

# Testes e Qualidade de software

Claudio Ribeiro da Silva  
e-mail: [claudio.silva@uva.br](mailto:claudio.silva@uva.br)

Este material foi desenvolvido para auxiliar no aprendizado da disciplina **Engenharia de Software (ESW)**, da **Universidade Veiga de Almeida (UVA)**. Seu conteúdo, puramente acadêmico, foi retirado de material que compõe a bibliografia da disciplina e vários autores, através pesquisas na Internet, cujas referências são apresentadas ao final de cada Unidade.

# Objetivos da Unidade

- Identificar a importância da verificação e validação do software;
- Conhecer os principais aspectos sobre qualidade de software;
- Conhecer as principais métricas de qualidade utilizadas;
- Ser capaz de elaborar a medição do produto de software utilizando Pontos de Função e Pontos de Caso de Uso.

# Objetivo da aula

- Elaborar a medição e o grau de esforço para a construção de um software através da contagem por ponto de função e caso de uso.

# Medida de software

## Ponto de função

- Mede o tamanho funcional do software;
- Cria subsídios para o cálculo da produtividade do processo de desenvolvimento com base na funcionalidade ou utilidade dos programas;
- Avaliação realizada sob o ponto de vista do usuário que avalia o tamanho e a complexidade de um software;

# Análise de Pontos de função

Análise de Pontos de Função (APF) é uma técnica de medição das funcionalidades fornecidas por um software do ponto de vista de seus usuários.

Ponto de função (PF) é a sua unidade de medida, que tem por objetivo tornar a medição independente da tecnologia utilizada para a construção do software. Ou seja, a APF busca medir o que o software faz, e não como ele foi construído.

# Análise de Pontos de função

- O processo de medição (contagem de pontos de função) é baseado em uma avaliação padronizada dos requisitos funcionais do usuário;
- Nesta contagem são consideradas os itens que irão existir no software;
- Cada item do software define um peso que no final determina a quantidade de pontos de função da aplicação para o desenvolvimento de um novo sistema ou os pontos necessários para se realizar uma manutenção em um sistema já existente;

# Análise de Pontos de função

- Os pontos calculados servem para se chegar as horas totais do projeto;
- As principais técnicas de estimativa de projetos de desenvolvimento de software assumem que o tamanho de um software é um vetor importante para a determinação do esforço para sua construção. Logo, saber o seu tamanho é um dos primeiros passos do processo de estimativa de esforço, prazo e custo;

# Análise de Pontos de função

- Pontos de função não medem diretamente esforço, produtividade ou custo. É exclusivamente uma medida de tamanho funcional do software. Este tamanho, em conjunto com outras variáveis, é que poderá ser usado para derivar produtividade, estimar esforço e custo do projeto de software;
- O procedimento padrão está descrito pelo IFPUG em seu Manual de Práticas de Contagem;



# Tipos de contagem

- Indicativa – Utilizada na fase inicial do projeto de desenvolvimento do software quando a única informação disponível é o modelo de dados preliminar, sendo a contagem baseada na quantidade de arquivos internos e externos identificados no sistema.
- Estimativa - Realizada quando já existem especificações iniciais das funcionalidades do sistema e o modelo de dados preliminar.
- Detalhada - É a contagem realizada quando já é conhecido todos os detalhes da aplicação.

# Contagem indicativa

- Contagem Indicativa – A contagem é feita baseada na quantidade de Arquivos Lógicos Internos (ALI's) e Arquivos de Interface Externa (AIE's) identificados no sistema.
- Tabela para contagem indicativa:

Tipo	Quantidade de PF
ALI	35
AIE	15

Adaptado de: IFPUG (2005)

# Arquivos Lógicos Internos (ALI)

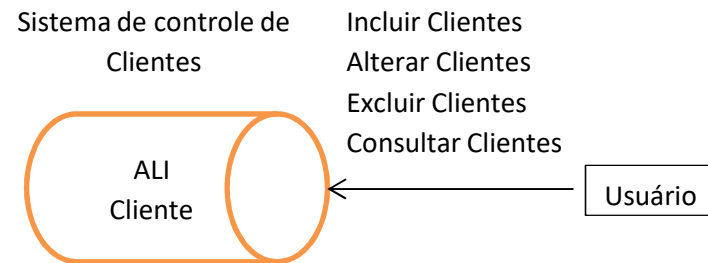
- Grupo logicamente relacionado de dados, identificados pelo usuário, mantido dentro da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é armazenar dados mantidos pela execução de um ou mais processos elementares da aplicação que está sendo contada.
- Deve atender as seguintes regras:
  - O grupo de dados ou informações de controle é lógico e reconhecido pelo usuário?
  - O grupo de dados é mantido dentro da fronteira da aplicação que está sendo contada?

