

*Universidade de Brasília*  
*Faculdade Gama*  
*Engenharia de Software*



**UnB**

**Disciplina: 203291 – MED / Medição e Análise**

**As Métricas Fundamentais**

**Aula baseada no material do Prof. Ricardo Ajax**

**Elaine Venson**

*elainevenson@unb.br*

# Agenda

---

- Apresentar um conjunto de métricas consideradas como fundamentais por várias abordagens.

Termo de pesquisa na literatura

***Five Core Metrics***

# Métricas fundamentais

---

- A maioria das abordagens e autores trabalham com um conjunto de métricas que consideram como fundamentais (*core metrics*)
- São métricas focadas na gestão de projetos e qualidade
- Abordagens/autores
  - PSM (*information categories / measurable concepts*)
  - GSM-IFPUG (*common measures*)
  - Five *core metrics* (Putnam)
  - NASA *core metrics*
  - SEL *core metrics*
  - DoD *core metrics*
  - .....

# Métricas fundamentais

---

- Conforme *Putnam and Myers* destacam no livro ‘5 core metrics’:

“Alguém desenvolve um **produto** de **qualidade** aceitável, com um determinado **esforço** em um determinado **tempo.**”

- O relacionamento entre produto (tamanho), qualidade, esforço e tempo é determinado pela **produtividade**, que também deve ser medida.

# **Categorias de Informação/ conceitos mensuráveis (PSM)**

---

- Duração (calendário) e progresso
- Recursos e custo
- Tamanho do produto e estabilidade
- Qualidade do produto
- Performance dos processos
- Efetividade da tecnologia
- Satisfação do cliente

# Common Measures (GSM-IFPUG)

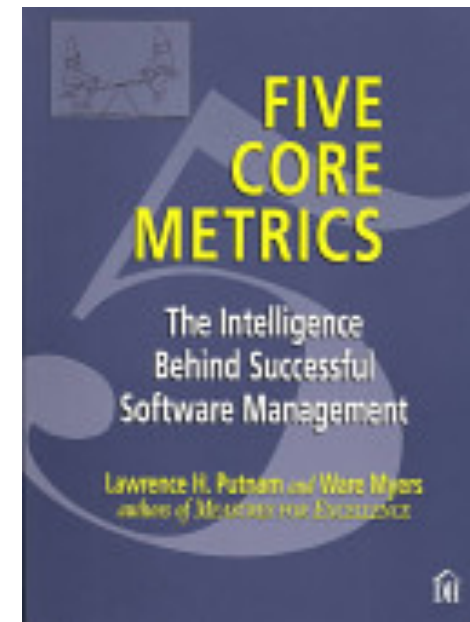
---

- Tamanho
- Defeitos
- Esforço
- Duração
- Custo
- Satisfação do cliente

# Five core metrics - Putnam

---

- Tamanho
- Produtividade
- Duração
- Esforço
- Confiabilidade (*reliability*)



# NASA Core Metrics

---

- Tamanho
- Equipe alocada (esforço-mês)
- Estabilidade de requisitos
- Progresso do desenvolvimento
- Casos de teste finalizados
- Densidade de defeitos
- Confiabilidade



# USAF Core metrics

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração (calendário)
- Qualidade do produto
- Retrabalho

# Métricas comuns na maior parte das abordagens

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração
- Custo
- Progresso
- Qualidade
  - Satisfação Cliente
  - Defeitos
  - Confiabilidade

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração
- Custo
- Progresso
- Qualidade

# Métricas de tamanho

---

- Presentes em todas as abordagens de medição citadas
- Serve como variável chave para vários modelos de estimativas (esforço, prazo, custos)
- Serve para normalização permitindo comparações entre projetos.
  - Ex.: densidade de falhas = num falhas/ tamanho
- É considerada uma **medida básica** na nomenclatura da ISO-15939 (Systems and software engineering -- Measurement process)
- Quando o tamanho é apurado junto com o esforço permite elaborar medidas derivadas de produtividade e posteriormente indicadores

# Métricas de tamanho

---

- Não existe uma métrica única que sirva para todo tipo de projeto
- Existem tipos diferentes de métricas que são adequadas a diferentes situações
- Exemplos:
  - Pontos de Função
  - Linhas de Código
  - Pontos de Caso de Uso
  - Cosmic Function Points
  - .....

