

Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Matemática e Computação  
Bacharelado em Ciência da Computação

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Engenharia de Software II

Aula 05

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia  
(rogerio.garcia@unesp.br)

1

01/09/2025

unesp

Cronograma

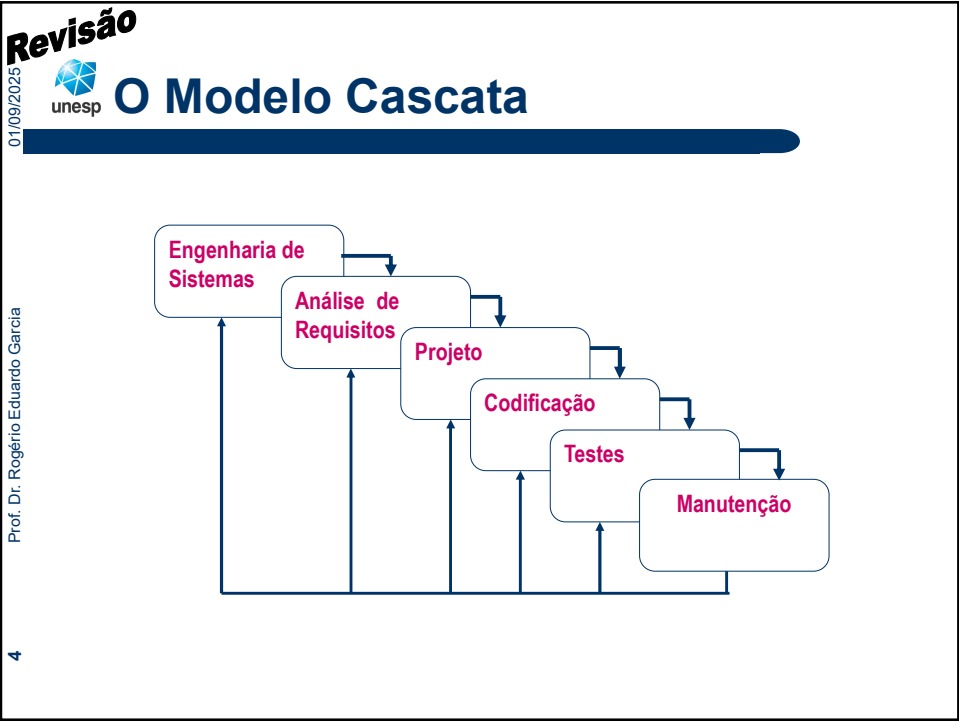
Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

Semana	Aula	Qtd	Mês	Dia	Conteúdo Previsto	Total
1	1	2	Julho	28	Apresentação da Disc.	4
	2	2		31	Revisão	
	3	2		4	Revisão	
2	4	2	Agosto	7	Qualidade de Software	16
	5	2		11	Qualidade de Software	
3	6	2		14	Qualidade Interna de CF	
4	7	2		18	Métricas e Estimativas	
	8	2		21	Arquitetura de Software	
5	9	2		25	Arquitetura de Software	
	10	2		28	Arquitetura de Software	
6	11	2	Setembro	1	Exercício	20
7	12	2		4	Gestão de Projeto: Planejamento	
	13	2		8	Gestão de Projeto: Planejamento	
8	14	2		11	Projeto	
	15	2		15	Projeto	
9	16	2		18	Projeto	
	17	2		22	Controle	
10	18	2	Outubro	25	Revisão	18
	19	4		29	Prova	
	20	2		2	Qualidade: Processo	
11	21	2		6	Qualidade: Processo	
	22	2		9	Qualidade: Processo	
12	23	2		13	Projeto - Férias	
	24	2		16	Projeto - Férias	
13	25	2	Novembro	20	Projeto	16
	26	2		23	Projeto	
14	27	2		27	Projeto	
	28	2		30	Projeto	
15	29	2		3	Controle	
	30	2		6	Projeto	
16	31	2		10	Projeto	
17	32	2	Dezembro	13	RUP	12
	33	2		17	RUP	
18	34	2		20	Feriado	
	35	2		24	Controle	
19	36	2		27	Revisão	
	37	4		1	Prova ( entrega do projeto antes da P2)	
20	38	2		4	Apresentação do Projeto	
	39	2		8	Apresentação do Projeto	
21	40	4		11	Exame	

