

ULBRA - Universidade Luterana do Brasil

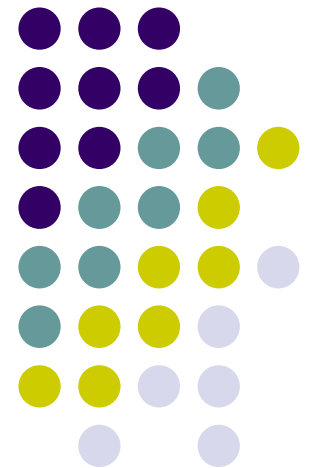
Sistemas de Informação

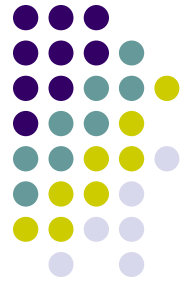
Qualidade e Auditoria de Software

Aula 03: Métricas

Prof. Márcio Puntel

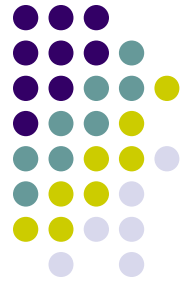
marcio.puntel@ulbra.edu.br





O que são métricas?

- Uma métrica é a medição de um atributo (propriedades ou características) de uma determinada entidade (produto, processo ou recursos). Exemplos:
 - Tamanho do produto (ex: Número de Linhas de código)
 - Número de pessoas necessárias um módulo do software
 - Esforço para a realização de uma tarefa
 - Tempo para a realização de uma tarefa
 - Custo para a realização de uma tarefa
 - Grau de satisfação do cliente

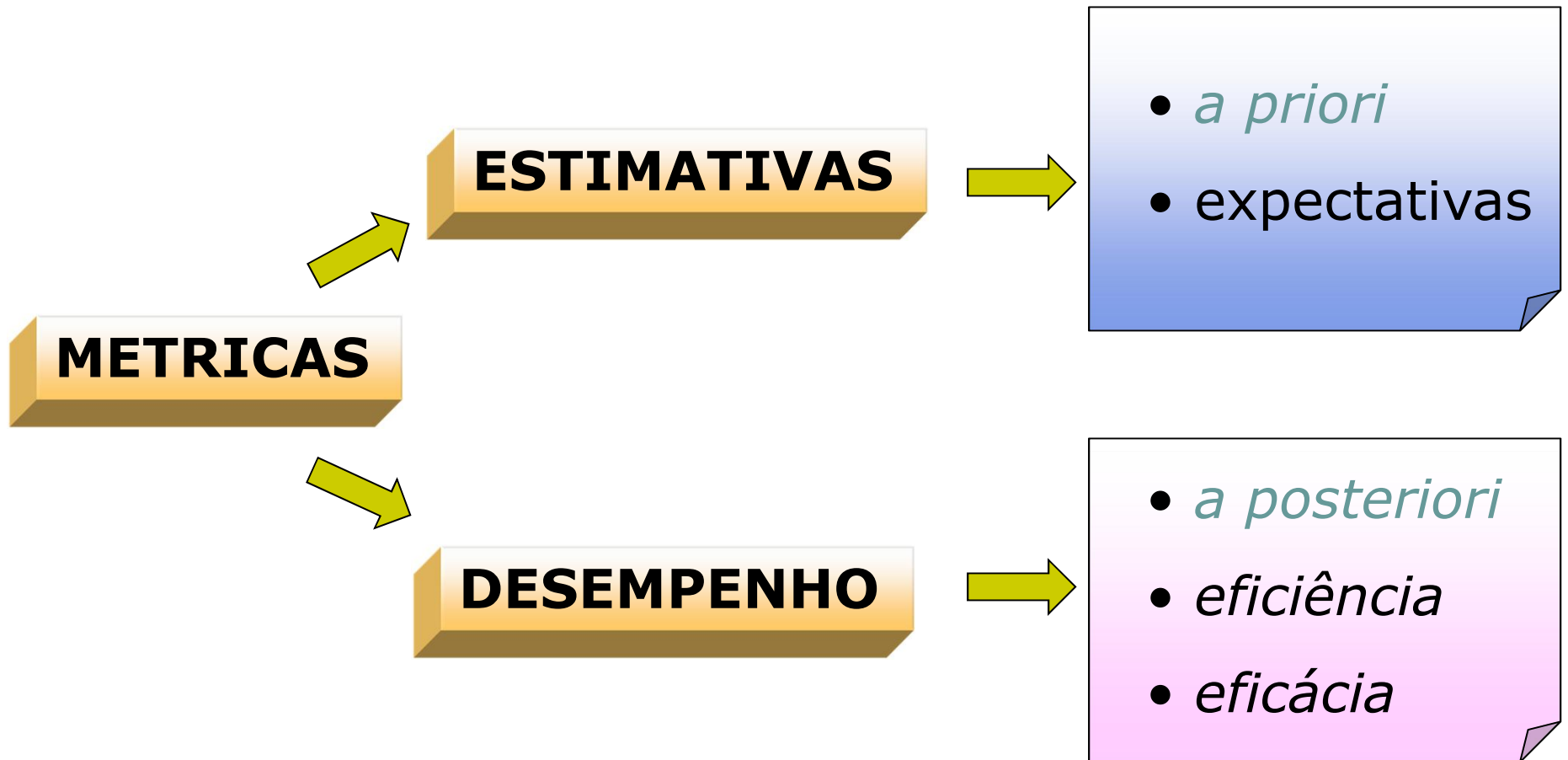


Medida, Medição e Métrica

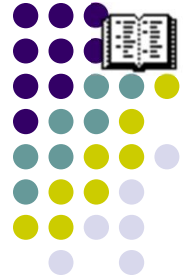
- no contexto da Engenharia de SW

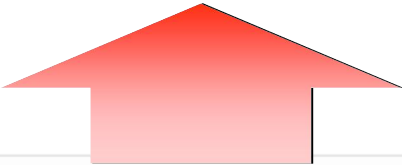
| | <i>Definição</i> | <i>Exemplo</i> |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medida | Valor quantitativo da extensão, quantidade, dimensões, capacidade ou tamanho de algum atributo do processo ou produto de software | número de erros detectados na revisão de um módulo de software, quantidade de classes-chave |
| Medição | Ato de determinar uma medida | investigação de um número de revisões de módulos para recompilar medidas do número de erros encontrados em cada revisão |
| Métrica | Medida quantitativa do grau de posse de um atributo dado por parte de um sistema, componente ou processo | Média de erros detectados por revisão ou número de erros encontrados por pessoa e hora em revisões |