# Métricas de tamanho

---

- São medidas básicas de um atributo (tamanho) do software
- Como medida básica não é um indicador, nem é passível de análises sem estar combinada com outras medidas básicas e modelos de estimativas
- É usada principalmente para apoiar estimativas, normalizações, e no cálculo de medidas derivadas e indicadores

# Métricas de tamanho e outras métricas

- Não dá para analisar Esforço, Duração e Custos, sem uma medida de tamanho. Esforço para fazer o que?
- Não dá para fazer comparações entre projetos sem algum tipo de normalização. Como comparar produtividade, defeitos, falhas, entre projetos, sem ter alguma medida que normalize estas informações?
- Também não dá para fazer comparações entre partes de um mesmo projeto, ou até avaliar se a qualidade é a desejada, sem esta medida. Como comparar resultados de um Caso de Uso com outro? De um módulo de código com outro?

**As análises e estimativas possíveis que um grupo de medições pode fazer ficam muito enfraquecidas e muitas vezes sem sentido, sem uma medida de tamanho**

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração
- Custo
- Progresso
- Qualidade



# Métricas de Esforço

- **Tipo:** Medida básica
- **Descrição:** Representa a contagem do número de horas que uma ou mais pessoas utilizaram para executar um determinado projeto. Pode ser estruturada por produto ou por tarefas.
- **Coleta:**
  - Define-se a menor granularidade desejada para a coleta e diferentes formas de agregação. Ex: tarefas, atividades, macro atividades, fases, projeto.
  - Registra-se as horas utilizadas associando o elemento de menor granularidade estabelecido. O número de horas de “outras” atividades não deve ser contabilizado nas atividades específicas do projeto. Ex.: treinamentos, viagens, reuniões gerais, ...
- **Cálculo:** A soma das horas de cada pessoa para o elemento da granularidade escolhida, conforme critérios de agregação.
- **Unidade da medida:** pessoas-mês ou pessoas-hora

# Métricas de Esforço

---

- **Usos das medidas de esforço (1):**
  - Gerar históricos do esforço nos projetos, para estimativas futuras de esforço, duração e custo;
  - Conhecer a produtividade (medida derivada) da equipe no projeto. PFs/Hora;
  - Usar como medida básica para responder objetivo de melhoria da produtividade;
  - Medidas de esforço x tempo (dias) servem para fazer um histórico (curva) do tamanho médio da equipe alocada ao projeto ao longo do ciclo de vida do projeto. Esta curva serve para futuras estimativas de tamanho de equipe em futuros projetos.

# Métricas de Esforço

---

- **Usos das medidas de esforço (2)**
  - Usar em indicadores e análises de monitoração dos projetos e processos.
    - Até o marco X o esforço planejado era de  $n$  pessoas-hora, qual foi o real medido? Qual a diferença? Está fora da faixa de tolerância? Estamos usando mais horas que o planejado?
  - Usadas em indicadores da precisão das estimativas de esforço;

