



**UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
(BACHARELADO)**

**APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE PONTOS POR CASO DE USO EM UM
ESTUDO DE CASO**

SAMUEL ZANOTTO

LAGES, DEZEMBRO DE 2007

**UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
(BACHARELADO)**

**APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE PONTOS POR CASO DE USO EM UM
ESTUDO DE CASO**

**Relatório do Trabalho de Conclusão de
Curso submetido à Universidade do
Planalto Catarinense para obtenção dos
créditos de disciplina com nome
equivalente no curso de Sistemas de
Informação - Bacharelado.**

SAMUEL ZANOTTO

**Orientadora: Profª Viviane Duarte
Bonfim, M.Sc.**

LAGES, DEZEMBRO DE 2007

**APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE PONTOS POR CASO DE USO EM UM
ESTUDO DE CASO**

SAMUEL ZANOTTO

**ESTE RELATÓRIO, DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI
JULGADO ADEQUADO PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS DA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO VIII
SEMESTRE, OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:**

BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Prof. Viviane Duarte Bonfim, M.Sc
Orientador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Marcos André Pisching, M.Sc
UNIPLAC

Prof. Wilson Castello Branco Neto, Dr.
UNIPLAC

Prof. Angelo Augusto Frozza, M.Sc
Professor de TCC

Prof. Wilson Castello Branco Neto, Dr.
Coordenador de Curso

Lages, 12 de Dezembro de 2007

Dedico este trabalho a minha família: Anselmo, Luci e Rodrigo a quem devo todos os meus esforços e minha família em geral pela paciência e incentivo para conclusão desta etapa.

Agradeço primeiramente a Deus, a minha família e minha orientadora e professora Viviane Duarte Bonfim por destinar seu tempo e paciência nas orientações e ensinamentos que me passou, também aos meus amigos Cristhian, Klailton, Luis Irineu e Alex por estarem ao meu lado em todos os momentos pois estes quatro anos foram os melhores e proveitosos anos de minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
LISTA DE SIGLAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Descrição do problema	2
1.3 Justificativa	2
1.4 Objetivo geral	4
1.5 Objetivos específicos	4
1.6 Metodologia	4
2 PONTOS DE CASOS DE USO	6
2.1 Métricas e estimativas de <i>software</i>	6
2.2 Pontos por casos de uso	8
2.2.1 <i>Definição</i>	8
2.2.2 <i>Estrutura</i>	8
2.2.3 <i>Processo de contagem dos PCU</i>	10
2.3 Estimativas por casos de uso	15
2.3.1 <i>Método de cálculo</i>	15
2.4 Conclusão	21
3 DEMONSTRAÇÃO DA APLICAÇÃO DA PCU NO ESTUDO DE CASO	22
3.1 Descrição do estudo de caso	22
3.2 Demonstração dos PCU no estudo de caso	25
3.2.1 <i>Cálculo do peso dos atores no sistema</i>	25
3.2.2 <i>Cálculo do peso dos casos de uso no sistema</i>	26
3.2.3 <i>Cálculo dos pontos de casos de uso não ajustados</i>	26
3.2.4 <i>Cálculo do fator de complexidade técnica</i>	27
3.2.5 <i>Cálculo do fator de complexidade ambiental</i>	27
3.2.6 <i>Cálculo dos pontos de casos de uso ajustados</i>	29
3.3 Uso dos PCU para estimativa de esforço do estudo de caso	29
3.4 Uso dos PCU para estimativa de prazo do estudo de caso	30
3.5 Uso dos PCU para estimativa de custos do estudo de caso	31

3.6 Conclusão	31
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÊNDICE 1- APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE PONTOS POR CASOS DE USO EM UM ESTUDO DE CASO.....	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Passos para encontrar os pontos de caso de uso ajustados.....	9
FIGURA 2 -	Visão global de casos de uso.....	16
FIGURA 3 -	Diagrama de classe do sistema.....	17
FIGURA 4 -	Diagrama de casos de uso.	22
FIGURA 5 -	Diagrama de classe do sistema.....	24
QUADRO 1 -	Classificação de atores	11
QUADRO 2 -	Classificação dos casos de uso	11
QUADRO 3 -	Fatores de complexidade técnica.....	12
QUADRO 4 -	Fatores de complexidade ambiental	14
QUADRO 5 -	Fatores técnicos	18
QUADRO 6 -	Fatores ambientais.....	19
QUADRO 7 -	Descrição do caso de uso gerar diploma	23
QUADRO 8 -	Descrição do caso de uso cadastrar curso de graduação	25
QUADRO 9 -	Fatores de complexidade técnica do estudo de caso	27
QUADRO 10 -	Fatores de complexidade ambiental do estudo de caso.....	28

LISTA DE SIGLAS

FCA	- Fator de complexidade ambiental
FCT	- Fator de complexidade técnica
GQM	- <i>Goal/Question/Metrics</i>
PCU	- Pontos de Casos de Uso
PCUNA	- Pontos de Casos de Uso não ajustados
PF	- Pontos por Função
PCUA	- Pontos de Casos de Uso ajustados
SERED	- Setor de Registro e Expedição de Diplomas e Certificados
TPNAA	- Total de pesos não ajustados por atores
TPNAUC	- Total de pesos não ajustados por casos de uso
UML	- <i>Unified Modeling Language</i>
UNIPLAC	- Universidade do Planalto Catarinense

RESUMO

A métrica de pontos por casos de uso é uma técnica para medir o tamanho do *software* já no início do projeto baseados nos casos de uso construídos, preocupação freqüente dos gerentes de projetos em definir a partir do tamanho do *software* o prazo para este ser desenvolvido e o seu custo. No entanto, esta preocupação está aliada as dificuldades em trabalhar com métricas, e determinar os custos e prazos dos seus projetos, através de estimativas. Para tentar minimizar estas dificuldades, este trabalho tem por objetivo fornecer um referencial teórico sobre a aplicação da métrica de pontos por casos de uso, proporcionando uma orientação sobre seu uso através de sua aplicação em um estudo de caso demonstrando como o valor obtido pode ser usado para realizar estimativas de tamanho, prazo e custos do projeto de *software*.

Palavras-chave: Métricas; pontos por casos de uso; custos; prazos; estimativas.

ABSTRACT

The use case points metrics is a technique to measure the size of a software in the beginning of the project based on built use cases, a frequent concern of project managers in defining from the software size its deadline and its cost. However, this concern is bind to the difficulties in working with metrics, and determining the costs and deadlines, through estimatives. To try and minimize this difficulties, this essay has the objective to provide a theoretical reference point about the application of use case points metric, providing a orientation about its use through its application in a study case demonstrating the obtained value to get the software projects' size, time to develop and costs estimatives.

Keywords: Metrics; use case points; costs; deadlines; estimatives.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O crescente aumento e dependência da sociedade em relação à informática fizeram com que as empresas de desenvolvimento de *software* se preocupassem com a melhoria da qualidade dos *softwares* desenvolvidos.

A Engenharia de *Software* surge para as empresas como uma maneira de administrar as práticas adotadas durante o processo de desenvolvimento, tendo como objetivo produzir *softwares* com qualidade satisfatória, dentro dos prazos e custos estabelecidos.

Os principais problemas enfrentados pelas empresas de desenvolvimento de *software*, mais precisamente para os gerentes de projeto, são estimar os custos e prazos de entrega dos *softwares* para seus clientes.

Para minimizar a dificuldade das empresas em relação a custos e prazos e aprimorar a qualidade dos *softwares*, surgiu a necessidade dos gerentes de projeto usar uma ferramenta de apoio para fornecer informações tangíveis para acompanhar o desenvolvimento dos projetos usando as métricas de *software*.

A utilização das métricas permite que os gerentes possam ter o controle das etapas de desenvolvimento, possibilitando o cumprimento dos prazos e custos estipulados.

No presente trabalho utiliza-se a métrica de pontos por casos de uso, pois ela permite fazer estimativas no início do projeto com base nos modelos de casos de uso construídos, devido as suas características essenciais destirarem-se para as estimativas

dos tempos e custos dos projetos, considerando diretamente as informações iniciais do projeto, ou seja, as funcionalidades.

O presente trabalho está estruturado conforme segue: neste capítulo apresenta-se a definição do problema, objetivo geral e objetivos específicos, justificativa, cronograma e a metodologia seguida. No capítulo 2 é realizada a contextualização sobre a métrica de pontos por casos de uso (PCU). No capítulo 3 é demonstrada a aplicação da métrica PCU em um estudo de caso. Por fim, no capítulo 4 são apresentadas as considerações finais a cerca do trabalho.

1.2 Descrição do problema

O problema abordado por este trabalho é a dificuldade das empresas de desenvolvimento de *software* estimar custos e prazos dos *softwares* que são desenvolvidos para seus clientes.

1.3 Justificativa

A Engenharia de *Software* está presente cada vez mais nas organizações de desenvolvimento de *software*, pois a preocupação em desenvolver *software* com qualidade, dentro do prazo estabelecido e com baixo custo tem sido constante.

Porém, muitas organizações que procuram adotar as práticas oferecidas pela Engenharia de *Software* esquecem muitas vezes do planejamento inicial utilizado para definir algumas questões referentes ao contrato do *software*, como por exemplo, o tempo dedicado ao desenvolvimento do projeto e o custo envolvido no mesmo. Mais tarde, isso pode impossibilitar o acompanhamento e o gerenciamento dos projetos desenvolvidos, podendo resultar na imprecisão das informações pertencentes ao contrato.

O gerenciamento de projeto é uma tarefa de fundamental importância no desenvolvimento de um projeto de *software*, pois boa parte dos fracassos no que diz respeito a ultrapassar prazos e custos dos *softwares* deve-se a problemas de

gerenciamento. Uma das dificuldades encontradas no gerenciamento de projeto é saber a dimensão do que se está sendo gerenciado. Quando se fala em dimensionamento, prazos e custos de projetos, várias dúvidas e dificuldades surgem por parte dos gerentes.

Para introduzir melhoria no processo de desenvolvimento de *software* são obtidos dados quantitativos relativos a algumas características como correção, eficiência, confiabilidade, portabilidade e facilidade de manutenção. Essas características são conjuntos de dados para se obter qualidade no *software* produzido.

Para a norma ISO 9000:2000 (BARTIÉ, 2002), qualidade é o grau em que um conjunto de características inerentes (a um produto, processo ou sistema) cumpre os requisitos (daquele produto, processo ou sistema). Qualidade de produto e qualidade de processo são complementares e inter-dependentes. Espera-se que a qualidade do processo de elaboração tenha um impacto positivo sobre o *software* em desenvolvimento.

Segundo PRESSMAN (1995), com o intuito de aprimorar a qualidade do *software*, métricas surgiram com a finalidade de disponibilizar ao gerente de projeto uma ferramenta de apoio, pois fornecem informações mais tangíveis para planejar, realizar estimativas e controlar os projetos com maior precisão. Dentre as métricas mais conhecidas está o modelo de estimativa por Linha de Código (LOC) (PRESSMAN, 1995), o modelo COCOMO de Boehm (PRESSMAN, 1995), pontos de função (PF) de Albrecht (PRESSMAN, 1995) e análise de pontos por casos de uso (PCU) de Karner (REZENDE, 2005).

A métrica de pontos por casos de uso permite fazer estimativas no início do projeto com base nos modelos de casos de uso construídos. Sua escolha justifica-se devido suas características se adequarem para estimativas de tempo e custo dos projetos, considerando diretamente as informações iniciais do projeto, ou seja, as funcionalidades.

Assim, aplicando a métrica de pontos por casos de uso a um estudo de caso é possível demonstrar uma maneira de encontrar estimativa de prazos e custos mais precisas para os projetos de *software*.

1.4 Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho é a aplicação da métrica de pontos por casos de uso a um estudo de caso, de forma a identificar indicadores para a estimativa de custos e prazos dos *softwares*.