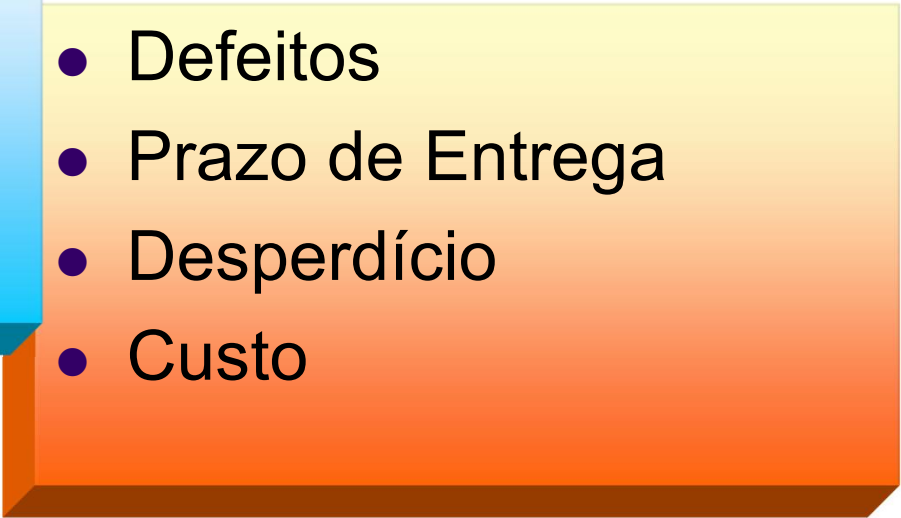
- **METRICAS** – inferências sobre os processos de trabalho que traduzem:

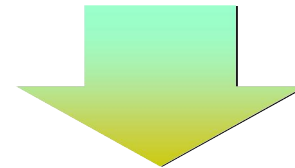


Vantagens



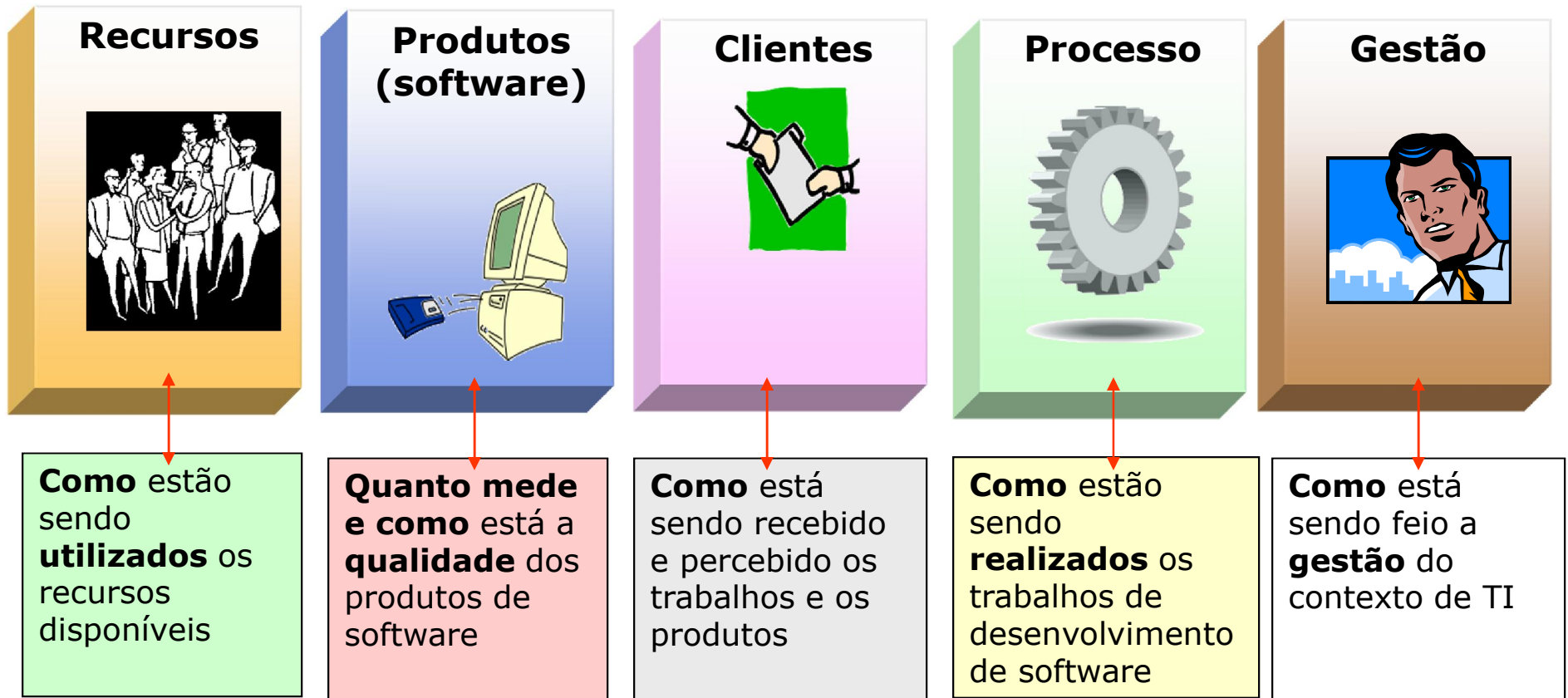
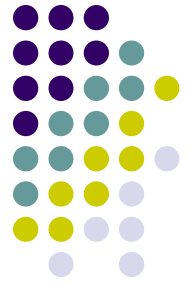
- 
- Satisfação dos cliente
 - Produtividade dos recursos
 - Visibilidade das ações
 - Gerenciabilidade

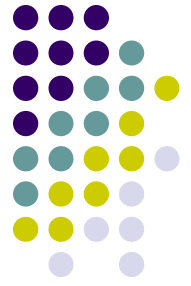
- 
- Defeitos
 - Prazo de Entrega
 - Desperdício
 - Custo



Possibilidades

- Métricas possíveis no desenvolvimento de sistemas



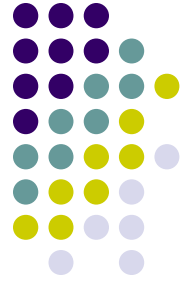


Por que medir ?

- obter **auto-conhecimento** (interna)
- atender a uma **pressão imediata** (externa)
- preparar-se para o **futuro** (tendência)

“Se você não sabe para onde você quer ir,
qualquer caminho você pode seguir.
Se você não sabe onde você está,
um mapa não vai ajudar!”.
Roger Pressman

Por que medir ?



