



Gerenciamento de Projetos

Métricas

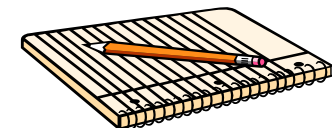
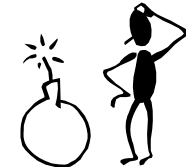
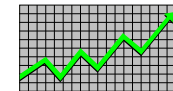
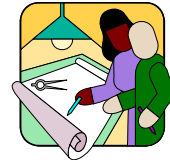
Profa. Ellen Francine

francine@icmc.usp.br

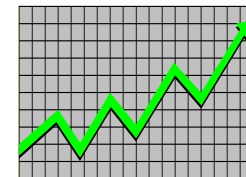
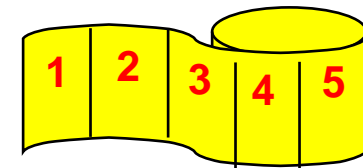
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Conteúdo

- Gerenciamento e Qualidade
- Gerenciamento de Pessoas, de Produto e de Processo
- Cronograma
- Métricas
- Estimativas
- Gerenciamento de Riscos
- Plano de Projeto de Software



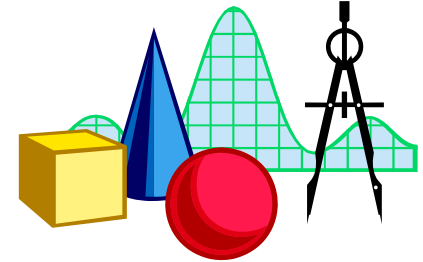
Métricas de Processo, Projeto e Produto de Software



Métricas

➤ Razões para se medir o software:

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



Métricas



- Preocupação com métricas de **produtividade** e de **qualidade**.
- Questões:
 - Qual foi a produtividade (esforço) de desenvolvimento em projetos anteriores?
 - Qual foi a qualidade do software produzido?
 - Como dados anteriores de produtividade e de qualidade podem ser extrapolados até o presente?
 - Como isso pode nos ajudar a planejar e estimar com mais precisão?

Métricas



- Referem-se a um amplo campo de medições
- Podem ser aplicadas:
 - Processo: para melhorá-lo de forma contínua.
 - Projeto: auxiliar nas estimativas, no controle de qualidade, na avaliação de produtividade e no controle do projeto.
 - Produto: qualidade do trabalho técnico.

Métricas



➤ As métricas fornecem *Indicadores*:

– *Indicadores de Processo*:

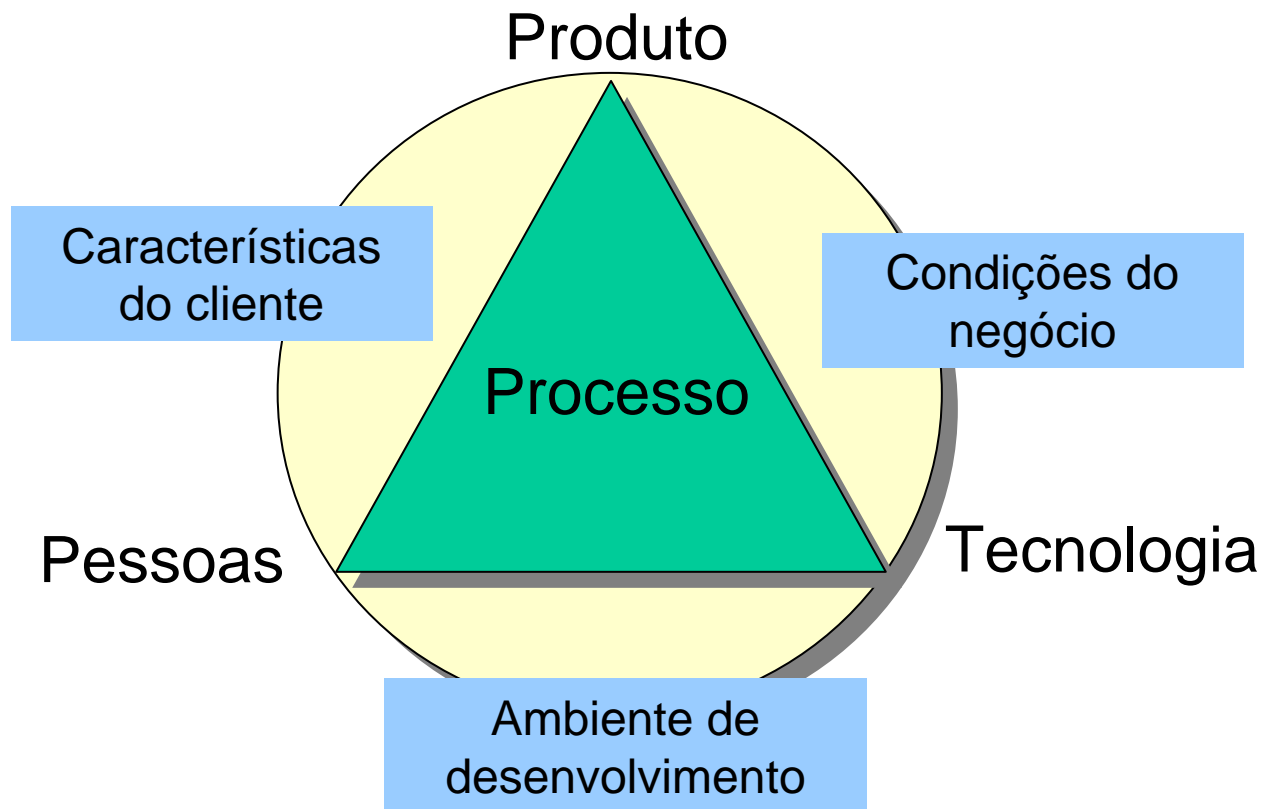
- permitem avaliar a eficácia de um processo existente;
- permitem avaliar o que funciona e o que não funciona;
- levam ao aperfeiçoamento do processo de software a longo prazo.