1.5 Objetivos específicos

- a) Permitir o controle sobre os prazos e custos incorporados ao processo de desenvolvimento de *software*, para que o cronograma definido seja realmente obedecido;
- b) Disponibilizar referencial teórico do procedimento da aplicação da métrica de pontos de casos de uso;
- c) Oferecer indicadores da estimativa de prazos e custos através da métrica de pontos de caso de uso.

1.6 Metodologia

A iniciação do trabalho deu-se a partir da escolha do tema a ser estudado e do planejamento sobre a abordagem do assunto a ser explorado ao longo do processo de desenvolvimento do trabalho.

O trabalho foi realizado com bases bibliográficas selecionadas a partir de livros, artigos e trabalhos relacionados ao assunto.

Em um segundo momento, foi desenvolvida a primeira etapa, uma iniciação ao trabalho, composta das seguintes atividades: definição do problema a ser estudado, justificativa, definição dos objetivos e a definição de um cronograma para a sequência do trabalho.

Primeiramente explorou-se sobre a métrica de Pontos por Casos de Uso, pois a aplicação desta métrica é o interesse principal deste trabalho. Com este estudo realizado, juntamente com estudos sobre alguns trabalhos correlatos sobre o assunto,

foi possível entender como a métrica é aplicada aos projetos e estudos de casos para ter como embasamento teórico na aplicação da métrica no estudo de caso que foi apresentado por este trabalho.

Após a conclusão do estudo sobre Pontos por Casos de Uso, realizou-se o estudo sobre a aplicação desta métrica em um estudo de caso, apresentando os passos utilizados e os procedimentos realizados para aplicação da métrica de Pontos por Casos de Uso ao estudo de caso.

Finalizando o desenvolvimento do trabalho, foi elaborada as considerações finais, considerando os resultados obtidos, dificuldades encontradas e sugestões para trabalhos futuros.

2 PONTOS DE CASOS DE USO

Neste capítulo é apresentada uma contextualização sobre métricas de *software*, pontos de casos de uso, conceitos, características, descrição e o método de cálculo utilizado pela PCU.

2.1 Métricas e estimativas de *software*

Para ANDRADE e OLIVEIRA (2004), métricas são metodologias de mensuração cujos principais objetivos, na área de análise de sistemas, são de estimar o tamanho de um *software* e auxiliar, como indicador, o gerenciamento dos projetos de desenvolvimentos de sistemas.

As métricas permitem entender o processo usado para desenvolver um produto, como também o próprio produto. O processo é medido para poder melhorá-lo e o produto é medido para aumentar sua qualidade.

A incorporação das métricas ao processo de desenvolvimento permite que gerentes e profissionais técnicos tenham controle para administrar o desenvolvimento do *software*, visando obedecer prazos e custos estimados no início do processo.

As métricas têm por finalidade auxiliar gerentes e profissionais técnicos a ter a devida compreensão sobre o processo de desenvolvimento e até mesmo do produto que está sendo produzido.

As métricas de *software* oferecem valores quantitativos coletadas através das suas técnicas, ou seja, a base para administrar, acompanhar e analisar efetivamente os resultados do projeto, como a utilização da estimativa de tamanho para obter valores de esforço, custos e prazos.

Conforme CANDÉAS e LOPES (1999), a estimativa é um exercício importante, principalmente para o planejamento do projeto de *software*. Fatores como esforço humano (pessoa/mês), tempo do projeto e custos devem ser levados em conta neste momento.

Em grande parte dos casos, as estimativas são realizadas com base em experiências passadas, no caso de haver um projeto relativamente semelhante a outro projeto já realizado. Mas por outro lado, a estimativa torna-se complexa se o novo projeto apresentar características diferentes dos outros projetos anteriores.

Para que a estimativa tenha sucesso no projeto é necessário definir quais as métricas deverão ser coletadas e analisadas, definir como os resultados das métricas serão utilizados, quais as métricas empregadas no projeto desde seu planejamento, realizar um *feedback* periódico à equipe do projeto e manter o comprometimento com o esforço na medição.

Conforme citam ANDRADE e OLIVEIRA (2004), existem vários exemplos de estimativas que podem ser adequadas métricas para obtenção de valores quantitativos para medição de projetos, dentre eles:

- tamanho do produto de *software*;
- número de pessoas necessárias para implementar um caso de uso;
- números de defeitos encontrados por fase de desenvolvimento;
- esforço;
- tempo;
- grau de satisfação do cliente em conformidade ao produto.

A estimativa de tamanho é bastante utilizada, pois o tamanho do *software* tem impacto direto no esforço do desenvolvimento e é um indicador na quantidade de trabalho a ser executado, sendo possível definir prazos, custos e esforços necessários para desenvolvimento do *software*.

Para obtenção de estimativas de tamanho existem técnicas que auxiliam na coleta deste valor. Como exemplo de técnicas tem-se linhas de código (LOC – *Lines of Code*), pontos de função (PF) e pontos de casos de uso.

A estimativa de tamanho baseada em LOC para ser confiável, é necessário

que o projeto esteja em uma adiantada fase de desenvolvimento, atrasando indicadores necessários para o gerenciamento do projeto. A definição da linguagem de programação a ser utilizada no projeto é fundamental para o processo de contagem de LOC, a escolha pela linguagem nem sempre é feita na fase inicial do ciclo de vida, já que alguns requisitos funcionais e não-funcionais do *software* devem ser explorados para que se possa tomar alguma decisão.

A estimativa com PF estabelece o tamanho do *software* considerando a funcionalidade implementada, sob o ponto de vista do usuário, independente da plataforma e metodologia utilizadas no desenvolvimento do projeto.

A técnica de estimativa de tamanho com PCU, permite que sejam feitas estimativas nas fases iniciais de levantamentos de requisitos e também com o detalhamento dos mesmos durante a fase de análise do projeto. A PCU utiliza os casos de uso como base para definição das estimativas.

2.2 Pontos por casos de uso

2.2.1 Definição

Os pontos de casos de uso foram criados por *Gustav Kerner*, em 1993, na empresa *Objectory AB* (hoje, *Rational Software*). Esta métrica permite realizar estimativas de projetos orientados a objetos já na fase inicial dos levantamentos de requisitos com base nos modelos de casos de usos. A métrica PCU é uma métrica baseada fortemente na *Unified Modeling Language* (UML), mais especificadamente nos casos de usos (FREIRE, 2003).

2.2.2 Estrutura

A figura 1 representa resumidamente os passos necessários para obter o valor dos pontos de casos de uso ajustados (PCUA), este valor é considerado em outros cálculos para adquirir um valor às estimativas desejadas que podem ser de tempo ou

custo do projeto.

Apenas o valor dos PCUA não combinada com outros valores, não responde à questões como tempo e custo do projeto.

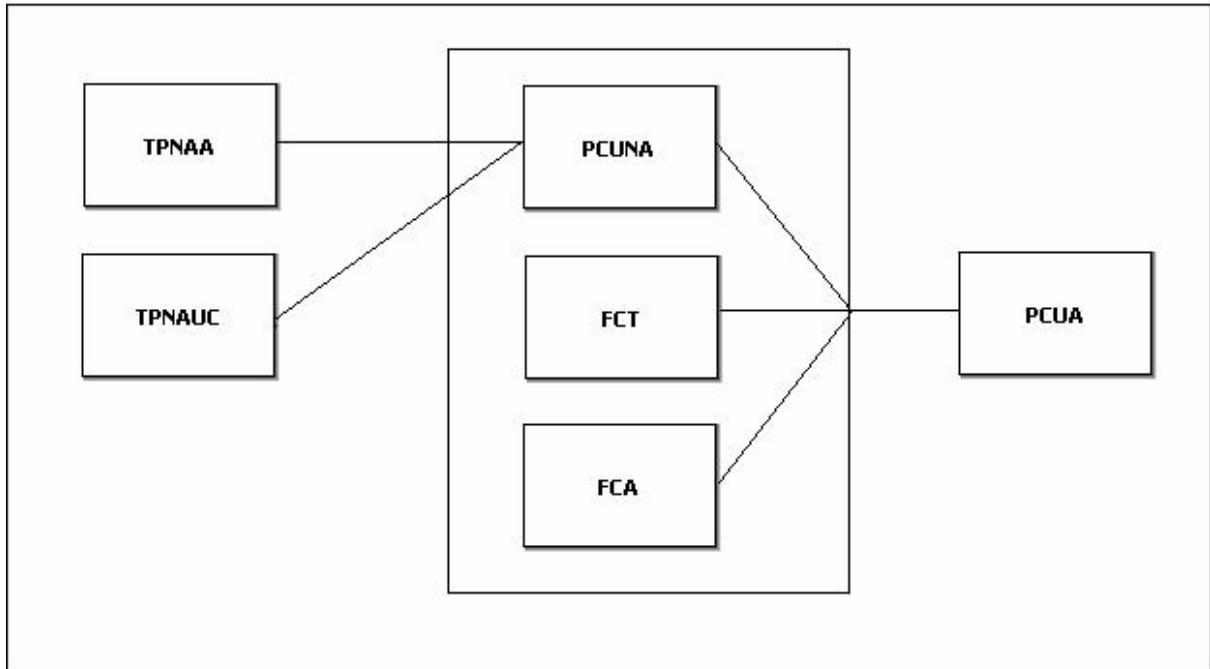


FIGURA 1 - Passos para encontrar os pontos de caso de uso ajustados

Conforme a figura 1, o processo de contagem dos pontos por casos de uso é realizado em dois momentos. Num primeiro momento é realizado o cálculo do peso dos atores (TPNAAC) e o peso dos casos de uso (TPNAUC). Através deste processo são calculados os PCU não-ajustados (PCUNA). Posteriormente são determinadas as complexidades dos fatores técnicos (FCT) e fatores ambientais (FCA), que são aplicados na fórmula para calcular os PCU ajustados (PCUA).

O cálculo dos PCU não ajustados é baseado na seguinte equação:

$$\text{PCUNA} = \text{TPNAAC} + \text{TPNAUC} \quad \text{Eq.1}$$

A equação corresponde a soma do total do peso não ajustado dos atores e o total do peso não ajustado por caso de uso, assim:

- PCUNA: Pontos de casos de uso não ajustados
- TPNAAC: Total de pesos não ajustados por atores;
- TPNAUC: Total de pesos não ajustados por casos de uso.

Já o cálculo dos PCU ajustados é baseado na seguinte equação:

$$\text{PCUA} = \text{PCUNA} * \text{FCT} * \text{FCA} \quad \text{Eq.2}$$

A equação corresponde ao produto dos fatores de complexidade técnicas, dos fatores de complexidade ambientais e do peso dos casos de usos não ajustados para encontrar o valor dos pesos de casos de uso ajustados, onde:

- PCUA: Peso dos casos de usos ajustados;
- FCT: Fator de complexidade técnica;
- FCA: Fator de complexidade ambiental.

No entanto, para obter o resultado total dos PCUA, alguns passos que contemplam as equações apresentadas.

Abaixo seguem os passos necessários para o processo de contagem:

- cálculo do peso dos atores no sistema;
- cálculo do peso dos casos de uso;
- cálculo dos pontos por casos de uso não ajustados;
- complexidade dos fatores técnicos;
- complexidade dos fatores ambientais;
- cálculo do PCU ajustado.

2.2.3 Processo de contagem dos PCU

A seguir são descritos todos os passos para o processo de contagem da métrica (MEDEIROS, 2004):

Passo 1 - Cálculo do peso dos atores no sistema (TPNAA)

Para obter o peso dos atores no sistema, é necessário ter os casos de uso definidos para identificar os atores envolvidos e seu grau de influência no sistema.

Após identificar os atores, relaciona-os, classificando de acordo com seu

nível de complexidade (simples, médio ou complexo) atribuindo os pesos 1, 2 e 3 respectivamente, assim calculando o TPNAA (total de pesos não ajustados por atores) somando o produto da quantidade de atores pelo seu peso, conforme quadro 1.