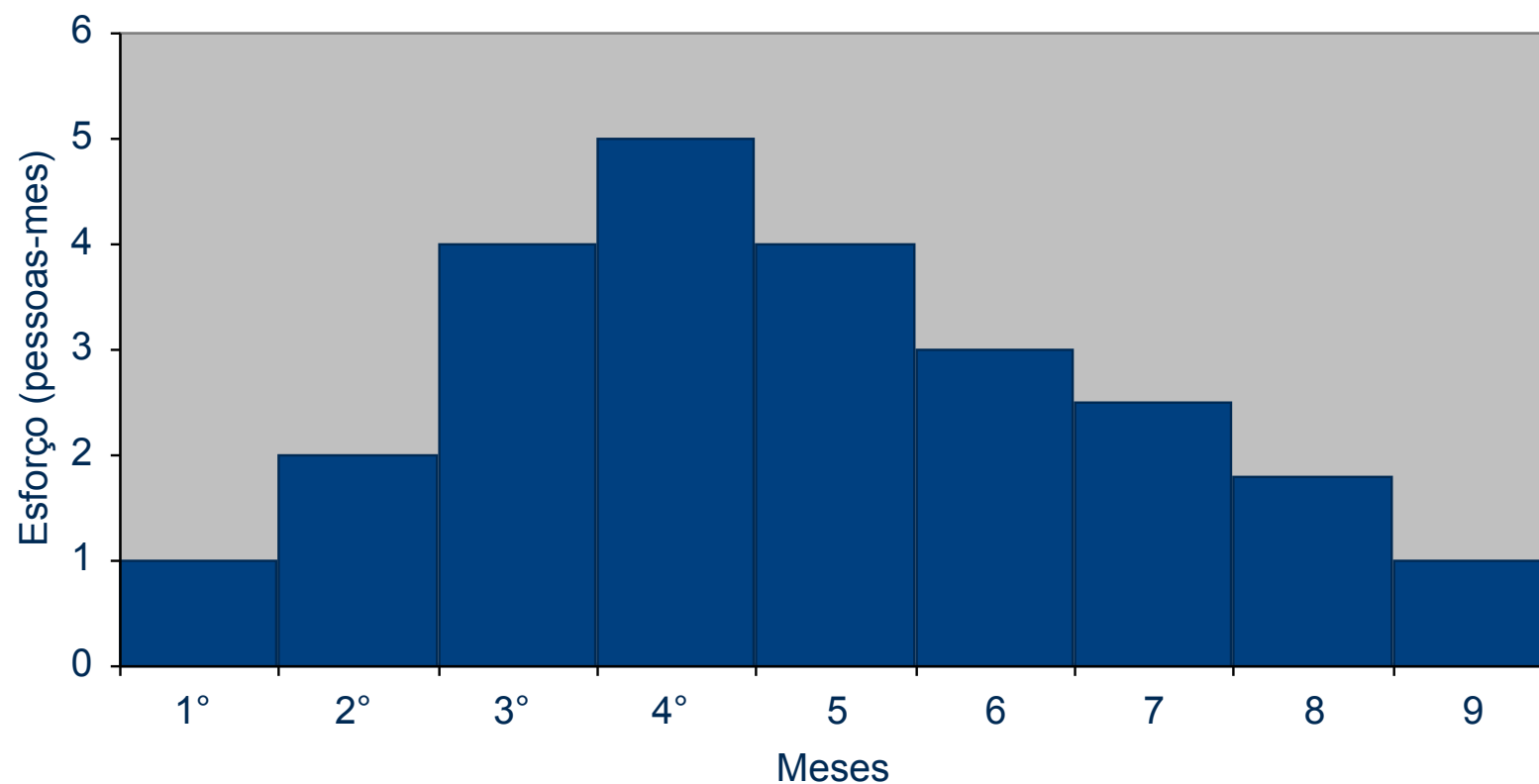
# Métricas de esforço

---

- Definição da métrica não é o problema;
- O problema é a operacionalização para se obter dados confiáveis;
- É uma métrica que requer especial atenção ao lado humano da questão, e isto envolve algo mais que conhecimento técnico sobre medição e análise;
- Sua implantação deve ser conduzida com um bom planejamento, envolvendo palestras, cursos (modelos de estimativas), estudos de casos, projetos piloto, para depois institucionalizar;
- Quanto menor for a sua granularidade maiores serão as possibilidades de uso em estimativas e outras análises.

# Métricas de Esforço

Distribuição típica do esforço



Comportamento de uma curva Rayleigh

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho
- Esforço
- **Duração**
- Custo
- Progresso
- Qualidade

# Métricas de Duração

---

- **Tipo:** Medida básica
- **Descrição:** Representa o tempo de calendário (duração) para a execução das atividades do projeto.
- **Coleta:** Define-se a menor granularidade desejada para a coleta e diferentes formas de agregação.
  - Ex.: A fase só é considerada concluída após todos os artefatos estarem liberados pela área de qualidade.
  - Registra-se a data de início e a de conclusão.
- **Cálculo:** Intervalo entre a conclusão e o início, conforme granularidade e unidade de medida.
- **Unidade da medida:** Dias, Semanas, Meses.

