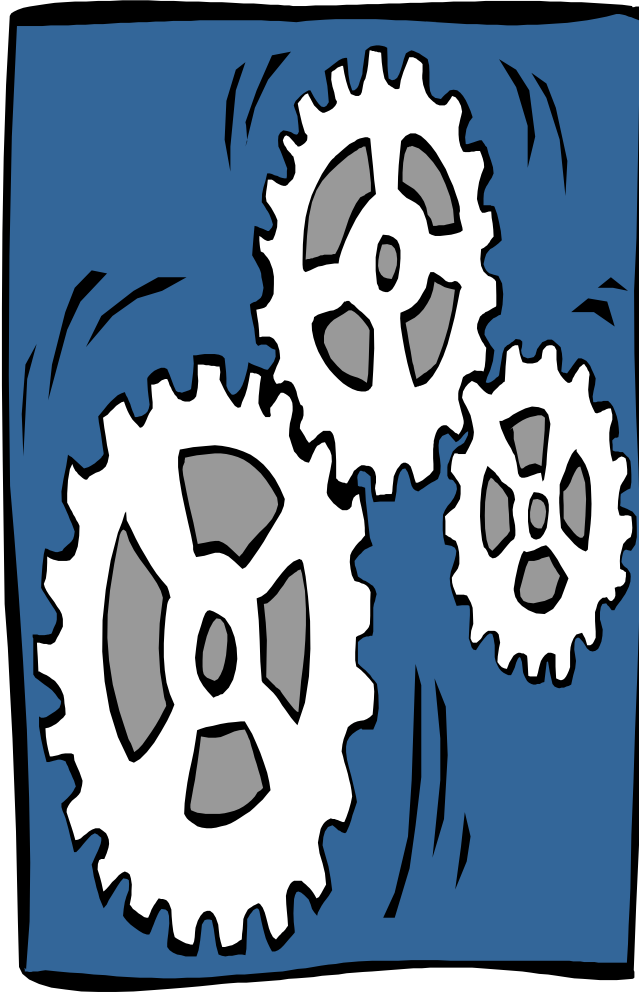


# Gerência de Projetos



*Por Paulo Márcio Garcia Jr.*

**Sumário**

<b>1. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>6</b>
<b>2. CONCEITOS BÁSICOS.....</b>	<b>7</b>
2.1. FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS BÁSICAS (SEGUNDO FAYOL).....	7
2.2. O AMBIENTE CONTEMPORÂNEO.....	7
2.3. CONCEITUAÇÃO DE PROJETO .....	8
2.4. ELEMENTOS BÁSICOS DE UM PROJETO .....	9
2.4.1 <i>Resultado</i> .....	9
2.4.2 <i>Qualidade</i> .....	9
2.4.3 <i>Complexidade</i> .....	9
2.4.4 <i>Incerteza</i> .....	10
2.4.5 <i>Programa</i> .....	11
2.4.6 <i>Subprojeto</i> .....	11
2.4.7 <i>Atividade</i> .....	11
2.4.8 <i>Atividades interdisciplinares</i> .....	11
2.4.9 <i>Atividades interdependentes</i> .....	11
2.4.10 <i>Atividades finitas, não repetitivas</i> .....	12
2.5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE UM PROJETO .....	13
2.5.1 <i>Objetivo</i> .....	13
2.5.2 <i>Definição de clientes</i> .....	14
2.5.3 <i>Critérios competitivos de um projeto</i> .....	14
2.5.4 <i>Participantes de um projeto</i> .....	15
2.5.5 <i>Tipos de projetos</i> .....	18
2.5.6 <i>Etapas iniciais de um projeto</i> .....	19
2.5.7 <i>Ciclo de vida de um projeto</i> .....	20
2.5.8 <i>Mudanças de percurso</i> .....	22
2.5.9 <i>Avaliação de resultados</i> .....	22
2.5.10 <i>Sucesso e Insucesso</i> .....	23
2.5.11 <i>Qualidade</i> .....	23
2.5.12 <i>Fatores de insucesso</i> .....	24
2.5.13 <i>Falhas na execução</i> .....	25
2.6. EXERCÍCIOS .....	26
<b>3. PERT/CPM .....</b>	<b>27</b>