QUADRO 1 - Classificação de atores

Complexidade do ator	Descrição	Peso
Simples	Muito poucas entidades de Banco de Dados envolvidas e sem regra de negócios complexas	1
Médio	Poucas entidades de Banco de Dados envolvidas e com algumas regras de negócios complexas	2
Complexo	Regras de negócios complexas e muitas entidades de Banco de Dados presentes	3

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

Passo 2 - Cálculo do peso dos casos de uso (TPNAUC)

Para encontrar o peso dos casos de uso é necessário o documento de levantamento de requisitos pois é possível identificar a complexidade dos casos de uso do sistema, através de suas transações no *software*.

Relacionar os casos de uso e atribuir a eles o grau de complexidade, sendo esta baseada no número de transações e classes de cada caso de uso.

O TPNAUC é encontrado a partir do produto da quantidade dos casos de uso pelo seu peso, conforme quadro 2. Em seguida soma-se estes produtos obtendo o valor total do TPNAUC.

QUADRO 2 - Classificação dos casos de uso

Tipo de caso de uso	Descrição	Peso
Simples	Considerar até 3 transações com menos de 5 classes de análise.	5
Médio	Considerar de 4 a 7 transações com 5 a 10 classes de análise.	10
Complexo	Considerar de 7 transações com pelo menos 10 classes de análise.	15

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

Passo 3 - Cálculo dos pontos por casos de uso não ajustados (PCUNA)

Para obter o valor dos PCUNA são combinados os valores do total de pesos não ajustados por atores e o total do peso não ajustado por casos de uso através da soma destas duas variáveis, assim adquirindo o valor do PCUNA como segue:

$$\text{PCUNA} = \text{TPNAA} + \text{TPNAUC} \quad \text{Eq.3}$$

- PCUNA: Pontos de casos de uso não ajustados;
- TPNAA: Total de pesos não ajustados por atores;
- TPNAUC: Total de pesos não ajustados por casos de uso.

Após obter o valor dos PCUNA, é possível encontrar os PCU ajustados. Para encontrar este valor é combinado o valor dos PCUNA com os fatores de ajustes.

2.2.3.1 Fatores de ajuste

O fator de ajuste é constituído em duas partes, cálculo de fatores técnicos, que abrange uma série de requisitos funcionais do sistema, e o cálculo do fator de ambiente do sistema, requisitos não-funcionais associado ao processo de desenvolvimento.

Passo 4 - Fatores técnicos

Os valores da avaliação dos fatores de complexidade técnica variam de 0 a 5, conforme o grau de dificuldade do sistema a ser construído. O valor 0 significa nenhuma influência, 3 indica influência moderada e 5 indica forte influência. O valor dos pesos são valores fixos conforme apresenta o quadro 3 (MEDEIROS, 2004).

Após determinar o valor dos fatores técnicos, deve-se multiplicar o valor da avaliação pelo respectivo peso ilustrado no quadro 3, e calcular o total que é atribuído na equação 4.

$$\text{Fator de complexidade técnica (FCT)} = 0,6 + (0,01 * \text{somatório fator técnico}) \quad \text{Eq.4}$$

QUADRO 3 - Fatores de complexidade técnica

Descrição	Peso
Sistemas Distribuídos	2
Desempenho da aplicação	1
Eficiência do usuário final	1
Processamento interno complexo	1
Reusabilidade do código em outras aplicações	1
Facilidade de instalação	0,5
Usabilidade (facilidade operacional)	0,5
Portabilidade	2
Facilidade de manutenção	1

Concorrência	1
Características especiais de segurança	1
Acesso direto para terceiros	1
Facilidades especiais de treinamento	1

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

Para VAVASSORI (2002), os fatores de complexidade técnicas possuem o seguinte contexto:

- Sistemas Distribuídos: Quando a aplicação for especificamente projetada e desenvolvida para ser instalada em múltiplos locais ou para múltiplas organizações;
- Desempenho da aplicação: Este fator identifica os objetivos da performance da aplicação, estabelecidos pelo usuário que influenciaram o desempenho da aplicação;
- Eficiência do usuário final: Analisa as funções desenhadas e disponibilizadas para a aplicação voltadas para a eficiência do usuário;
- Processamento interno complexo: Considera o impacto, sobre o desenho da aplicação, causado pelo tipo de complexidade do processamento;
- Reusabilidade do código em outras aplicações: Avalia se a aplicação e seu código vão ser utilizados ou foram especificamente projetados e desenvolvidos para serem reutilizados em outras aplicações;
- Facilidade de instalação: Considera se a aplicação possui instaladores;
- Usabilidade (facilidade operacional): Verifica se o sistema possui facilidade de operação, sua usabilidade, conforme os requisitos exigidos pelo usuário;
- Portabilidade: Representa a necessidade de se fazer considerações especiais no desenho dos sistemas para que a configuração do equipamento não sofra degradação;
- Facilidade de manutenção: Verifica o volume de arquivos lógicos

internos que sofrem manutenção *on-line* e o impacto do processo de recuperação de seus dados;

- Concorrência: este item considera o volume de acesso simultâneo da aplicação;
- Características especiais de segurança: Verifica se a aplicação considera características de segurança, restrição para acesso entre outras;
- Acesso direto para terceiros: Considera se a aplicação prevê acesso de terceiros se a aplicação é acessada diretamente com a pessoa responsável;
- Facilidades especiais de treinamento: caracteriza pela necessidade de treinamento para o aprendizado dos usuários para a utilização da aplicação.

Passo 5 - Fatores ambientais

O fator de complexidade ambiental indica a eficiência do projeto e está relacionado ao nível de experiência da equipe. Os valores da avaliação dos fatores ambientais estão distribuídos em uma escala de 0 a 5, onde 0 indica baixa experiência, 3 indica experiência média e 5 alta experiência, os valores dos pesos são fixos conforme mostra o quadro 4 (MEDEIROS, 2004).

Após determinado o valor de cada fator, multiplicar seu peso e somar o total dos valores aplicando na seguinte equação:

$$\text{Fator de complexidade ambiental (FCA)} = 1,4 + (-0,03 * \text{somatório do fator ambiental}). \quad \text{Eq.5}$$

QUADRO 4 - Fatores de complexidade ambiental

Descrição	Peso
Familiaridade com o processo de desenvolvimento de <i>software</i>	1,5
Experiência na aplicação	0,5
Experiência com Orientação a Objetos, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1
Capacidade do líder de análise	0,5
Motivação	1
Requisitos estáveis	2
Trabalhadores com dedicação parcial	-1
Dificuldade da linguagem de programação	-1

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

Passo 6 - Cálculo do PCU ajustado (PCUA)

O valor dos PCU ajustados é realizado com base na multiplicação dos PCU não ajustados, com a complexidade técnica e a complexidade ambiental através da seguinte equação:

$$\text{PCUA} = (\text{PCUNA} * \text{Fator de complexidade técnico} * \text{Fator de complexidade ambiental}) \quad \text{Eq.6}$$

- PCUA: Pontos de casos de uso ajustados
- PCUNA: Pontos de casos de uso não ajustados.

2.3 Estimativas por casos de uso

A técnica de análise por pontos de casos de uso permite que seja estimado o tamanho do sistema ainda na fase de levantamento dos casos de uso, utilizando dos documentos gerados na fase de análise para o cálculo.

O método trata-se em estimar o tamanho do *software* de acordo com o modo de utilização dos usuários, a complexidade de ações requeridas por cada tipo de usuário e uma análise dos passos necessários para realização de cada tarefa.

Com o valor dos PCUA é então possível aplicar na equação para calcular estimativas para se ter os resultados de tamanho do *software*, custo e prazo para entrega ou qualquer outra estimativa que deseja obter do projeto.

Abaixo é apresentada a fórmula usada para encontrar o valor estimado do tamanho do *software* de acordo com o valor dos PCU levantados.

$$\text{Estimativa hora/homem} = \text{contagem dos fatores ambientais} * \text{PCUA} \quad \text{Eq.7}$$

2.3.1 Método de cálculo

Uma vez levantados os principais casos de uso do sistema é possível estimar o tamanho do *software* como um todo, baseando-se em um conjunto de métricas.

O grau de detalhe dos casos de uso influencia diretamente na qualidade final da medição, havendo a preocupação de medir apenas os casos de uso em nível de sistema, ou seja, que seja possível diferenciar transações e interações com o usuário,

para que casos de uso de nível muito alto ou de nível muito baixo não prejudiquem o valor da estimativa.

A seguir é descrito um exemplo de aplicação da métrica de PCU em um estudo de caso considerando a fórmula da estimativa.

Após a aplicação da métrica é obtido o valor dos pontos de casos de uso ajustados, com este valor é possível aplicar em outros cálculos para obter a estimativa desejada, no caso do estudo de caso é para estimar o projeto em hora/homem através dos PCUA.

O exemplo do estudo de caso baseia-se no objetivo de oferecer apoio informatizado a um escritório de advocacia, proporcionando o registro dos processos. Este estudo foi realizado por PANSANATO (2005) em um ambiente real, com a finalidade de aplicar padrões de desenvolvimento no projeto de sistemas. O levantamento inicial foi realizado junto aos usuários do sistema e o processo iterativo é baseada na UML.

A seguir são apresentadas 2 figuras mostrando a modelagem do sistema que servirá de apoio para analisar o total não ajustado dos atores no sistema e o total não ajustado dos casos de uso no sistema.

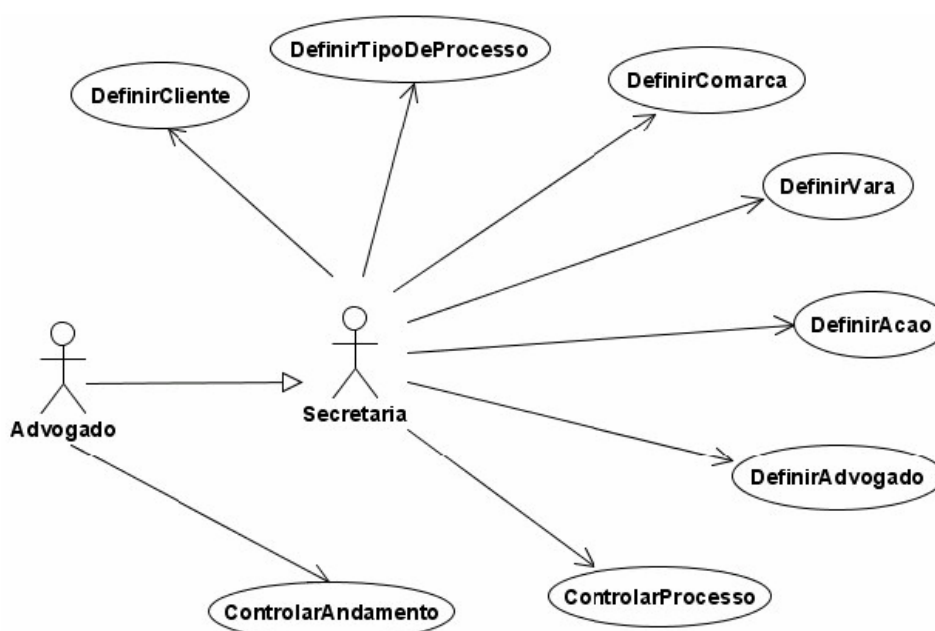


FIGURA 2 - Visão global de casos de uso
(Fonte: PANSANATO, 2005)

A figura 3 apresenta uma visão das classes do sistema que servirá de apoio para analisar as transações do sistema para verificar a complexidade dos casos de uso existentes no sistema.