# Arquivos de Interface Externa (AIE)

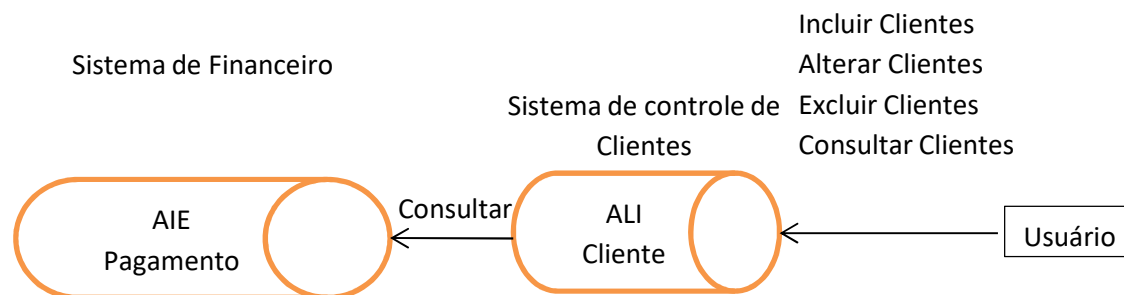
- Grupo de dados reconhecido pelo usuário, referenciado pela aplicação que está sendo contada, porém, mantido dentro da fronteira de uma outra aplicação. A intenção primária de um AIE é armazenar dados referenciados através de um ou mais processos elementares dentro da fronteira da aplicação que está sendo contada. Isto significa que um AIE contado para uma aplicação deve ser um ALI em outra aplicação.
- Deve atender as seguintes regras:
  - O grupo de dados ou informações de controle é reconhecido pelo usuário?
  - O grupo de dados é apenas referenciado e externo a aplicação que está sendo contada?
  - O grupo de dados é mantido em um ALI de outra aplicação, ou seja, não é mantido pela aplicação que sendo contada?

# Arquivos Lógicos

## Arquivo Lógico Interno (ALI)



## Arquivo de Interface Externa (AIE)



# Contagem indicativa

- O calculo é feito pela soma da multiplicação da quantidade de ALI's e AIE's identificados pela quantidade de PF correspondentes.

Tipo	Quantidade	PF	Total
ALI	4	35	140
AIE	2	15	30
Total:			170

# Contagem Estimativa

- A contagem é feita tendo como base nas tabelas de complexidades não ajustadas, considerando para cada a complexidade baixa para cada para cada função de dado e a complexidade média para cada função de transação.
- O calculo é feito pela soma da multiplicação da quantidade de ALI's, AIE's, Entradas Externa (EE's), Saídas Externa (SE's) e Consultas Externa (CE's) identificados pela quantidade de PF correspondentes.

# Estimativas iniciais de contagem

Tipo	Quantidade	Complexidade	PF	Total
ALI	4	Baixa	7	28
AIE	2	Baixa	5	10
EE	4	Média	4	16
SE	3	Média	5	15
CE	2	Média	4	8
Total:				77



# Entradas Externas (EE)

- É um processo elementar que processa dados ou informação de controle que vêm de fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é manter um ou mais arquivos lógicos internos (ALIs) e/ou modificar o comportamento do sistema.

# Consultas Externas (CE)

- É um processo elementar cuja principal intenção é apresentar informação ao usuário pela simples recuperação de dados ou informações de controle de arquivos lógicos interno (ALIs) ou arquivos de interface externa (AIEs). Sua lógica de processamento não contém fórmula matemática ou cálculos, não cria dado derivado, não mantém arquivo lógico interno (ALI) durante o processamento nem modifica o comportamento do sistema.

# Saídas Externas (SE)

- É um processo elementar cuja principal intenção é enviar dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua lógica de processamento deve conter pelo menos uma fórmula matemática ou cálculo, ou criar dados derivados, manter um ou mais arquivos lógicos internos (ALI) e/ou alterar o comportamento do sistema.