# Métricas de Duração

---

- **Usos para as medidas de duração**
  - Gerar históricos da duração dos projetos, para estimativas futuras;
  - Usar em indicadores e análises de monitoração dos projetos.
    - Até o marco X a duração planejada era de 3 meses, qual foi a real medido? Qual a diferença? Está fora da faixa de tolerância? Estamos levando mais tempo que o planejado?
  - Usadas em indicadores da precisão das estimativas de duração (cronograma)



# Métricas de Duração

## **Critérios para caracterizar o encerramento (atividade, fase, ...):**

- Devem ser definidos critérios bem claros para caracterizar quando que uma determinada atividade, macro atividade ou fase está efetivamente concluída, para se apurar a duração.
- É quando o executor da atividade declara que concluiu? É somente após o OK da área de qualidade? E se a área de qualidade demorar muito para avaliar, isto soma na duração da atividade que produziu? E o retrabalho?
- A fase só está concluída após 100% dos artefatos estarem aprovados? Ou bastam que os principais para começar a nova fase estejam liberados?
- Não existe solução única para estas questões, o que importa é que a organização deve definir os critérios e ser uniforme em todos os projetos, permitindo comparações e estimativas.

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração
- **Custo**
- Progresso
- Qualidade

# Métricas de Custo

---

- **Tipo:** Medida derivada (indireta)
- **Descrição:** Representa o custo para se executar um projeto, ou partes deste.
- **Cálculo:** Convertendo o esforço em horas de cada perfil profissional, multiplicando pelo seu custo, somando com outros custos (infraestrutura p/ o projeto, treinamentos, custos administrativos do projeto,....
- **Unidade da medida:** R\$-Reais, U\$,.

# Métricas de Custo

## Custo da hora do profissional

- Supondo um profissional com salário bruto de R\$ 5.000,00, calcular o custo aproximado da hora de trabalho
  - Custo mensal aproximado = Salario bruto x (impostos + encargos)= 5000 x 1,85= R\$ 9.250,00
  - Considerando um mês de 22 dias úteis, teremos o custo diário de R\$ 420,45
  - Considerando um dia de 8 horas úteis, teremos o custo da hora em aproximadamente R\$ 52,50
- Para cada perfil profissional calcula-se o custo aproximado da hora
- Periodicamente (mensalmente,..) após a coleta das medidas de esforço é feita a multiplicação do valor da hora pelo número de horas trabalhadas no projeto

# Métrica de Custo

## Dificuldade nas medidas de custo

- Profissionais que apoiam vários projetos simultaneamente;
- Profissionais que estão em um nível organizacional (métricas, processos, ..) cujas atividades podem estar relacionadas a vários projetos simultaneamente;
  - Sugestão: ratear mensalmente de forma proporcional ao tamanho de cada projeto em andamento
- Como considerar o custo das horas que não são diretamente associáveis a um único projeto?
  - O profissional passou 4 dias em um congresso (custo pelas horas não trabalhadas =  $4 \times R\$420 = R\$ 1680,00$ ). O Ideal é que isto seja considerado como investimento da organização na capacitação de seus profissionais, entrando no cálculo da operação como um todo, mas não em um projeto específico.
  - As horas utilizadas em reuniões departamentais

# Métrica de Custo

---

- Medir custos de projetos é um bom exercício para se começar a aprender a estimar e calcular preço de projetos;
- Muitas organizações não gostam de apurar os custos por projeto pois trabalham com margens de lucro muito altas, ou às vezes assumem projetos que darão prejuízo (“para ganhar o cliente”, ..), e não querem que os funcionários tenham conhecimento destes valores.

