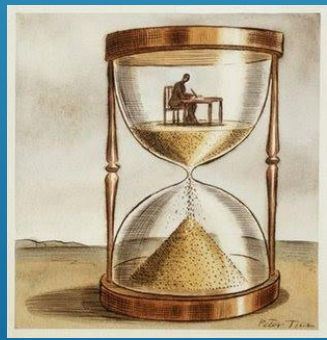
Planejamento de Projeto de Software:

Estimativas de Esforço e Custo

Engenharia de Software

Simone S. Souza
ICMC/USP

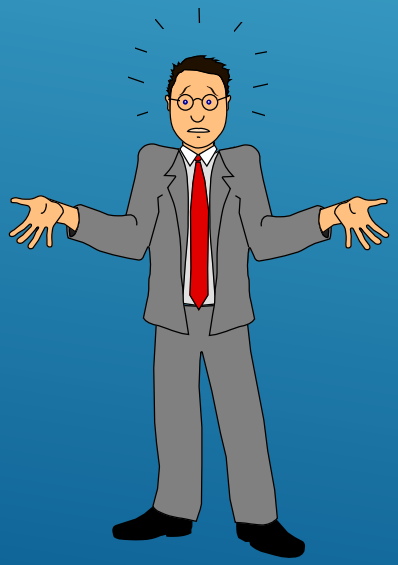


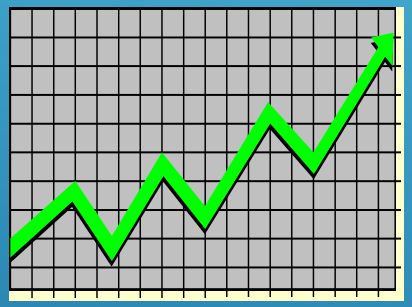
Estimativas

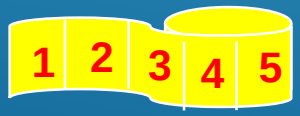
ESTIMATIVAS

Necessidade de estimar quanto esforço ou horas de trabalho serão necessárias

Incertezas!!







ESTIMATIVAS DE SOFTWARE

- Exige experiência
- Acesso a boas informações históricas (métricas)
- Coragem de empenhar em previsões

quantitativas, quando informação

qualitativa é tudo que existe

- Estimar tem risco inerente
  - Esse risco leva à incerteza

O QUE DEVEMOS ESTIMAR?

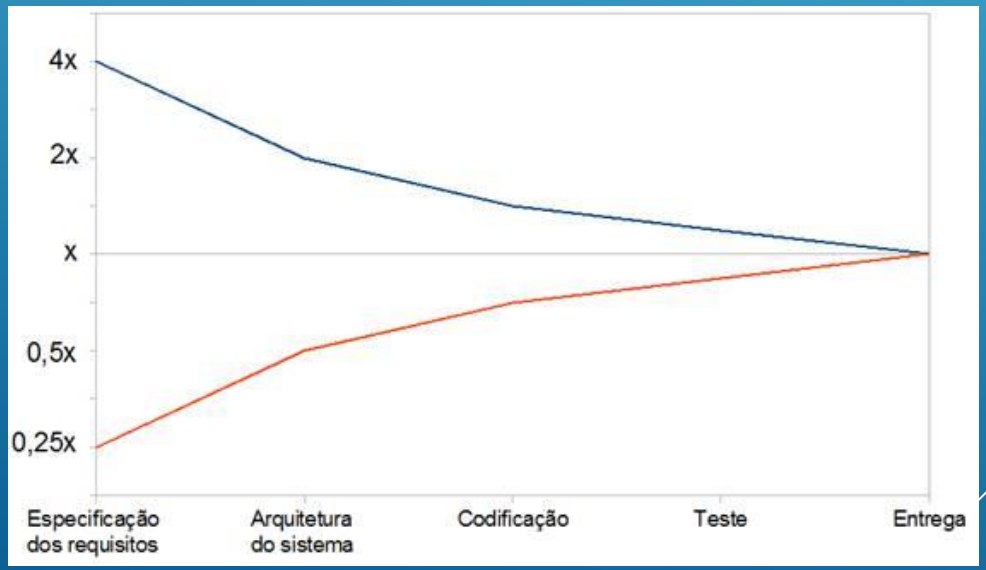
1. **Tamanho do produto**
   - Quantidade de software a ser produzida
   - Ex. no. linhas de código, no. pontos de função, n.o de requisitos, pontos de casos de uso
2. **Esforço**
   - Derivado da estimativa de tamanho
   - Ex. dividindo a estimativa de tamanho por produtividade produz-se o esforço
3. **Prazo**
   - Geralmente são dirigidos a datas fornecidas pelo Cliente

OPÇÕES PARA ESTIMATIVAS

Adiar a estimativa até que o projeto esteja mais adiantado

Estimativas 100% precisas são obtidas quando o projeto estiver finalizado!