# Contagem detalhada

- Para realizar este tipo de contagem devem ser conhecidos os seguintes itens:
  - Todos os tipos de funções transacionais existentes no software (ALI, AIE, EE, SE, CE);
  - Identificar a complexidade de cada função (Baixa, Média, Alta);
  - Calcular o total de pontos de função baseado no modelo não ajustado (aplicação de fórmulas e valores pré-estabelecidos);
  - Identificar as características gerais do sistema;
  - Calcular a quantidade de ponto de função ajustada.

# Manual de Práticas de Contagem

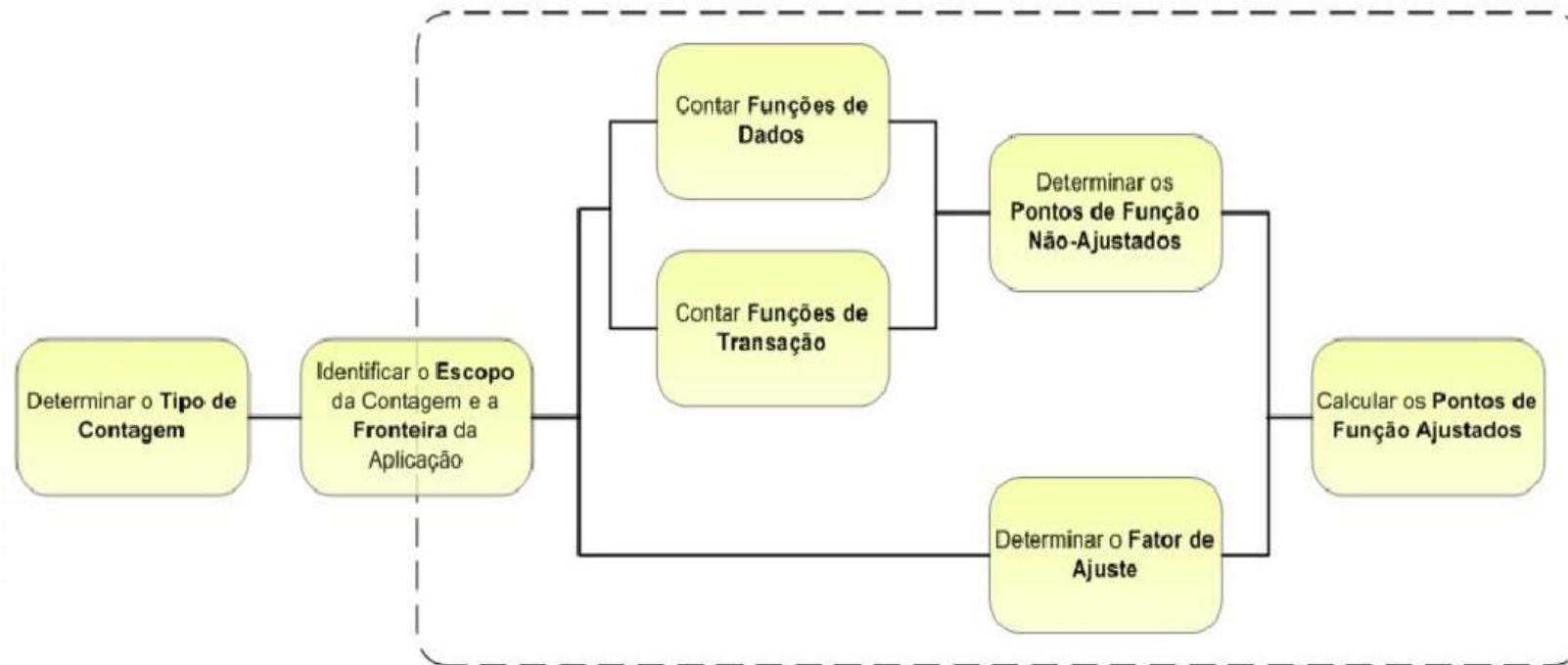
O Manual de Práticas de Contagem (ou *Counting Practices Manual - CPM*) do IFPUG possui os seguintes objetivos:

- Fornecer uma descrição clara e detalhada de como contar pontos de função;
- Garantir que as contagens sejam consistentes com as práticas de contagem dos membros filiados ao IFPUG;
- Prover um entendimento comum que para que os desenvolvedores de ferramentas forneçam suporte automático à contagem de pontos de função;

# Manual de Práticas de Contagem

- Fornecer orientação de como realizar contagens de pontos de função baseadas em artefatos das técnicas e metodologias mais utilizadas de desenvolvimento de software.
- Ser aderente ao padrão ISO/IEC 14143-1 de medição funcional de software;
- Não tem característica didática;