– *Indicadores de Projeto*:

- Permitem avaliar o status de um projeto em andamento;
- Acompanhar riscos potenciais;
- Descobrir áreas problemas antecipadamente;
- Ajustar o fluxo de trabalho;
- Avaliar a capacidade da equipe de controlar a qualidade do trabalho de software

Métricas de Processo

- Fatores que influenciam a qualidade do software e o desempenho organizacional:



Métricas de Processo



- A eficácia de um processo é medida indiretamente:
 - Defeitos descobertos antes da entrega do software;
 - Defeitos entregues aos usuários finais;
 - Produtos de trabalho entregues (produtividade);
 - Esforço humano e tempo gasto;
 - Cumprimento do cronograma;
 - etc...

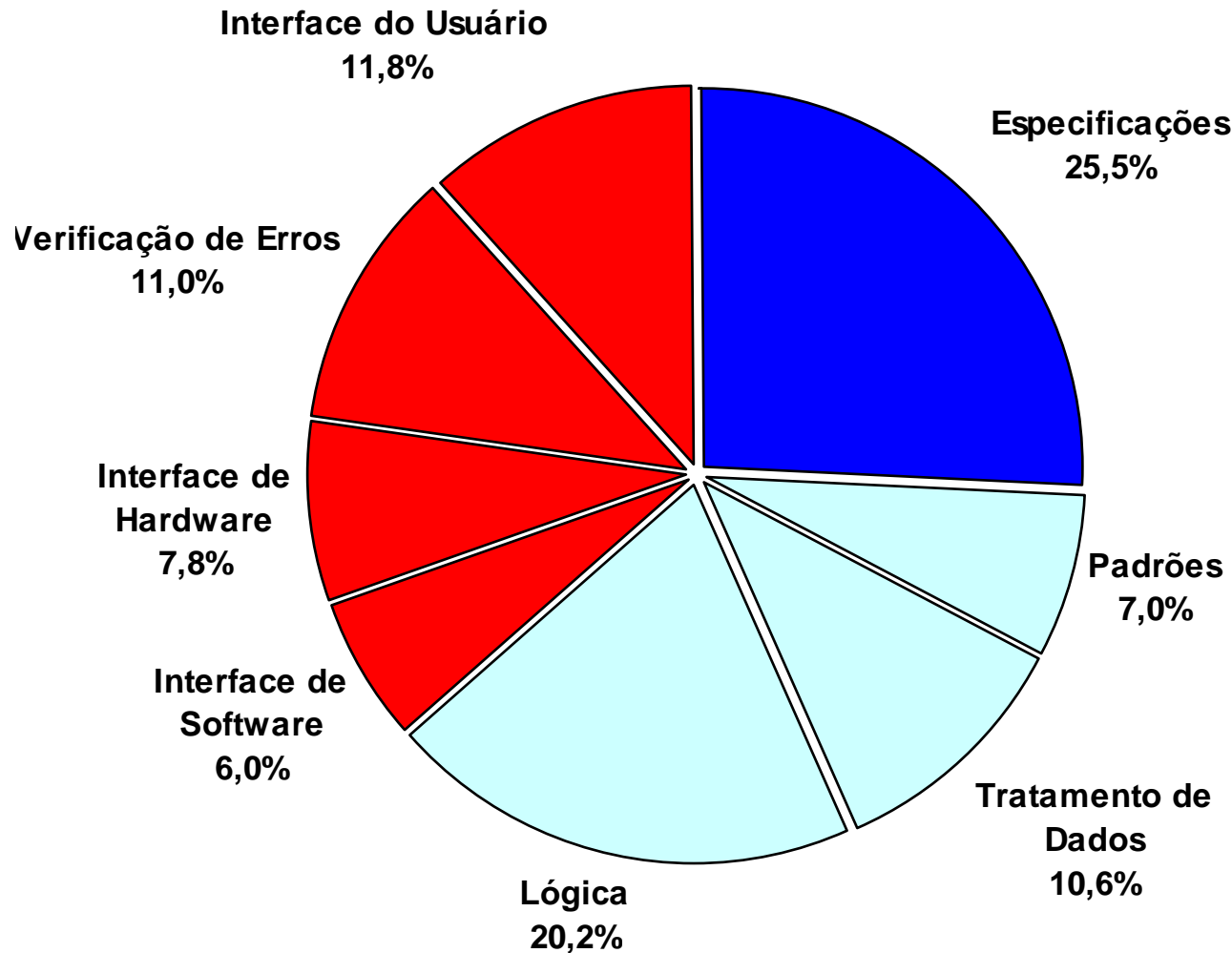
Métricas de Processo



- Com o tempo a organização acostuma-se a coletar e utilizar métricas de processo:
 - Melhoria Estatística de Software: mais rigorosa e centrada nos erros/defeitos encontrados à medida que o produto está sendo desenvolvido:
 1. Todos os erros e defeitos são categorizados por origem;
 2. O custo para correção é registrado;
 3. A quantidade de erros/defeitos de cada categoria é contada e ordenada de forma decrescente;
 4. O custo total para cada categoria é calculado;
 5. Os dados são analisados visando identificar categorias com maior custo;
 6. São desenvolvidos planos para modificar o processo, procurando eliminar classes de erros/defeitos mais dispendiosas.

Métricas de Processo

➤ Causas de defeitos e suas origens (4 projetos de software):



Métricas de Projeto



- As métricas de projeto são usadas para:
 - Minimizar o cronograma de desenvolvimento, fazendo ajustes necessários (evitar atrasos e riscos).
 - Avaliar a qualidade do produto durante a sua evolução, modificando a abordagem técnica quando necessário.

Métricas de Projeto



- Servem para adaptar o fluxo de trabalho e atividades técnicas do projeto.
- Aplicadas inicialmente durante a **definição de estimativas**, através do uso de informações de projetos passados (duração, custo...)
- Aplicadas durante o projeto para **controlar o progresso**
 - Durante a evolução do projeto são empregadas várias métricas:
 - Taxa de produção (páginas de documentação, horas de revisão, pontos por função, linhas de código liberadas);
 - Erros descobertos ...