Cone da incerteza



OPÇÕES PARA ESTIMATIVAS

1. Usar um ou mais modelos para estimar o esforço do projeto
    1. **Modelos não paramétricos**

       define um tempo x para o projeto
    2. **Modelos paramétricos**
        a. Pontos de função
        b. Casos de uso
        c. Histórias
2. Usar informação de projetos anteriores
    1. **Métricas de software**

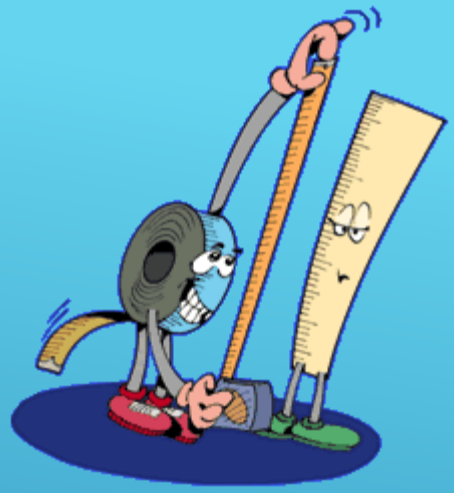
       a. medidas quantitativas de projetos finalizados

MÉTRICAS DE SOFTWARE

"Dois times de projeto de software diferentes registram todos os erros encontrados durante o processo de engenharia de software. ***Time A*** *encontrou* ***342*** *erros durante o processo e o* ***Time B*** *encontrou* ***184*** *erros. Qual time foi mais eficaz para descobrir erros durante o processo de desenvolvimento?"*

Necessidade de conhecer o tamanho e complexidade dos projetos. Se as medidas são **normalizadas** é possível criar métricas de software que permitem comparar amplamente os projetos.

MÉTRICAS DE SOFTWARE



MEDIDAS DO SOFTWARE

MEDIDAS DIRETAS

- Custo
- Esforço (Pessoas-Mês)
- Linhas de Código
- Número de Erros
- Velocidade de processamento

MEDIDAS INDIRETAS

- Corretitude
- Manutenibilidade
- Integridade
- Usabilidade

PREVISÕES PODEM SER COMPLEXAS!!!

ESTIMATIVAS MAIS PROVÁVEIS...

- **Modelagem algorítmica de custo**
  - Informação históricas para previsão
- **Julgamento de especialistas**
  - Cada um estima o custo
- **Estimativa por analogia**
  - Considera projetos similares
- **Lei de Parkinson**
  - *O trabalho se expande para preencher o tempo disponível*
- **Atribuição de preço a ganhar**

TÉCNICAS PARA ESTIMATIVAS

- Baseada em linhas de código
- Baseada em pontos de casos de uso
- Baseada em pontos de história

ESTIMATIVA BASEADA EM LINHA DE CÓDIGO

- Técnica mais antiga para estimativa
- Utiliza LOC ou KLOC
- Adequada para alguns tipos de linguagens de programação

Qual é o principal problema dessa técnica?

ESTIMATIVA BASEADA EM LINHA DE CÓDIGO

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

2) **Usando dados históricos (ou intuição), fornecer para cada subfunção valores de LOC o*timista*, *mais provável*, *pessimista.***

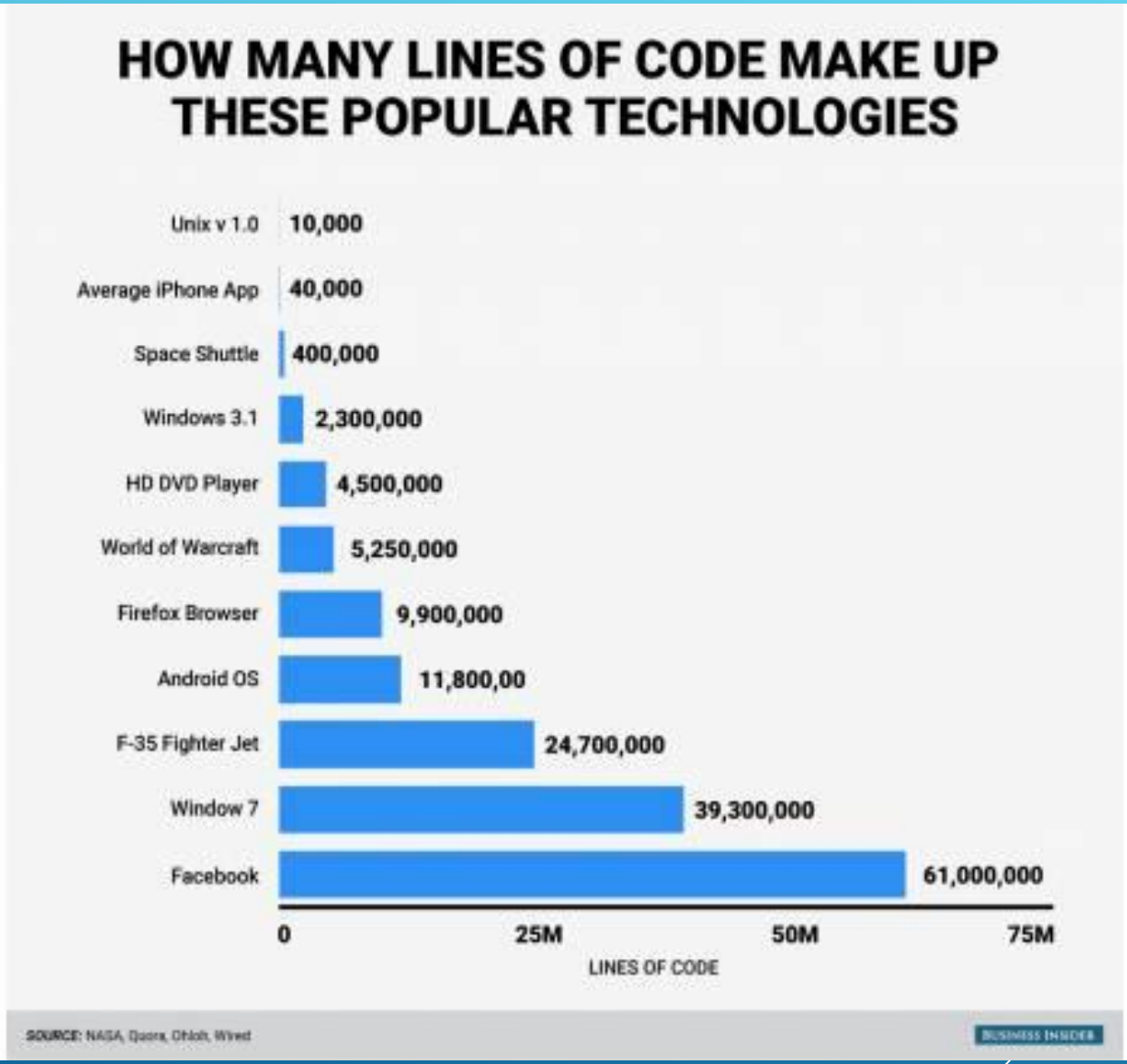
	LOC			
Funções	otimista(a)	mais provável(b)	pessimista(c)	Esperado
função1	1800	2400	2650	
função2	4100	5200	7400	
função3	4600	6900	8600	
função4	2950	3400	3600	
função5	4050	4900	6200	
função6	2000	2100	2450	
função7	6600	8500	9800	