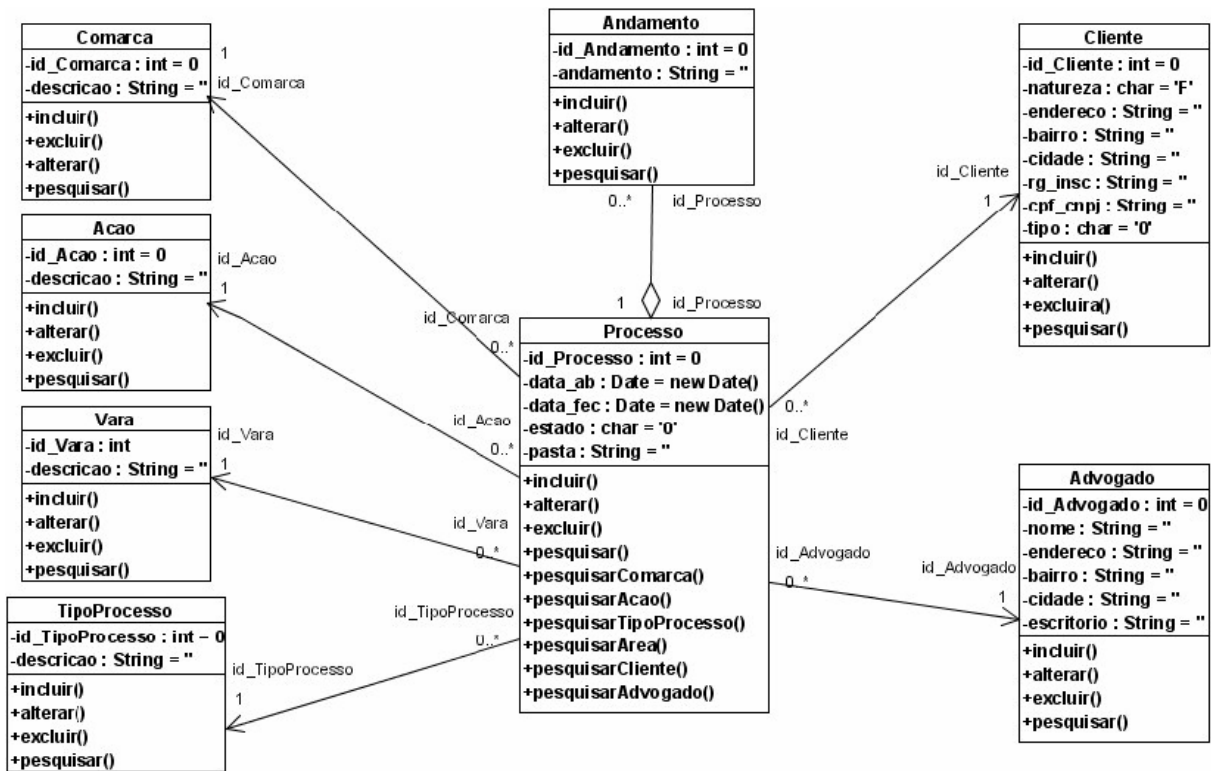


FIGURA 3 - Diagrama de classe do sistema
(Fonte: PANSANATO, 2005)

A seguir é descrita a aplicação da PCU ao estudo de caso.

2.3.1.1 Cálculo do valor de PCU

A seguir é descrito os passos para chegar ao valor da PCUA, para ser unida a outros valores obtendo uma estimativa, que pode ser do tamanho do *software*, custo ou até mesmo para outros cálculos destinados ao projeto.

Passo 1 - Cálculo do TPNA

A visão global dos casos de uso identifica 2 atores, ambos classificados como complexos conforme a figura 1, então:

$$TPNA = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 6$$

Como já exposto o estudo de caso é uma referencial bibliográfico já

publicado não podendo alterar seus cálculos, mesmo discordando da afirmação de ter dois casos de uso complexos, pois apenas um ator (secretária) pode ser considerado como complexo devido sua influência no sistema e o outro ator (advogado) pode ser considerado como simples, tendo pouca influência no sistema.

Passo 2 - Cálculo do TPNAUC

O *software* apresentou 8 casos de uso considerados como simples, o caso de uso com mais transações foi o caso de uso controlar processo com 3 transações (PANSANATO, 2005) então:

$$TPNAUC = 8*5 + 0*10 + 0*15 = 40$$

Passo 3 - Cálculo do PCUNA

Portanto o valor de PCUNA é a soma do TPNA A e do TPNAUC então:

$$PCUNA = 6 + 40 = 46$$

Passo 4 – Cálculo do FCT

O cálculo do fator de complexidade técnica é baseado no impacto da complexidade do sistema conforme mostra o quadro 5:

QUADRO 5 - Fatores técnicos

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
T1 - Sistemas Distribuídos	2	2	4
T2 - Desempenho da aplicação	1	1	1
T3 - Eficiência do usuário final	1	2	2
T4 - Processamento interno complexo	1	0	0
T5 - Reusabilidade do código em outras aplicações	1	4	4
T6 - Facilidade de instalação	0,5	1	0,5
T7 - Usabilidade (facilidade operacional)	0,5	1	0,5
T8 – Portabilidade	2	1	2
T9 - Facilidade de manutenção	1	0	0
T10 – Concorrência	1	3	3
T11 - Características especiais de segurança	1	4	4
T12 - Acesso direto para terceiros	1	0	0
T13 – Facilidades especiais de treinamento	1	2	2
Valor da Complexidade Técnica			23

(FONTE: PANSANATO, 2005)

Os valores da avaliação mostradas no quadro foram retirados do artigo no qual foi aplicada a métrica ao estudo de caso, os valores do impacto são resultados do produto do peso com a avaliação feita pelos autores.

Portanto $FTC = 0,6 + (0,01 * 23) = 0,83$. Este resultado é incrementado com o resultado do fator ambiental para obter o valor dos PCU ajustados.

Passo 5 – Cálculo do FCA

O cálculo do fator de complexidade ambiental é baseado no impacto da complexidade do ambiente apresentado no quadro abaixo:

QUADRO 6 - Fatores ambientais

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
A1 - Familiaridade com o processo de desenvolvimento de <i>software</i>	1,5	2	3
A2 - Experiência na aplicação	0,5	0	0
A3 - Experiência com Orientação a Objetos, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1	2	2
A4 - Capacidade do líder de análise	0,5	1	0,5
A5 – Motivação	1	3	3
A6 - Requisitos estáveis	2	4	8
A7 - Trabalhadores com dedicação parcial	-1	0	0
A8 - Dificuldade da linguagem de programação	-1	3	-3
Valor da Complexidade Ambiental			13,5

(FONTE: Adaptado de PANSANATO, 2005)

$$FCA = 1,4 + (-0,03 * 13,5) = 1,80$$

Passo 6 – Cálculo do PCUA

O cálculo do PCUA é o produto do PCUNA, FCT e FCA conforme os resultados obtidos nos passos acima.

$$PCUA = 40 * 0,83 * 1,80 = 59,76$$

2.3.1.2 Cálculo do valor da estimativa

Concluindo os passos anteriores, foi possível obter o valor da PCUA. Através do valor encontrado, é possível aplicar em outro cálculo para se obter a estimativa do esforço do projeto em horas/homem.

O número de horas/homem normalmente é obtido por meios de projetos anteriores ou aplicando métodos científicos. Neste estudo optou-se pela proposta de SCHNEIDER e WINTERS (1998), que tem como objetivo contar os fatores críticos da complexidade ambiental e propor o número de horas baseado nessa contagem como segue:

- Contar os fatores ambientais de A1 a A6 cujo impacto for < 3 ;
- Contar os fatores ambientais de A7 a A8 cujo impacto for > 3 .

Considera-se que:

- se o total da contagem for ≤ 2 então o número de horas/homem é de 20;
- se o total da contagem for igual a 3 ou igual a 4, então o número de horas/ homem é de 28;
- e se o total da contagem for maior que 5 usa-se um valor maior que 28, mas neste caso recomenda-se reavaliar o projeto e verificar possibilidade de mudança para diminuir o risco de falhas.

Portanto aplica-se o valor na seguinte equação:

$$\text{Estimativa h/h} = 28 * 59,76 = 1.673,28 \text{ horas.}$$

Portanto depois de obtido o valor do PCUA, combinado com o valor da estimativa pode-se prever o tamanho do *software*, com a quantidade de horas previstas para desenvolver este sistema. Considerando também que é um valor estimado, não quer dizer que este é realmente o tempo que leva para desenvolver o sistema porque outros fatores podem ser considerados. Entretanto, o valor encontrado deveria ser preciso.

Em relação ao valor apresentado de 1.673,28 horas considera-se muito elevado. Mas, ressalta-se que o exemplo demonstrado tem como finalidade apresentar o processo de contagem da métrica de pontos de casos de uso, bem como o valor dos PCUA em um processo de estimativas e não a análise do valor encontrado.

Mesmo não concordando com o valor estimado encontrado no exemplo, decidiu-se apresentá-lo por ser o exemplo mais detalhado encontrado até o momento.

2.4 Conclusão

As métricas e as estimativas auxiliam os gerentes de projetos na compreensão do processo de desenvolvimento ou até mesmo do produto a ser desenvolvido, permitindo assim que os gerentes tenham controle para administrar o desenvolvimento podendo cumprir custo e prazos estimados para projeto.

A métrica de pontos por casos de uso permite as realizar estimativas nas fases iniciais dos projetos tendo os casos de usos como base para definição das estimativas.

Com o desenvolvimento deste capítulo foi possível ter embasamento sobre as estimativas e métricas de *software*, bem como entender a aplicação da métrica em um exemplo de estudo de caso, tendo grande importância para o desenvolvimento do próximo capítulo que é a aplicação da métrica para encontrar o valor estimado em um estudo de caso.

3 DEMONSTRAÇÃO DA APLICAÇÃO DA PCU NO ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é descrito o estudo de caso utilizado na aplicação da métrica pontos de casos de uso bem como a apresentação dos resultados obtidos através da aplicação.

3.1 Descrição do estudo de caso

O estudo de caso em que foi aplicada a métrica é um sistema de registro de informações que precisam constar nos diplomas emitidos aos formandos dos cursos da UNIPLAC, estudo este realizado por SCOPPEL (2004) em um ambiente real, o Setor de Registro e Expedição de Diplomas e Certificados (SERED).

A figura 4 apresenta o diagrama de casos de uso utilizado para o desenvolvimento do sistema SERED.

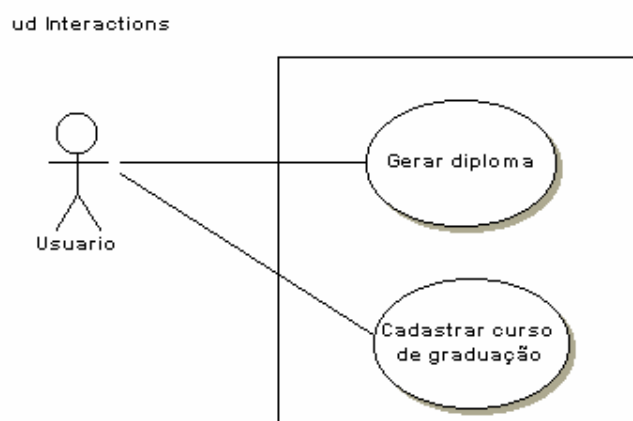


FIGURA 4 - Diagrama de casos de uso.
(Fonte: SCOPPEL, 2004)

Através do entendimento da figura 4 é possível obter o número de atores e o

número de casos de uso que compõem o sistema, estes dados são utilizados para a obtenção do cálculo do total de pesos não ajustados por atores (TPNAA) e do total de pesos não ajustados por casos de uso (TPNAUC).

Para o entendimento do fluxo de informações e transações realizadas pelo sistema, segue os casos de uso expandidos conforme os quadros 7 e 8, para possibilitar a análise da complexidade dos casos de uso para encontrar o cálculo dos (TPNAUC) referente ao sistema.