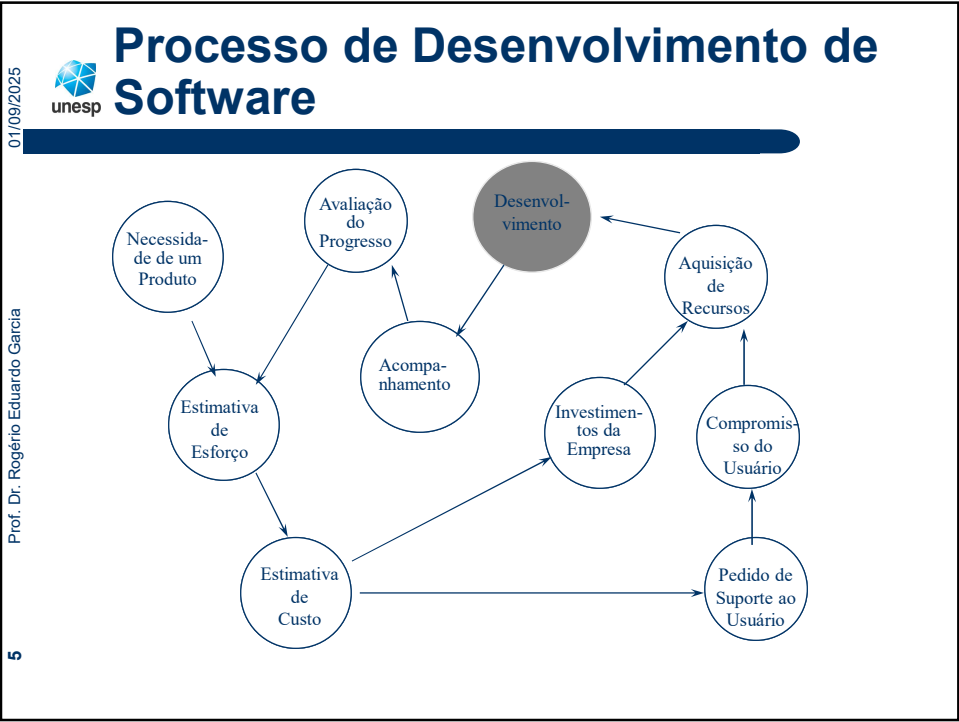
2



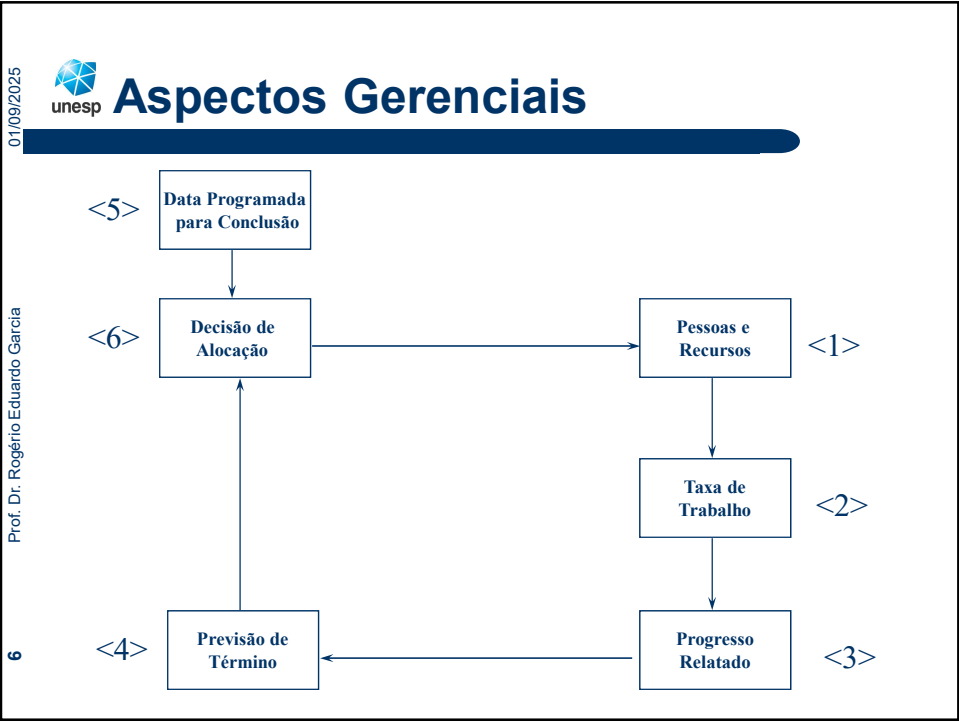
3



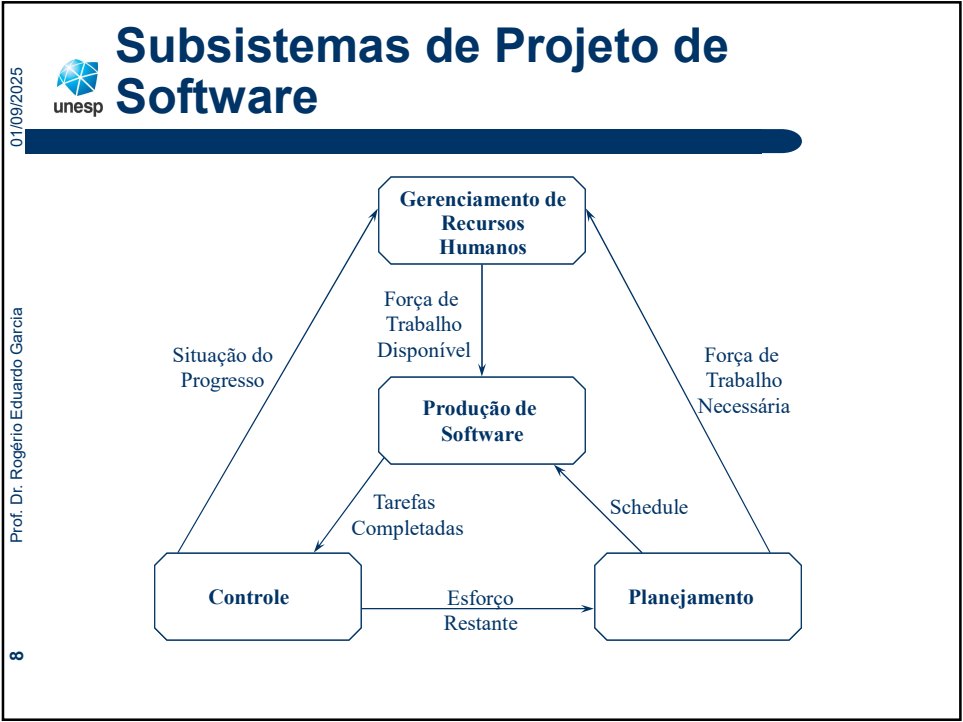
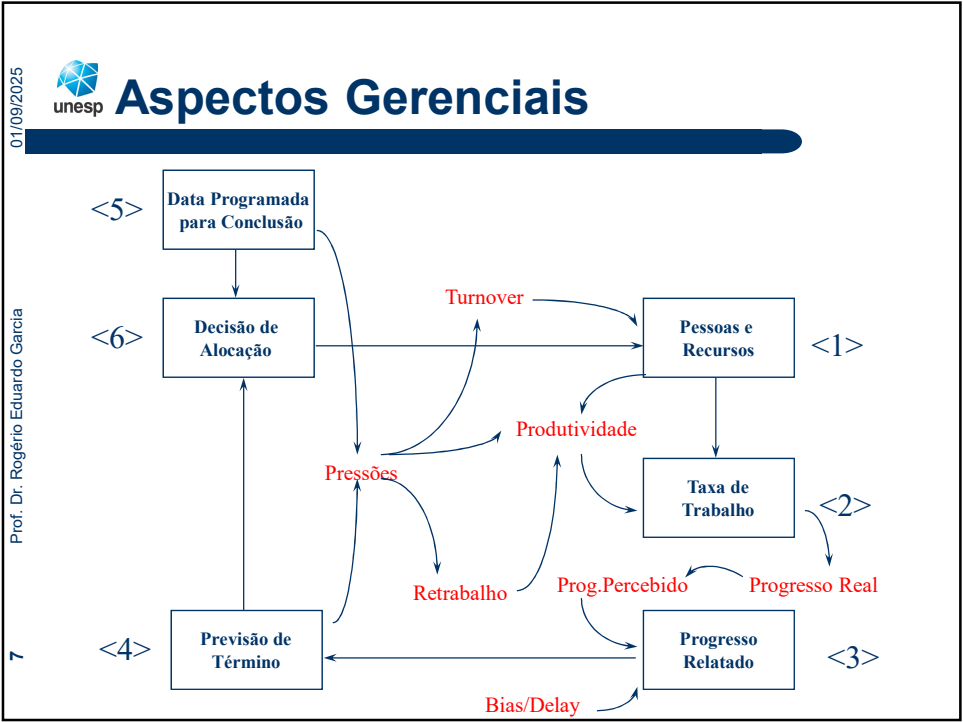
4