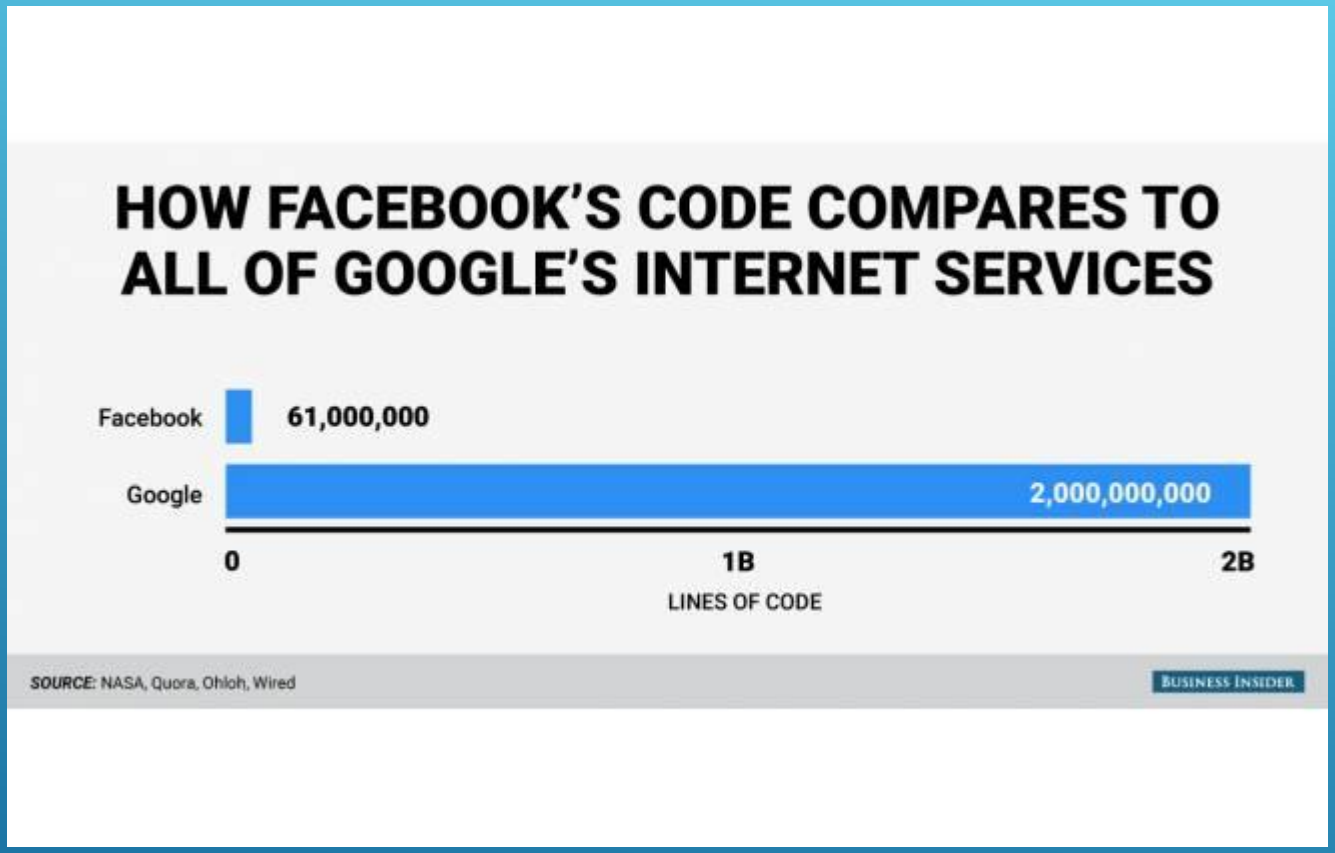
ESTIMATIVA BASEADA EM LINHA DE CÓDIGO

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

	LOC			
Funções	otimista(a)	mais provável(b)	pessimista(c)	Esperado
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 ESTIMADO.