# Diagrama de contagem de APF



Fonte: <http://pt.slideshare.net/humberthomattar/fundamentos-apf>

# Diagrama de contagem de APF

1. Determinar o tipo de contagem – Podem ser de três tipos:
  - Projeto de desenvolvimento – Mede as funcionalidades fornecidas ao usuário na entrega da primeira versão completa.
  - Projeto de melhorias – Mede as modificações na aplicação existente que inclui, modifica ou exclui funções entregues ao usuário quando o projeto é finalizado (IFPUG, 2005). No final do projeto, a contagem da aplicação deve ser revista.
  - Contagem de aplicação – Deve medir as funcionalidades atualmente fornecidas ao usuário pela aplicação (IFPUG, 2005). Deve ser atualizada sempre que uma nova versão for implantada.



# Diagrama de contagem de APF

2. Identificar Escopo da Contagem e Fronteira da Aplicação – Determina quais as funcionalidades que farão parte da contagem.

- Definir o sistema que será dimensionado
- Determina o propósito da contagem
- Identifica as funcionalidades que serão dimensionadas
- Pode incluir mais de uma aplicação

Obs. Em um sistema novo, todas as funcionalidades devem ser consideradas, em uma contagem de melhoria, apenas as funcionalidades que irão sofrer alteração.

# Diagrama de contagem de APF

3. Contar funções de dados – Funções de dados representam as funcionalidades providas aos usuários para satisfazer as necessidades de dados internos e externos da aplicação (IFPUG, 2005). Existem dois tipos de funções de dados segundo a APF: Arquivos Lógicos Internos (ALI's) e Arquivos de Interface Externa (AIE's).

Obs.: O termo arquivo não deve ser como arquivo físico ou tabela de banco de dados, ele representa um grupo lógico de dados. Da mesma forma que o termo interface corresponde à capacidade da aplicação em recuperar informações nas bases de dados ou informações externas.

# Contagem de funções de dados

- Calcular a complexidade de cada função de dados (AIE e ALI) e sua contribuição em pontos de função para a contagem:
- Para cada função de dados devem ser contados os seguintes itens associados:
  - Tipo de Dados Elementares (DER's) – Campo único, reconhecido pelo usuário e não repetido (IFPUG, 2005). Ex. nome, cidade, sexo, etc.
  - Tipo de Registros Elementares (RLR's) – Subgrupo de elementos de dados reconhecidos pelo usuário (IFPUG, 2005), situado em um AIE ou ALI. Ex. Em um cadastro de clientes podemos ter dois tipos de clientes: Pessoa Física e Jurídica.

# Contagem de Funções de dados

- Complexidade de funções de dados

	1 a 19 DER	20 a 50 DER	51 ou mais DER
1 RLR	Baixa	Baixa	Média
2 a 5 RLR	Baixa	Média	Alta
6 ou mais RLR	Média	Alta	Alta

Adaptado de: IFPUG (2005)

- Contribuição em pontos de função

Classificação da Complexidade Funcional	Pontos de Função Não ajustados	
	ALI	AIE
Baixa	7	5
Média	10	7
Alta	15	10

Adaptado de: IFPUG (2005)

# Contagem de Funções de dados

- Exemplo de contagem de funções de dados

Descrição da Funcionalidade	Tipo de Função de Dados	RLR's	DER's	Complexidade	PF
Clientes	ALI	2	25	Média	10
Pagamento	AIE	1	3	Baixa	5
Total:					15

# Diagrama de contagem de APF

## 4 – Contar Funções Transacionais

- Funções transacionais representam as funcionalidades providas aos usuários para o processamento dos dados pela aplicação (IFPUG, 2005)
- São determinadas pelos requisitos funcionais do sistema.
- Tipos de funções de transação, segundo a técnica de APF:
  - Entradas Externas (EE)
  - Consultas Externas (CE)
  - Saídas Externas(SE)

# Contagem de Funções Transacionais

- Calcular a complexidade de cada função transacional e sua contribuição em pontos de função para a contagem:
- Para cada função de dados devem ser contados os seguintes itens associados:
  - Tipo de Dados Elementares (DER's) – Campo único, reconhecido pelo usuário e não repetido (IFPUG, 2005). Ex. nome, cidade, sexo, etc.
  - Tipo de Arquivos Referenciados (ALR's) – Representado por um ALI lido ou mantido por um função de transação ou um AIE lido por uma função de transação.