Métricas de Software

MEDIDAS DO SOFTWARE



MEDIDAS DIRETAS

- Custo
- Esforço (Pessoas-Mês)
- Linhas de Código
- Velocidade de Execução
- Memória
- Nro de Erros



MEDIDAS INDIRETAS

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

Métricas de Software

➤ Exemplo:

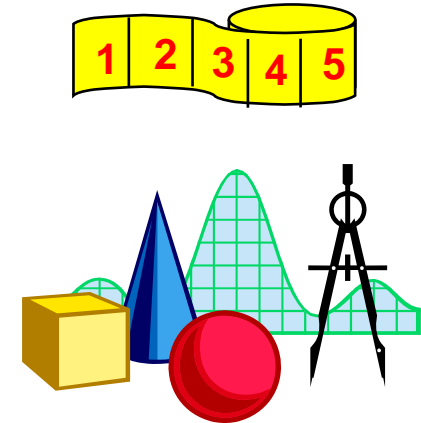
“Dois times de projeto de software diferentes registram todos os erros encontrados durante o processo de engenharia de software. Time A encontrou 342 erros durante o processo e o Time B encontrou 184 erros. Qual time é mais eficaz para descobrir erros durante o processo de desenvolvimento?”

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

➤ Métricas

- Orientadas a Tamanho
- Orientadas à Função
- de Qualidade de Software



Métricas de Software



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

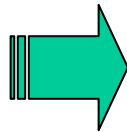
KLOC - Thousand Lines of Code

Métricas de Software

MÉTRICAS ORIENTADAS AO TAMANHO LOC/KLOC

projeto	esforço	\$(000)	KLOC	pags.docum.	erros	pessoas
projA-01	24	168	12.1	365	134	3
projB-04	62	440	27.2	1224	321	5
projC-03	43	314	20.2	1050	256	6

MÉTRICAS DERIVADAS



PRODUTIVIDADE = KLOC / pessoas-mês

QUALIDADE = erros / KLOC

CUSTO = \$ / KLOC

DOCUMENTAÇÃO = pags.docum. / KLOC

Métricas de Software

➤ Resultados da Aplicação da Métrica

projeto	Produtividade	Qualidade	Custo	Documentação
projA-01	0,50	11,07	13,0	30,2
projB-04	0,44	11,80	16,2	45,0
projC-03	0,47	12,67	15,5	51,9

Métricas de Software

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

Métricas de Software



MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO

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

Concentra-se na **funcionalidade** ou **utilidade** do software.

Exemplo: **PF** = ponto-por-função

(Albrecht 1979)

Métricas de Software



MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO

Um **ponto de função** é uma unidade de medida para expressar a **quantidade de funcionalidade** que um sistema de informação fornece a um usuário.

- Reconhecida pela ISO para estimar o tamanho de um sistema de informação baseando-se na funcionalidade que é percebida pela usuário do sistema, independentemente da tecnologia usada para implementá-lo.

Métricas de Software

MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO

International Function Point Users Group (IFPUG)

<http://ifpug.org/>

Brazilian Function Point Users Group (BFPUG)

<http://www.bfpug.com.br/>

**Netherlands Software Metrics Users Association
(NESMA - NEFPUG)**

<http://www.nesma.nl/english/>

Métricas de Software



CONTAGEM POR PONTOS DE FUNÇÃO

- Técnica utilizada para medir o tamanho do software através da quantificação da **funcionalidade** do processamento da aplicação.
- Vantagem:
 - Possibilidade de estimar a dimensão de projetos desde as primeiras fases de **análise e projeto** de sistemas, quando se dispõe de poucas informações sobre o sistema.

Métricas de Software



CONTAGEM POR PONTOS DE FUNÇÃO

Os PFs são derivados usando uma relação **empírica** baseada em medidas de **informações** e **complexidade** do software.

Contagem por Pontos de Função



- Cinco tipos de componentes **lógicos** ou **funções da aplicação** afetam de formas distintas o tamanho de um sistema:

- do tipo dados:

- Arquivos Lógicos Internos – **ALI**
- Arquivos de Interface Externa – **AIE**

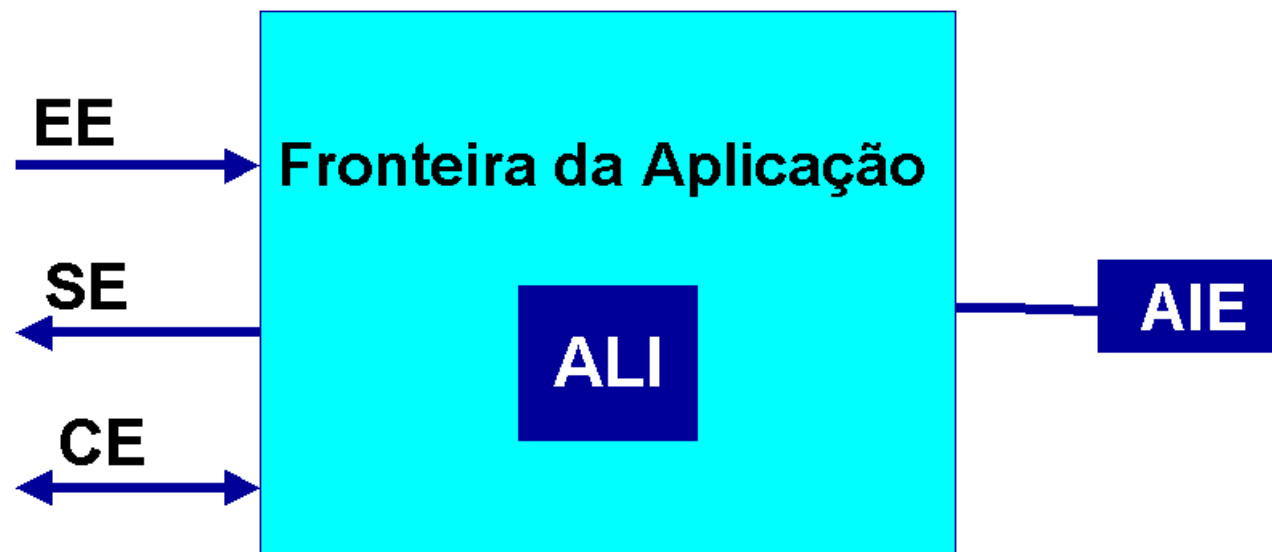
- do tipo transações:

- Entradas Externas – **EE**
- Saídas Externas – **SE**
- Consultas Externas – **CE**

PF - PASSO 1

Identificar os componentes lógicos

- Para se determinar os componentes lógicos, primeiramente deve-se determinar a Fronteira da Aplicação.



