regressão.

No caso da *Base de dados de Históricos de Projeto* (PHD) não conter, em determinado momento, a mesma quantidade de tipos de dados de projeto úteis para uma nova estimativa, sugere-se que o Gerente de Projetos – de acordo com “Estimar a Duração da Atividade” (PMBOK2008 processo #6.4 [PMI08], aplicará os dois primeiros critérios de estimativa, listados na mesma ordem na Seção “*Ferramentas & Técnicas*”, em detalhe:

- **Expert Judgement (opinião especializada):** “*A opinião de um especialista, orientada por informações históricas, deve ser utilizada quando/onde possível. Se um especialista não estiver disponível, toda a estimativa será implicitamente incerta e arriscada*”. No nosso caso, com referência a consulta de informações históricas, o Gerente de Projetos pode visualizar os dados contidos no PHD e os MRE/MMRE e Pred (0.25) relacionados, coletando todas as informações úteis a serem validadas com base em sua própria experiência e competência.
- **Estimativas Análogas:** “*A estimativa de acordo com a analogia, também chamada estimativa top-down, indica a utilização de valores de duração derivados de atividades similares como base para estimativa de duração de atividades futuras. É freqüentemente utilizada para estimar durações de projeto quando há pouco detalhamento da informação sobre o projeto (isto é, nas fases preliminares do projeto). A estimativa por analogia é um tipo de “expert judgement”*”.

<sup>16</sup> Tipologia significa todas as características selecionadas pelo PM, em um caso específico, do PHD conforme sua necessidade (ciclo de vida, tipo de desenvolvimento, unidade de medida, etc.) de 1 a N possíveis filtros na base de dados.

De qualquer modo, o número de PSU deve ser calculado com base nos documentos disponíveis, a fim de popular o PHD para futuras estimativas.

### 6.3 Ferramentas de Estimativa

Existem várias ferramentas estatísticas para propósitos de estimativa. Sem utilizarmos ferramentas sofisticadas, o MS-Excel possui capacidades básicas, utilizando-se o diagrama de dispersão. Um add-in útil pode ser o “*Annalysis ToolPak*”<sup>17</sup>, que permite efetuar várias análises estatísticas (ANOVA, Correlação, Co-variância, etc.), entre as quais a análise de Regressão Linear Múltipla.

### 6.4 Estimando com PSU

O Processo normal de estimativa considera como entrada principal, conforme colocado anteriormente, o tamanho das atividades a serem executadas, a fim de derivar quanto tempo seria necessário para se executar tais atividades. Diferentemente de um FSMM como APF, quando se utilizando PSU como unidade de tamanho para projetos, pareceria que ‘*a serpente morde a própria cauda*’: O Estimador estimaria o valor do esforço do projeto a fim de derivar o mesmo valor utilizando a análise de regressão?

Neste caso, o procedimento usual para estimativa de esforço assumirá um ‘sabor’ diferente: De fato, ele representará um controle iterativo para o Estimador verificar e ajustar o número de homens/dia inicial derivado calculando o número de PSU, como descrito no procedimento de cálculo (Seção 4).

Suponhamos ter selecionado dez projetos de seu PHD (Fig.13), classificados por MRE% decrescente, impressos em um diagrama de dispersão, e depois de ter calculado o R<sup>2</sup> utilizando-se a regressão linear:

Prj	PSU	Effort*	Effort	MRE%
P001	42,66	420,35	318,46	31,99%
P008	26,21	146,00	112,00	30,36%
P006	42,10	184,00	149,50	23,08%
P002	119,85	316,00	410,00	22,93%
P005	18,34	147,00	135,20	8,73%
P007	16,75	46,00	49,50	7,07%
P010	89,16	910,00	882,00	3,17%
P009	66,85	244,00	237,00	2,95%
P003	34,60	150,05	149,25	0,54%
P004	22,00	144,00	144,60	0,41%
Max	119,85	910,00	882,00	31,99%
Avg	47,85	270,74	258,75	13,12%
Med	38,35	167,03	149,38	7,90%
Min	16,75	46,00	49,50	0,41%
			Pred(0.10)	60,00%
			Pred(0.15)	60,00%
			Pred(0.20)	60,00%
			Pred(0.25)	80,00%