# Contagem de Funções Transacionais

- Complexidade de funções de transação (EE)

	1 a 4 DER	5 a 15 DER	16 ou mais DER
0 a 1 ALR	Baixa	Baixa	Média
2 ALR	Baixa	Média	Alta
3 ou mais ALR	Média	Alta	Alta

Adaptado de: IFPUG (2005)

- Complexidade de funções de transação (CE e SE)

	1 a 5 DER	6 a 19 DER	20 ou mais DER
0 a 1 ALR	Baixa	Baixa	Média
2 a 3 ALR	Baixa	Média	Alta
4 ou mais ALR	Média	Alta	Alta

Adaptado de: IFPUG (2005)



# Contagem de Funções Transacionais

- Contribuição em pontos de função (SE)

Classificação da Complexidade Funcional	Pontos de Função Não ajustados
Baixa	4
Média	5
Alta	7

Adaptado de: IFPUG (2005)

- Contribuição em pontos de função (EE e CE)

Classificação da Complexidade Funcional	Pontos de Função Não ajustados
Baixa	3
Média	4
Alta	6

Adaptado de: IFPUG (2005)

# Contagem de Funções Transacionais

- Exemplo de contagem de funções transacionais

Descrição da Funcionalidade	Tipo de Função de Transação	ALR's	DER's	Complexidade	PF
Incluir Clientes	EE	2	12	Média	4
Listar Clientes	CE	1	10	Baixa	3
Gerar Relatório de Cliente	SE	3	25	Alta	8
Total:					14

# Diagrama de contagem de APF

## 5 – Efetuar contagem de pontos de função não ajustadas

- Consiste na soma do total dos pontos das contagens das funções de dados e transacionais.
- Exemplo de contagem de pontos de função não ajustados

Total de pontos de função não ajustados nas funções de dados (ALI's e AIE's)	15
Total de pontos de função não ajustados nas funções de transação (EE's, CE's e SE's)	14
Total de pontos de função não ajustados da contagem:	29

# Diagrama de contagem de APF

## 6 – Determinar o valor do fator de ajuste

- O Valor do fator de ajuste (VAF) é baseado em 14 características gerais do sistema (GSC's), que avaliam a funcionalidade geral da aplicação. (IFPUG, 2005)
- Cada característica possui um nível de influência (NI) sobre a aplicação que pode variar de zero a cinco (nenhuma influência a forte influência ).
- Estes níveis de influência são determinados pelo IFPUG.

# Características gerais do sistema

1. Comunicação de dados
2. Processamento de dados distribuído
3. Performance
4. Configuração altamente utilizada
5. Volume de transações
6. Entrada de dados on-line
7. Eficiência do usuário final
8. Atualização on-line
9. Processamento Complexo

# Características gerais do sistema

10. Reusabilidade

11. Facilidade de instalação

12. Facilidade de Operação

13. Múltiplos locais

14. Modificação facilitada

- O Nível total de influência (TDI) representa a soma dos níveis de influência de cada característica.
- Cálculo do valor do fator de ajuste (VAF):

$$\text{VAF} = (\text{TDI} * 0,01) + 0,65$$

# Diagrama de contagem de APF

7 – Calcular o Total de Pontos de Função Ajustados –  
Aplicação de formula de calculo que depende do tipo  
de contagem selecionada:

- Aplicação
- Projeto de desenvolvimento
- Projeto de melhoria

A diferença entre Aplicação e Projeto de desenvolvimento  
é representado pelos Pontos de Função necessários às  
funcionalidades de conversão.

# Calculo do Total de Pontos de Função Ajustados

- Aplicação:

$$AFP = ADD * VAF$$

- Projeto de desenvolvimento:

$$DFP = (UFP + CFP) * VAF$$

- Projeto de melhoria:

- Antes da melhoria:

$$EFP = [(ADD + CHGA + CFP) * VAFA] + (DEL * VAFB)$$

- Atualização depois da melhoria

$$AFP = [(UFPB + ADD + CHGA) - (CHGB + DEL)] * VAFA$$



# Pontos de Função Ajustados

AFP = Contagem inicial de pontos de função da aplicação.

DFP = Contagem de pontos de função de projeto de desenvolvimento.

EFP – Contagem de pontos de função de projeto de melhoria.

ADD = Contagem de pontos de função não ajustada das funcionalidades instaladas pelo projeto de desenvolvimento.