Obter auto conhecimento

- Se **não** sabemos onde estamos, **não** conseguimos ...
 - ... saber para onde queremos ir
 - ... saber o que faremos



1. Saber **o que** temos, o que somos
e **aonde** estamos

Função: *ESTÁTICA e POSICIONAL*

Por que medir ?



- Atender a uma **pressão imediata**. Exemplo: ganhar uma licitação

2. Saber **o que** fazer hoje e **para onde** caminhar
Função: *DINÂMICA e DIREÇÃO*

- Preparar-se para o **futuro** → atender melhor no futuro

3. Saber **o que** fazer hoje, **para onde** caminhar e como mudar de direção
Função: *DINÂMICA, DIREÇÃO e ADAPTATIVA*

Até onde medir ?

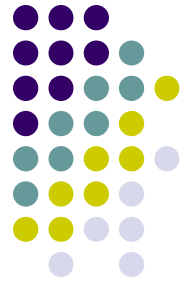
- Alinhar os objetivos das inferências com os objetivos da empresa
- Estabelecer um programa de métricas: adequado, plausível, factível e gradual
- Não medir mais do que é necessário



Imaturo x Maduro



| Critério | Imaturo | Maduro |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Papéis e responsabilidades | Não bem definidos. Cada qual faz o que é mais urgente | Claramente definidos , com metas e medições |
| Tratamento de mudanças | Cada qual inventa a sua forma de trabalhar | O time segue um processo consistente e planejado . Todos aprendem com a experiência |
| Reação e problemas | Ambiente caótico. Apagar incêndio é normal. Cada qual é um herói | Regra é o profissionalismo . Os problemas são analisados e tratados na base do conhecimento |
| Confiabilidade | Estimativas inexistentes ou não realistas. Não se controla o “já que” | Estimativas tendem a se confirmar; o escopo é controlado e gerenciado ; o atingimento de metas é consistente |
| Recompensa | Somente para os bombeiros ; faça errado e depois conserte. | Preferência para os produtos de alta qualidade (atendimento e poucas falhas); estímulo à prevenção de incêndios |
| Previsibilidade | Qualidade e previsibilidade depende das pessoas ; não se pode garantir | Previsões tendem a se confirmar em bases realistas; o progresso pode ser previsto |



Tipos de métricas

Métricas **Primárias** (1a. Ordem):

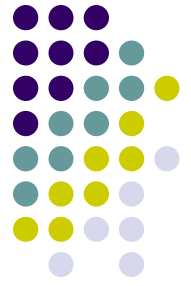
Apontamentos dos fatos (**reais**) → **MEDIDAS**

- Informações **objetivas** da realidade.

Exemplos: defeitos, horas trabalhadas, custo, reclamações, ...

- Tendência à expressão numérica





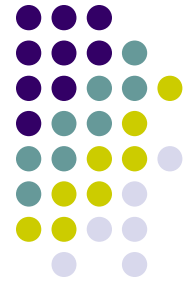
Tipos de métricas

Métricas **Secundárias** (2a. Ordem):

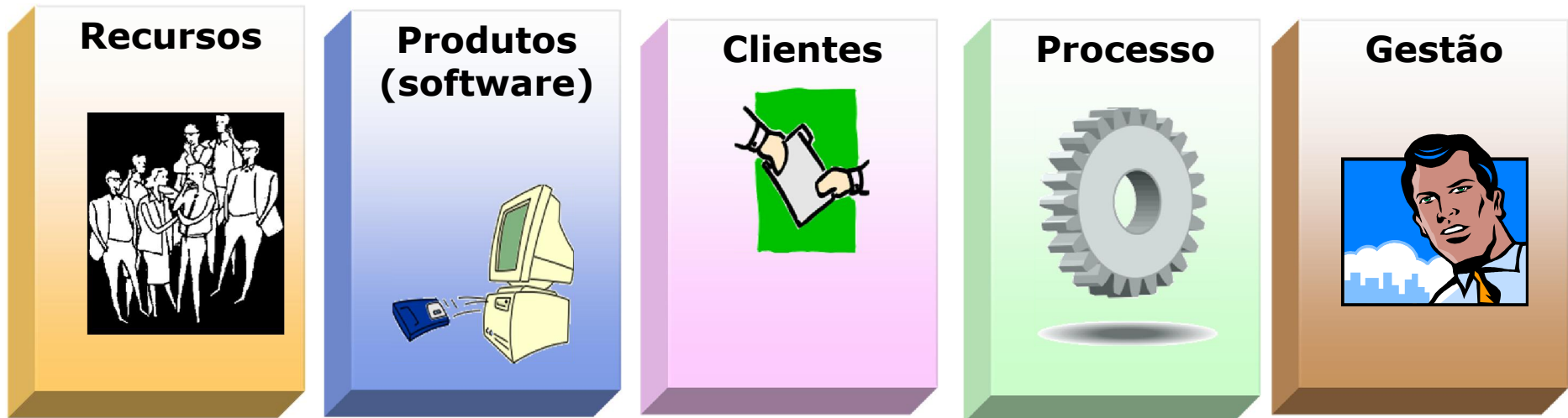
- São **Indicadores**, expressam um comportamento além dos números.
- Resultado de uma **relação** de:

$$\text{Métrica} \div \text{Fator}$$

- Exemplo: densidade de defeitos, defeitos por fase do projeto, ...