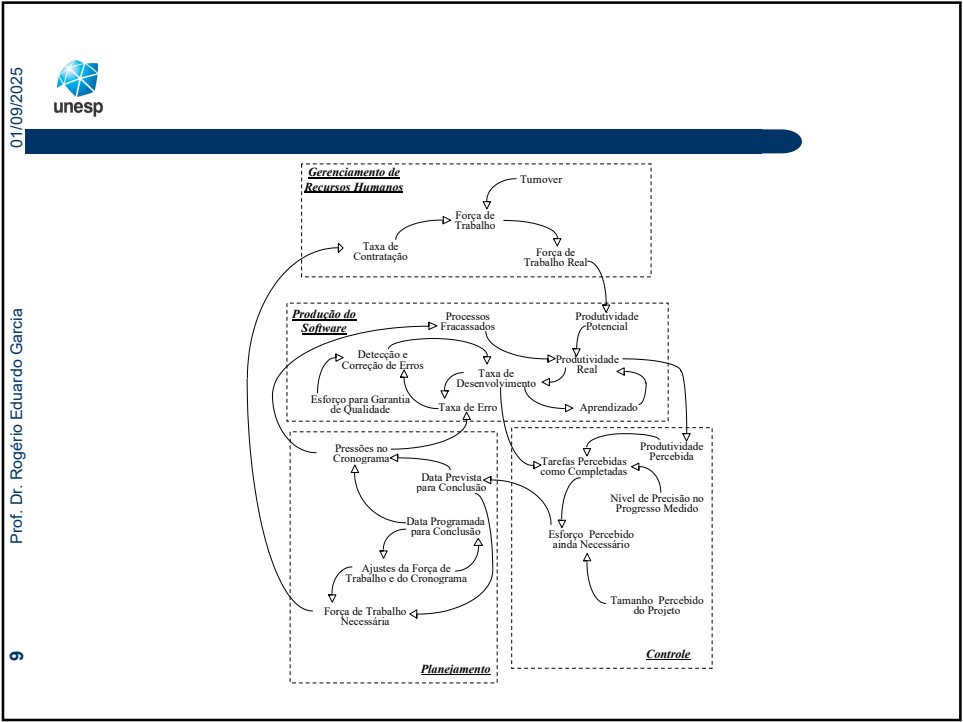


5



6





01/09/2025

unesp


## Conteúdo

- Parte 1:
  - Gerenciamento & Qualidade
  - Plano de Projeto - aspectos gerais
- Parte 2:
  - Plano de Projeto - Métricas e Estimativas
- Parte 3:
  - Plano de Projeto - Cronograma e Controle
- Parte 4:
  - Exercícios de Fixação

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

10

01/09/2025

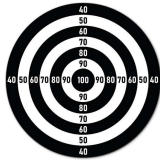



Parte 2 - Objetivos

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia


11

- Métricas
  - Orientadas ao Tamanho
  - Orientadas à Função
  - Orientadas a Objetos
  - WebApp
  - de Qualidade
- Estimativas de Projeto
  - Técnicas de Decomposição:
    - Estimativa de LOC e PF
    - Estimativa de Esforço
  - Modelos Empíricos
    - Modelo Estático de Variável Simples
    - COCOMO
  - Ferramentas



11

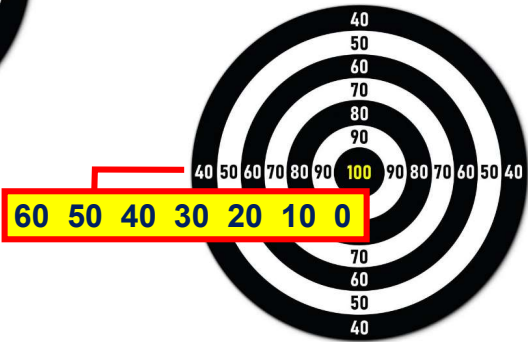
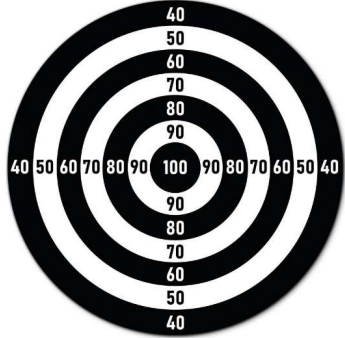
01/09/2025



Comentário...

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

12



12

01/09/2025



# Plano de Projeto de Software

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

**I. Introdução**

1. Escopo e propósito do documento
2. Objetivos do Projeto

**II. Estimativas de Projeto**

1. Dados históricos usados nas estimativas
2. Técnicas de estimativa
3. Estimativas

**III. Riscos do Projeto**

1. Análise dos riscos
2. Administração dos riscos

**IV. Cronograma**

1. Divisão do trabalho (work breakdown)
2. Rede de tarefas
3. Gráfico de Gantt
4. Tabela de recursos

**V. Recursos do Projeto**

1. Pessoal
2. Hardware e Software
3. Recursos especiais

**VI. Organização do Pessoal**

1. Estrutura de Equipe
2. Relatórios Administrativos

**VII. Mecanismos de Controle**

**VIII. Apêndices**

13

01/09/2025



# Plano de Projeto de Software

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

14

- I. Introdução**
  - 1. Escopo e propósito do documento
  - 2. Objetivos do Projeto
- II. Estimativas de Projeto**
  - 1. Dados históricos usados nas estimativas
  - 2. Técnicas de estimativa
  - 3. Estimativas
- III. Riscos do Projeto**
  - 1. Análise dos riscos
  - 2. Administração dos riscos
- IV. Cronograma**
  - 1. Divisão do trabalho (work breakdown)
  - 2. Rede de tarefas
  - 3. Gráfico de Gantt
  - 4. Tabela de recursos
- V. Recursos do Projeto**
  - 1. Pessoal
  - 2. Hardware e Software
  - 3. Recursos especiais
- VI. Organização do Pessoal**
  - 1. Estrutura de Equipe
  - 2. Relatórios Administrativos
- VII. Mecanismos de Controle**
- VIII. Apêndices**

01/09/2025 unesp

## Plano de Projeto-Estimativas

II. ESTIMATIVAS DE PROJETO

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

15

15

01/09/2025 unesp

## Métricas

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia


16

- Razões para se medir o software:
  - Indicar a qualidade do produto
  - Avaliar a produtividade dos que desenvolvem o produto
  - Determinar os benefícios derivados de novos métodos e ferramentas de engenharia de software
  - Formar uma base para as estimativas
  - Ajudar na justificativa de aquisição de novas ferramentas ou de treinamentos adicionais

16



01/09/2025

 **Métricas**

MEDIDAS DO SOFTWARE

MEDIDAS DIRETAS

- Custo
- Esforço
- Linhas de Código
- Velocidade de Execução
- Memória
- Nro de Erros

MEDIDAS INDIRETAS


- Funcionalidade
- Qualidade
- Complexidade
- Eficiência
- Confiabilidade
- Manutenibilidade

