



Fundamentos Engenharia de Software

UNIDADE 04

Estimativas de pontos de caso de uso

Esta Unidade apresenta em detalhes os passos necessários para a aplicação da técnica estimativa pontos de caso de uso. A Unidade tem início com uma breve introdução da técnica e na sequência são apresentados os passos para a aplicação da técnica. No final da Unidade, há um exemplo completo envolvendo todos os passos, incluindo o cálculo do custo e do prazo de um projeto.

A técnica de estimativa pontos de caso de uso foi proposta em 1993, por Gustav Karner. Ela foi baseada na técnica Análise por Pontos de Função (APF).

Trata-se de uma técnica para estimar o tamanho de um sistema de acordo com:

- O modo como os usuários o utilizarão.
- A complexidade de ações requeridas por cada tipo de usuário.
- Análise em alto nível dos passos necessários para a realização de cada tarefa.

A técnica permite estimar o tamanho de um sistema já na fase de levantamento de casos de uso. A aplicação da técnica é composta pelos seguintes passos:

1. Contar atores e atribuir grau de complexidade.
2. Contar casos de uso e atribuir grau de complexidade.
3. Somar total de atores com o total de casos de uso para obter PCU não ajustado.
4. Determinar complexidade do fator técnico.
5. Determinar complexidade do fator ambiental.
6. Calcular o total de PCU ajustado.

A seguir, confira detalhadamente cada passo da aplicação da técnica.

Contagem de atores

Neste passo devem ser contados os atores identificados em um contexto e os pesos atribuídos de acordo com o tipo de ator. A Tabela 1 apresenta os três tipos de atores possíveis, o peso que deve ser atribuído e uma descrição referente ao que caracteriza cada um dos tipos.

Tabela 1: Pesos para os tipos de atores

Tipo de ator	Peso	Descrição
Simplex	1	Um sistema externo com API programável. Ator com interface bem definida e reação previsível de entrada (<i>software</i>).

Médio	2	Atores interagindo com o sistema por meio de algum protocolo. Um sistema externo que se comunica por um protocolo (TCP/IP etc.) (<i>hardware</i>).
Complexo	3	Ator humano que interage com o sistema por meio de interface gráfica (GUI) ou página web. Esse tipo de ator é difícil de controlar e imprevisível (humano).

A tabela representa os tipos de atores possíveis e os pesos que devem ser atribuídos a cada um. O peso representa o grau de complexidade do tipo de ator. Fonte: O autor (2021).

Um ator do tipo **simples** é do tipo software. Ele é uma aplicação externa à aplicação. Para cada um, deve ser atribuído o peso um, que representa a complexidade do ator.

Já o ator do tipo **médio** é normalmente do tipo hardware. Ele geralmente é uma aplicação que se comunica com equipamentos externos e precisa do uso de protocolos específicos. A conexão com sensores para captação de dados externos pode ser classificada como sendo deste tipo. Para cada um, deve ser atribuído o peso dois.

Por fim, o ator do tipo **complexo** é humano. Ele é tido como o mais complexo, pois suas ações podem ser imprevisíveis. Para cada um, deve ser atribuído o peso três.

Após a contagem dos atores e a sua atribuição de complexidade, obtém-se o Total de Pontos Não Ajustados para Atores (TPNAA).

Contagem de casos de uso

Assim como na contagem dos atores, na contagem dos casos de uso é necessário realizar a atribuição de peso para representar a complexidade do tipo de caso de uso. A Tabela 2 apresenta os três tipos de casos de uso possíveis, o peso que deve ser atribuído e uma descrição referente ao que caracteriza cada um dos três tipos de casos de uso.

Tabela 2: Pesos para os tipos de casos de uso

Tipo de caso de uso	Peso	Descrição
Simples	5	Até três cenários ou caminhos, incluindo os passos alternativos, e envolve menos de cinco classes.

Médio	10	De quatro a sete cenários, incluindo os passos alternativos, e envolve de cinco a dez classes.
Complexo	15	Oito cenários ou mais, incluindo os passos alternativos, e envolve pelo menos dez classes.

A tabela representa os tipos de casos de uso possíveis e os pesos que devem ser atribuídos a cada um. O peso representa o grau de complexidade do tipo de caso de uso. Fonte: O autor (2021).

Um caso de uso **simples** é caracterizado por não envolver mais do que três passos na descrição do seu respectivo cenário, incluindo os passos alternativos. Também é utilizado como parâmetro para a classificação o número de classes envolvidas na transação, que neste caso são menos de cinco classes. Para cada caso de uso deste tipo deve ser atribuído o peso cinco, que representa a complexidade do caso de uso.