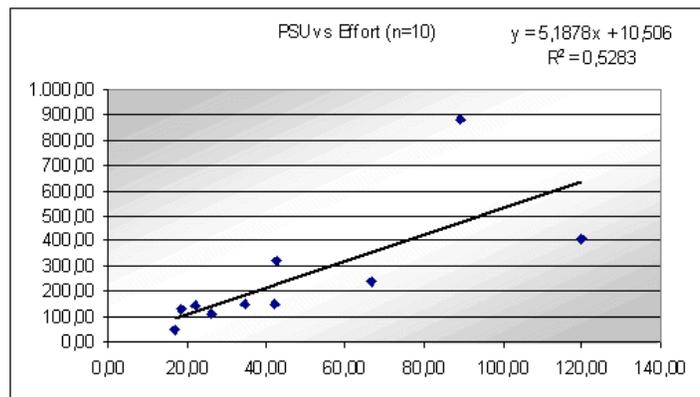
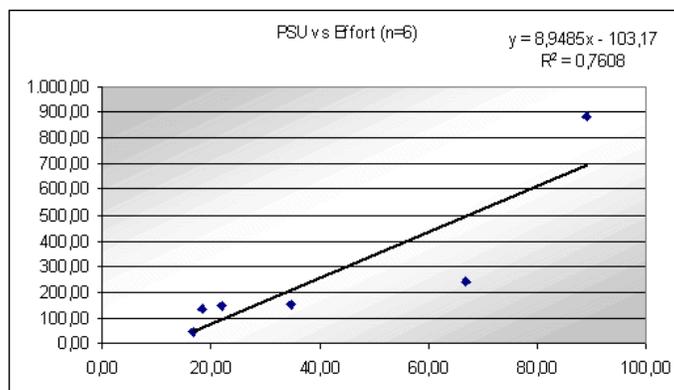


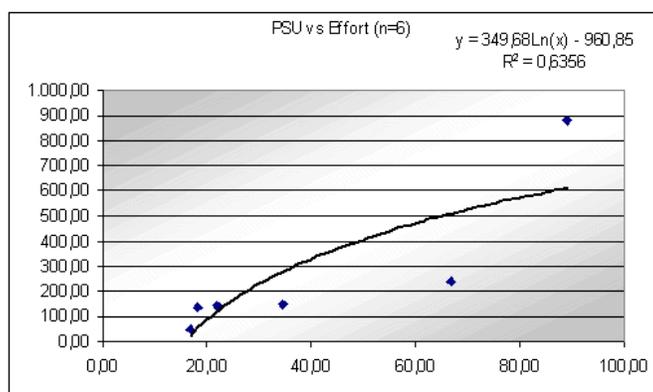
Fig. 13 – Dataset com N=10 Projetos e Regressão Linear (R<sup>2</sup>=52.83%)

Os projetos com um MRE%>25% foram excluídos e, depois, foi recalculada a curva de regressão para n=6 utilizando as equações lineares (Fig.14) e logarítmicas (Fig.15):

<sup>17</sup> <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/about-statistical-analysis-tools-HP005203873.aspx>



**Fig. 14** – Dataset com N=6 Projetos e Regressão Linear ( $R^2=76.08\%$ )



**Fig. 15** – Dataset com N=6 Projetos e Regressão Logarítmica ( $R^2=63.56\%$ )

Suponha que o estimador, calcule, para um novo projeto cujo código é P011, o tamanho de 61.34 PSU com um esforço de 415 h/d. Aplicando-se as duas equações, o resultado será:

Prj	PSU	Effort*	Effort	MRE%		
P011	61,34	415	445,73099		Linear	$R^2$
					a	-103,17
					b	8,95
			478,584		Exponential	$R^2$
					a	-960,85
					b	349,68

**Fig. 16** – Resumo para o projeto P011

A questão é: Qual seria o valor adequado de h/d a ser estimado para o P011? 415, derivado diretamente do cálculo do PSU ou poderia ser mais adequado aumentar tais valores de acordo com a análise de regressão, mesmo se os valores de  $R^2$  não forem particularmente altos?

O estimador – tendo todos estes valores a sua disposição – deve decidir se mantém a estimativa inicial (415 h/d) ou a modifica. Nesta segunda hipótese, ele deve redistribuir na planilha de cálculo do PSU o h/d a somar/subtrair do valor inicial. Esta alteração pode influenciar o número de PSU. Portanto, o valor do PSU revisado será aplicado novamente às duas equações de regressão, derivando 2 novos valores estimados e o novo  $R^2$ . E assim por diante, o estimador vai iterar este cálculo até que o número de h/d lhe pareça adequado ao novo projeto.

Apenas quando o projeto estiver concluído, será possível avaliar, a posteriori, com o MRE% quanto a estimativa foi correta.