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

17

17

01/09/2025

 **Métricas**

• Classificação das Métricas

enfoca características do software  
(complexidade, modularidade)

conformidade com os requisitos  
implícitos e explícitos do usuário

enfoca a saída do processo  
de eng. de software

computam medidas  
diretas do software

computam medidas  
indiretas do software

atuação das pessoas; seus  
relacionamentos com  
ferramentas e métodos

Técnicas  
de Qualidade  
de Produtividade

Orientadas ao  
Tamanho

Orientadas à  
Função


Orientadas ao  
Ser Humano

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

18

18

01/09/2025

 **Métricas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

### MÉTRICAS ORIENTADAS AO TAMANHO


São derivadas de medidas diretas do software e do processo através do qual ele é desenvolvido

**Exemplos:** **LOC** - Lines of Code  
**KLOC** - Thousand Lines of Code

19

19

01/09/2025

 **Métricas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

### MÉTRICAS ORIENTADAS AO TAMANHO LOC/KLOC

projeto	esforço	\$	KLOC	pags.docum.	erros	pessoas
projA-01	24	168	12.1	365	29	3
projB-04	62	440	27.2	1224	86	5
projC-03	43	314	20.2	1050	64	6

**MÉTRICAS DERIVADAS**

PRODUTIVIDADE =  $\text{KLOC} / \text{pessoas-mês}$   
QUALIDADE =  $\text{erros} / \text{KLOC}$   
CUSTO =  $\$ / \text{LOC}$   
DOCUMENTAÇÃO =  $\text{pags.docum.} / \text{KLOC}$


20

20

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

10

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS ORIENTADAS AO TAMANHO**

**VANTAGENS:**

- Fáceis de serem obtidas
- Vários modelos de estimativa baseados em LOC ou KLOC

**DESVANTAGENS:**


- LOC depende da linguagem de programação
- Penalizam programas bem projetados, mas pequenos
- Não se adaptam às linguagens não procedimentais
- Difícil de obter em fase de planejamento

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

21

21

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO**

São derivadas de medidas indiretas do software e do processo através do qual ele é desenvolvido

**Exemplo:**

**PF - Pontos por Função**  
*(Albrecht 1979)*

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

22

22

01/09/2025

 **Métricas**

MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF


- Concentra-se na **funcionalidade** ou **utilidade** do software
- Os PFs são derivados usando uma relação empírica baseada em medidas do **domínio de informação** e da **complexidade** do software

23

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

23

01/09/2025

 **Métricas**

MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::

1) Completar a seguinte tabela:


Parâmetro	Contagem		fator de ponderação			
			Simple	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de saídas do usuário	<input type="text"/>	x	4	5	7	<input type="text"/>
nro de consultas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de arquivos	<input type="text"/>	x	7	10	15	<input type="text"/>
nro de interfaces externas	<input type="text"/>	x	5	7	10	<input type="text"/>
Contagem-Total						<input type="text"/>

24

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

24

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::


1) Completar

Cada entrada de usuário que fornece dados distintos à aplicação é contada

Parâmetro			Fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de saídas do usuário	<input type="text"/>	x	4	5	7	<input type="text"/>
nro de consultas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de arquivos	<input type="text"/>	x	7	10	15	<input type="text"/>
nro de interfaces externas	<input type="text"/>	x	5	7	10	<input type="text"/>
Contagem-Total						<input type="text"/>

25

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::


1) Completar a seguinte

Cada saída do usuário que fornece informação orientada à aplicação é contada (relatórios, telas, mensagens de erro)

Parâmetro			Fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entrada do usuário	<input type="text"/>			4	6	<input type="text"/>
nro de saídas do usuário	<input type="text"/>		4	5	7	<input type="text"/>
nro de consultas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de arquivos	<input type="text"/>	x	7	10	15	<input type="text"/>
nro de interfaces externas	<input type="text"/>	x	5	7	10	<input type="text"/>
Contagem-Total						<input type="text"/>

26

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::


1) Completar a seguinte tabela:

Parâmetro	Contagem		fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de saídas do usuário	<input type="text"/>		4	5	7	<input type="text"/>
nro de consultas do usuário	<input type="text"/>			4	6	<input type="text"/>
nro de arquivos	<input type="text"/>	x	7	10	15	<input type="text"/>
nro de interfaces externas	<input type="text"/>	x	5	7	10	<input type="text"/>
Contagem-Total						<input type="text"/>

27

entrada on-line que resulte em saída on-line

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::


1) Completar a seguinte tabela:

Parâmetro	Contagem		fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário	<input type="text"/>	x	3	4	6	<input type="text"/>
nro de saídas do usuário	<input type="text"/>	x	4	5	7	<input type="text"/>
nro de consultas do usuário	<input type="text"/>			4	6	<input type="text"/>
nro de arquivos	<input type="text"/>		7	10	15	<input type="text"/>
nro de interfaces externas	<input type="text"/>	x	5	7	10	<input type="text"/>
Contagem-Total						<input type="text"/>

28

Cada arquivo (tabela) é contado

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::

1) Completar a seguinte tabela:

29


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

Parâmetro			fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário			3	4	6	
nro de saídas do usuário			4	5	7	
nro de consultas do usuário			3	4	6	
nro de arquivos		x	7	10	15	
nro de interfaces externas		x	5	7	10	
Contagem-Total						

todas as interfaces (arquivos de dados) usadas para transmitir informação para outro sistema

29

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**PONTOS POR FUNÇÃO** é aplicado seguindo **três** passos::

1) Completar a seguinte tabela:


30

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

Parâmetro	Contagem		fator de ponderação			
			Simples	Médio	Complexo	
nro de entradas do usuário		x	3	4	6	
nro de saídas do usuário		x	4	5	7	
nro de consultas do usuário		x	3	4	6	
nro de arquivos		x	7	10	15	
nro de interfaces externas		x	5	7	10	
Contagem-Total						

30

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**2) Responder as questões 1-14, considerando a escala de 0 a 5:**

**influência**

0

1

2

3

4

5

nenhuma

pouca

moderada

média

significante

essencial

1. O sistema exige backup e recuperação confiáveis?

2. É requerida comunicação de dados?