HOW MANY LINES OF CODE MAKE UP THESE POPULAR TECHNOLOGIES
Unix v 1.0
10,000
Average iPhone App
40,000
Space Shuttle
400,000
Windows 3.1
2,300,000
HD DVD Player
4,500,000
World of Warcraft
5,250,000
Firefox Browser
9,900,000
Android OS
11,800,00
F-35 Fighter Jet
24,700,000
Window 7
39,300,000
Facebook
61,000,000
0
25M
50M
75M
LINES OF CODE
SOURCE: NASA, Quora, Ohloh, Wired
BUSINESS INSIDER


HOW FACEBOOK'S CODE COMPARES TO ALL OF GOOGLE'S INTERNET SERVICES
Facebook
61,000,000
Google
2,000,000,000
0
1B
2B
LINES OF CODE
SOURCE: NASA, Quora, Ohloh, Wired
BUSINESS INSIDER

ESTIMATIVA BASEADA EM LINHA DE CÓDIGO

Determinação do Esforço e do Custo :

- De projetos passados (dados históricos) obtém-se:

  Produtividade Média = 3.206,86 LOC/pessoa-mês

  Custo Médio = 0,30 $/LOC

- Da última tabela obtém-se LOC ESTIMADO = 33.360

  ESFORÇO = LOC ESTIMADO / Produtividade Média

  ESFORÇO = 33.360 / 3.206,86 = **10,4 pessoa-mês**

  CUSTO = LOC ESTIMADO x Custo Médio

  CUSTO = 33.360 x 0,30 = **10.008 $**

ESTIMATIVA BASEADA EM CASOS DE USO (PCU)

- Estimativa de custo e de esforço.
  - Criada em 1993 por Gustav Karner.
- Baseada em Pontos de Função.
- Utiliza casos de uso.
- Simplicidade e facilidade de uso.
- Independência de linguagem e de paradigma.

ESTIMATIVA BASEADA EM CASOS DE USO (PCU)

- Cálculo:
- Determinar:
  - Somatório dos Pontos por Caso de Uso (SPCU).
  - Somatório dos Pontos por Ator (SPA).
- Determinar:
  - Fator de Complexidade Técnica (FCT).
  - Fator Ambiental (FA).
- Totalizar:
  - **PCU = FCT * FA* (SPCU+SPA)**

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- Classificam-se os casos de uso em:
  - Simples = 5 Pontos
    - Até 3 transações
  - Médio = 10 Pontos
    - Até 7 transações
  - Complexo = 15 Pontos
    - Mais que 7 transações

EXEMPLO TPV
CASO DE USO: COMPRAR ITENS COM DINHEIRO

Seqüência Típica de Eventos

Ação do ator	Resposta do sistema
1. Este caso de uso começa quando o Cliente chega ao TPV com itens para comprar	
2. O Caixa registra o identificador de cada item Se há mais de um do mesmo item, o caixa também entra a quantidade	**3.** Determina o preço do item e adiciona informação sobre o item à transação de venda corrente A descrição e o preço do item são apresentados
4. Quando termina a entrada dos itens, o Caixa indica ao TPV que as entradas estão completas	**5.** Calcula e apresenta o total da venda
6. O Caixa informa o total ao cliente	
7. O Cliente entrega o pagamento em dinheiro – o "pagamento em dinheiro" – possivelmente maior que o total da venda	
8. O Caixa registra a quantidade de dinheiro recebida	**9.** Exibe o valor do troco a ser devolvido ao cliente
10. O Caixa deposita o dinheiro recebido e retira o troco devido O Caixa entrega ao cliente o troco e o recibo impresso	**11.** Registra a venda completada (*logs*)
12. O Cliente sai com os itens comprados	

Seqüências alternativas:

- **Linha 2**: Identificador de item inválido digitado. Indicar o erro.
- **Linha 7:** O Cliente não tem dinheiro suficiente. Cancelar a transação de venda.

14 Transações

Mais que 7 transações

⬇

Caso de Uso Complexo

15 Pontos

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR ATOR (SPA)