Já o caso de uso **médio** é caracterizado por envolver entre quatro e sete passos na descrição do seu respectivo cenário, incluindo os passos alternativos. Com relação às classes, caracterizam-se como casos de uso médio o envolvimento entre cinco e dez classes. Para cada caso de uso deste tipo deve ser atribuído o peso dez, que representa a complexidade do caso de uso.

Por fim, o caso de uso **complexo** é caracterizado por envolver oito ou mais passos na descrição do seu respectivo cenário, incluindo os passos alternativos. Com relação às classes, caracterizam-se como casos de uso complexo o envolvimento de 11 ou mais classes. Para cada caso de uso deste tipo deve ser atribuído o peso 15, que representa a sua complexidade.

Após a contagem dos casos de uso e a sua atribuição de complexidade, obtém-se o Total de Pontos Não Ajustados para Casos de Uso (TPNAC).

Total dos Pontos Não Ajustados (TPNA)

Neste passo, é realizada a soma dos pontos obtidos na contagem dos atores e na contagem dos casos de uso.

- TPNA +
- TPNAC =

- TPNA

Fator de Complexidade Técnica (FCT)

Até este passo, foram realizadas as contagens sem considerar fatores de ajuste.

Neste e no próximo passo serão calculados os fatores técnicos e os fatores de ambiente para posterior ajuste do total de pontos identificados até o momento.

O cálculo de fatores técnicos cobre uma série de requisitos não funcionais do sistema, enquanto o cálculo de fatores de ambiente envolve aspectos comportamentais que indicam a eficiência do projeto e estão relacionados ao nível de experiência dos profissionais.

O cálculo do fator de complexidade técnica é realizado mediante o preenchimento da Tabela 3, colunas **influência** e **resultado**. Ao total, são 13 fatores que possuem pesos fixos. Para cada um deles, a coluna **influência** deve ser preenchida com valores variando de 0 a 5, em que:

- 0 = irrelevante.
- 1 = mínima.
- 2 = moderada.
- 3 = média.
- 4 = significativa.
- 5 = essencial.

Tabela 3: Fatores de complexidade técnica

Fator	Descrição	Peso	Influência	Resultado
T1	Sistema distribuído	2		
T2	Tempo de resposta	1		
T3	Eficiência do usuário final (<i>on-line</i>)	1		

T4	Processamento interno complexo	1		
T5	Reusabilidade do código em outras aplicações	1		
T6	Facilidade de instalação	0,5		
T7	Usabilidade	0,5		
T8	Portabilidade	2		
T9	Facilidade de manutenção	1		
T10	Concorrência	1		
T11	Características especiais de segurança	1		
T12	Acesso direto para terceiros	1		
T13	Facilidades especiais de treinamento	1		
			TFactor	

A tabela apresenta os 13 fatores e seus respectivos pesos a serem considerados no cálculo da complexidade técnica.
Fonte: O autor (2021).

Para obter o valor da coluna **resultado**, deve-se multiplicar o valor da coluna **peso** com o valor da coluna **influência**.

A somatória da coluna **resultado** representa o **TFactor**, a partir do qual é possível calcular o FCT, obtido por meio da seguinte fórmula:

A Tabela 4 apresenta um exemplo em que foram preenchidos valores para a coluna **influência** e realizado o cálculo da coluna **resultado**. Posteriormente, foi obtido o valor TFactor = 19,5 (soma da coluna resultado).

Tabela 4: Exemplo do cálculo do TFactor

Fator	Descrição	Peso	Influência	Resultado
T1	Sistema distribuído	2	1	2
T2	Tempo de resposta	1	3	3

T3	Eficiência do usuário final (<i>on-line</i>)	1	3	3
T4	Processamento interno complexo	1	3	3
T5	Reusabilidade do código em outras aplicações	1	3	3
T6	Facilidade de instalação	0,5	0	0
T7	Usabilidade	0,5	5	2,5
T8	Portabilidade	2	0	0
T9	Facilidade de manutenção	1	3	3
T10	Concorrência	1	0	0
T11	Características especiais de segurança	1	0	0
T12	Acesso direto para terceiros	1	0	0
T13	Facilidades especiais de treinamento	1	0	0
TFator				19,5

A tabela apresenta um exemplo de preenchimento dos fatores de complexidade técnica e o resultado obtido para TFator. Fonte: O autor (2021).