3. Existem funções de processamento distribuído?

4. O desempenho é crítico?

5. O sistema funcionará num sistema operacional existente e intensamente utilizado?

6. São requeridas entrada de dados *on-line*?

7. As entradas *on-line* requerem que as transações de entrada sejam construídas com várias telas e operações?

8. Os arquivos são atualizados *on-line*?

9. Entradas, saídas, arquivos e consultas são complexos?

10. O processamento interno é complexo?

11. O código é projetado para reuso?

12. A conversão e a instalação estão incluídas no projeto?

13. O sistema é projetado p/ múltiplas instalações em diferentes organizações?


14. A aplicação é projetada de forma a facilitar mudanças e o uso pelo usuário?

31

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

31

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF**

**3) Ajustar os Pontos por Função de acordo com a complexidade do sistema, através da seguinte fórmula:**

$$PF = \text{Contagem-Total} \times \left( 0,65 + 0,01 \times \sum_{i=1}^{14} (F_i) \right)$$

$F_i$  = valores de ajuste da complexidade das perguntas 1-14

**MÉTRICAS DERIVADAS**

PRODUTIVIDADE = PF / pessoas-mês

QUALIDADE = erros / PF

CUSTO = \$ / PF

DOCUMENTAÇÃO = pags.docum. / PF


32

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

32



01/09/2025

 **Métricas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia


33

## MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO

<b>VANTAGENS:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Independentes da linguagem</li><li>•Ideal para aplicações que usam linguagem não procedimental</li><li>•Baseados em dados mais fáceis de serem conhecidos durante a evolução do projeto</li></ul>
<b>DESVANTAGENS:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Cálculo baseado em dados subjetivos</li><li>•Não é uma medida direta; é apenas um número</li></ul>

33

01/09/2025

 **Métricas Orientadas a Objetos**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

34

- Número de scripts de cenário
  - script de cenário é análogo a um caso de uso
- Número de classes-chave
  - classes-chave são os “componentes altamente independentes”
- Número de classes de apoio.
  - Classes de apoio são necessárias para implementar o sistema, mas não estão imediatamente relacionadas ao domínio do problema.
- Número médio de classes de apoio para cada classe-chave.
- Número de subsistemas.
  - Um subsistema é uma agregação de classes que apoia uma função que é visível para o usuário final de um sistema

34

01/09/2025

**Métricas Orientadas a Casos de Uso**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Como os casos de uso podem ser criados em níveis muito diferentes de abstração, não há um “tamanho” padrão para um caso de uso.
- Sem uma “medida” padronizada do que é um caso de uso, sua aplicação como medida de normalização (por exemplo, esforço gasto por cada caso de uso) é suspeita.
- Sugere-se o uso de métricas Orientadas a Objetos
  - Neste caso, os casos de uso são usados para apoiar a decomposição

35

35

01/09/2025

**Métricas WebApp**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Número de páginas Web estáticas
- Número de páginas Web dinâmicas
- Número de links internos
- Número de objetos dados persistentes
- Número de interfaces de sistemas externos
- Número de objetos de conteúdo estático
- Número de objetos de conteúdo dinâmico
- Número de funções executáveis


36

36

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS DE QUALIDADE**




Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- **corretitude** - grau em que o software executa a função que lhe é exigida
- **manutenibilidade** - grau de facilidade com que o software pode ser corrigido, adaptado ou ampliado
- **integridade** - capacidade que um software tem de suportar *ataques* (acidentais ou intencionais) à sua integridade
- **usabilidade** - tenta quantificar a característica de *user friendliness* do software


37

37

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS DE QUALIDADE**




Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- **corretitude** - grau em que o software executa a função que lhe é exigida
- **ERROS / KLOC** é a medida mais comum
- os defeitos são registrados pelo usuário depois que o software foi liberado para uso, e são contados ao longo de um período de tempo padrão


38

38

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS DE QUALIDADE**




- **manutenibilidade** - grau de facilidade com que o software pode ser corrigido, adaptado ou ampliado
- **Tempo médio para mudança**
  - Corresponde ao tempo que demora para analisar um pedido de mudança, projetar a modificação adequada, implementar a mudança, testá-la e distribuir para todos os usuários

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia


39

39

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS DE QUALIDADE**




- **integridade** - capacidade que um software tem de suportar *ataques* (acidentais ou intencionais) à sua integridade
- **Integridade = ( 1 - ameaça x ( 1 - segurança ) )**
  - *ameaça* - probabilidade de que um ataque de um tipo específico ocorrerá dentro de determinado tempo
  - *segurança* - probabilidade de que o ataque de um tipo específico será repellido

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia


40

40

01/09/2025

 **Métricas**

**MÉTRICAS DE QUALIDADE**



- **usabilidade** - tenta quantificar a característica de *user friendliness* do software

Pode ser medida através de 4 características:


1. habilidade física/intelectual para se aprender o sistema
2. tempo exigido para se tornar moderadamente eficiente no uso
3. aumento de produtividade por alguém que seja moderadamente eficiente
4. avaliação subjetiva (questionário)

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

41

41

01/09/2025

 **Métricas de Qualidade**

- Eficiência na remoção de defeitos
  - Vantagens tanto para o projeto quanto para o processo é a eficiência na remoção de defeitos (DRE, *defect removal efficiency*).

$$DRE = \frac{E}{E + D}$$

- onde E é o número de erros encontrados antes que o software seja fornecido ao usuário final e D é o número de defeitos depois que o software é entregue

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

42

42

01/09/2025  
unesp

## Métricas de Qualidade

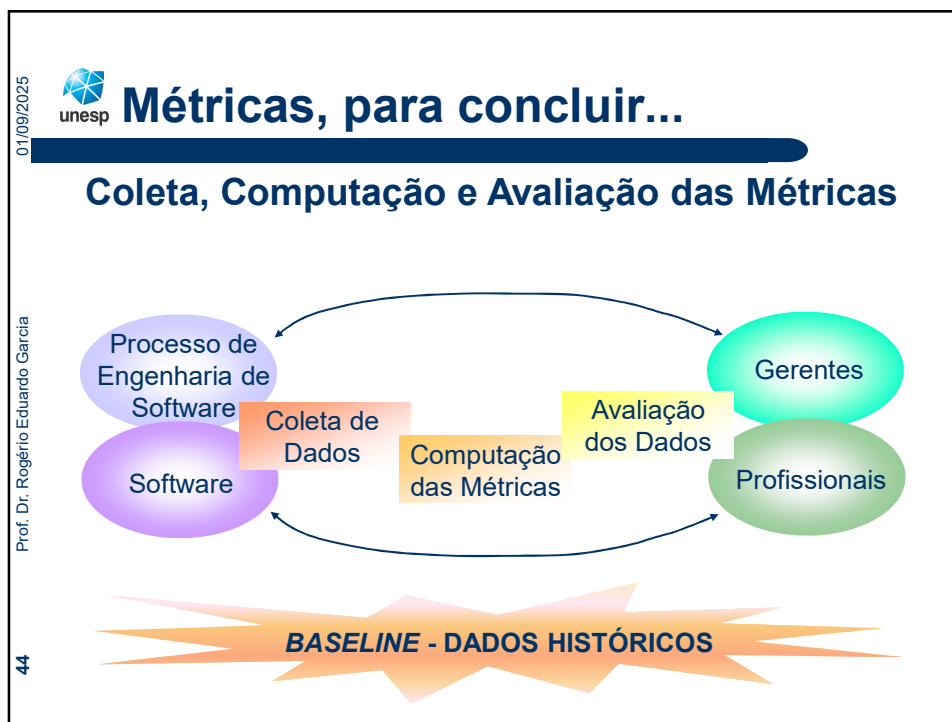
- Eficiência na remoção de defeitos
  - DRE também pode ser usada no projeto para avaliar a habilidade de uma equipe para encontrar erros antes que eles passem para a próxima atividade metodológica ou para a próxima tarefa de engenharia de software

$$DRE_i = \frac{E_i}{E_i + E_{i+1}}$$

- onde  $E_i$  é o número de erros encontrados durante a tarefa de engenharia de software  $i$ , e  $E_{i+1}$  é o número de erros encontrados durante a tarefa de seguinte ( $i+1$ ), ligados a erros da fase anterior não descobertos na ação de engenharia de software  $i$