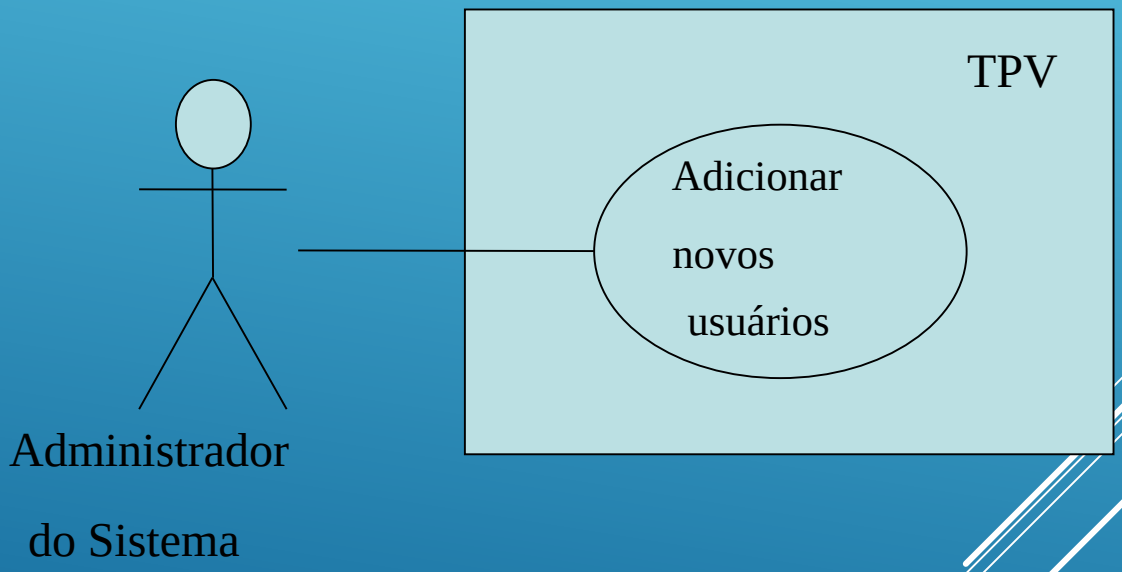
- Classificam-se os atores em:
  - Simples = 1 Ponto
    - Ator acessa o sistema por meio de um outro sistema, por uso de uma API
  - Médio = 2 Pontos
    - Ator acessa o sistema por meio de uma interface texto
  - Complexo = 3 Pontos
    - Ator acessa o sistema por meio de uma interface gráfica

EXEMPLO TPV
ATOR: ADMINISTRADOR DO SISTEMA

Interface Gráfica

Ator Complexo

3 Pontos



CÁLCULO DO FATOR DE COMPLEXIDADE TÉCNICA (FCT)

- A partir da tabela de FCT, calcular a influência de cada fator.
  - A influência de cada fator pode variar de 0 a 5
    - Irrelevante a Essencial

Tabela de Fatores de Complexidade Técnica

Fatores relativos a requisitos não-funcionais

Fator de Complexidade Técnica	Descrição	Peso
F1	Sistema distribuído	2
F2	Tempo de Resposta	1
F3	Eficiência	1
F4	Processamento complexo	1
F5	Código reusável	1
F6	Facilidade de instalação	0,5
F7	Facilidade de uso	0,5
F8	Portabilidade	2
F9	Facilidade de mudança	1
F10	Concorrência	1
F11	Recursos de segurança	1
F12	Acessível por terceiros	1
F13	Requer treinamento especial	1

EXEMPLO TPV

CÁLCULO DO FATOR DE COMPLEXIDADE TÉCNICA (FCT)

Fator de Complexidade Técnica	Descrição	Peso	Influência	TOTAL
F1	Sistema distribuído	2	4	8
F2	Tempo de Resposta	1	5	5
F3	Eficiência	1	3	3
F4	Processamento complexo	1	3	3
F5	Código reusável	1	3	3
F6	Facilidade de instalação	0,5	3	1,5
F7	Facilidade de uso	0,5	4	2
F8	Portabilidade	2	3	6
F9	Facilidade de mudança	1	3	3
F10	Concorrência	1	3	3
F11	Recursos de segurança	1	3	3
F12	Acessível por terceiros	1	3	3
F13	Requer treinamento especial	1	3	3

CÁLCULO DO FATOR DE COMPLEXIDADE TÉCNICA (FCT)

- A partir da tabela de FCT, calcular a influência de cada fator.
- Utilizar a fórmula abaixo para cálculo do FCT:

$$FCT = C_1 + C_2 \sum_{i-1}^{13} F_i \, Peso \; ; \qquad C_1 = 0,6 \qquad C_2 = 0,01$$

Tabela de Fatores de Complexidade Técnica

Fator de Complexidade Técnica	Descrição	Peso
F1	Sistema distribuído	2
F2	Tempo de Resposta	1
F3	Eficiência	1
F4	Processamento complexo	1
F5	Código reusável	1
F6	Facilidade de instalação	0,5
F7	Facilidade de uso	0,5
F8	Portabilidade	2
F9	Facilidade de mudança	1
F10	Concorrência	1
F11	Recursos de segurança	1
F12	Acessível por terceiros	1
F13	Requer treinamento especial	1

EXEMPLO TPV

CÁLCULO DO FATOR DE COMPLEXIDADE TÉCNICA (FCT)

Fator de Complexidade Técnica	Descrição	Peso	Influência	TOTAL
F1	Sistema distribuído	2	4	8
F2	Tempo de Resposta	1	5	5
F3	Eficiência	1	3	3
F4	Processamento complexo	1	3	3
F5	Código reusável	1	3	3
F6	Facilidade de instalação	0,5	3	1,5
F7	Facilidade de uso	0,5	4	2
F8	Portabilidade	2	3	6
F9	Facilidade de mudança	1	3	3
F10	Concorrência	1	3	3
F11	Recursos de segurança	1	3	3
F12	Acessível por terceiros	1	3	3
F13	Requer treinamento especial	1	3	3