QUADRO 7 - Descrição do caso de uso gerar diploma

Caso de Uso: Gerar Diploma		Ator: Usuário	Pré-Condição: Usuário deve ter sido autenticado
Fluxo Principal			
Passo	Descrição		
1	O usuário solicita novo diploma		
2	O sistema apresenta os cursos de graduação cadastrados		
3	O usuário indica o curso de graduação desejado		
4	O sistema apresenta os dados do curso de graduação vinculados que são: nomeCursoGrad, categoria, habilitacao, autorizacao, reconhecimentoOficial, reconhecimentoProvisorio, resolução		
5	O sistema apresenta os alunos cadastrados do curso de graduação indicado		
6	O usuário indica o aluno desejado		
7	O sistema apresenta os dados do aluno indicado que são: nomeAluno, nacionalidade, naturalidade, dataNascimento, RG, dataColacaoGrau, numProcesso, dataEncerramentoProcesso		
8	O sistema gera novos dados do registro para este diploma, que são: numRegistro, dataRegistro, numLivro, numFolha, chefeSERED.		
9	O usuário confere visualmente os dados do registro		
10	O sistema indica o reitor cadastrado de acordo com a data de encerramento do processo (passo 7)		
11	O usuário confere visualmente o reitor indicado		
12	O sistema indica o pró-reitor de ensino cadastrado de acordo com a data de registro (passo 9)		
13	O usuário confere visualmente o pró-reitor de ensino indicado.		
14	O sistema cria o diploma.		
15	O sistema emite duas cópias do diploma		
16	O usuário confirma a emissão correta do diploma		
Fluxo Alternativo			
2a – Curso de graduação não cadastrado			
2a.1 – Cadastrar novo curso de graduação			
2ª.2 – Retornar ao passo 2			
4a – Habilitação do curso de um dos tipos: Gestão Empresarial; Gestão Turismo, Língua Portuguesa e Respectivas Literaturas; Língua Inglesa e Respectivas Literaturas; Educação Infantil e Séries Iniciais do Ensino Fundamental; Exercício do Magistério do Ensino Fundamental e Médio, das Disciplinas da Matéria Geografia; Artes Plásticas;			
4a.1 – O sistema indica o secretário acadêmico cadastrado de acordo com a data de encerramento do processo.			
4a.2 – O usuário confere visualmente o secretário acadêmico indicado			
4a.2a – Secretário acadêmico não cadastrado			
4a.2a.1 – Cadastrar secretário acadêmico			
4a.2a.2 – Retornar ao passo 4			
5a – Aluno não cadastrado			
5a.1 – Cadastrar novo aluno			
5a.2 – Retornar ao passo 5			
8a – Registro não cadastrado			

8a.1 – Cadastrar novo registro
8a.2 – O usuário indica o chefe do SERED
8a.2a – Chefe do SERED não cadastrado
8a.2a.1 – Cadastrar chefe do SERED
8a.2a.2 – Retornar ao passo 14a.2
10a – Reitor não cadastrado
11a.1 – Cadastrar novo reitor
10a.2 – Retornar ao passo 8
12a – Pró-reitor de ensino não cadastrado
12a.1 – Cadastrar novo pró-reitor de ensino
12a.2 – Retornar ao passo 10

(Fonte: SCOPPEL, 2004)

A figura 5 apresenta o diagrama de classes do sistema, a qual demonstra as transações do sistema.

ed Diagrama Classe Gerar Diploma

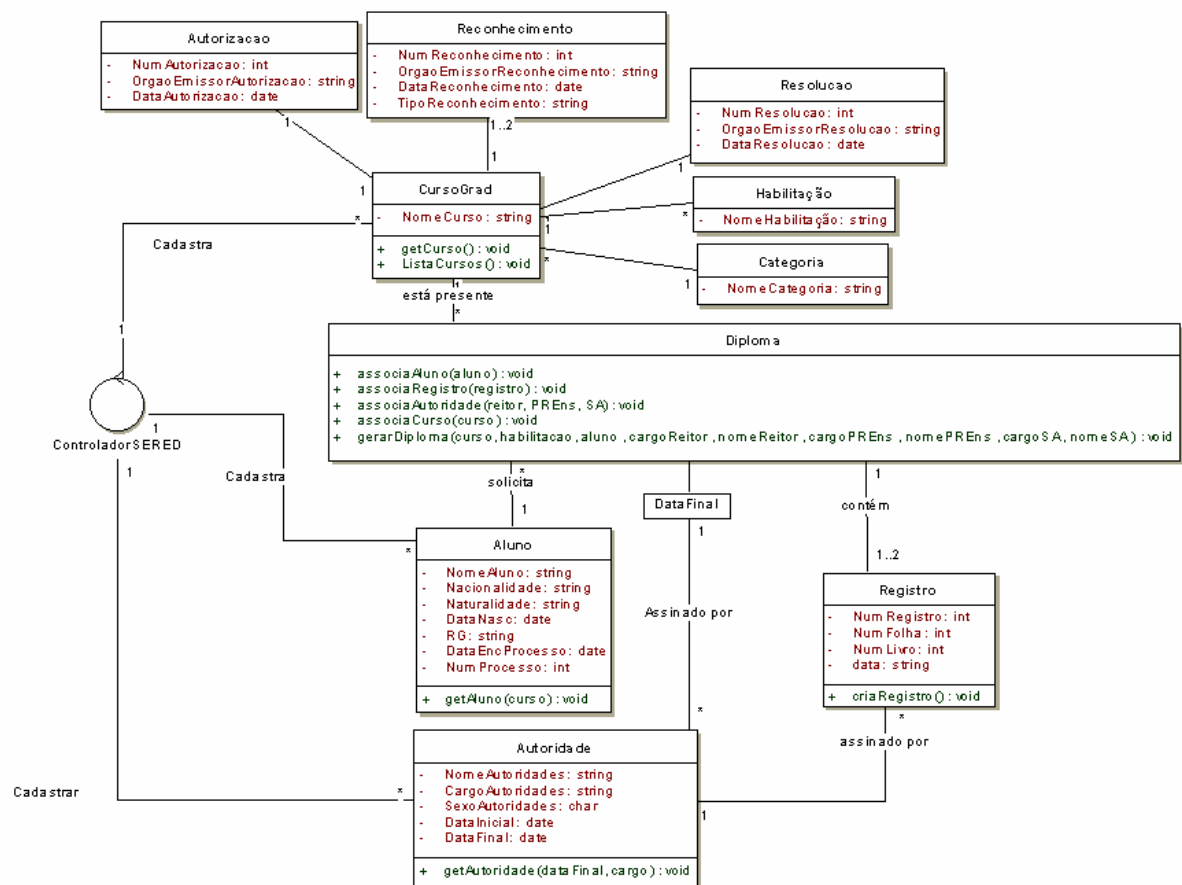


FIGURA 5 - Diagrama de classe do sistema
(Fonte: SCOPPEL, 2004)

QUADRO 8 - Descrição do caso de uso cadastrar curso de graduação

Caso de Uso: Cadastrar curso de graduação		Ator: Usuário	Pré-Condição: Usuário deve ter sido autenticado
Fluxo Principal			
Passo	Descrição		
1	O usuário solicita novo curso de graduação, informando o nome do curso de graduação		
2	O sistema apresenta as autorizações cadastradas		
3	O usuário indica a autorização desejada		
4	O sistema apresenta as resoluções cadastradas		
5	O sistema apresenta os reconhecimentos provisórios cadastrados		
6	O sistema apresenta os reconhecimentos oficial cadastrados		
10	O sistema insere novo curso.		
Fluxo Alternativo			
3a - Autorização não cadastrada			
3a.1 - Cadastrar autorização			
3a.2 - Retornar ao passo 3			
4a - Resolução não cadastrada			
4a.1 - Cadastrar resolução			
4a.2 - Retornar ao passo 4			
5a – Reconhecimento provisório não cadastrada			
5a.1 - Cadastrar reconhecimento provisório			
5a.2 - Retornar ao passo 5			
6a – Reconhecimento oficial não cadastrada			
6a.1 - Cadastrar reconhecimento oficial			
6a.2 - Retornar ao passo 6			

(Fonte: SCOPPEL, 2004)

3.2 Demonstração dos PCU no estudo de caso

Conforme os passos apresentados para aplicação da PCU no capítulo 2, apresenta-se o procedimento desta aplicação, representado através do estudo de caso.

3.2.1 Cálculo do peso dos atores no sistema

Neste cálculo é obtido o valor do peso dos atores no sistema, como visualizado na figura 4 o sistema possui 1 ator considerado como complexo devido sua influência no sistema em relação aos casos de uso, aplicando-se na fórmula:

$$TPNAA = (A * \text{pesoSimples}) + (A * \text{pesoMédio}) + (A * \text{pesoComplexo})$$

Onde:

- A = número de atores no sistema
- pesoSimples, pesoMédio e pesoComplexo são valores de 1, 2 e 3

conforme apresentado no quadro 1.

Portanto:

$$TPNAA = 0*1 + 0*2 + 1*3 = 3$$

3.2.2 Cálculo do peso dos casos de uso no sistema

Para o peso dos casos de uso, conforme observado na figura 5, o sistema apresenta dois casos de uso, gerar diploma e cadastrar curso de graduação que foi aplicado na fórmula para encontrar o valor do peso dos casos de uso do sistema:

$$TPNAUC = (UC * pesoSimples) + (UC * pesoMédio) + (UC * pesoComplexo)$$

Onde:

- UC = número de casos de uso do sistema
- pesoSimples, pesoMédio e pesoComplexo são valores de 5, 10, e 15 conforme apresentado no quadro 2.

O caso de uso gerar diploma é considerado como simples pelo caso de uso apenas escolher as opções já cadastradas e gerar o diploma mesmo sendo o principal processo de negócio do sistema (SCOPPEL, 2004).

O caso de uso cadastrar curso de graduação é considerado complexo devido o envolvimento de outras entidades, portanto apesar de não ser um processo de negócio, é descrito como um caso de uso “apoio” conforme mostra o quadro 7 (SCOPPEL, 2004).

Portanto,

$$TPNAUC = 1*5 + 0*10 + 1*15 = 20$$

3.2.3 Cálculo dos pontos de casos de uso não ajustados

Para a obtenção dos casos de uso não ajustados será combinado os valores do total do peso dos atores com o total de peso dos casos de uso obtidos nos itens 3.2.1 e 3.2.2, através da fórmula:

$$PCUNA = TPNAA + TPNAUC$$

Sendo assim:

$$PCUNA = 3 + 20 = 23$$

3.2.4 Cálculo do fator de complexidade técnica

Os fatores de complexidade técnicas determinam a dificuldade do sistema a ser construído conforme os fatores do quadro 7.

QUADRO 9 - Fatores de complexidade técnica do estudo de caso

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
T1 - Sistemas Distribuídos	2	0	0
T2 - Desempenho da aplicação	1	2	2
T3 - Eficiência do usuário final	1	2	2
T4 - Processamento interno complexo	1	0	0
T5 - Reusabilidade do código em outras aplicações	1	3	3
T6 - Facilidade de instalação	0,5	4	2
T7 - Usabilidade (facilidade operacional)	0,5	2	1
T8 – Portabilidade	2	0	0
T9 - Facilidade de manutenção	1	1	1
T10 – Concorrência	1	0	0
T11 - Características especiais de segurança	1	2	2
T12 - Acesso direto para terceiros	1	0	0
T13 – Necessidade de treinamento especial para o usuário	1	0	0
Valor da Complexidade Técnica			13

Para preenchimento do campo avaliação, é atribuído valores numa escala de 0 a 5, conforme requisitos obtidos para a aplicação.

Os valores atribuídos para o campo da avaliação, são valores baseados no entendimento do contexto dos fatores, pois a aplicação não possui bases históricas que seriam necessárias para o preenchimento da avaliação.

Após calculado o valor total do impacto dos fatores de complexidade técnicas foi aplicado na fórmula:

$$FCT = 0,6 + (0,01 * \text{somatório fator técnico}), \text{ portanto:}$$

$$FTC = 0,6 + (0,01 * 13) = 0,73$$

3.2.5 Cálculo do fator de complexidade ambiental

O fator de complexidade ambiental trata-se do nível de experiência dos

membros da equipe.