43

43




44

01/09/2025

 **Métricas, para concluir...**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

**BASELINE - DADOS HISTÓRICOS**




45

- **Atributos dos Dados Históricos:**
  - Ajudam a reduzir o risco das estimativas
  - Devem ser precisos ou próximos de um valor real
  - Coletados do maior número de projetos possível
  - As medidas devem ser interpretadas da mesma maneira durante todo o projeto
  - As aplicações devem ser similares às do trabalho que se quer estudar
    - *Existe um modelo de planilha para coleta e cálculo de dados históricos do software*

45

01/09/2025

 **Estimativas**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Constitui um mapa para a bem-sucedida engenharia de software
- Exige:
  - experiência
  - acesso a boas informações históricas
  - coragem para se comprometer com medidas quantitativas quando só existirem dados qualitativos

46

46

01/09/2025

 **Métricas *versus* Estimativas**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Para que medir?
- Para que estimar?

47


47

01/09/2025

 **Estimativas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Estimativas possuem Riscos inerentes
  - os Riscos são medidos pelo grau de incerteza das estimativas estabelecidas para recursos, prazos e custo
  - escopo mal compreendido ou requisitos sujeitos a mudanças ⇒ Riscos elevados
  - clientes e gerente devem estar cientes de que variação de requisitos ⇒ instabilidade de custo e prazo




48

48



01/09/2025

 **Estimativas**

- Fatores que aumentam o risco:
  - complexidade
  - tamanho do projeto
  - grau de estruturação




A 3D diagram with a green, irregularly shaped object at its center. Five arrows point outwards from this object along the axes of a 3D coordinate system. The top vertical arrow is labeled 'Grau de estrutura, definição' with '(recíproca)' to its right. The arrow pointing towards the bottom-right is labeled 'Tamanho do projeto'. The arrow pointing towards the bottom-left is labeled 'Complexidade baseada nos esforços passados'. A horizontal arrow pointing towards the top-right is labeled 'Domínio de baixo Risco'.


49


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

01/09/2025

 **Estimativas**

- Fator que reduz o risco:




**DADOS HISTÓRICOS** 

- Estimativas podem ser feitas com maior segurança
- Prazos podem ser estabelecidos para se evitar dificuldades passadas
- Riscos podem ser reduzidos

50

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

01/09/2025

 **Estimativas**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Não é uma ciência exata
- As Estimativas são afetadas por muitas variáveis:
  - humanas
  - técnicas
  - ambientais
  - políticas

51

51

01/09/2025

 **Estimativas**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- As opções para se ter Estimativas com graus aceitáveis de Risco:
  - retardar as estimativas do projeto
  - usar **técnicas de decomposição** (dividir o problema complexo em pequenos problemas)
  - desenvolver um **modelo empírico**
  - adquirir **ferramentas** de estimativas

52

52

01/09/2025

 **Estimativas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO

Subdividem o problema em problemas menores e administráveis


Estimativa de LOC e PF

Estimativa de Esforço

53

53

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO

1) Decompor o software em funções menores que possam ser estudadas individualmente

2) Usando Dados Históricos ou intuição, fornece para cada subfunção valores de LOC ou PF *otimista*, *mais provável*, *pessimista*


Funções	LOC			Esperado
	otimista(a)	mais provável(b)	pessimista(c)	
função1	1800	2400	2650	
função2	4100	5200	7400	
função3	4600	6900	8600	
função4	2950	3400	3600	
função5	4050	4900	6200	
função6	2000	2100	2450	
função7	6600	8500	9800	

54

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

27

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

**TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO**

**3) Determinar o número esperado (E) da variável de estimativa (LOC ou PF) para cada subfunção:  $E = (a + 4b + c) / 6$**


Funções	LOC			Esperado
	otimista(a)	mais provável(b)	pessimista(c)	
função1	1800	2400	2650	2340
função2	4100	5200	7400	5380
função3	4600	6900	8600	6800
função4	2950	3400	3600	3350
função5	4050	4900	6200	4850
função6	2000	2100	2450	2140
função7	6600	8500	9800	8400
LOC ESTIMADO			33360	

**4) Determinar o valor estimado LOC ou PF ESTIMADO**

55

55

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

**TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO**

**Determinação do Custo e do Esforço:**


**ABORDAGEM 1**

- De Projetos Passados (Dados Históricos) obtém-se:  
Produtividade Média = 596 LOC/pessoas-mês  
Custo Médio = 19,7 \$/LOC
- Da última Tabela obteve-se LOC ESTIMADO = 33360  
**ESFORÇO = LOC ESTIMADO / Produtividade Média**  
ESFORÇO = 33360 / 596 = 56 pessoas-mês  
**CUSTO = LOC ESTIMADO x Custo Médio**  
CUSTO = 33360 x 19,7 = 656680 \$

56

56

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO

Determinação do Custo e do Esforço:

ABORDAGEM 2


- De Projetos Passados (Dados Históricos) obtém-se: Diferentes valores de produtividade, de acordo com a complexidade de cada subfunção.

O **CUSTO** e o **ESFORÇO** são calculados separadamente para cada subfunção.