FCT= 0.6 + 0.01 * 46.5

FCT=1.065

CÁLCULO DO FATOR AMBIENTAL (FA)

- A partir da tabela de FA, calcular a influência de cada fator.
  - A influência de cada fator pode variar de 0 a 5.
    - Irrelevante a Essencial

Tabela de Fatores Ambientais

Fatores relativos ao nível de competência da equipe

Fator Ambiental	Descrição	Peso
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento.	1,5
F2	Desenvolvedores em meio expediente.	-1
F3	Presença de analistas experientes	0,5
F4	Experiência com a aplicação em desenvolvimento.	0,5
F5	Experiência em Orientação a Objetos.	1
F6	Motivação	1
F7	Dificuldade com a linguagem de programação	-1
F8	Requisitos estáveis	2

EXEMPLO TPV

CÁLCULO DO FATOR AMBIENTAL (FA)

Fator Ambiental	Descrição	Peso	Influência	Total
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento.	1,5	3	4,5
F2	Desenvolvedores em meio expediente.	-1	3	-3
F3	Presença de analistas experientes	0,5	3	1,5
F4	Experiência com a aplicação em desenvolvimento.	0,5	5	2,5
F5	Experiência em Orientação a Objetos.	1	4	4
F6	Motivação	1	3	3
F7	Dificuldade com a linguagem de programação	-1	3	-3
F8	Requisitos estáveis	2	3	6

15,5

CÁLCULO DO FATOR AMBIENTAL (FA)

- A partir da tabela de FA, calcular a influência de cada fator.
- Utilizar a fórmula abaixo para cálculo do FA.

$$FA = C_1 + C_2 \sum_{i=1}^{8} F_i \, Peso \; ; \qquad C_1 = 1,4 \qquad C_2 = -0,03$$

Tabela de Fatores Ambientais

Fator Ambiental	Descrição	Peso
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento.	1,5
F2	Desenvolvedores em meio expediente.	-1
F3	Presença de analistas experientes	0,5
F4	Experiência com a aplicação em desenvolvimento.	0,5
F5	Experiência em Orientação a Objetos.	1
F6	Motivação	1
F7	Dificuldade com a linguagem de programação	-1
F8	Requisitos estáveis	2

EXEMPLO TPV

CÁLCULO DO FATOR AMBIENTAL (FA)

Fator Ambiental	Descrição	Peso	Influência	Total
F1	Familiaridade com o processo de desenvolvimento.	1,5	3	4,5
F2	Desenvolvedores em meio expediente.	-1	3	-3
F3	Presença de analistas experientes	0,5	3	1,5
F4	Experiência com a aplicação em desenvolvimento.	0,5	5	2,5
F5	Experiência em Orientação a Objetos.	1	4	4
F6	Motivação	1	3	3
F7	Dificuldade com a linguagem de programação	-1	3	-3
F8	Requisitos estáveis	2	3	6

15,5

FA= 1,4 – 0.03*15.5

FA=0,935

CÁLCULO DOS PONTOS DE CASO DE USO AJUSTADOS

- PCU = FCT * FA* (SPCU+SPA)
- PCU = 1,065 * 0,935 * (15 + 3)
- **PCU = 17,895**

Cálculo do esforço:

- E = PCU * IP (índice de produtividade)
- E = 17,895 * 15
- **E = 268,4 horas**

Cálculo do esforço

- Índice de produtividade:
  - Baseado em projetos anteriores
    - Quantidade e horas (média) para um PCU
  - Karner sugere 20 horas por PCU
  - Outros autores sugerem entre 15 e 30

EXEMPLO DE UM SISTEMA SIMBÓLICO

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- 4 Casos de Uso: um simples (5), um médio (10) e dois complexos (30).
  - Total de Pontos (SPCU) = 45 Pontos
- 5 Atores: dois simples (2), um médio (2) e dois complexos (6).
  - Total dos Pontos (SPA) = 10 Pontos
- FCT = 1,065
- FA = 0,935

Exemplo de um Sistema Simbólico

Somatório dos Pontos por Caso de Uso (SPCU)

- Cálculo:
  - SPCU = 45
  - SPA = 10
  - FCT = 1,065
  - FA = 0,935
- PCU = FCT*FA*(SPCU+SA)
- PCU = 1,065*0,935*(45+10)
- **PCU = 58,575 Pontos de Caso de Uso**
- *Quantas horas? Qual o custo?*

EXEMPLO DE UM SISTEMA SIMBÓLICO

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- **PCU = 58,575 Pontos**
- Karner sugere 20 horas/ponto
- Tempo = 58,575 * 20
- **Tempo = 1.171,5 horas**
- Hora de estágio R$ 8,00
- **Custo R$ 9.372,00**

EXEMPLO DE UM SISTEMA SIMBÓLICO

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- **PCU = 58,575 Pontos**
- Karner sugere 20 horas/ponto
- Tempo = 58,575 * 20
- **Tempo = 1.171,5 horas**
- Hora de estágio R$ 8,00
- **Custo R$ 9.372,00**
- **Um sistema de 4 Casos de Uso e 5 Atores!!!**

EXEMPLO DE UM SISTEMA SIMBÓLICO

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- **PCU = 58,575 Pontos**
- Karner sugere 20 horas/ponto
- Tempo = 58,575 * 20
- **Tempo = 1.171,5 horas**
- Hora de estágio R$ 8,00
- **Custo R$ 9.372,00**
- **Um sistema de 4 Casos de Uso e 5 Atores!!!**

Suas transações eram complexas!!!