EE- Entradas Externas

CE- Consultas Externas

AIE- Arquivo de Interfaces Externas

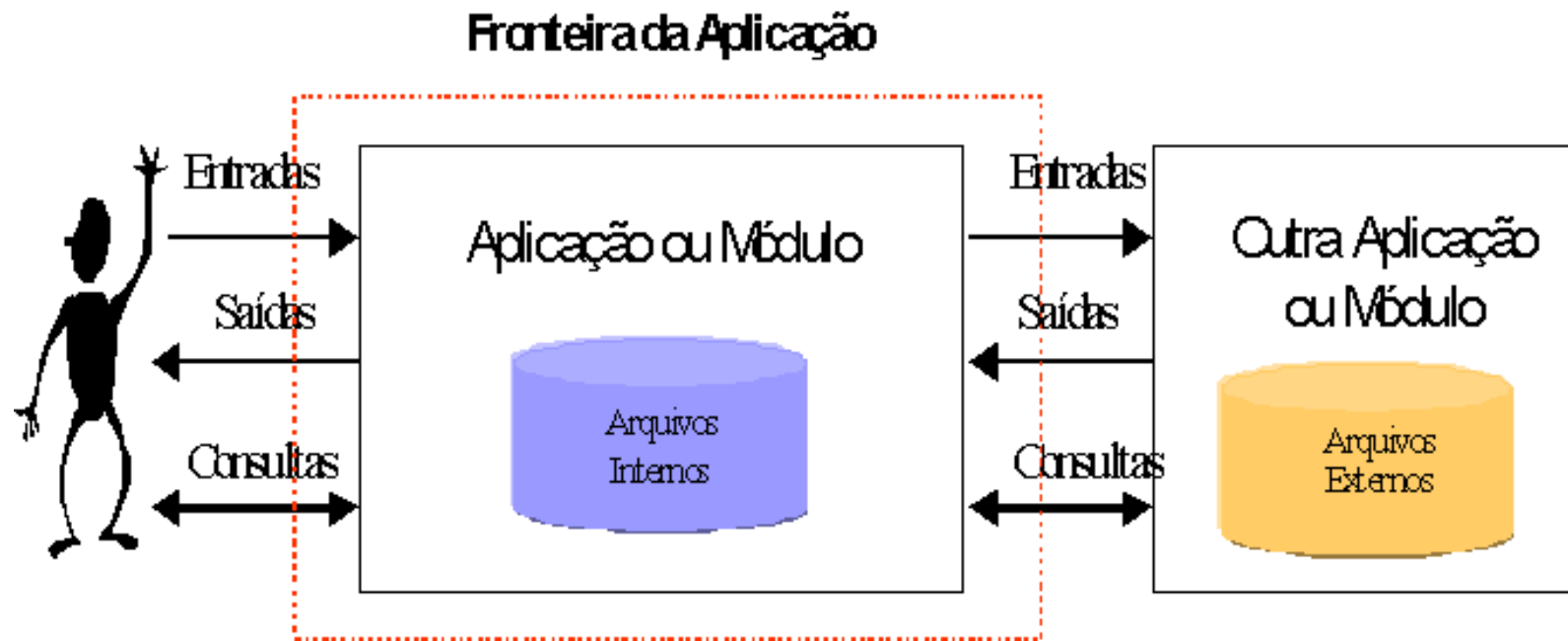
SE- Saídas Externas

ALI- Arquivo Lógicos Internos

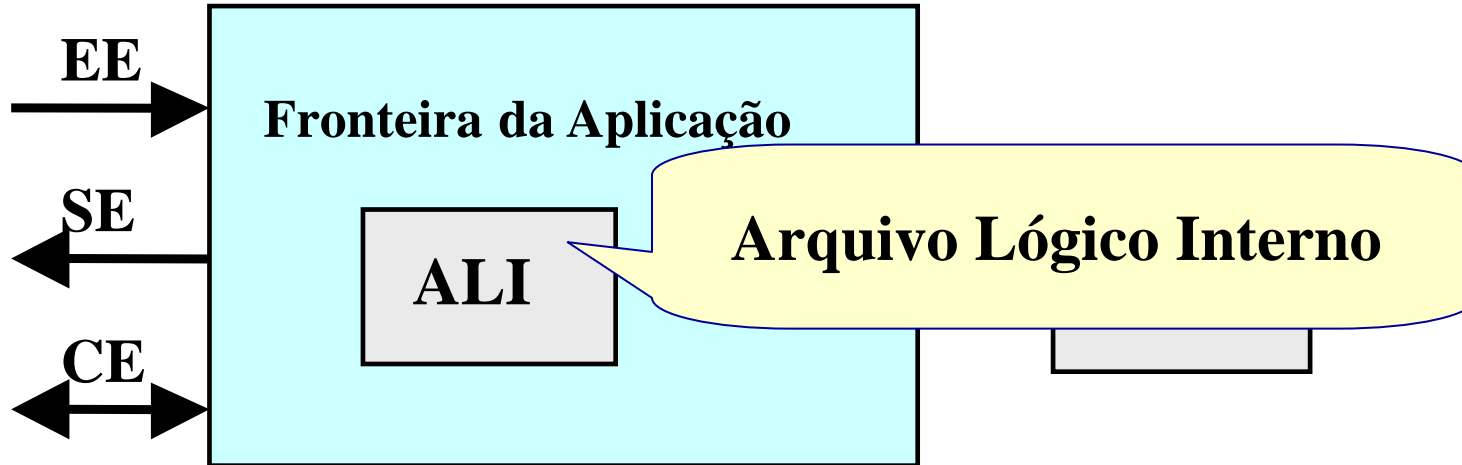
PF - PASSO 1

Identificar os componentes lógicos

- A fronteira da aplicação é a linha que separa o projeto ou aplicação que está sendo contada de outras aplicações ou sistemas da organização.