57

57

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO


ABORDAGEM 2

Funções	LOC/pessoas-mes	\$/LOC	LOC Estimado	\$	pessoas-mes
função1	315	14	2340	32760	7.4
função2	220	20	5380	107600	24.4
função3	220	20	6800	136000	30.9
função4	240	18	3350	60300	13.9
função5	200	22	4850	108900	24.7
função6	140	28	2140	59920	15.2
função7	300	18	8400	151200	28.0
CUSTO ESTIMADO DO PROJETO				656680	
ESFORÇO ESTIMADO DO PROJETO					144.5

58

58

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

59

### TÉCNICAS DE DECOMPOSIÇÃO


1) Decompor o software em funções menores que possam ser estudadas individualmente

2) Usando Dados Históricos ou intuição, estimar para cada subfunção o **ESFORÇO** (pessoas-mês) necessário em cada etapa da construção do software

Etapas da Construção					
Funções	Análise Requisitos	Projeto	Codificação	Teste	Totais
função1	1.0	2.0	0.5	3.5	7.0
função2	2.0	10.0	4.5	9.5	26.0
função3	2.5	12.0	6.0	11.0	31.5
função4	2.0	6.0	3.0	4.0	15.0
função5	1.5	11.0	4.0	10.5	27.0
função6	1.5	6.0	3.5	5.0	16.0
função7	4.0	14.0	5.0	7.0	30.0

59

01/09/2025

 **Estimativas: LOC e PF**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

60


3) Aplicar a **TAXA** de Trabalho a cada uma das Etapas de Construção do software

4) Calcular o **CUSTO** e o **ESFORÇO** para cada função e cada etapa

Etapas da Construção					
Funções	Análise Requisitos	Projeto	Codificação	Teste	Totais
função1	1.0	2.0	0.5	3.5	7.0
função2	2.0	10.0	4.5	9.5	26.0
função3	2.5	12.0	6.0	11.0	31.5
função4	2.0	6.0	3.0	4.0	15.0
função5	1.5	11.0	4.0	10.5	27.0
função6	1.5	6.0	3.5	5.0	16.0
função7	4.0	14.0	5.0	7.0	30.0
Total	14.45	61.0	23.0	60.5	152.5
Taxa (\$)	5.200	4.800	4.250	4.500	
CUSTO	75.400	292.800	112.625	227.250	708.075

60

01/09/2025




61

## Estimativas: LOC e PF

- A métrica de Pontos por Função pode ser utilizada para estimar o “tamanho” do software a ser desenvolvido
  - Tamanho de pontos por função
  - Com essa previsão de “tamanho” em PF, é possível estimar tempo, pessoas, custo, etc

61

01/09/2025



62


## LOC por PF

Linguagem de Programação	LOC por Ponto de Função			
	Média	Mediana	Baixa	Alta
Ada	154	–	104	205
ASP	56	50	32	106
Assembler	337	315	91	694
C	148	107	22	704
C++	59	53	20	178
C#	58	59	51	704
COBOL	80	78	8	400
ColdFusion	68	56	52	105
DBase IV	52	–	–	–
Easytrieve+	33	34	25	41
Focus	43	42	32	56
FORTRAN	90	118	35	–
FoxPro	32	35	25	35
HTML	43	42	35	53
Informix	42	31	24	57
J2EE	57	50	50	67
Java	55	53	9	214
JavaScript	54	55	45	63

(continua)

62


01/09/2025

 **LOC por PF**

Linguagem de Programação	LOC por Ponto de Função			
	Média	Mediana	Baixa	Alta
JSP	59	—	—	—
Lotus Notes	23	21	15	46
Mantis	71	27	22	250
Natural	51	53	34	60
.NET	60	60	60	60
Oracle	42	29	12	217
OracleDev2K	35	30	23	100
PeopleSoft	37	32	34	40
Perl	57	57	45	60
PL/1	58	57	27	92
Powerbuilder	28	22	8	105
RPG II/III	61	49	24	155
SAS	50	35	33	49
Smalltalk	26	19	10	55
SQL	31	37	13	80
VBScript	38	37	29	50
Visual Basic	50	52	14	276

63

01/09/2025

 **PF**

**versus**

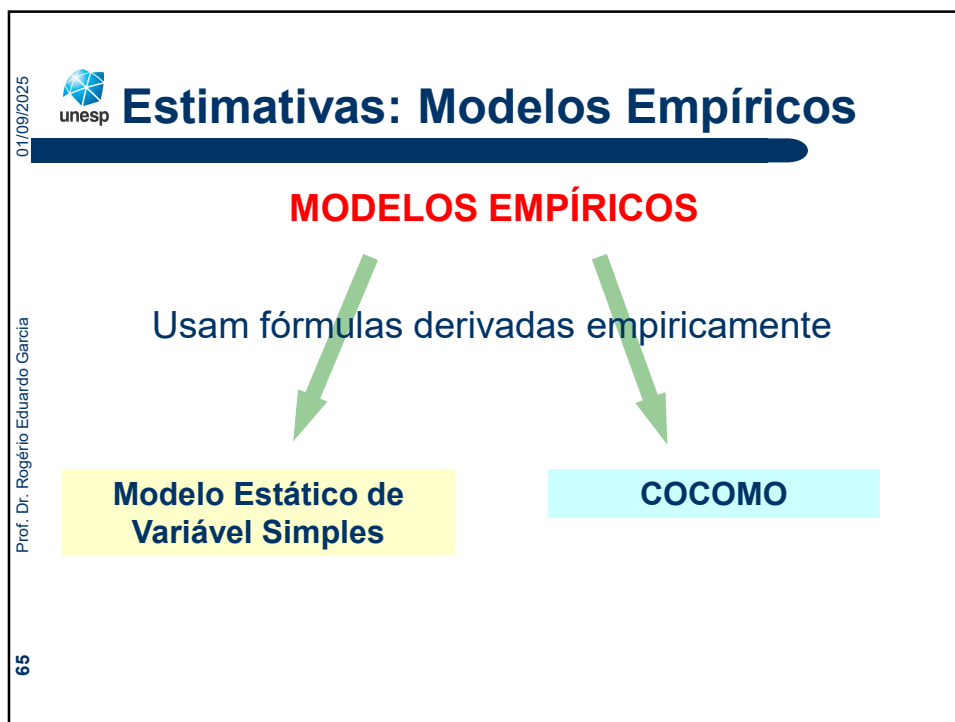
**LOC**

QSM SLOC/FP Data				
Language	Avg	Median	Low	High
ABAP (SAP) *	28	18	16	60
ASP*	51	54	15	69
Assembler *	119	98	25	320
Brio *	14	14	13	16
C *	97	99	39	333
C++ *	50	53	25	80
CF *	54	59	29	70
COBOL *	61	55	23	297
Cognos Impromptu Scripts *	47	42	30	100
Cross System Products (CSP) *	20	18	10	38
Cool/Gen/IEF *	32	24	10	82
Datastage	71	65	31	157
Excel *	209	191	131	315
Focus *	43	45	45	45
FoxPro	36	35	34	38
HTML *	34	40	14	48
J2EE *	46	49	15	67
Java *	53	53	14	134
JavaScript *	47	53	31	63
JCL *	62	48	25	221
LINC II	29	30	22	38
Lotus Notes *	23	21	19	40
Natural *	40	34	34	53
.NET *	57	60	53	60
Oracle *	37	40	17	60
PACBASE *	35	32	22	60
Perl *	24	15	15	60
PL/I *	64	80	16	80
PL/SQL *	37	35	13	60
Powerbuilder *	26	28	7	40
REXX *	77	80	50	80
Sabretalk *	70	66	45	109
SAS *	38	37	22	55
Siebel *	59	60	51	60
SLOGAN *	75	75	74	75
SQL *	21	21	13	37
VB.NET *	52	60	26	60
Visual Basic *	42	44	20	60