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho
- Esforço
- Duração
- Custo
- **Progresso**
- Qualidade

# Métricas de Progresso

- **Tipo:** Indicador
- **Descrição:** Representa como está o andamento do projeto (ou processo) em relação ao planejado (estimado). Mostra se o projeto está atrasado, no prazo, ou adiantado. Pode ser focado em atividades ou produtos.
- **Cálculo:** utiliza para o cálculo as seguintes medidas e estimativas:
  - Data prevista para conclusão da atividade/etapa/fase (estimativa)
  - Data real de conclusão da atividade/etapa/fase (medida básica)
  - Duração (em dias) prevista para a atividade/etapa/fase (estimativa)
  - Possíveis formas de cálculo (priorizar o caminho crítico):
    - Indicador absoluto= Data prevista – Data real
    - Indicador relativo a atividade = (Data prevista – Data real)/duração estimada da atividade
    - Indicador relativo ao projeto = (Data prevista – Data real)/duração estimada projeto



# Métricas de Progresso

---

- **Periodicidade do cálculo:** automatizar para ser a menor possível.
- **Unidade da medida:** número de dias ou semanas de desvio, ou desvio relativo
- **Forma de representar o indicador:**
  - Número; Gantt chart; Run chart; desvio padrão dos desvios;

# Métricas de Progresso

---

- Em projetos iterativos, ou com muito paralelismo de atividades é complexo acompanhar o progresso por atividades, sendo indicado o progresso por produtos;
- Priorizar a monitoração de atividades ou produtos que estejam no caminho crítico;
- É muito importante que os indicadores sejam calculados rapidamente, e com as medidas básicas com uma granularidade pequena, permitindo o efetivo controle. Não dá para esperar uma grande fase acabar para saber que está atrasado.

# Métricas Fundamentais

---

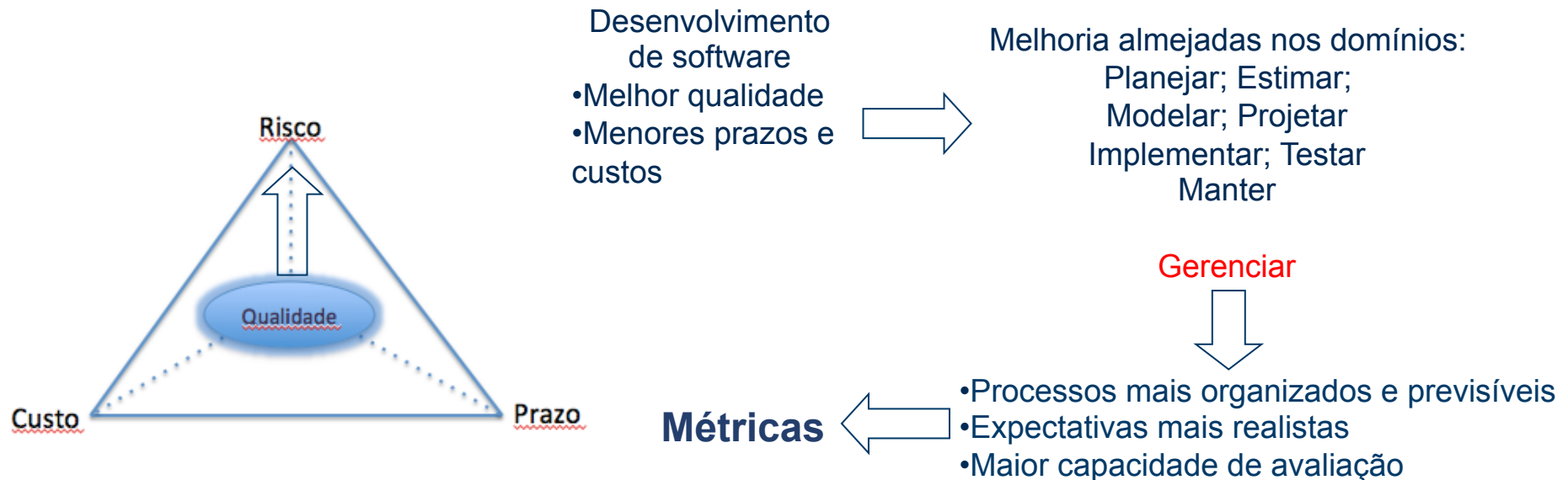
- Tamanho
- Esforço
- Duração
- Custo
- Progresso
- **Qualidade**