!!!

EXEMPLO DE UM SISTEMA SIMBÓLICO

SOMATÓRIO DOS PONTOS POR CASO DE USO (SPCU)

- PCU = **58,575** Pontos
- **Outros trabalhos sugerem:**

  de 5 a 7 horas/ponto
- Tempo = 58,575 * 6
- Tempo = 351,45 horas
- Hora de estágio R$ 8,00
- Custo R$ 2.811,60
- Um sistema de 4 Casos de Uso e 5 Atores!
  - Mais realista! ☺

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA

- Utilizada pelos métodos ágeis XP e Scrum
- Medida de esforço relativa à equipe de desenvolvimento
- Feita pela equipe:

Quanto tempo n pessoas levariam para terminar uma história?

EXEMPLO DE HISTÓRIA

Como vendedor, quero ver todos os produtos da loja para que eu possa ver o estoque e o preço dos produtos

Como cliente, quero ver todos os filmes disponíveis para que eu possa assisti-los

Como professor, quero ver todos os alunos matriculados na disciplina para que eu possa contabilizar presença

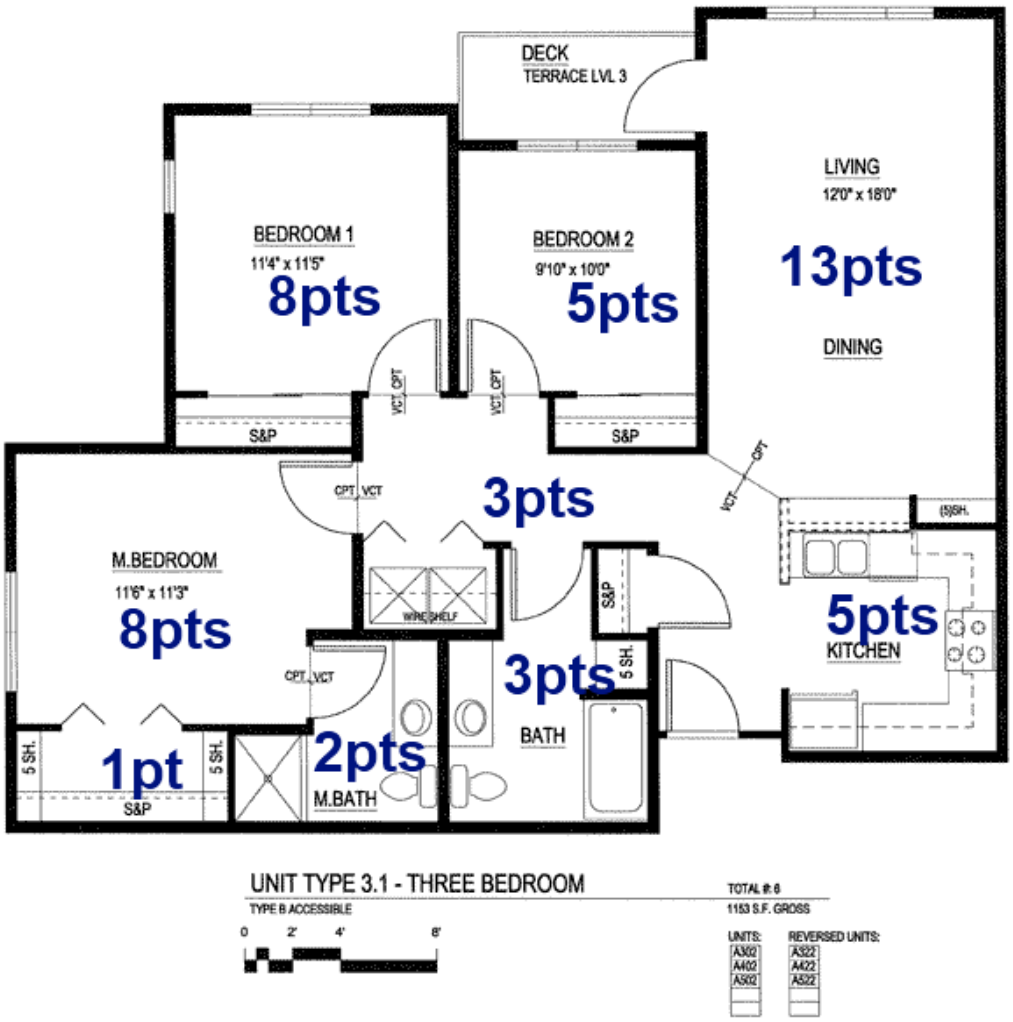
ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA (PH)

- Um ponto de história é o esforço de desenvolvimento de uma pessoa durante um dia ideal de trabalho.
  - Pessoa dedicada a história, trabalhando de 6 a 8 horas
- EX:
  - Quanto tempo 3 pessoas levariam para terminar 12 PH?
  - R: 3 pessoas levariam 4 dias
  - 12/ 3 = **4 dias**

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA (PH)

- PH é feito por comparação entre histórias:
  - Separa a lista de histórias por nível de dificuldade e define o esforço de **maneira relativa**
    - Para o ser humano é mais natural fazer medidas relativas do que absolutas
  - Utiliza a série de Fibonacci adaptada: 1, 2, 5, 8, 15, 25, 40 ...
  - Ordem de grandeza natural para o esforço e não uma medida exata
  - Pode utilizar outras medidas como "camiseta":
    - Pequeno, médio e grande ...