<https://www.qsm.com/resources/function-point-languages-table#MoreInfo>

64





65

01/09/2025 unesp

## Estimativas: Modelos Empíricos

**Modelo Estático de Variável Simples**

$$\text{RECURSO} = C_1 \times (\text{característica estimada})^{C_2}$$

**ESFORÇO**  $E = 5.2 \times \text{KLOC}^{0.91}$  (pessoas-mês)

**DURAÇÃO DO PROJETO**  $D = 4.1 \times \text{KLOC}^{0.36}$  (meses)

**TAMANHO DA EQUIPE**  $S = 0.54 \times E^{0.06}$  (pessoas)

**LINHAS DE DOCUMENTAÇÃO**  $\text{DOC} = 49 \times \text{KLOC}^{1.01}$

*Modelo de Walston e Felix - constantes derivadas de 60 projetos*

*ver outros modelos no livro!!! Por exemplo, no modelo de Boehm*

$$E = 3.2 \times \text{KLOC}^{1.05}$$

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

66

66

01/09/2025  
unesp

**Estimativas: Modelos Empíricos**

COCOMO

- **Modelo 1: Modelo COCOMO Básico** (Boehm)
  - modelo estático de variável simples
  - esforço de desenvolvimento calculado em função do tamanho do software (LOC)
- **Modelo 2: Modelo COCOMO Intermediário**
  - esforço de desenvolvimento calculado em função do tamanho do software (LOC) e de um conjunto de "direcionadores de custo"
- **Modelo 3: Modelo COCOMO Avançado**
  - mesmas características do modelo intermediário
  - avaliação do impacto dos "direcionadores de custo" em cada passo do processo de construção

67

67

01/09/2025  
unesp

**Estimativas: Modelos Empíricos**

COCOMO

São definidos para 3 classes de projetos:

- **Orgânico**
  - projetos pequenos
  - equipes pequenas e com baixa experiência
  - requisitos não muito rígidos
- **Semi-Separado**
  - projetos com tamanho e complexidade médios
  - equipes com experiências variadas
  - requisitos rígidos e não rígidos
- **Embutido**
  - restrições rígidas de hardware, software e operacionais

68

68

01/09/2025

unesp

Estimativas: Modelos Empíricos

COCOMO

• Modelo COCOMO Básico

**Esforço**  $E = A (KLOC)^B$

**Tempo de Desenvolvimento**  $T = C (E)^D$

• Modelo COCOMO Intermediário

**Esforço**  $E = A (LOC) e^B \times FAE$

	Básico				Intermediário	
classes	A	B	C	D	A	B
orgânico	2.4	1.05	2.5	0.38	3.2	1.05
semi-separado	3.0	1.12	2.5	0.35	3.0	1.12
embutido	3.6	1.20	2.5	0.32	2.8	1.20

69

01/09/2025

unesp

Estimativas: Modelos Empíricos

COCOMO

**FAE - Fator de Ajuste do Esforço**

ATRIBUTOS DIRECIONADORES DE CUSTO

• Atributos do Produto: complexidade, confiabilidade exigida  
tamanho do banco de dados

• Atributos do Hardware: restrições de desempenho,  
restrições de memória, etc.


• Atributos Pessoais: capacidade, experiência

• Atributos de projeto: uso de ferramentas, métodos, etc.

Cada atributo é ponderado numa escala de 6 pontos e, através de tabelas publicadas por Boehm, obtém-se o FAE, que varia de 0.9 a 1.14

70

01/09/2025



71

## Estimativas: Modelos Empíricos

### COCOMO

- Exemplo de aplicação do COCOMO


Utilizando-se os dados obtidos através da Estimativa LOC, o Modelo Básico e Semi-separado, tem-se:

$E = A (KLOC) e^B$	$T = C (E) e^D$
$E = 3.0 (KLOC) \exp^{1,12}$	$T = 2.5 (E) \exp^{0.35}$
$= 3.0 (33.3)^{1,12}$	$= 2.5 (152)^{0.35}$
$= 152 \text{ pessoas-mes}$	$= 14.5 \text{ meses}$

Com esses valores é possível determinar um número recomendado de pessoas	$N = E/T$
	$= 152/14.5$
	$= 11 \text{ pessoas}$

71

01/09/2025



72

## Estimativas

### FERRAMENTAS AUTOMATIZADAS


As Técnicas de Decomposição e os Modelos Empíricos de Estimativas podem ser implementados em software.

Esses softwares exigem os seguintes tipos de dados:

- estimativas quantitativas do tamanho ou funcionalidade do software (LOC ou PF)
- características qualitativas do projeto (complexidade, confiabilidade exigida, etc.)
- descrição do pessoal de desenvolvimento e/ou ambiente de trabalho (experiência, motivação, etc.)

72

01/09/2025

 **Estimativas**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Com Casos de Uso
  - Cohn (Coh05) aponta que o cálculo de pontos de caso de uso deve levar em consideração as seguintes características:
    - O número e a complexidade dos casos de uso no sistema.
    - O número e a complexidade dos atores no sistema.
    - Vários requisitos não funcionais (como portabilidade, desempenho, facilidade de manutenção) que não são redigidos como casos de uso.
    - O ambiente no qual o projeto vai ser desenvolvido (por exemplo, a linguagem de programação, a motivação da equipe de software).

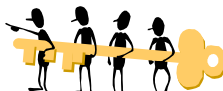
73

73

01/09/2025

 **Pontos-Chaves**


Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

- Quanto às Métricas:
  - Sem medir, não há maneira de determinar se existe melhoria
  - A medição resulta em mudança cultural
  - Ao criar uma *baseline* (banco de dados contendo medições do processo e do produto), engenheiros e gerentes podem ter uma melhor visão do processo e do produto
- Quanto às Estimativas:
  - Não constituem uma ciência exata; sempre existem Riscos
  - Para diminuir os Riscos, devem ser baseadas em Dados Históricos, que são construídos ao longo do tempo através da utilização de Métricas
  - Estimativas mais precisas devem fazer uso de várias técnicas

74

74

01/09/2025

 **Plano de Projeto-Estimativas**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

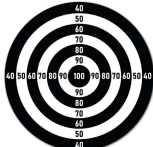
75

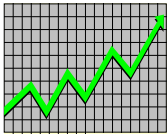
MÉTRICAS

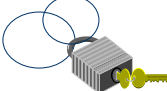
↓

TÉCNICAS DE ESTIMATIVAS

1 2 3 4 5






  
Controle

75

01/09/2025

 **Atividades**

Prof. Dr. Rogério Eduardo Garcia

76

- Documento de Requisitos dos sistemas escolhidos
- Avaliação dos DR
- Lista de Defeitos
- Documento de Requisito CORRIGIDO
- Gerência
  - Métricas/estimativas

76