## 6.5 Classificação de tarefas de M/Q/T: alguns exemplos

Na Seção 4.3, foi apresentada a classificação das atividades do projeto em três possíveis categorias:

- **M – Gerenciamento:** atividades referentes ao Gerenciamento de Projetos, tipicamente no ISO/IEC 12207 denominadas processos organizacionais.
- **Q – Qualidade:** atividades referentes ao Gerenciamento da Qualidade, Gerenciamento de Documentos e Configuração, tipicamente no ISO/IEC 12207 denominados processos *de suporte e Organizacionais*.
- **T – Técnicos:** atividades referentes às principais atividades para o desenvolvimento do software, as quais o ISO/IEC 12207 denomina processos *primários*.

A seguir, uma lista de possíveis atividades de nível mais baixo a ser incluído sob os pacotes principais M/Q/T na WBS:

M/Q/T	Atividade Principal	Sub-Atividade <sub>1</sub>	Sub-Atividade <sub>2</sub>
<b>M- Gerenciamento</b>	Escopo		
		Determinar Escopo do Projeto & Organização	
		Determinar Recursos Preliminares	
		Designar Staff Desenvolvimento	
		...	
		Escopo Completo (marco)	
	Controle		
		Revisões	
		Verificar o progresso do trabalho	
		Marcos de Fatura (marcos – múltiplos)	
	...		
	Gerenciamento da Configuração		
		Sw Plano de Gerenciamento da Configuração	
		Implementação do Ambiente	
...			
<b>Q - Qualidade</b>			
	Plano do Projeto		
	Plano de Qualidade		
	...		
<b>T - Técnicos</b>	Análise		
		Desenho Preliminar UR	
		...	
		Revisar UR	
		Obter Aprovações	
	Análise Final da Documentação		
	Design		
		Desenhar SRS	
		Revisar SRS	
		Obter Aprovações	
...			

		Documentação Final do Design		
Construção				
		Desenvolver Código		
		Verificar Código		
		Completar Desenvolvimento		
		Baseline do Ambiente de Desenvolvimento		
Teste				
		Desenvolver Plano de Teste		
		Revisar Plano de Teste		
		Documentação do Baseline de Teste		
	Teste Unitário (UT)		UT execução	
			UT reporte	
			PR Gerenciamento	
			UT completo (marco)	
	Teste de Integração (IT)			
			IT execução	
			IT reporte	
			PR Gerenciamento	
	Teste do Sistema (ST)			
			ST execução	
		ST reporte		
		PR Gerenciamento		
Treinamento				
		Desenvolver Especificações de Treinamento		
		Identificar Metodologia de Entrega do treinamento		
		Desenvolver materiais de treinamento		
		Materiais de treinamento completos (marco)		
		Sessões de Treinamento (Serviço)		
Documentação				
		Desenvolver Documentação do Usuário		
		Revisar Documentação do Usuário		
		Desenvolver Manual de Instalação		
		Revisar Manual de Instalação		
		...		
		Documentação completa (marco)		
Entrega				
		...		
Pós-Entrega				
		...		

## 7 Conclusões & Perspectivas

*Não existe uma verdade única, e sim vários pontos de vista concorrentes.* Para todas as possíveis escolhas haverá um ponto de trade-off, acima ou abaixo em relação ao qual será mais conveniente adotar uma técnica de estimativa antecipada (early) ou standard. A questão sobre a oportunidade de se adotar uma técnica de estimativa antecipada (early) deriva exclusivamente do momento no qual tal informação deva estar disponível, nem sempre coincidente com o final da fase de Design. Adicionalmente, é necessário verificar sempre o que se está medindo (*entidade*) e em relação a qual *atributo*, pois nem todos os possíveis pares de medidas são diretamente comparáveis.

A lógica de medição funcional, expressa nos métodos FSM (Medição de Tamanho Funcional) tais como APF do IFPUG representam absolutamente o caminho correto através do qual continuar. Recuperando tal lógica, um sistema de estimativa antecipado (early) baseado em PSU traz menor custo, mas com menor confiança do sistema revisional para se dimensionar um projeto. A correlação entre os resultados de estimativa produzidos, seja por uma técnica standard (mesmo referente ao Produto e não ao projeto como um todo), seja por uma técnica antecipada (early), sem dúvida produz valores adequados para avaliar tal trade-off.

A técnica PSU, criada em 2003, pode ser aplicada para estimar futuros projetos de desenvolvimento, procurando otimizar o esforço para o dimensionamento de um projeto e minimizar os erros de estimativa.

O direcionamento para uma próxima versão 2.0 da técnica consiste em torná-la cada vez mais objetiva, eliminando o sistema de peso, de forma análoga ao que foi feito para o método FSM com COSMIC.

Uma lista de FAQs será mantida na página web do PSU (<http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm#6>).

--- *Fim do documento* ---