# Medições: uma questão de sobrevivência

Melhorar a qualidade dos produtos de software tem sido uma preocupação constante dos desenvolvedores, para diminuir os custos e riscos do projeto e aumentar a produtividade diminuindo o ciclo de vida de desenvolvimento (Solingen, Berghout, 1999)

Mas isso é difícil, pois:

- Software devem atender a ambientes de negócios que mudam constantemente;
  - Novas tecnologias são criadas a todo momento;
  - *Avaliar a qualidade não é uma tarefa trivial (Qual foco? Qual processo? Produto? Uso? Que variáveis são boas para se fazer essa avaliação?)*
- (Park et al., 1996)



# Métricas de Qualidade (Satisfação dos clientes)

- **Tipo:** Indicador (subjetivo)
- **Descrição:** Representa a percepção de clientes com o produto ou serviço.
- **Planejamento:**
  - Entender as expectativas declaradas dos clientes (SLAs, requisitos, necessidades);
  - Entender as expectativas não declaradas;
  - Usar algo como GQM para identificar o que se quer perceber;
  - Identificar critérios (eficiência, usabilidade, facilidade em aprender, eficácia, confiabilidade ....)
  - Elaborar instrumentos de coleta:
    - Planejar análises
    - Elaborar coleta piloto
    - Ajustar instrumentos de coleta

# Métricas de Qualidade (Satisfação dos clientes)

---

- **Execução:** entrevistas, questionários, workshops, ...
- **Análises:** conforme planos
- **Unidade da medida:** escalas ordinais: péssima, ruim, média, boa, ótima, com percentuais em cada faixa.
- **Forma de representar o indicador:** relatórios periódicos, com gráficos da satisfação, globais ou por critério.

# Métricas de Qualidade (Defeitos)

- Têm o objetivos de medir os defeitos em produtos em diferentes fases do projeto
- Medida básica:
  - Número de defeitos encontrados no artefato X (usando técnica Y)
- Medidas derivadas:
  - Densidade de defeitos = número de defeitos/FPs
  - Densidade de defeitos = número de defeitos/UCPs
  - Densidade de falhas = número de falhas/FPs
  - Densidade de falhas = número de falhas/KLOCs
- Exemplo de Indicador:
  - Gráfico com a densidade de defeitos/falhas por severidade com os limites desejados marcados. Limites podem ser derivados de resultados de outros projetos ou *benchmarks*.

# Métricas de Qualidade (Defeitos)

## Usos de indicadores de defeitos

- Monitorar e controlar a qualidade dos produtos;
- Monitorar o projeto. Se densidades de defeito ficarem fora das faixas esperadas gerente executa ações;
- Monitorar os processos (verificação, validação, ...);
- Pode ser utilizado como critério de qualidade em de Acordos de Nível de Serviço (ANSs), em contratações de Fábricas de Software.



# Métricas de Qualidade (Confiabilidade)

- Têm o propósito de medir uma taxa de falhas do sistema (hardware + software básico + aplicativos) em operação. É um possível indicador da qualidade do software entregue.
- Medidas básicas
  - Tamanho em PF da aplicação pronta
  - Tamanho em KLOC da aplicação pronta
  - Número de falhas no tempo (classificando severidade e causa)
- Medidas derivadas
  - Taxa de Falhas = (número de falhas/intervalo de tempo), quanto menor, melhor
  - Densidade de falhas = (número de falhas/tempo)/tamanho
  - MTBF (tempo médio entre falhas), quanto maior melhor
- Indicadores
  - Gráfico com as densidades e taxas esperadas (baseline) para um projeto deste porte e complexidade, e os valores apurados das falhas ocorridas.

# Métricas de Qualidade (Confiabilidade)

---

- É utilizado como um indicador da capacidade do processo produzir produtos que apresentem poucas falhas;
- É usado na análise da efetividade de técnicas de redução de defeitos.

# Métricas Fundamentais

---

- Tamanho (medida básica)
- Esforço (medida básica)
- Duração (medida básica)
- Custo (medida derivada)
- Progresso (indicador)
- Qualidade (indicador)