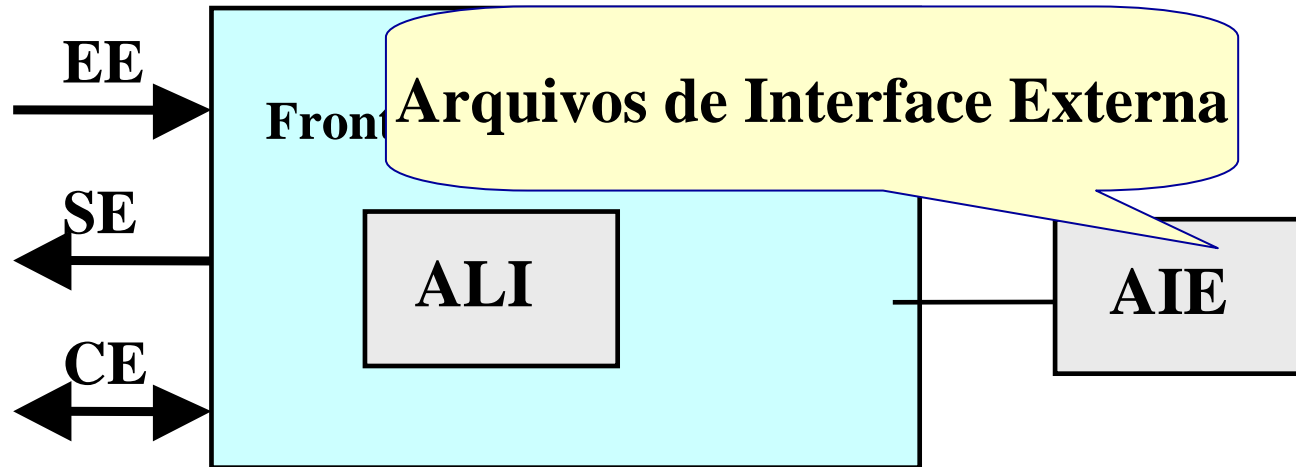


Arquivos Lógicos Internos - ALI



- Um **Arquivo Lógico Interno** (ALI) é um grupo de dados logicamente relacionados, ou informações de controle, identificados e modificados pelo usuário e mantidos dentro das fronteiras da aplicação que está sendo contada.
 - Ex.: Cadastro de clientes, cadastro de produtos, cadastro de funcionários, ...

Arquivos de Interface Externa - AIE



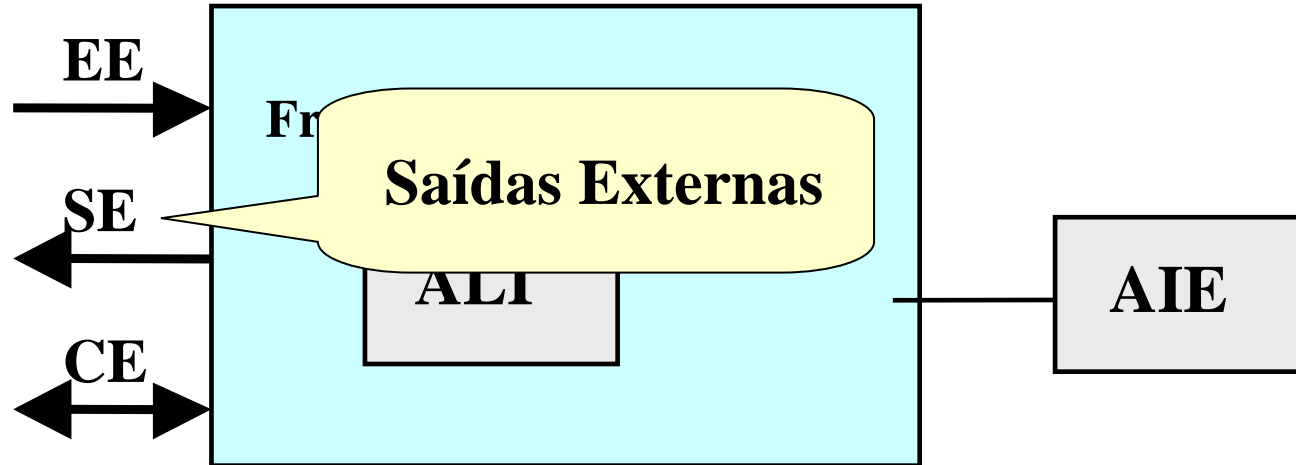
- Um [Arquivo de Interface Externa](#) (AIE) é um grupo de dados logicamente relacionados, ou informações de controle, utilizados no sistema que está sendo analisado, mas que são mantidos fora da fronteira da aplicação que está sendo contada.
 - Ex.: Histórico de clientes (10 produtos mais comprados no ano, total de compras no ano, total de compras no mês, total de compras no ano anterior, ...)

Entrada Externa - EE



- Uma **Entrada Externa (EE)** é qualquer função ou transação que leva dados ou informações de controle de fora para dentro da fronteira da aplicação.
 - Ex. Inclusão de cliente, alteração de produto, exclusão de funcionário, ...