Tipos de métricas

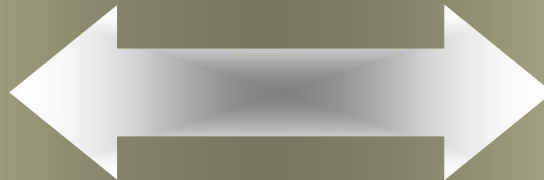


Quantitativa

Métricas primárias

Produtividade

Direta



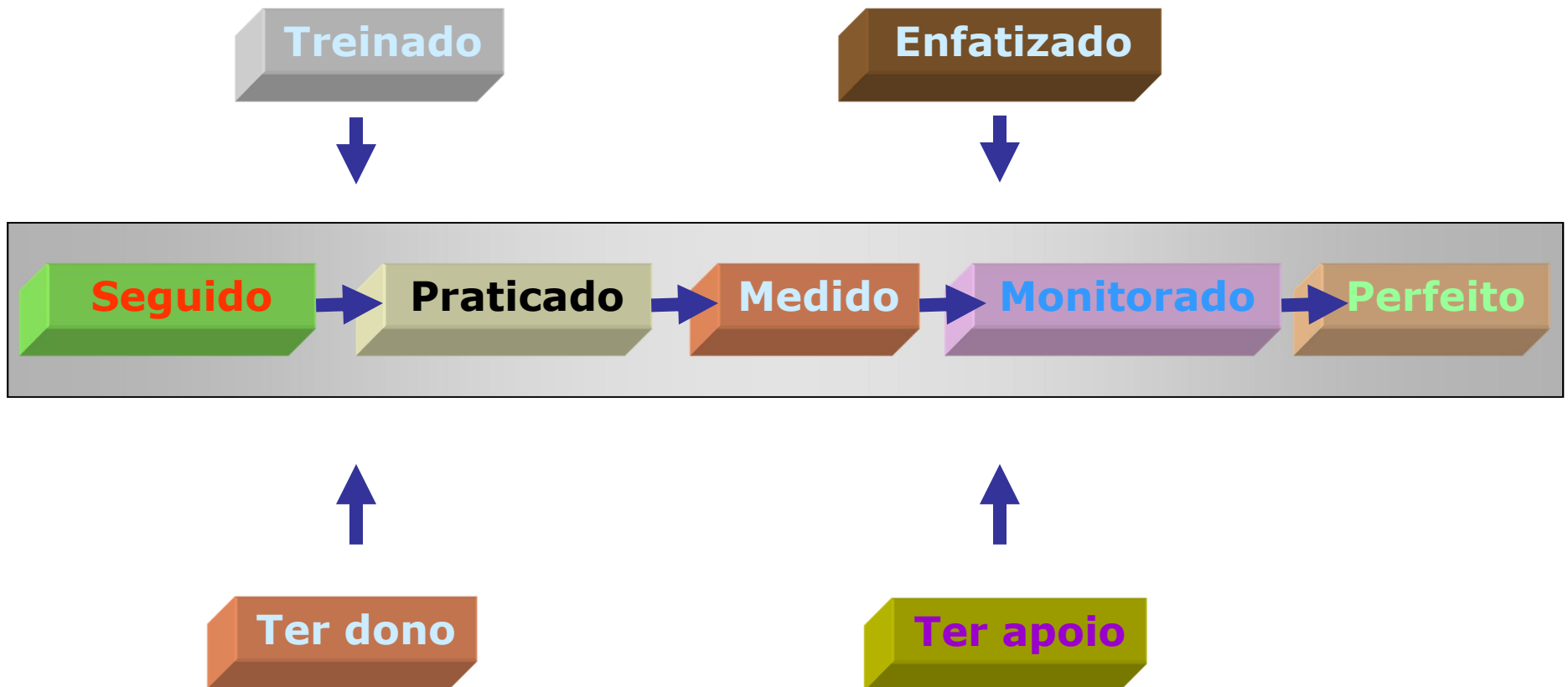
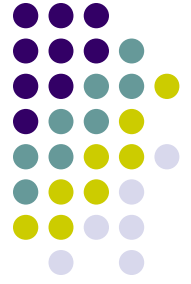
Qualitativa