Neste exemplo, ao aplicar o valor de TFator, temos o seguinte resultado para o fator de complexidade técnica:

$$FCT = 0.6 + (0.01 \times 19,5).$$

$$FCT = 0,795.$$

Este exemplo representa uma situação em que os fatores técnicos não apresentam influências majoritariamente essenciais, portanto, se fosse considerar apenas este fator de ajuste, a contagem de pontos poderia ser reduzida a 79,5% do seu valor inicial. É importante observar que conforme os valores de influência aumentam, o total da contagem de pontos também. Assim, a contagem inicial dos pontos pode variar de 60% a 130%, após a aplicação do fator de ajuste.

Será apresentado na próxima seção o fator de complexidade de ambiente.

Após o cálculo destes dois fatores, é possível ajustar definitivamente o TPNA identificado nos passos anteriores.

Fator de complexidade de ambiente (FCA)

O cálculo do fator de complexidade de ambiente é realizado mediante o preenchimento da Tabela 5, colunas **influência** e **resultado**. Ao total, são oito fatores que possuem pesos fixos. O preenchimento da coluna **influência** segue a mesma graduação dos fatores de complexidade técnica (0-5).

Tabela 5: Fatores de complexidade de ambiente

Fator	Descrição	Peso	Influência	Resultado
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento	1,5	5	7,5
F2	Experiência na aplicação	0,5	5	2,5
F3	Experiência com OO, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1	5	5
F4	Capacidade do líder de análise	0,5	5	2,5
F5	Motivação	1	5	5
F6	Requisitos estáveis	2	2	4
F7	Trabalhadores com dedicação parcial	-1	5	-5
F8	Dificuldade da linguagem de programação	-1	0	0
EFactor				21,5

A tabela apresenta os 13 fatores e seus respectivos pesos a serem considerados no cálculo da complexidade técnica.
Fonte: O autor (2021).

Para obter o valor da coluna **resultado**, deve-se multiplicar o valor da coluna **peso** com o valor da coluna **influência**.

A somatória da coluna **resultado** representa o **EFactor**, a partir do qual é possível calcular o FCA, que resulta da seguinte fórmula:

A Tabela 6 apresenta um exemplo em que foram preenchidos valores para a coluna **influência** e realizado o cálculo da coluna **resultado**. Posteriormente, foi obtido o valor EFator = 21,05 (soma da coluna resultado).

Tabela 6: Exemplo do cálculo de complexidade de ambiente

Fator	Descrição	Peso	Influência	Resultado
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento	1,5	5	7,5
F2	Experiência na aplicação	0,5	5	2,5
F3	Experiência com OO, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1	5	5
F4	Capacidade do líder de análise	0,5	5	2,5
F5	Motivação	1	5	5
F6	Requisitos estáveis	2	2	4
F7	Trabalhadores com dedicação parcial	-1	5	-5
F8	Dificuldade da linguagem de programação	-1	0	0
EFator				21,5

A tabela apresenta um exemplo de preenchimento dos fatores de complexidade de ambiente e o resultado obtido para EFator. Fonte: O autor (2021).

Neste exemplo, ao aplicar o valor de **EFator**, temos o seguinte resultado para o FCA:

$$\text{FCA} = 1.4 + (-0.03 \times 21,05).$$

$$\text{FCA} = 0,755.$$

Este exemplo representa uma situação em que os fatores de ambientes são favoráveis, portanto, se fosse considerar apenas este fator de ajuste, a contagem de pontos poderia ser reduzida a 75,5% do seu valor inicial. É importante observar que conforme os valores de influência, o total da contagem de pontos varia para cima ou para baixo. Neste sentido, a contagem inicial dos pontos pode variar de 42,5% a 170% após a aplicação do fator de ajuste.

Total dos pontos ajustados (TPA)

Agora que já calculamos os fatores técnicos e os fatores de ambiente, é possível realizar o ajuste dos pontos calculado no passo 3, TPNA e assim obter o TPA. O TPA é obtido por meio da aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{TPA} = \text{TPNA} \times \text{FCT} \times \text{FCA}$$

Para demonstrar a aplicação desta fórmula, vamos utilizar como exemplo, uma situação em que foram obtidos os seguintes dados:

- TPNA = 132.
- FCT = 0,795.
- FCA = 0,755.

Aplicando a fórmula, temos o seguinte resultado:

$$\text{TPA} = 132 \times 0,795 \times 0,755.$$

$$\text{TPA} = 79,23.$$

Observe que após a aplicação dos dois fatores de ajuste, houve uma redução do TPA (79,23 pontos) em relação TPNA (132 pontos). Isso porque, no exemplo utilizado, os fatores técnicos não indicavam grandes complexidades e os fatores de ambientes indicavam situações favoráveis para o projeto.