Saída Externa - SE



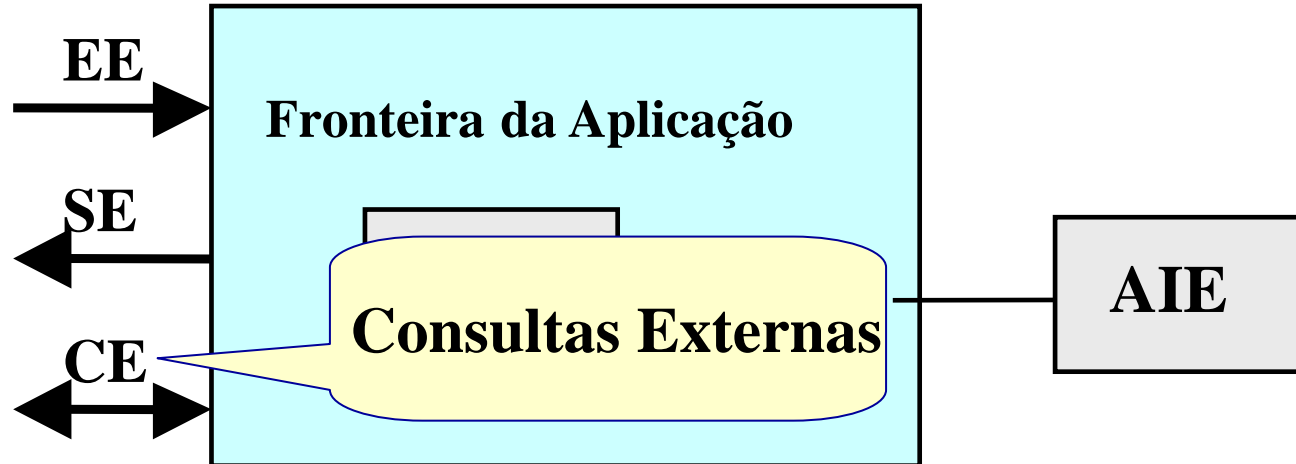
- Uma **Saída Externa (SE)** é um processo que fornece dados derivados para fora da aplicação que está sendo contada.

– Ex.: Lista

Dado Derivado

Ocorre quando um ou mais dados elementares são combinados para gerar elementos de dados adicionais

Consulta Externa - CE



- Uma **Consulta Externa (CE)** é uma transação que combina transações de entrada e de saída, resultando em recuperação de dados de um ALI ou AIE.
 - Ex.: Consulta a respeito de um dado cliente.

Contagem por Pontos de Função



- (NESMA) Três tipos de contagem por pontos de função:
 - a contagem indicativa de ponto de função
 - a contagem estimada de ponto de função
 - a contagem detalhada de pontos de função

Contagem por Pontos de Função



- (NESMA) Três tipos de contagem por pontos de função:
 - a contagem indicativa de ponto de função
 - a contagem **estimada** de ponto de função
 - a contagem detalhada de pontos de função

Contagem Estimada de PF



- Utilizada na **fase inicial** da proposta de desenvolvimento, quando não se possuem dados detalhados do processo, apenas informações preliminares sobre os processos e o modelo de dados.
- São necessárias informações um pouco mais detalhadas sobre a **funcionalidade** da aplicação, levantadas a partir das exigências do usuário (ou cliente).

Contagem Estimada de PF



- A *Contagem Estimada* assume que:
 - Os arquivos lógicos (ALI e AIE) têm complexidade baixa.
 - Os processos de entrada (EE), saída (SE) e consulta (CE) têm complexidade média.

Contagem Estimada de PF



1º PASSO: Determinar todos os **AIE, ALI, EE, SE, CE**

2º PASSO: Atribuir a complexidade dos AIE e ALI como **Baixa**, e das funções tipo transação EE, SE e CE como **Média**

3º PASSO: Calcular o **total** da contagem dos pontos das funções, segundo a tabela de complexidade

Contagem Estimada de PF

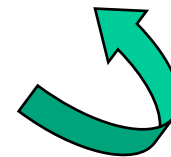
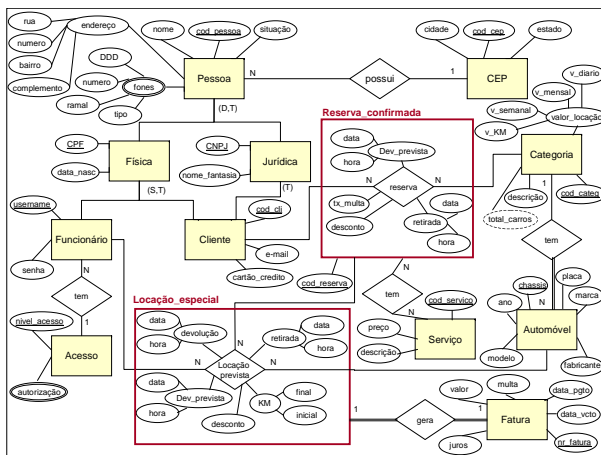
Tabela de Complexidade

	Nível de Complexidade		
Tipo de Função	Baixo	Médio	Alto
ALI	7	10	15
AIE	5	7	10
EE	3	4	6
SE	4	5	7
CE	3	4	6

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

- Determinar todos os **Arquivos Lógicos Internos**



Esquema Lógico

Pessoa (cod_pessoa, nome, rua, numero, bairro, complemento, cep)

Fone_Pessoa (cod_pessoa, DDD, numero, ramal, tipo)

Pessoa_Física (CPF, cod_pessoa, data_nasc)

Pessoa_Jurídica (CNPJ, cod_pessoa, nome_fantasia)

Funcionário (username, senha, nível_acesso, CPF)

Cliente (cod_cli, e-mail, cartão_credito, CNPJ, CPF)

Acesso (nível_acesso, autorização)

Categoria (cod_categoria, descricao, v_diário, v_semanal, v_mensal, v_km, total_carros)

Reserva (cod_cli, cod_categoria, dt_retirada, hr_retirada, dt_devoluc_prevista, hr_devoluc_prevista, tx_multa, desconto)

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

ARQUIVOS LÓGICOS INTERNOS

Funções de Dados ou Transacionais	Tipo de Função	Complexidade (por default)	PF (não ajustados)
Pessoa	ALI	Baixa	7
Fone_Pessoa	ALI	Baixa	7
Pessoa_Física	ALI	Baixa	7
Pessoa_Jurídica	ALI	Baixa	7
Funcionário	ALI	Baixa	7
Cliente	ALI	Baixa	7
Acesso	ALI	Baixa	7
Categoria	ALI	Baixa	7
Reserva	ALI	Baixa	7
Reserva_Confirmada	ALI	Baixa	7
Automovel	ALI	Baixa	7
Locação_Prevista	ALI	Baixa	7
Locação_Especial	ALI	Baixa	7
Serviço	ALI	Baixa	7
Serviço_Reservado	ALI	Baixa	7
Fatura	ALI	Baixa	7

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS



- Determinar todos os Arquivos Lógicos Externos
(não existem)