Métricas secundárias

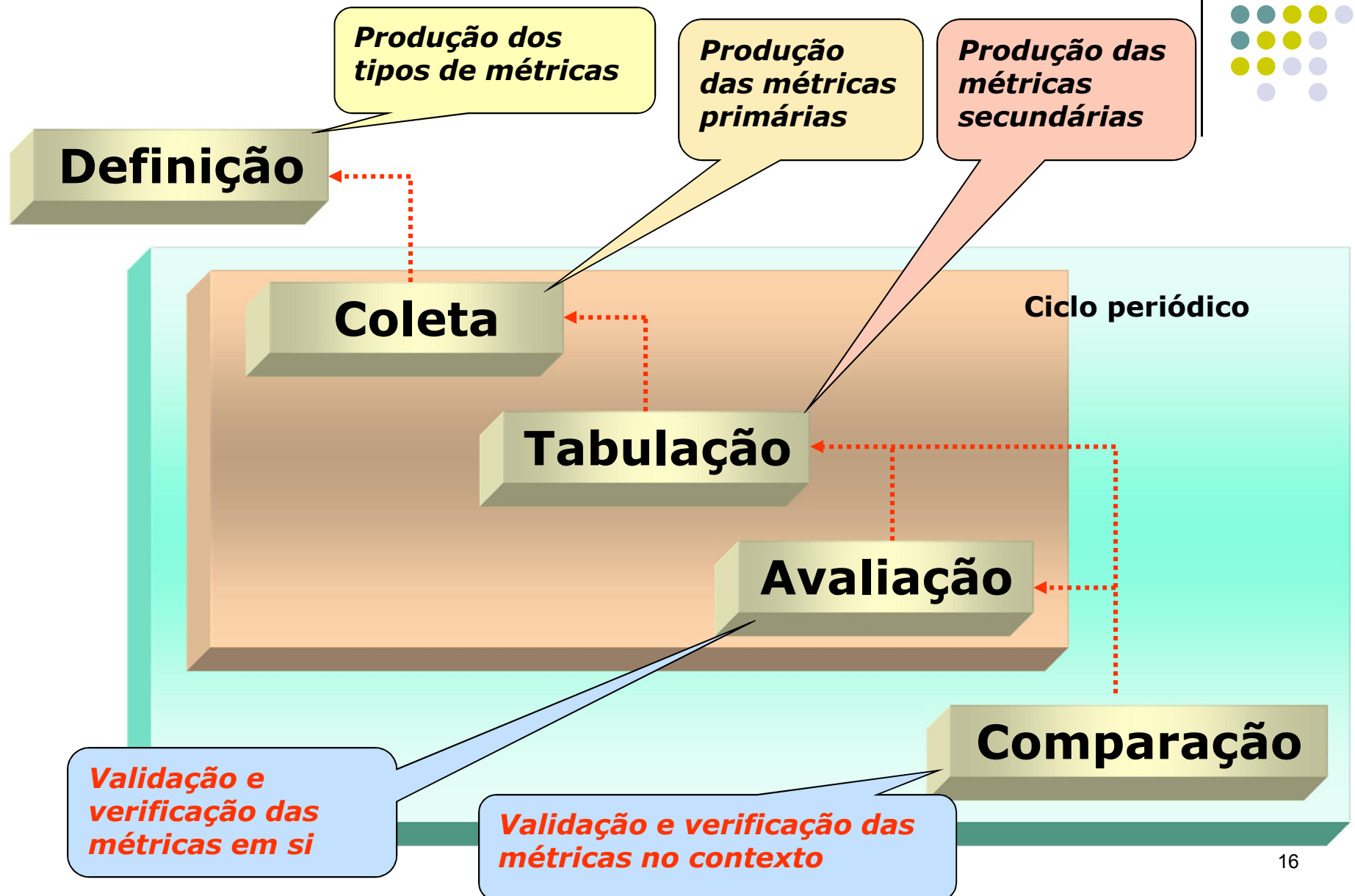
Qualidade

Indireta

Processo de métrica

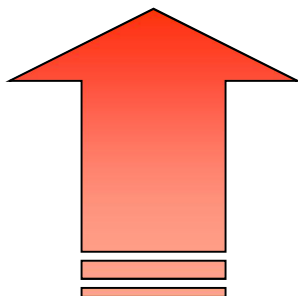
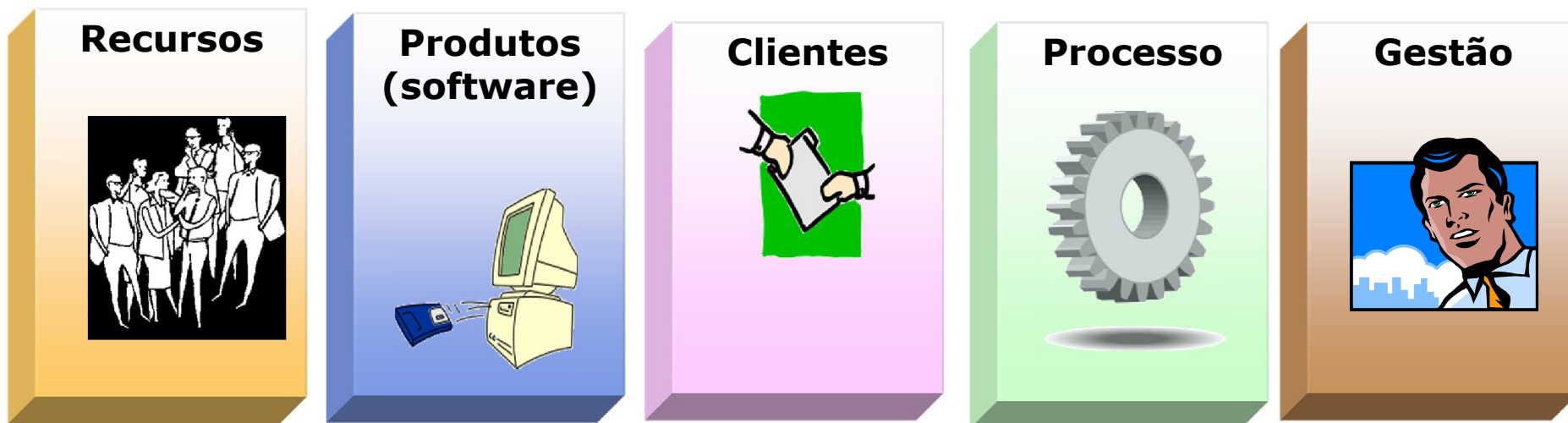


Processos de medição

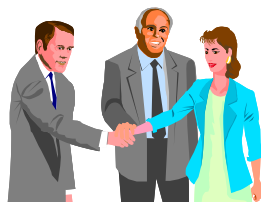




Tipos de métricas



Tempo



Pessoas



Custos

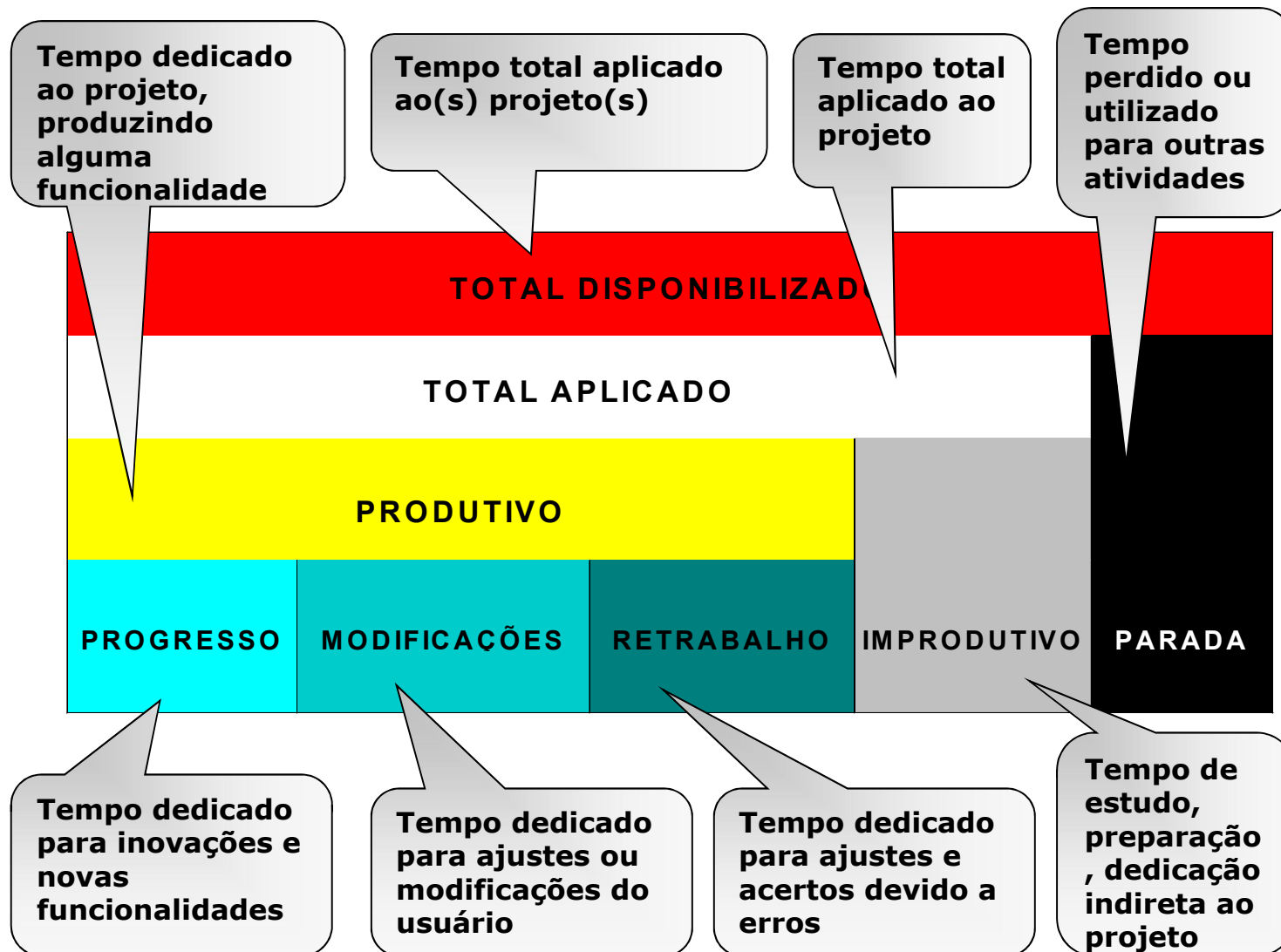
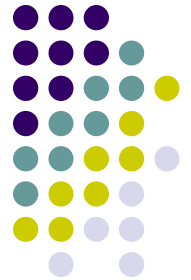
Métricas para o tempo