EXEMPLO

Exemplo de aplicação da técnica obtendo custo e prazo

Agora que já foi visto, em detalhes, os passos necessários para a aplicação da técnica de estimativa por Pontos de Caso de Uso, será visto um exemplo completo da aplicação da técnica estendendo o cálculo do esforço em um projeto.

As Tabelas 7 e 8 apresentam um contexto com os atores e casos de uso identificados para cada tipo. Após a aplicação dos pesos, e a somatória da coluna **resultado**, é possível chegar a TPNA (14

pontos) e TPNAC (75) pontos.

Tabela 7: Exemplo de um contexto com atores identificados

Tipo de ator	Peso	Qtd. de atores	Resultado
Simplex	1	2	2
Médio	2	1	2
Complexo	3	4	12
TPNAA			16

A tabela apresenta um exemplo com o preenchimento dos atores identificados, a partir do qual é possível calcular TPNAA. Fonte: O autor (2021).

Tabela 8: Exemplo de um contexto com casos de usos identificados

Tipo de caso de uso	Peso	Qtd. de casos de uso	Resultado
Simplex	5	3	15
Médio	10	3	30
Complexo	15	2	30
TPNAC			75

A tabela apresenta um exemplo com o preenchimento dos casos de usos identificados, a partir do qual é possível calcular TPNAC. Fonte: O autor (2021).

Somando TPNAA (14 pontos) com TPNAC (75 pontos), obtemos TPNA (89 pontos).

Após obtermos o TPNA, é necessário realizar os ajustes por meio do cálculo dos fatores técnicos e de ambiente.

Supondo que os valores obtidos para FCT = 1,3 e FCA = 1,7, chegamos ao TPA.

TPA = TPNA x FCT x FCA.

TPA = 89 x 1,3 x 1,7.

TPA = 196,69.

Neste exemplo, os valores altos para FCT e FCA representam um contexto de complexidades técnicas essenciais e de ambiente desfavoráveis. Portanto, a contagem inicial é ajustada para mais do que o dobro.

Até este ponto, temos o total de pontos ajustados do contexto que está sendo analisado, **TPA = 196,69 pontos**.

O próximo passo seria utilizar esta informação para calcular o custo e o prazo para o desenvolvimento de uma aplicação.

O criador da estimativa, Karner, sugere a utilização de 20 pessoas-hora/TPA, assim, o exemplo analisado geraria **3.933,8 horas de trabalho**. O custo do projeto irá variar de acordo com o valor médio da hora, enquanto o tempo de desenvolvimento irá variar de acordo com as pessoas alocadas na equipe. Se o valor médio da hora fosse **R\$ 50,00**, o **custo** total do projeto seria: **R\$ 196.690,00**.

Com relação ao prazo, se a equipe fosse composta por quatro pessoas, em que cada uma trabalha em média 160 horas no mês, teríamos 640 horas de trabalho mês. Considerando que o projeto todo foi estimado em 3.933,8 horas e o total de horas de trabalho disponível é 640, logo, levaria aproximadamente $(3.933,8/640)$, seis meses para ser concluído.

Na videoaula abaixo é realizado um fechamento do tema estimativas de esforço, relembrando as técnicas de estimativas aprendidas nas unidades. O objetivo é ressaltar que as técnicas não são as únicas; existem outras técnicas formais e informais que podem ser utilizadas individualmente ou de forma combinada entre elas. A apresentação destaca que mais importante do que conhecer as técnicas, é saber quais e como aplicá-las de acordo com o contexto.

Estimando esforço de desenvolvimento de software



| Conclusão

Nesta Unidade, aprendemos como aplicar a técnica de estimativa pontos por caso de uso. Para a aplicação da técnica, é necessário seguir passos em que são definidos critérios e pesos para os elementos a serem identificados. Os primeiros passos orientam sobre o cálculo de pontos não ajustados, em que aspectos técnicos e de ambientes ainda não são considerados. Nos passos seguintes, a técnica propõe um conjunto de fatores que possibilitam ajustar a pontuação de acordo com complexidade do contexto. Ao aplicar os fatores de ajuste, o total de pontos não ajustados podem ser reduzidos ou aumentados. Por fim, com os ajustes realizados, é possível calcular o custo e o prazo (tempo de desenvolvimento) de um projeto de software. A Unidade é finalizada com um exemplo completo, em que é possível observar a aplicação de todos os passos da técnica até o cálculo do custo e do tempo de desenvolvimento de um projeto de *software*.

| Referências bibliográficas

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580555349/>.

WAZLAWICK, R. S. **Engenharia de software: conceitos e práticas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.



© PUCPR - Todos os direitos reservados.