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

- Determinar todas as Entradas Externas, Saídas Externas e Consultas Externas



Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

ENTRADAS EXTERNAS E SAÍDAS EXTERNAS

Funções de Dados ou Transacionais	Tipo de Função	Complexidade (por default)	PF (não ajustados)
Incluir Cliente	EE	Média	4
alterar dados cliente	EE	Média	4
Excluir Cliente	EE	Média	4
Incluir Categoria	EE	Média	4
alterar dados categoria	EE	Média	4
Excluir Categoria	EE	Média	4
Incluir Automóvel	EE	Média	4
Alterar dados automóvel	EE	Média	4
Excluir automóvel	EE	Média	4
Incluir Funcionário	EE	Média	4
Alterar dados funcionário	EE	Média	4
Excluir Funcionário	EE	Média	4

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

ENTRADAS EXTERNAS E SAÍDAS EXTERNAS

Funções de Dados ou Transacionais	Tipo de Função	Complexidade (por default)	PF (não ajustados)
Incluir Serviço	EE	Média	4
Alterar Serviço	EE	Média	4
Excluir Serviço	EE	Média	4
Incluir Nível Acesso	EE	Média	4
Alterar Nível Acesso	EE	Média	4
Excluir Nível Acesso	EE	Média	4
Incluir Reserva	EE	Média	4
Excluir Reserva	EE	Média	4
Retirar Automóvel	EE	Média	4
Devolução Automóvel	EE	Média	4
Pagamento Fatura	EE	Média	4
Impressão Comprovante Retirada	SE	Média	5
Impressão Comprovante Devolução	SE	Média	5
Listagem Automóveis por período	SE	Média	5
Listagem de reservas efetuadas na data atual	SE	Média	5
Consulta de Ocupação de automóveis	CE	Média	4
Impressão Relatório faturamento por período	SE	Média	5
Impressão das faturas, diariamente	SE	Média	5
Impressão das faturas, em atraso	SE	Média	5
Tamanho funcional Estimado			243 PF

Contagem Estimada de PF

Exemplo: LOCADORA DE CARROS

ENTRADAS EXTERNAS E SAÍDAS EXTERNAS

Funções de Dados ou Transacionais	Tipo de Função	Complexidade (por default)	PF (não ajustados)
Incluir Serviço	EE	Média	4
Alterar Serviço	EE	Média	4
Excluir Serviço	EE	Média	4
Incluir Nível Acesso	EE	Média	4
Alterar Nível Acesso	EE	Média	4
Excluir Nível Acesso	EE	Média	4
Incluir Reserva	EE	Média	4
Excluir Reserva	EE	Média	4
Retirar		Média	4
		Média	4
			4
			4
			4
			4
			4
			4
Impressão das faturas, em	SE		4
Impressão das faturas, em atraso	SE	Média	4
Tamanho funcional Estimado			243 PF

**TAMANHO DO
SOFTWARE
243 PF**

Conversão de PF para LOC



- **Pontos de função** não ajustados podem ser convertidos na quantidade equivalente de **linhas de código**.
- A predição do número de instruções-fontes, a partir do **tamanho estimado em pontos de função** é baseada na observação empírica do número de instruções requerido para implementar um ponto de função.

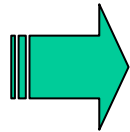
Conversão de PF para LOC

<i>Linguagem</i>	<i>LOC/PF</i>	<i>Linguagem</i>	<i>LOC/PF</i>
ACCESS	38	FoxPro 2.5	34
Ansi SQL	13	HTML 3.0	15
Ansi COBOL 85	91	JAVA	53
C	128	LISP	64
C++	53	Natural 2	46
Clipper	19	Object Pascal	29
COBOL II	107	Oracle	40
dBase IV	36	Turbo C	128
Delphi	29	Turbo Pascal V.5	49
Fortran 95	71	Visual Basic 5	29

Métricas de Software

MÉTRICA ORIENTADA À FUNÇÃO - PF

**MÉTRICAS
DERIVADAS**



PRODUTIVIDADE = $PF / \text{pessoas-mês}$

QUALIDADE = erros / PF

CUSTO = $\$ / PF$

DOCUMENTAÇÃO = $\text{pags.docum.} / PF$

Métricas de Software

MÉTRICAS ORIENTADAS À FUNÇÃO

VANTAGENS:

- Independentes da linguagem
- Ideal para aplicações que usam linguagem não procedimental
- Baseados em dados mais fáceis de serem conhecidos durante a evolução do projeto

DESVANTAGENS:

- Cálculo baseado em dados subjetivos
- Não é uma medida direta; é apenas um número

Métricas de Qualidade

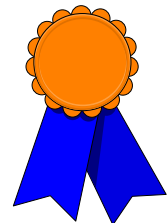


- As medições devem avaliar a **qualidade** dos modelos de análise, projeto, código-fonte e casos de teste.
 - Avaliação da qualidade durante a evolução do software.
 - Devem ser usadas medidas técnicas para avaliar a qualidade de forma **objetiva** e não subjetiva.
- Apesar de muitas medidas de qualidade poderem ser coletadas, a tendência principal é medir erros e defeitos.
 - Fornecem indicação da efetividade das atividades de controle e garantia de qualidade.

Métricas de Qualidade

Principais Medições

- **Correção** - 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 resistir a *ataques* (acidentais ou intencionais) à sua integridade
- **Usabilidade** - tenta quantificar a característica de *user friendliness* do software



Métricas de Qualidade



CORREÇÃO

- **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

Métricas de Qualidade

MANUTENIBILIDADE

- **Manutenibilidade** - grau de facilidade com que o software pode ser corrigido, adaptado ou ampliado

Tempo médio para mudança

corresponde ao tempo que se demora para analisar um pedido de mudança, projetar a modificação adequada, implementar a mudança, testá-la e distribuí-la para todos os usuários

Orientada a custo: *prejuízo*

custo para corrigir defeitos encontrados depois que o software foi liberado

Métricas de Qualidade

INTEGRIDADE

- **Integridade** - capacidade que um software tem de suportar *ataques* (acidentais ou intencionais) à sua integridade

$$\text{Integridade} = \sum (1 - \text{ameaça} \times (1 - \text{segurança}))$$

ameaça - probabilidade de um ataque específico ocorrer dentro de determinado tempo

segurança - probabilidade de repelir um ataque específico

Métricas de Qualidade

USABILIDADE

- **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 comparado com o sistema substituído
4. avaliação subjetiva (questionário) das atitudes dos usuários com relação ao sistema

Métricas de Qualidade



- Eficiência na Remoção de Defeitos
 - DRE: *Defect Removal Efficiency*
 - Métrica útil para o Processo e o Projeto
- DRE aplicado ao processo:

$$DRE = E / (E + D)$$

E = quantidade de erros encontrados antes da liberação do software.