- Natureza do tempo:
 - volatilidade, incontrollabilidade, perecibilidade
- Definição da unidade de medida:
 - normalmente HORAS
- Distribuição do tempo:



Métricas para o tempo



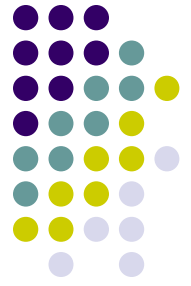
Métricas para o tempo



- **Métricas primárias:**
 - Quantidade de **tempo** (...) para **fazer** (...)
 - O objetivo **não é medir as pessoas**, mas medir o tempo utilizado para realizar as atividades
- **Métricas secundárias:**
 - **Duração** = \sum tempos das atividades
 - **Prazo** = Calendário + duração
 - Critério do “empurrar”: processo precedente
 - Data de início + duração → quando é o término ?
 - Critério do “puxar”: processo dependente
 - Data de fim – duração → quando é o início ?

Métricas para o tempo

Métricas secundárias (continuação):



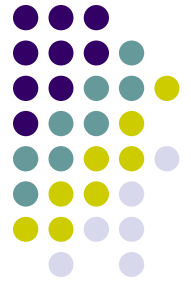
Produtivas
ou totais ?

- **Taxa de Produtividade** =
$$\frac{\text{Horas produtivas}}{\text{Total de Horas disponibilizadas}}$$
- **Esforço** = quantidade total de horas/homem (???) para fazer uma determinada quantidade de trabalho

Métrica do
produto

Quantidade de trabalho

- **Produtividade** =
$$\frac{\text{Métrica do produto}}{\text{Esforço}}$$



Métricas para o tempo

Métricas secundárias (continuação):

- Distribuição % do tempo por atividade

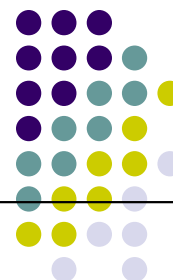
- Taxa de ociosidade =
$$\frac{\text{Tempo parado}}{\text{Tempo disponibilizado}}$$

- Taxa de ocupação operacional =
$$\frac{\text{Tempo aplicado}}{\text{Tempo disponibilizado}}$$

- Taxa de espera =
$$\frac{\text{Tempo improdutivo}}{\text{Tempo produtivo}}$$

- Taxa de eficiência produtiva =
$$\frac{\text{Tempo produtivo}}{\text{Total disponibilizado}}$$

Métricas para o tempo



Calendário

| maio | | | | | | |
|------|----|----|----|----|----|----|
| D | S | T | Q | Q | S | S |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

| junho | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| D | S | T | Q | Q | S | S |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | | |
| | | | | | | |

Considerando-se:

- Tx. Produtividade = 80 %
- Produtividade teórica para um determinado tipo de projeto = 15 pf / hora
- Tamanho do projeto = 1520 pf
- Calendário= não se trabalha aos sábados, domingos e feriados

• Qual a duração prevista ?

Produtividade mais realista = _____

Jornada diária mais realista = _____

Duração em horas: _____

Duração em dias : _____

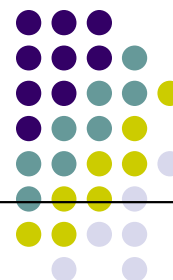
• Qual a data de término se o início ocorrer em 03 de maio ?

03/mai + __ dias uteis = ____ / ____

• Qual a data de início se o término deve ocorrer em 17 de junho ?

17/06 - __ dias úteis = ____ / ____

Métricas para o tempo



Calendário

| maio | | | | | | |
|------|----|----|----|----|----|----|
| D | S | T | Q | Q | S | S |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

| junho | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| D | S | T | Q | Q | S | S |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | | |
| | | | | | | |

Considerando-se:

- Tx. Produtividade = 80 %
- Produtividade (sem a tx de produtividade) para um determinado tipo de projeto = 15 pf / hora
- Tamanho do projeto = 1520 pf
- Calendário= não se trabalha aos sábados, domingos e feriados

•Qual a duração prevista ?

Produtividade + realista = $15 * 0,8 \rightarrow 12$ pf / hm

Jornada diária = $8 h * 0,8 = 6,4$ hm

Duração em horas: $1520 \text{ pf} / 12 \text{ pf} / \text{hm} \rightarrow 126,7$ hm

Duração em dias : $126,7 \div 6,4 = 19,8$ dias úteis

•Qual a data de término se o início ocorrer em 03 de maio ?

$03/\text{mai} + 19 \text{ dias uteis} = 28 / \text{mai}$

•Qual a data de início se o término deve ocorrer em 17 de junho ?

$17/06 - 19 \text{ dias uteis} = 21/05$

Métricas para o custo

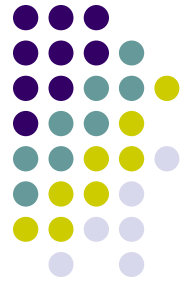


- Identificar quanto implica monetariamente:
 - Custo direto devido a realização de cada uma das atividades
 - Custos indiretos das demais desembolsos
- Comportamento do custo da mão-de-obra



Variação:

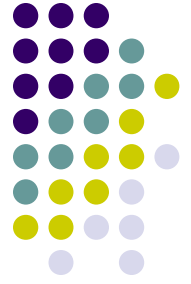




Métricas para custo

- **Custos indiretos envolvidos:**
 - Estrutura da área de TI:
 - equipamentos e materiais de consumo
 - assessoria, consultoria, auditoria, treinamentos
 - Estrutura da empresa:
 - Utilidades, administração, instalação
 - Estrutura do atendimento do projeto:
 - Locomoção, estadia
 - Seguros, eventuais e imprevistos
 - Qualidade e da falta da qualidade:
 - falhas internas e externas, avaliação da qualidade

Métricas para custo



- **Métricas primárias:**

- Custo total do projeto ou por fase do projeto
- Custos imprevistos
- Custos de ociosidade
- Custos de retrabalho e de modificações

- **Métricas secundárias:**

- Custo do projeto por unidade de tamanho do projeto
- Curva de variação de custos
- Custos reais x orçados x replanejados
- Redistribuição dos custos



Métricas para custo

- **Valor do trabalho efetuado:** análise do trabalho efetuado e comparação com o valor orçado e o realizado.
- **Motivo:** **síndrome dos 90%** - os primeiros 90% do trabalho consomem 90% do tempo disponível e os últimos 10 % consomem outros 90%.

$$\text{Valor do trabalho feito (VTF)} = \text{custo planejado (CP)} \times \% \text{ do trabalho feito (PTF)}$$

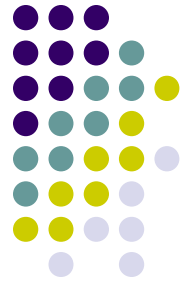


- Comparação do valor do trabalho feito (VTF) **vs:**

Custo Realizado (CR) → mostra a intensidade da ultrapassagem do orçamento inicial.