QUADRO 10 - Fatores de complexidade ambiental do estudo de caso

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
A1 - Familiaridade com o processo de desenvolvimento de <i>software</i>	1,5	2	3
A2 - Experiência na aplicação	0,5	0	0
A3 - Experiência com Orientação a Objetos, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1	1	1
A4 - Capacidade do líder de análise	0,5	4	2
A5 – Motivação	1	2	2
A6 – Requisitos estáveis	2	2	4
A7 - Trabalhadores com dedicação parcial	-1	0	0
A8 - Dificuldade da linguagem de programação	-1	2	-2
Valor da Complexidade Ambiental			10

Considerando o quadro 8, deve-se atribuir valores de 0 a 5 para o campo avaliação respondendo aos fatores A1 a A8 conforme o contexto (VAVASSORI, 2002):

- Para os fatores A1 a A4, 0 significa nenhuma experiência para o projeto, 3 significa média experiência e 5 significa especialista.
- Para o fator A5, 0 significa nenhuma motivação, 3 significa média motivação e 5 significa alta motivação.
- Para o fator A6, 0 significa requisitos extremamente instáveis, 3 significa requisitos médios e 5 significa requisitos inalterados.
- Para o fator A7, 0 significa nenhum trabalhador técnico em tempo parcial, 3 significa médio e 5 significa todos os trabalhadores técnicos em tempo parcial.
- Para fator A8, 0 significa linguagem de programação fácil de usar, 3 significa média e 5 significa linguagem de programação muito difícil de usar.

Os valores atribuídos para o campo da avaliação, são valores baseados no entendimento do contexto dos fatores, pois a aplicação não possui bases históricas que seriam necessárias para o preenchimento da avaliação.

Após verificado os fatores ambientais, o valor total do impacto é aplicado na seguinte fórmula:

$FCA = 1,4 + (-0,03 * \text{somatório do fator ambiental})$, portanto:

$$FCA = 1,4 + (-0,03 * 10) = 1,1$$

3.2.6 Cálculo dos pontos de casos de uso ajustados

Para a obtenção do valor de PCUA, é realizada a combinação dos valores do PCUNA, fatores técnicos e fatores de ajuste conforme mostra a fórmula:

$$PCUA = (PCUNA * FTC * FCA)$$

Portanto:

$$PCUA = (23 * 1,1 * 0,73) = 18,46$$

Após encontrado o valor dos PCUA do estudo de caso, em seguida ele é combinado com outros valores para a obtenção de custos, prazos ou até para outras informações relevantes ao sistema.

3.3 Uso dos PCU para estimativa de esforço do estudo de caso

Concluindo as etapas para encontrar o valor dos PCUA é possível aplicar em outro cálculo para obter a estimativa o tamanho do projeto em horas/homem.

O número de horas/homem normalmente é obtido por meios de projetos anteriores ou aplicando métodos científicos. Para o estudo de caso aplica-se a proposta de SCHNEIDER e WINTERS (1998), que tem como objetivo contar os fatores de complexidade ambiental e propor o número de horas baseado nessa contagem como segue:

- Contar os fatores ambientais de A1 a A6 cujo impacto for < 3 ;
- Contar os fatores ambientais de A7 a A8 cujo impacto for > 3 .

Considera-se que:

- se o total da contagem for ≤ 2 então o número de horas/homem é de 20;
- se o total da contagem for igual a 3 ou igual a 4, então o número de horas/ homem é de 28;

- e se o total da contagem for maior que 5 usa-se um valor maior que 28, mas neste caso recomenda-se reavaliar o projeto e verificar possibilidade de mudança para diminuir o risco de falhas.

Após verificar este contexto, aplica-se o valor na seguinte fórmula:

Estimativa hora/homem = (contagem dos fatores ambientais * PCUA).

Assim,

Estimativa h/h = $28 * 18,46 = 516,88$ horas/homem

3.4 Uso dos PCU para estimativa de prazo do estudo de caso

Para o cálculo do prazo do estudo de caso, como não foi encontrado referencial teórico para esta estimativa através de PCU, baseia-se então na técnica de pontos de função.

Após estimar o esforço necessário para o desenvolvimento do estudo de caso, o próximo passo é estimar o prazo do projeto. Inicialmente o prazo é gerado de forma empírica considerando o esforço estimado e o tamanho da equipe para o desenvolvimento do projeto através de algumas considerações (HAZAN e STAA, 2004):

- 1 mês possui 22 dias úteis
- Com a jornada de trabalho de 8 horas/dia, a produtividade do profissional no Brasil é de 6 horas/dia.

Considerando as considerações propostas aplica-se a equação:

$$\text{Prazo (em dias)} = \text{Esforço (em horas)} / (\text{Tamanho da equipe} * 6) \quad \text{Eq. 8}$$

Para este estudo de caso possui duas considerações quanto ao prazo da aplicação. A primeira é considerado que apenas a aluna desenvolveu o projeto proposto, portanto:

- $\text{Prazo (em dias)} = 516,88 / (1 * 6) = 86,14$ dias

Em segundo momento considera-se que para o desenvolvimento do projeto estão participando a aluna, o orientador e o co-orientador, então:

- $\text{Prazo (em dias)} = 516,88 / (3 * 6) = 28,71 \text{ dias}$

3.5 Uso dos PCU para estimativa de custos do estudo de caso

Para o cálculo do custo do projeto devem ser derivadas da estimativa de tamanho, de posse do tamanho da aplicação, do esforço e do tamanho da equipe o passo seguinte é a geração da estiva de custo.

Por não haver material teórico para estimar o custo do projeto, pois pode variar de empresa para empresa apenas descreve-se alguns atributos que são considerados para estimar o custo.

Para este procedimento consideram-se alguns atributos como: estimativa da mão de obra (considerando o perfil do profissional), recursos computacionais, treinamento, viagens e custos indiretos (HAZAN e STAA, 2004).

3.6 Conclusão

Com o entendimento da métrica de pontos por casos de uso e a apresentação da aplicação desta métrica no estudo de caso foi possível encontrar o valor dos pontos de casos de uso ajustados.

Não é possível estimar o esforço, prazo e custo do projeto apenas com o valor dos pontos de casos de uso ajustados, portanto este valor foi combinado com outros cálculos para estimar o esforço, prazo e custo conforme mencionado.

Este capítulo teve como objetivo fornecer um referencial teórico para a aplicação da métrica de pontos por casos de uso, para tentar estimular os gerentes de projetos à utilização de alguma métrica para o melhoramento do desenvolvimento do projeto, podendo satisfazer as necessidades dos clientes sem ultrapassar os cronogramas e custo estabelecidos inicialmente.

Conclui-se então que para obter as estimativas de custo e prazo, necessariamente é preciso saber o esforço/tamanho do projeto, pois este valor do esforço está ligado diretamente para obter os valores do projeto em questão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propondo qualidade dos *softwares* desenvolvidos pelas empresas de desenvolvimento de *software*, surge a engenharia de *software* oferecendo técnicas para melhorar as práticas adotadas no processo de desenvolvimento.

Uma das técnicas disponíveis é o uso de métricas no processo de desenvolvimento de *software*, que permite oferecer aos gerentes de projetos informações para o acompanhamento, análise e controle do desenvolvimento do projeto, possibilitando identificar melhorias no mesmo.

No processo de desenvolvimento de *software*, alguns problemas encontrados, no que diz respeito à precisão das estimativas de custos e prazos dos projetos são enfrentados diariamente pelos gerentes de projeto.

Para diminuir esta imprecisão, apresenta-se a métrica de pontos por casos de uso, que permite realizar estimativas no início do projeto com base nos casos de uso construídos.

Contudo, este trabalho teve como objetivos aplicar a métrica de pontos por casos de uso a um estudo de caso para permitir o controle sobre o custo e prazos do projeto, disponibilizar um referencial teórico do procedimento de aplicação da métrica de pontos por casos de uso ao projeto, mostrando os passos necessários para encontrar o valor das estimativas e fornecer indicadores para estimativas de custos e prazo do projeto.

Os objetivos foram atingidos parcialmente, faltando apenas a estimativa de custo do projeto devido a falta de material bibliográfico para este assunto, encontrando apenas requisitos que se deve observar para o custo e não a real utilização do mesmo. Destaca-se que a métrica de PCU tem como objetivo encontrar o valor dos pontos de

casos de uso ajustados PCUA. O valor encontrado deve ser combinado com estimativas para obtenção de valores reais para esforço, prazos e custos do projeto.

Também verificou-se que o valor do esforço destinado ao projeto é fundamental para obter as estimativas de prazos e custos do projeto.

Este trabalho contribui para o entendimento da aplicação da métrica de pontos por casos de uso por mostrar e descrever os passos necessários para a aplicação da métrica até chegar ao valor das estimativas.

Uma das dificuldades encontradas foi a falta de material bibliográfico para o assunto, por ser uma técnica nova e de pouca utilização. Parece que ainda não existe uma padronização correta para a técnica, podendo assim ser combinada com a técnica de pontos de função para obter um melhor resultado para a estimativa.

Para trabalhos futuros fica como sugestão a implementação do projeto utilizando os valores da métrica encontrada neste trabalho para avaliação e comparação com o resultado real. Pode ser realizada também a comparação entre as duas métricas, pontos de casos de uso e pontos de função verificando qual estimativa mais aproximada do desenvolvimento real e também a combinação das duas métricas ao mesmo projeto para obter cada vez mais a precisão das estimativas ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. L. P.; OLIVEIRA, K. M. Uso Combinado de Análise de Pontos de Função e Casos de Uso na Gestão de Estimativa de Tamanho de Projetos de Software Orientado a Objetos. In III SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE *SOFTWARE*. Brasília. **Anais...**, Brasília: SBC, 2004.

BARTIÉ, A. **Garantia da Qualidade de Software**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 292 p.

CANDÉAS, A. J.; LOPES, C. C. N. Estimativa: Uma ferramenta para agilizar o dimensionamento de projetos no SERPRO com base na metodologia de análise de pontos por função. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE. Florianópolis. **Anais...** Caderno de Ferramentas, Florianópolis: SBC, 1999. p 9-12.

FREIRE, H. Calculando Estimativas: o Método de Pontos de Casos de Uso. **Revista Developer's Magazine** v. 78, fev. 2003.

HAZAN, C; STAA, A. V. Análise e Melhoria de um Processo de Estimativas de Tamanho de Projetos de Software. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE – SIMPROS, 6., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SENAC, 2004. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Evento?id=101>>. Acessado em: 21 mai. 2007.

MEDEIROS, E. **Desenvolvendo Software com UML 2.0**. São Paulo: Makron Books, 2004.

PANSANATO, M. H. **Aplicação de padrões de projeto no desenvolvimento de softwares**. 2005. Monografia (Especialização em Engenharia de Software e Banco de dados) Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995. 1056 p.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. 316 p.

SCHNEIDER, G.; WINTERS J. P. **Applying use case: a practical guide**. Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc, 1998.

SCOPPEL, L. **Aplicações do Processo Unificado na Informatização do Setor SERED**. 2004. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Lages.

VAVASSORI, F. B. **Metodologia para o Gerenciamento Distribuído de Projetos e Métrica de Software**. 2002. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.

APÊNDICE 1- APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE PONTOS POR CASOS DE USO EM UM ESTUDO DE CASO

Samuel Zanotto¹, Viviane Duarte Bonfim¹

¹Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC) – Lages – SC – Brasil

{samucazan,vivi}@uniplac.net

Abstract. *The use case points metrics is a technique to measure the size of a software in the beginning of the project based on built use cases, a frequent concern of project managers in defining from the software size its deadline and its cost. This essay has the objective to provide a theoretical reference point about the application of use case points metric, a recent issue and little used on software development companies, providing a orientation about its use through its application in a study case demonstrating the obtained value to get the software projects' size, time to develop and costs estimatives.*

Resumo. *A métrica de pontos por casos de uso é uma técnica para medir o tamanho do software já no início do projeto baseados nos casos de uso construídos, preocupação freqüente dos gerentes de projetos em definir a partir do tamanho do software o prazo para este ser desenvolvido e o seu custo. Este trabalho tem por objetivo fornecer um referencial teórico sobre a aplicação da métrica de pontos por casos de uso, proporcionando uma orientação sobre seu uso através de sua aplicação em um estudo de caso demonstrando o valor obtido para encontrar estimativas de tamanho, prazo e custos do projeto de software.*

1 Introdução

O crescente aumento e dependência da sociedade em relação à informática fizeram com que as empresas de desenvolvimento de *software* se preocupassem com a melhoria da qualidade dos *softwares* desenvolvidos.