D = quantidade de defeitos encontrados após a entrega.

Métricas de Qualidade

- DRE aplicado as fases do projeto:

$$DRE = E_i / (E_i + E_{i+1})$$

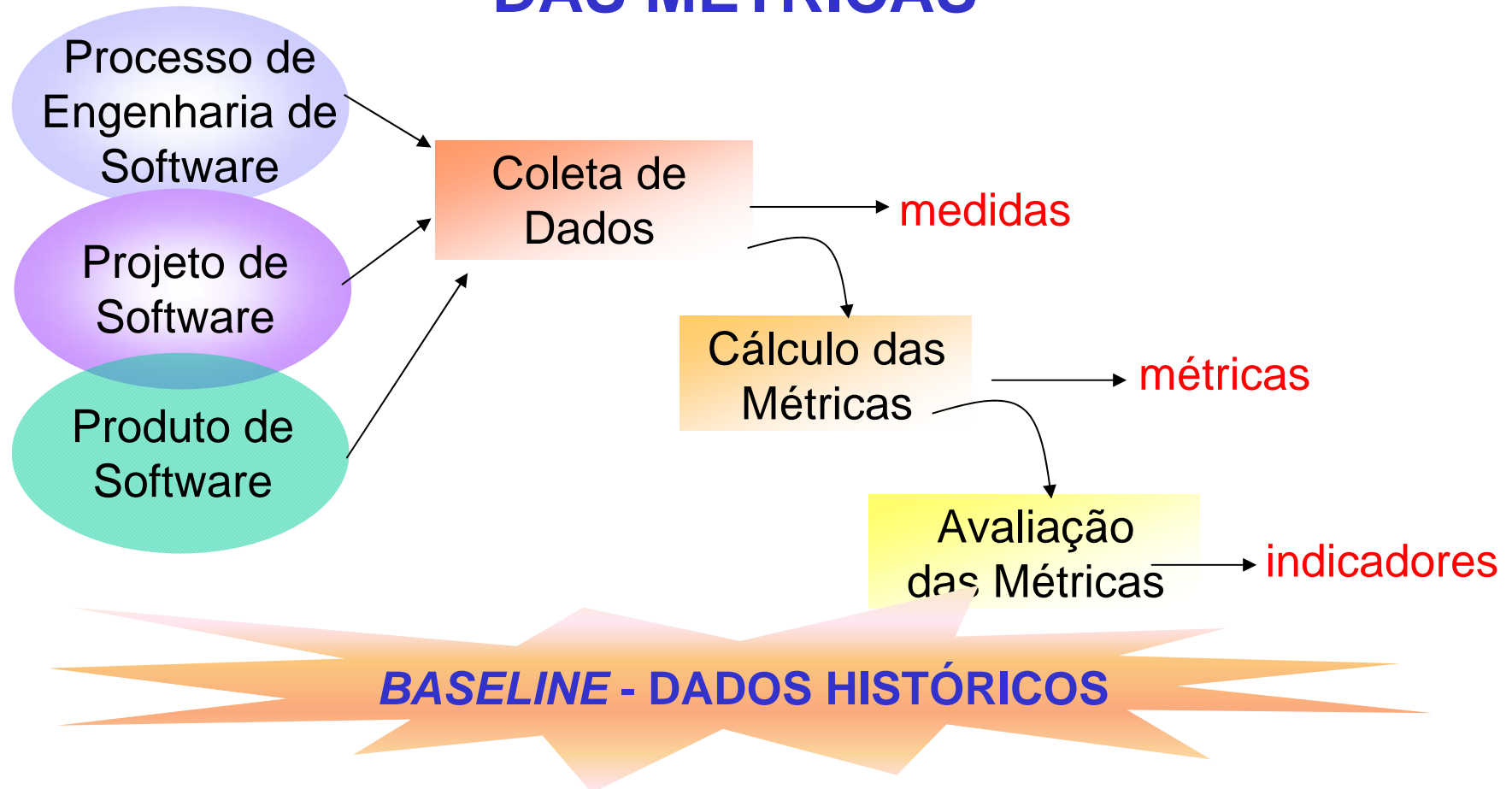
E_i = quantidade de erros encontrados durante a atividade i de engenharia de software.

E_{i+1} = quantidade de erros encontrados durante a atividade $i + 1$ de engenharia de software, relacionados a erros não descobertos na atividade i .

Objetivo: obter valor próximo a 1, significando que erros foram filtrados antes de passar para a próxima fase.

Métricas

COLETA, COMPUTAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS MÉTRICAS

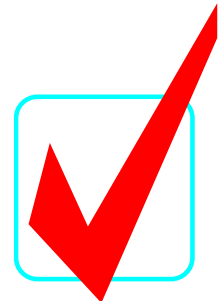


Métricas

BASELINE - DADOS HISTÓRICOS

➤ 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



Métricas

A medição resulta em **mudança cultural**. A **coleta de dados**, **cálculo das métricas**, e **avaliação das métricas** são passos que devem ser implementados para começar um programa de métricas.

Ao criar uma **linha básica** os engenheiros de software e seus gerentes podem obter uma melhor visão do trabalho que realizam e do produto que produzem.



Conteúdo

- Gerenciamento e Qualidade
- Gerenciamento de Pessoas,
de Produto e de Processo
- Cronograma
- Métricas
- Estimativas
- Gerenciamento de Riscos
- Plano de Projeto de Software