Custo Planejado (CP) → mostra a velocidade de projeto

Métricas para custo



● **Proporção do custo realizado :** permite analisar o grau de controle financeiro do projeto face ao orçamento

$$\text{proporção de custo realizado (PCR)} = \frac{\text{custo realizado (CR)}}{\text{custo planejado (CP)}}$$



Análise do PCR: mostra se os gastos estão sob controle ou se o orçamento inicial está sendo ultrapassado:

- Se $\text{PCR} > 1 \rightarrow$ o orçamento está sendo ultrapassado
- Se $\text{PCR} < 1 \rightarrow$ o projeto está ainda sob controle;

Métricas para custo



- **Proporção do custo do trabalho realizado :** permite analisar a tendência de controle ou perda de controle

$$\text{proporção de custo do trabalho realizado (PCTR)} = \frac{\text{custo realizado (CR)}}{\text{valor do trabalho realizado (VTE)}}$$

Análise do PCTR: mostra a tendência:

- Se PCR > 1 → a tendência é não respeitar o orçamento
- Se PCR < 1 → a tendência é permanecer dentro dos limites;

Métricas para custo



Um projeto foi planejado para ter 10 atividades, com duração prevista de 1 mês cada, a um custo unitário de \$ 10. Após 4 meses, apurou-se que somente 3 atividades tinham sido realizadas a um custo unitário de \$ 15. Conclusões ?

CP (Custo Planejado) = 4 meses x \$ 10 = \$ 40

CR (Custo Real) = 3 meses x \$ 15 = \$ 45

PTF (Percentual de Trabalho Feito) = 3 atividades de um total de 4 atividades = 75 %

VTF (Valor do Trabalho Feito) = PFT x CP = 75 % x \$ 40 = \$ 30

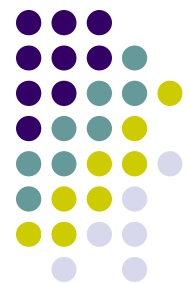
$$\text{PCTR} = \frac{\text{CR}}{\text{VTF}} = \frac{45}{30} = 1,5$$

$$\text{PCR} = \frac{\text{CR}}{\text{CP}} = \frac{45}{40} = 1,12$$

Métricas para as pessoas



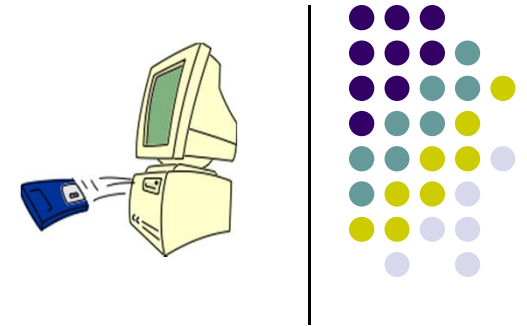
- O objetivo é evidenciar a **situação presente** e a **tendência** dos recursos pessoais. Tendência: rotular **pessoas x problemas**.
- **Métricas primárias :**
 - Diversidade de conhecimentos (técnicos, metodológicos, ...)
 - Profundidade dos conhecimentos (Quantidade de detalhes conhecidos e Aplicação dos conhecimentos)
 - Quantidade de problemas entregues x resolvidos
 - Ocupação – lotação do tempo disponível
- **Métricas secundárias :**
 - Capacidade para resolver problemas
 - Índice de assertividade na solução de problemas
 - Capacidade para receber/transmitir conhecimentos
 - Índice de presença, disponibilidade e ociosidade



Métricas para as pessoas

| | | | | |
|----------------------------------|--------|----------------------|------------------------|------------------------------|
| Perspectiva a <u>longo prazo</u> | Ruim | Despedir | Aguardar | Horas extras Subcontratar |
| | Normal | Reduzir / Treinar | Aguardar | Horas extras Subcontratar |
| | Boa | Treinar | Contratar e treinar | Contratar |
| | | Ruim | Normal | Boa |
| Perspectiva a <u>curto prazo</u> | | | | |

Métricas para o Produto

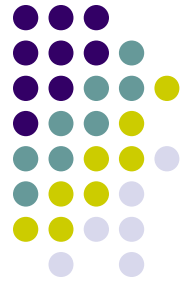


- **Métricas primárias:**

- Tamanho do software: pronto (**acervo**); a ser desenvolvido (**estimativa**); a ser modificado (rearranjo do conteúdo)
- Quantidade de defeitos por origem ou complexidade. Acesso e segurança
- Quantidade manutenções, usuários, versões ativas
- Utilidade (confiabilidade, consistência, robustez) e usabilidade do produto (legibilidade, eficiência, agradabilidade)

- **Métricas secundárias:**

- Qualidade do produto
- Estimativa de durabilidade
- Comportamento dos defeitos
- Taxa de inovação: novas funcionalidades



Métricas para o Produto

Linhas de código - K lines of code (Kloc)

- Criada na década de 70
- Tem por base a quantidade linhas do código fonte de todos os programas de um sistema.
- Apresenta alta correlação com o tempo de desenvolvimento
- Pré-requisitos:
 - Estabilidade do ambiente em termos de linguagem utilizada
 - Estabilidade da capacidade da equipe de desenvolvimento
 - Estabilidade dos procedimentos de programação quanto à arquitetura dos códigos

Métricas para o Produto

Análise de pontos de função (APF)



Criado em 1979 por Allan J. Albrecht (IBM)

- Padrão internacional:
 - Parte 1 → ISO/IEC 14143-1:1998 (jun, 1998)
 - Parte 2 → Committee Draft (CD)
 - Partes 3,4 e 5 → Padrão ISO/IEC 20296
- Medir a quantidade de funcionalidades sob o ponto de vista do usuário
- Permite calcular:
 - Estimativa, Acervo e Modificações de projetos
- Independência do ambiente computacional
- Críticas quanto aos 14 fatores de ajuste