ADD (melhoria) – Contagem de pontos de função não ajustada das funcionalidades incluídas pelo projeto de melhoria.

# Pontos de Função Ajustados

UFP = Contagem de pontos de função não ajustada para as funcionalidades que estarão disponíveis após a instalação

UFPB – Contagem de pontos de função não ajustada da aplicação antes do projeto de melhoria

CFP = Contagem de pontos de função não ajustada para as funcionalidades de conversão

CHGA – Contagem de pontos de função não ajustadas alteradas após o projeto de melhoria

CHGB – Contagem de pontos de função não ajustada das funcionalidades alteradas antes do projeto de melhoria

# Pontos de Função Ajustados

VAF = Valor do fator de ajuste da aplicação

VAFA – Valor do fator de ajuste da aplicação após a implementação do projeto de melhoria

VAFB – Valor do fator de ajuste da aplicação antes da implementação do projeto de melhoria

DEL – Contagem de pontos de função não ajustadas das funcionalidades excluídas pelo projeto de melhoria

# Conversão de PF para HH

- Utilizado para estimar o esforço / prazo necessário para a realização de um projeto.

Fórmula:

$$HH = PF \times PH$$

Onde:

HH = Homem/hora prevista de trabalho;

PF = Tamanho estimado do projeto pontos de função apurado pela contagem.

PH = Produtividade de horas previstas por PF. Esta quantidade depende de fatores tecnológicos, linguagem, complexidade, experiência da equipe, etc.

# Produtividade em horas por PF das principais linguagens

- **ASP** – 6h/PF com variação entre -2h e +6h
- **.Net (C#)** – 8h/PF com variação entre -3h e +6h
- **COBOL** – 11,5h/PF com variação entre -5,5h e +12,75h
- **Delphi** – 7,5h/PF com variação entre -1,5h e +2,5h
- **Java** – 10h/PF com variação entre -3h e +4,5h
- **Lotus Notes** – 4h/PF com variação entre -0,5h e +3h
- **Natural** – 9h/PF com variação entre -3h e +5h
- **PHP** – 5h/PF com variação entre -1h e +7h
- **SQL** – 6h/PF com variação entre -1,5h e +3h
- **VBA** – 8h/PF com variação entre -2,5h e +2h
- **Visual Basic** – 8h/PF com variação entre -2h e +3h

Fonte: <http://www.blogcmmi.com.br/engenharia/produtividade-das-linguagens-em-pontos-por-funcao-apf>

# Exemplo

- Quantidade de Ponto de Função não ajustada:  
34 PF
- Linguagem utilizada  
Java
- Produtividade em horas por PF da linguagem  
10 h/PF
- Horas calculadas  
 $PF \times 10 = 34 \times 10 = 340 \text{ HH}$
- Custo do desenvolvimento  
 $\text{Quantidade HH} \times \text{Valor hora} = 340 \times 50,00 = 17.000,00$

# Atividade

- Faça a contagem por ponto de função do tipo ajustada e a quantidade de horas a serem trabalhadas no software, considerando as seguintes condições:
  - Desenvolvimento na linguagem PHP.
  - O software deverá ter AIE, ALI, SE, CE e EE com complexidades baixa, média e alta sendo que alguns deles com quantidade maior que um.
  - Criar a tabela de Nível total de influência (TDI)
  - Grupo com até 3 componentes.
  - Entrega 10/04/2019.

# Bibliografia

- Bibliografia básica e complementar disciplina.
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/> (\*)
- <http://www.fattocs.com/pt/> (\*)
- <http://pt.slideshare.net/humberthomattar/fundamentos-apf> (\*\*)
- Manual de Práticas de Contagem de Pontos de Função, Versão 4.3.1, International Function Point Users Group (IFPUG), janeiro/2010; (\*\*)
- Roteiro de Métricas de Software do SISP, Versão 2.0, disponível em [http://www.sisp.gov.br/ctgcie/download/file/Roteiro\\_de\\_Metricas\\_de\\_Software\\_do\\_SISP\\_-\\_v2.0.pdf](http://www.sisp.gov.br/ctgcie/download/file/Roteiro_de_Metricas_de_Software_do_SISP_-_v2.0.pdf); (\*\*)
- Vazquez, C. E. ; Simões, G. S. ; Albert, R. M. Análise de Pontos de Função, Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software. 10.ed. São Paulo: Editora Érica, 2010; (\*\*)

acesso em: (\*) maio/2014 (\*\*) abril/2016