A Engenharia de *Software* surge para as empresas como uma maneira de administrar as práticas adotadas durante o processo de desenvolvimento, tendo como objetivo produzir *softwares* com qualidade satisfatória, dentro dos prazos e custos estabelecidos.

Os principais problemas enfrentados pelas empresas de desenvolvimento de *software*, mais precisamente para os gerentes de projeto, são estimar os custos e prazos de entrega dos *softwares* para seus clientes.

Para minimizar a dificuldade das empresas em relação a custos e prazos e aprimorar a qualidade dos *softwares*, surgiu a necessidade dos gerentes de projeto usar uma ferramenta

de apoio para fornecer informações tangíveis para acompanhar o desenvolvimento dos projetos usando as métricas de *software*.

A utilização das métricas permite que os gerentes possam ter o controle das etapas de desenvolvimento, possibilitando o cumprimento dos prazos e custos estipulados.

Segundo PRESSMAN (1995), com o intuito de aprimorar a qualidade do *software*, métricas surgiram com a finalidade de disponibilizar ao gerente de projeto uma ferramenta de apoio, pois fornecem informações mais tangíveis para planejar, realizar estimativas e controlar os projetos com maior precisão.

A métrica de pontos por casos de uso permite fazer estimativas no início do projeto com base nos modelos de casos de uso construídos. Sua escolha justifica-se devido suas características se adequarem para estimativas de tempo e custo dos projetos, considerando diretamente as informações iniciais do projeto, ou seja, as funcionalidades.

Assim, aplicando a métrica de pontos por casos de uso a um estudo de caso é possível demonstrar uma forma eficiente e precisa na estimativa de prazos e custos de projetos de *software*.

2 Pontos de Casos de Uso

Os pontos de casos de uso foram criados por *Gustav Kerner*, em 1993, na empresa *Objectory AB* (hoje, *Rational Software*). Esta métrica permite realizar estimativas de projetos orientados a objetos já na fase inicial dos levantamentos de requisitos com base nos modelos de casos de usos. A métrica PCU é uma métrica baseada fortemente na *Unified Modeling Language* (UML), mais especificadamente nos casos de usos (FREIRE, 2003).

A figura 1 representa resumidamente os passos necessários para obter o valor dos pontos de casos de uso ajustados (PCUA). Este valor é considerado em outros cálculos para obter um valor das estimativas desejadas que podem ser de prazo ou custo do projeto.

Apenas o valor da PCUA não combinada com outros valores, não responde à questões como prazo e custo do projeto. Por isto, o valor dos PCUA devem ser combinados com os cálculos das estimativas.

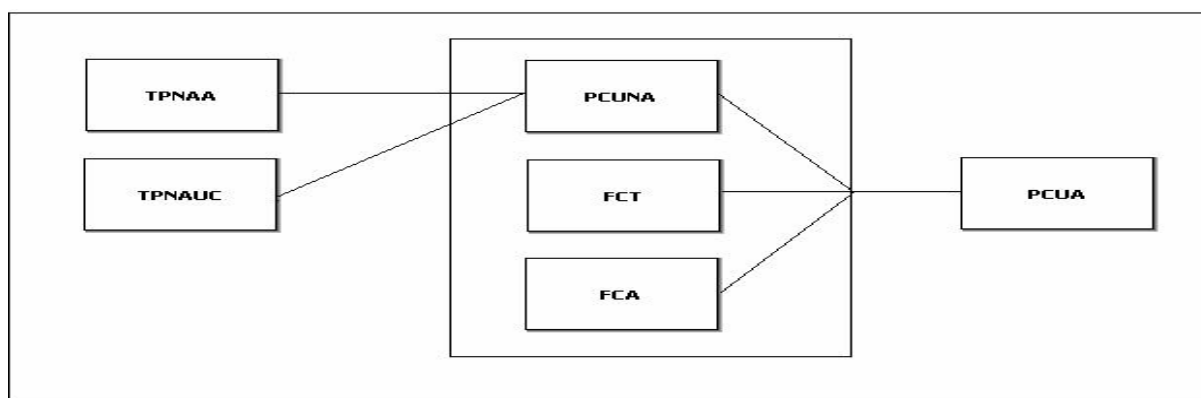


Figura 1. Passos para encontrar os pontos de caso de uso ajustados

Conforme a figura 1, o processo de contagem dos pontos por casos de uso é realizado em dois momentos. Num primeiro momento é realizado o cálculo do peso dos atores (TPNA) e o peso dos casos de uso (TPNAUC). Através deste processo são calculados os PCU não-ajustados (PCUN). Posteriormente são determinadas as complexidades dos fatores técnicos (FCT) e fatores ambientais (FCA) e aplicados na fórmula para calcular os PCU

ajustados (PCUA).

O cálculo dos PCU não ajustados é baseado na seguinte equação:

$$PCUNA = TPNAA + TPNAUC$$

Eq.1

A equação corresponde a soma do total do peso não ajustado dos atores e o total do peso não ajustado por caso de uso, assim:

- PCUNA: Pontos de casos de uso não ajustados;
- TPNAA: Total de pesos não ajustados por atores;
- TPNAUC: Total de pesos não ajustados por casos de uso.

Já o cálculo dos PCU ajustados é baseado na seguinte equação:

$$PCUA = PCUNA * FCT * FCA$$

Eq.2

A equação corresponde ao produto dos fatores de complexidade técnicas, dos fatores de complexidade ambientais e do peso dos casos de usos não ajustados para encontrar o valor dos pesos de casos de uso ajustados onde:

- PCUA: Peso dos casos de usos ajustados;
- FTC: Fator de complexidade técnica;
- FTA: Fator de complexidade ambiental.

No entanto, para obter o resultado total dos PCUA, alguns passos que contemplam as equações apresentadas devem ser obedecidos.

Abaixo seguem os passos necessários para o processo de contagem.

- cálculo do peso dos atores no sistema;
- cálculo do peso dos casos de uso;
- cálculo dos pontos por casos de uso não ajustados;
- complexidade dos fatores técnicos;
- complexidade dos fatores ambientais;
- cálculo do PCU ajustado.

3. Aplicação da PCU ao Estudo de Caso

O estudo de caso que será aplicada a métrica é um sistema de registro de informações que precisam constar nos diplomas emitidos aos formandos dos cursos da UNIPLAC, estudo este realizado por SCOPPEL (2004) em um ambiente real, o Setor de Registro e Expedição de Diplomas e Certificados (SERED).

A figura 2 apresenta o diagrama de casos de uso utilizado para o desenvolvimento do sistema SERED.

```

graph LR
    Usuario[Usuario] --- GerarDiploma[Gerar diploma]
    Usuario --- CadastrarCurso[Cadastrar curso de graduação]
  
```

(Fonte: SCOPPEL, 2004)

cd Diagram aClass eGerarDiploma

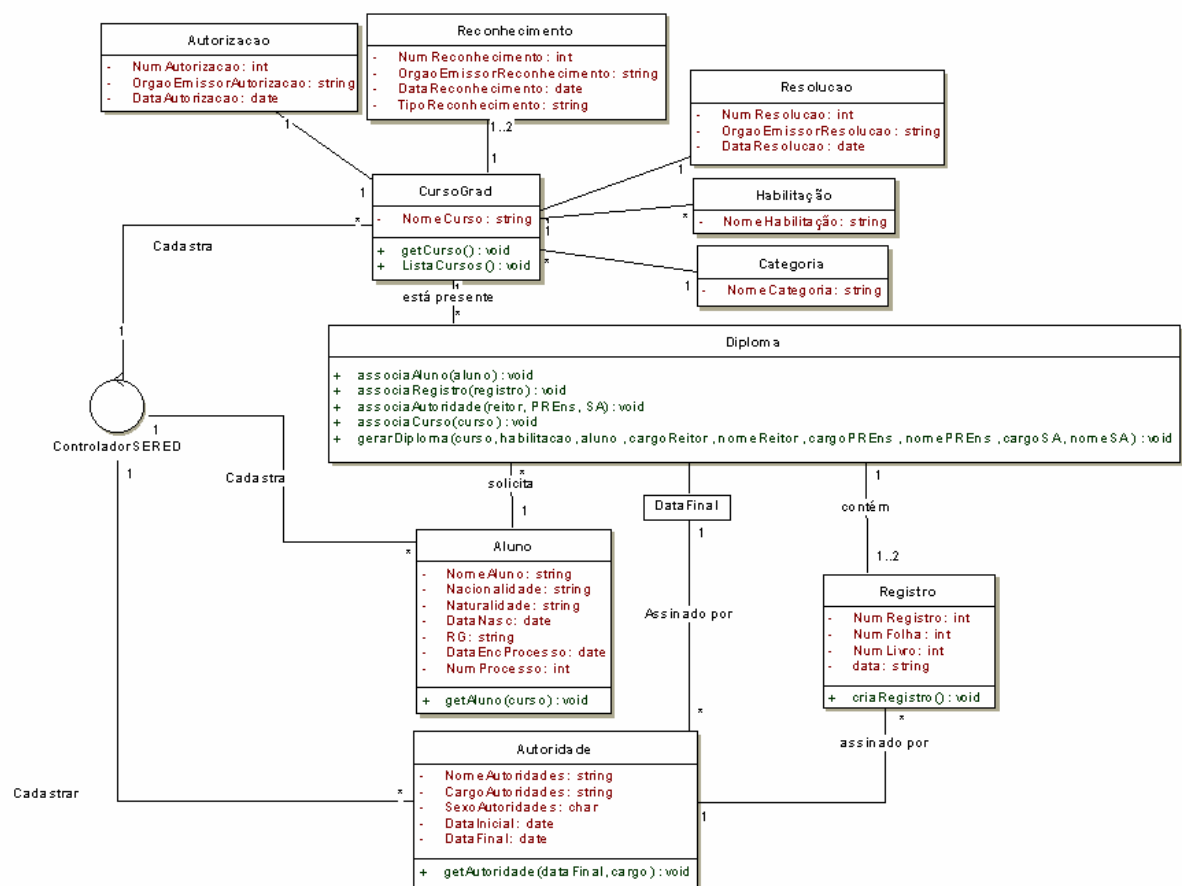


Figura 3. Diagrama de classe do sistema

(Fonte: SCOPPEL, 2004)

3.2. Demonstração do Processo de Contagem dos PCU no Estudo de Caso

O processo de contagem dos PCU é baseado nos seguintes passos:

Passo 1 - Cálculo do peso dos atores no sistema (TPNAA)

Neste cálculo é obtido o valor do peso dos atores no sistema, como visualizado na figura 2 o sistema possui 1 ator considerado como complexo devido sua influência no sistema em relação aos casos de uso, aplicando-se na fórmula considerando o quadro 1:

Quadro 1. Classificação de atores

Complexidade do ator	Descrição	Peso
Simple	Muito poucas entidades de Banco de Dados envolvidas e sem regra de negócios complexas	1
Médio	Poucas entidades de Banco de Dados envolvidas e com algumas regras de negócios complexas	2
Complexo	Regras de negócios complexas e muitas entidades de Banco de Dados presentes	3

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

$$TPNAA = (A * \text{pesoSimple}) + (A * \text{pesoMédio}) + (A * \text{pesoComplexo})$$

Onde: A = número de atores no sistema

pesoSimple, pesoMédio e pesoComplexo são valores de 1, 2 e 3 conforme apresentado no quadro 1.

Portanto:

$$TPNAA = 0*1 + 0*2 + 1*3 = 3$$

Passo 2 - Cálculo do peso dos casos de uso no sistema (TPNAUC)

Para o peso dos casos de uso, conforme observado na figura 3, o sistema apresenta 2 casos de uso, gerar diploma e cadastrar curso de graduação que será aplicado na fórmula para encontrar o valor do peso dos casos de uso do sistema considerando o quadro 2:

Quadro 2. Classificação dos casos de uso

Complexidade do ator	Descrição	Peso
Simple	Considerar até 3 transações com menos de 5 classes de análise.	5
Médio	Considerar de 4 a 7 transações com 5 a 10 classes de análise.	10
Complexo	Considerar de 7 transações com pelo menos 10 classes de análise.	15

(FONTE: MEDEIROS, 2004)

$$TPNAUC = (UC * \text{pesoSimple}) + (UC * \text{pesoMédio}) + (UC * \text{pesoComplexo})$$

Onde: UC = número de casos de uso do sistema

pesoSimples, pesoMédio e pesoComplexo são valores de 5, 10, e 15 conforme apresentado no quadro 2.