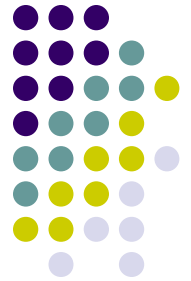
Métricas para o Produto

Pontos de Caso de Uso



- Criado em 1993 por Gustav Karner (Rational)
- Dificuldades:
 - inexistência de padronização dos formatos, nas especificações e formalização dos casos de uso
 - representar a visão que um ator têm de um sistema, principalmente quando um sistema tem estados diferentes
 - complexidade intrínseca do desenvolvimento
- Utilizado para estimativas do esforço e tamanho da equipe
- Contagem dos atores e dos casos de uso
- Os fatores ambientais consideram apenas a relação desenvolvedor x ambiente

Métricas de Clientes



Objetivo: Medir e acompanhar o atendimento às necessidades dos clientes e usuários

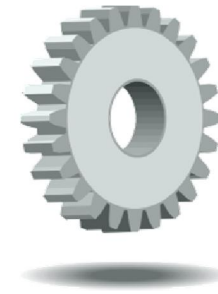
- **Métricas primárias:**

- Quantidade de reclamações
- Satisfação = $\text{Realizado} - \text{Expectativa}$
- Quantidade/ Expectativas de novos projetos
- Tolerância a falhas (antiguidade como cliente/usuário)

- **Métricas secundárias:**

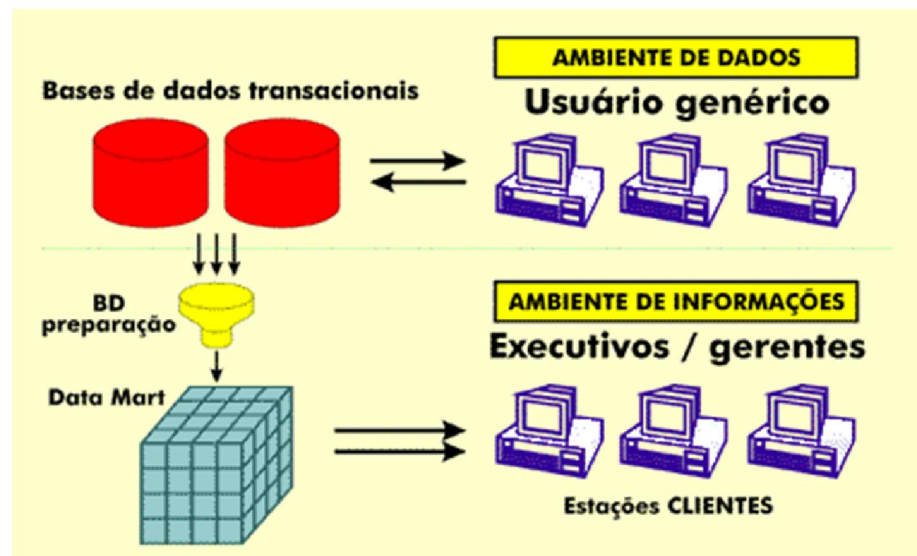
- Índice de atendimento satisfatório
- Tendência ao desenvolvimento de novos serviços
- Tendência de capacitação tecnológica

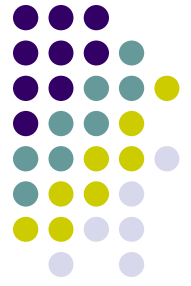
Métricas do Processo



- **Objetivos:**

- Acompanhamento do processo de desenvolvimento
- Acompanhamento com a aprendizagem do processo
- Acompanhamento da taxa de perfeição
- Acompanhamento da atualidade tecnológica





Métricas do Processo

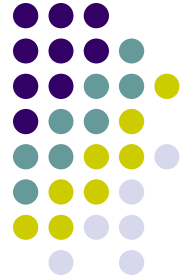
- **Métricas primárias:**

- Mapeamento dos métodos de desenvolvimento/tecnologias utilizadas
- Mapeamento da infra-estrutura existente/necessária
- Introdução de novos métodos (histórico)
- Capacitação metodológica e tecnológica da equipe

- **Métricas secundárias:**

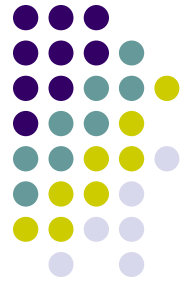
- Tamanho: estimado x entregue
- Produtividade do desenvolvimento total e por fase
- Eficiência na remoção de defeitos
- Densidade de defeitos total, por fase, por equipe, por tipo de negócio, por ambiente computacional
- Impacto na introdução de novas metodologias
- Confiabilidade na entrega

Métricas de Gestão



- **Objetivos:**

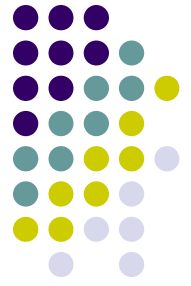
- Prover um mapeamento sobre a melhoria dos processos implantados
- Indicar a qualidade da mão de obra
- Indicar os níveis de satisfação dos clientes e usuários
- Indicar os níveis de investimento e despesas com tecnologia da Informação
- Medir a eficácia do uso da tecnologia



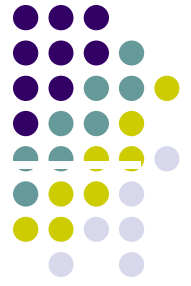
Métricas de Gestão

- **Métricas secundárias:**
 - Estabilidade dos processos de desenvolvimento
 - Taxa de melhoria do domínio de novas metodologias e tecnologias
 - Índice de satisfação dos colaboradores / usuários
 - Taxa de inovação tecnológica
 - Tendências da produtividade
 - Tendência da qualidade
 - Contribuição no ROI
 - Índice de aderência às estratégias empresariais
 - Crescimento da demanda por TI

MODELOS DA QUALIDADE



- CMM (Capability Maturity Model)
- CMMI (Capability Maturity Model Integration)
(por estágio / contínuo)
- MPS.BR (Melhoria de Processos do Software Brasileiro)
- ISO 15504 (SPICE) e ISO 12207



Bibliografia

- GARVIN, David A. *Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- KANTORSKI, Gustavo. Material da Disciplina de Qualidade e Auditoria de Software. Ulbra, Santa Maria. 2008.
- PRESSMAN, Roger S. Engenharia de Software. São Paulo: Makron, 2002.
- TONINI, Antonio Carlos. Métricas de software. Material de Aula, 2004
- WEBER, K. ROCHA, A. NASCIMENTO, C. Qualidade e Produtividade em software. São Paulo: Makron Books. 2001.