EXEMPLO DE ESTIMATIVA RELATIVA



Planning Poker – Story Points

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA

- Atribuição de PH segue critérios subjetivos:
  - Complexidade:

    "Essa regra de negócios tem muitos cenários possíveis"
  - Esforço:

    "Essa alteração é simples, mas precisa ser realizada em muitas telas"
  - Risco:

    "Precisamos utilizar o framework XX mas ninguém tem experiência"

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA

- Técnica usada: **Planning Poker**
  - **Usada no planejamento do sprint:**
    - **Priorização de tarefas**
    - **Estimativa de esforço para concluí-las**

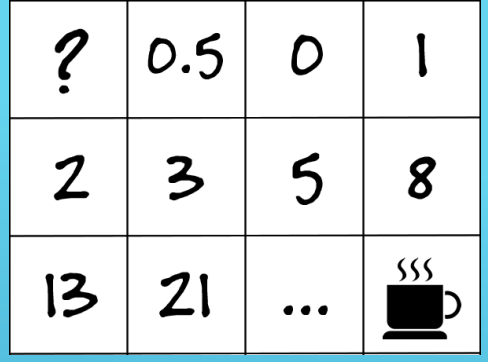
- https://www.metodoagil.com/planning-poker/

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA

- Técnica usada: **Planning Poker**

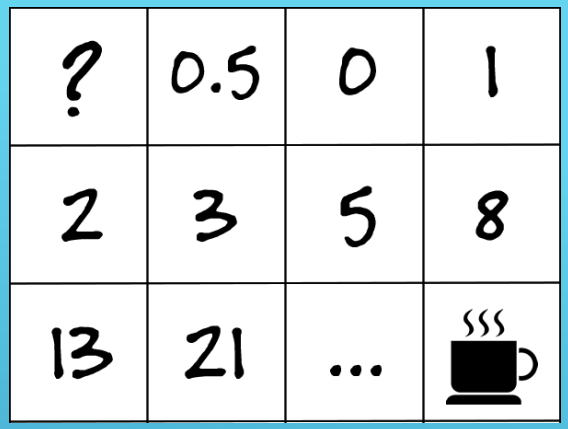
?	0.5	0	1
2	3	5	8
13	21	...	

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA



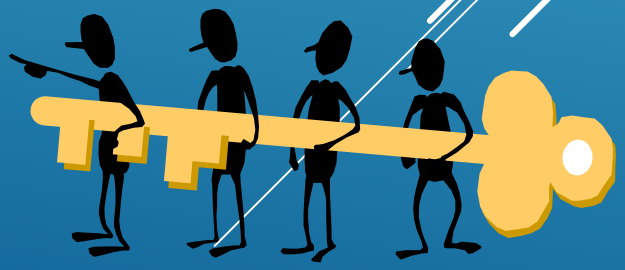
- Técnica usada: **Planning Poker**
  - Carta 0: a tarefa não precisa ser feita por algum motivo (talvez já esteja pronta)
  - Carta 1: a tarefa é muito, mas muito simples, provavelmente menos de 1h de desenvolvimento de qualquer da equipe
  - Carta 2: a tarefa é simples, provavelmente leve menos de um turno de trabalho, como uma manhã por exemplo.
  - Carta 3: a tarefa é simples, mas trabalhosa e não deve ser subestimada ocupando pelo menos um turno de trabalho, como uma tarde (geralmente é mais longa que uma manhã).
  - Carta 5: a tarefa é de complexidade mediana, provavelmente tomando um dia de trabalho de um desenvolvedor, se não tiver impedimentos
  - Carta 8: a tarefa é complexa, vai demandar algum estudo ou muito desenvolvimento, provavelmente tomando alguns dias da semana, com 2 ou 3 no máximo.
  - Carta 13: a tarefa é muito complexa, vai demandar estudo moderado ou é apenas muito longa de desenvolver, levando em média uma semana de um desenvolvedor (5 dias úteis)
  - Carta 20 em diante: a tarefa é complexa demais e não vale a pena ser estimada. Sugere-se quebrar a tarefa em tarefas menores, que possam ser estimadas com mais exatidão
  - Carta Interrogação (?): não entendi a tarefa sr. Scrum Master, pode lê-la de novo e dar mais detalhes?
  - Carta Infinito (quando houver, caso contrário, use a 100): não temos como fazer esta tarefa sr. Scrum Master, ela é longa demais e não cabe em qualquer pipeline de desenvolvimento. Sugiro quebrarmos ela em tarefas menores ou dizer ao Product Owner que não tem como fazermos (mais raro).
  - Carta Café (ou Cerveja em algumas empresas): estou cansado de tanto estimar, que tal tomarmos um café e depois voltamos?

ESTIMATIVA BASEADA EM PONTOS DE HISTÓRIA



- Técnica usada: **Planning Poker**
- **Exemplo de história:**

Como cliente, quero ver todos os filmes disponíveis para que eu possa assisti-los

PONTOS-CHAVE

- 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.