O caso de uso gerar diploma é considerado como simples por apenas escolher as opções já cadastradas e gerar o diploma mesmo sendo o principal processo de negócio do sistema (SCOPPEL, 2004).

O caso de uso cadastrar curso de graduação é considerado complexo devido o envolvimento de outras entidades, portanto apesar de não ser um processo de negócio, é escrito como um caso de uso “apoio” (SCOPPEL, 2004).

Portanto,

$$TPNAUC = 1*5 + 0*10 + 1*15 = 20$$

Passo 3 - Cálculo dos pontos de casos de uso não ajustados (PCUNA)

Para a obtenção dos casos de uso não ajustados será combinado os valores do total do peso dos atores com o total de peso dos casos de uso obtidos nos passos 1 e 2, através da fórmula:

$$PCUNA = TPNA + TPNAUC$$

Sendo assim:

$$PCUNA = 3 + 20 = 23$$

Passo 4 - Cálculo do fator de complexidade técnica (FCT)

Os fatores de complexidade técnicas determinam a dificuldade do sistema a ser construído conforme os fatores do quadro 3.

Quadro 3. Fatores de complexidade técnica do estudo de caso

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
T1 – Sistemas Distribuídos	2	0	0
T2 - Desempenho da aplicação	1	2	2
T3 – Eficiência do usuário final	1	2	2
T4 - Processamento interno complexo	1	0	0
T5 - Reusabilidade do código em outras aplicações	1	3	3
T6 – Facilidade de instalação	0,5	4	2
T7 - Usabilidade (facilidade operacional)	0,5	2	1
T8 – Portabilidade	2	0	0
T9 – Facilidade de manutenção	1	1	1
T10 – Concorrência	1	0	0
T11 - Características especiais de segurança	1	2	2
T12 – Acesso direto para terceiros	1	0	0
T13 – Necessidade de treinamento especial para o usuário	1	0	0
Valor da Complexidade Técnica			13

Para preenchimento do campo avaliação, é atribuído valores numa escala de 0 a 5, conforme requisitos obtidos para a aplicação.

Os valores atribuídos para o campo da avaliação, são valores baseados no entendimento do contexto dos fatores, pois a aplicação não possui bases históricas que seriam necessárias para o preenchimento da avaliação, os fatores são explicados a seguir (VAVASSORI, 2004):

- Sistemas Distribuídos: Quando a aplicação for especificamente projetada e desenvolvida para ser instalada em múltiplos locais ou para múltiplas organizações;
- Desempenho da aplicação: Este fator identifica os objetivos da performance da aplicação, estabelecidos pelo usuário que influenciaram o desempenho da aplicação;
- Eficiência do usuário final: Analisa as funções desenhadas e disponibilizadas para a aplicação voltadas para a eficiência do usuário;
- Processamento interno complexo: Considera o impacto, sobre o desenho da aplicação, causado pelo tipo de complexidade do processamento;
- Reusabilidade do código em outras aplicações: Avalia se a aplicação e seu código vão ser utilizados ou foram especificamente projetados e desenvolvidos para serem reutilizados em outras aplicações;
- Facilidade de instalação: Considera se a aplicação possui instaladores;
- Usabilidade (facilidade operacional): Verifica se o sistema possui facilidade de operação, sua usabilidade, conforme os requisitos exigidos pelo usuário;
- Portabilidade: Representa a necessidade de se fazer considerações especiais no desenho dos sistemas para que a configuração do equipamento não sofra degradação;
- Facilidade de manutenção: Verifica o volume de arquivos lógicos internos que sofrem manutenção "on-line" e o impacto do processo de recuperação de seus dados;
- Concorrência: este item considera o volume de acesso simultâneo da aplicação;
- Características especiais de segurança: Verifica se a aplicação considera características de segurança, restrição para acesso entre outras;
- Acesso direto para terceiros: Considera se a aplicação prevê acesso de terceiros se a aplicação é acessada diretamente coma pessoa responsável;
- Facilidades especiais de treinamento: caracteriza pela necessidade de treinamento para o aprendizado dos usuários para a utilização da aplicação.

Após calculado o valor total do impacto dos fatores de complexidade técnicas será aplicado na fórmula:

$FCT = 0,6 + (0,01 * \text{somatório fator técnico})$, portanto:

$FTC = 0,6 + (0,01 * 13) = 0,73$

Passo 5 - Cálculo do fator de complexidade ambiental (FCA)

O fator de complexidade ambiental trata-se do nível de experiência dos membros da equipe.

Através do quadro 4 é possível verificar o peso dos fatores de complexidade ambiental que será utilizado para realizar o cálculo do FCA.

Quadro 4. Fatores de complexidade ambiental do estudo de caso

Fator	Peso	Avaliação (0-5)	Impacto (Peso x Avaliação)
A1 - Familiaridade com o processo de desenvolvimento de <i>software</i>	1,5	2	3
A2 - Experiência na aplicação	0,5	0	0
A3 - Experiência com Orientação a Objetos, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1	1	1
A4 - Capacidade do líder de análise	0,5	4	2
A5 – Motivação	1	2	2
A6 - Requisitos estáveis	2	2	4
A7 - Trabalhadores com dedicação parcial	-1	0	0
A8 - Dificuldade da linguagem de programação	-1	2	-2
Valor da Complexidade Ambiental			10

Considerando o quadro 4, deve-se atribuir valores de 0 a 5 para o campo avaliação respondendo aos fatores A1 a A8 conforme o contexto (VAVASSORI, 2002):

- Para os fatores A1 a A4, 0 significa nenhuma experiência para o projeto, 3 significa média experiência e 5 significa especialista.
- Para o fator A5, 0 significa nenhuma motivação, 3 significa média motivação e 5 significa alta motivação.
- Para o fator A6, 0 significa requisitos extremamente instáveis, 3 significa requisitos médios e 5 significa requisitos inalterados.
- Para o fator A7, 0 significa nenhum trabalhador técnico em tempo parcial, 3 significa médio e 5 significa todos os trabalhadores técnicos em tempo parcial.
- Para fator A8, 0 significa linguagem de programação fácil de usar, 3 significa média e 5 significa linguagem de programação muito difícil de usar.

Os valores atribuídos para o campo da avaliação, são valores baseados no entendimento do contexto dos fatores, pois a aplicação não possui bases históricas que seriam necessárias para o preenchimento da avaliação.

Após verificado os fatores ambientais, o valor total do impacto é aplicado na seguinte fórmula:

$FCA = 1,4 + (-0,03 * \text{somatório do fator ambiental})$, portanto:

$$FCA = 1,4 + (-0,03 * 10) = 1,1$$

Passo 6 - Cálculo dos pontos de casos de uso ajustados (PCUA)

Para a obtenção do valor de PCUA, é realizada a combinação dos valores do PCUNA, fatores técnicos e fatores de ajuste conforme mostra a fórmula:

$$PCUA = (PCUNA * FTC * FCA)$$

Portanto:

$$PCUA = (23 * 1,1 * 0,73) = 18,46$$

Após encontrado o valor dos PCUA do estudo de caso, em seguida será combinado com outros valores para a obtenção de custos, prazos ou até para outras informações relevantes ao sistema.

4. Uso do Valor do PCU para Estimativa de Esforço

Concluindo as etapas para encontrar o valor dos PCUA é possível aplicar em outro cálculo para obter a estimativa o tamanho do projeto em horas/homem.

O número de horas/homem normalmente é obtido por meios de projetos anteriores ou aplicando métodos científicos. Para o estudo de caso aplica-se a proposta de SCHNEIDER (1998), que tem como objetivo contar os fatores de complexidade ambiental e propor o número de horas baseado nessa contagem como segue:

- Contar os fatores ambientais de A1 a A6 cujo impacto for < 3 ;
- Contar os fatores ambientais de A7 a A8 cujo impacto for > 3 .

Considera-se que:

- se o total da contagem for ≤ 2 então o número de horas/homem é de 20;
- se o total da contagem for igual a 3 ou igual a 4, então o número de horas/ homem é de 28;
- e se o total da contagem for maior que 5 usa-se um valor maior que 28, mas neste caso recomenda-se reavaliar o projeto e verificar possibilidade de mudança para diminuir o risco de falhas.

Após verificar este contexto, aplica-se o valor na seguinte fórmula:

Estimativa hora/homem = (contagem dos fatores ambientais * PCUA). Assim,

$$\text{Estimativa h/h} = 28 * 18,46 = 516,88 \text{ horas/homem}$$

5. Uso do Valor do PCU para Estimativa de Prazo

Para o cálculo do prazo do estudo de caso, como não foi encontrado referencial teórico para esta estimativa através de PCU, baseia-se então na técnica de pontos de função.

Após estimar o esforço necessário para o desenvolvimento do estudo de caso, o próximo passo é estimar o prazo do projeto. Inicialmente o prazo é gerado de forma empírica considerando o esforço estimado e o tamanho da equipe para o desenvolvimento do projeto através de algumas considerações (HAZAN e STAA, 2004):

- 1 mês possui 22 dias úteis
- Com a jornada de trabalho de 8 horas/dia, a produtividade do profissional no Brasil é de 6 horas/dia.

Considerando as considerações propostas aplica-se na fórmula:

$$\text{Prazo (em dias)} = \text{Esforço (em horas)} / (\text{Tamanho da equipe} * 6)$$

Para este estudo de caso possui duas considerações quanto ao prazo da aplicação. A primeira é considerado que apenas a aluna desenvolveu o projeto proposto, portanto:

$$\text{Prazo (em dias)} = 516,88 / (1 * 6) = 86,14 \text{ dias}$$

Em segundo momento considera-se que para o desenvolvimento do projeto estão participando a aluna, o orientador e o co-orientador, então:

Prazo (em dias) = $516,88 / (3 * 6) = 28,71$ dias

6. Considerações Finais

Este artigo procurou demonstrar a aplicação da métrica de pontos por casos de uso, bem como, os passos para aplicação da mesma em um projeto de *software*. Tendo como objetivo principal servir referencial teórico para aplicação PCU, pois há uma ausência e dificuldade de entendimento das bibliografias existentes atualmente sobre o assunto.

Para a realização desta abordagem foi necessário de listar os passos para a aplicação da métrica em questão, para proporcionar um melhor entendimento a cerca da métrica de pontos por casos de uso.

O valor encontrado na aplicação do processo de contagem pode ser utilizado para a obtenção de estimativas de prazos e custos, proporcionando um melhor controle no desenvolvimento dos projetos.

Finalizando, espera-se ter proporcionado o entendimento sobre a métrica de pontos por casos de uso e sua aplicação no estudo de caso abordado neste artigo proporcionando o entendimento do uso da métrica combinado com as estimativas para encontrar os valores de esforço, prazos e custos do projeto.

7. Referências Bibliográficas

FREIRE, H. Calculando Estimativas: o Método de Pontos de Casos de Uso. Revista *Developer's Magazine* v. 78, fevereiro de 2003.

HAZAN, C; STAA, A. V. Análise e Melhoria de um Processo de Estimativas de Tamanho de Projetos de Software. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE – SIMPROS, 6., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: SENAC, 2004. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Evento?id=101>>. Acessado em: 21 mai. 2007.

MEDEIROS, E. Desenvolvendo Software com UML 2.0. São Paulo: Makron Books, 2004.

SCHNEIDER, G.; WINTERS J. P. Applying use case: a practical guide. Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc, 1998.

SCOPPEL, L. Aplicações do Processo Unificado na Informatização do Setor SERED. 2004. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Lages.

VAVASSORI, F. B. Metodologia para o Gerenciamento Distribuído de Projetos e Métrica de Software. 2002. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.