3.1.	DEFINIÇÕES .....	27
3.2.	PROGRAMA.....	27
3.3.	OPERAÇÃO OU ATIVIDADE .....	27
3.4.	EVENTO OU ACONTECIMENTO.....	28
3.5.	MECANISMO DO PERT/CPM.....	29
3.6.	CRITÉRIOS BÁSICOS.....	30
3.7.	CAMINHO CRÍTICO .....	30
3.8.	CÁLCULO DO CAMINHO CRÍTICO.....	31
3.9.	CEDO DE UM EVENTO.....	32
3.10.	TARDE DE UM EVENTO.....	33
3.11.	FOLGA DE UM EVENTO.....	35
3.12.	EXERCÍCIOS .....	36
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS .....</b>	<b>37</b>
4.1.	CONCEITOS FINANCEIROS BÁSICOS .....	37
4.2.	PRINCIPAIS INDICADORES DE AVALIAÇÃO FINANCEIRA SOBRE PROJETOS .....	41
4.2.1	<i>Período de Payback</i> .....	41
4.2.2	<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i> .....	41
4.2.3	<i>Taxa interna de retorno</i> .....	43
4.2.4	<i>Ajuste ao Risco</i> .....	53
4.2.5	<i>Método dos equivalentes à certeza (EC's)</i> .....	54

**Índice de Figuras**

Figura 1 – Gráfico de PERT – Fonte: STANGER, 1976, p. 29. ....	30
Figura 2 – Duplo caminho crítico – Fonte – STANGER, 1976,p. 32. ....	31
Figura 3 – PERT para cálculo do caminho crítico – Fonte: STANGER, 1976, p. 32. ....	31
Figura 4 – PERT para o cálculo de cedo de um evento – Fonte: STANGER, 1976, p. 33. ....	32
Figura 5 – PERT para cálculo do tarde de eventos. Fonte: STANGER, 1976, p.34. ....	34
Figura 6 – PERT para cálculo da folga de um evento. Fonte: STANGER, 1976, p. 35. ....	35

**Índice das Tabelas**

Tabela 1 .....	59
Tabela 2 .....	61

**Ementa**

Definições básicas de projeto; Gerenciamento de projetos; Tipologia de projetos; Estruturas organizacionais básicas; Planejamento e controle de projetos; Extensões em gerência de projetos; PERT; CPM; Técnicas de reunião; Análise financeira de projetos; Análise de risco; Planejamento de negócios.

## **1. Bibliografia**

CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. PERT/CPM Aplicado a Projetos. Editora RIO, 1977.

FILHO, Nelson Casarotto. Gerência de projetos/ engenharia simultânea. São Paulo : Atlas, 1999.

GITMAN, Lawrence J. Princípios de administração financeira. 3 ed. São Paulo : Harbra, 1987.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. Administração de projetos. São Paulo : Atlas, 1997.

STANGER, Luiz B. Pert/Com – Técnica de planejamento e controle. Rio de Janeiro : LTC, 1976.

## **2. Conceitos básicos**

### **2.1. Funções Administrativas Básicas (segundo Fayol)**

- Prever - a teoria neoclássica de administração substituiu a palavra por planejar, dando uma outra dimensão a esta atividade;
- Organizar;
- Comandar ;
- Coordenar;
- Controlar.

### **2.2. O ambiente contemporâneo**

- Mercados globalizados;
- Evolução tecnológica acelerada;
- Informação abundante;
- Instabilidade econômica;
- Rápidas mudanças;
- Arrisca-se mais;
- Aspectos qualitativos prevalecem sobre os quantitativos;
- Antes de ter um bom projeto é necessário ter uma boa estratégia;
- Projeto precisa ter aderência estratégica;
- Alianças podem ser decisivas;
- Ganhos são obtidos pela produtividade e não pela especulação.

### Projeto de fábrica x projeto de negocio

Projeto de Fábrica	Projeto de Negócio
Mercado	Estratégia competitiva
Produção	Mercado
Localização	Marca
Administração	Parcerias com fornecedores
Equacionamento	Clientes e concorrentes
Econômico e financeiro	Terceirização
	Franquias
	Fabricação
	Logística
	Gestão
	Equacionamento
	Econômico e financeiro

### 2.3. Conceituação de projeto

- Projetos são empreendimentos finitos, com objetivos bem definidos, em função de um problema, oportunidade ou interesse de um país, estado, empresa e cidadão;
- Projeto é uma reunião coordenada de esforços para atingir objetivo predeterminado com qualidade, custo e prazo definidos.



## **2.4. Elementos básicos de um projeto**

### **2.4.1 Resultado**

- O resultado do projeto é o desenvolvimento de uma solução, dentro de restrições de tempo e recursos;
- Para definir o grau de sucesso do resultado do projeto é preciso verificar quais critérios foram alcançados;
- Não alcançar o objetivo, não realizá-lo no prazo previsto, consumir recursos além do esperado.

### **2.4.2 Qualidade**

Atender a requisitos preestabelecidos.

### **2.4.3 Complexidade**

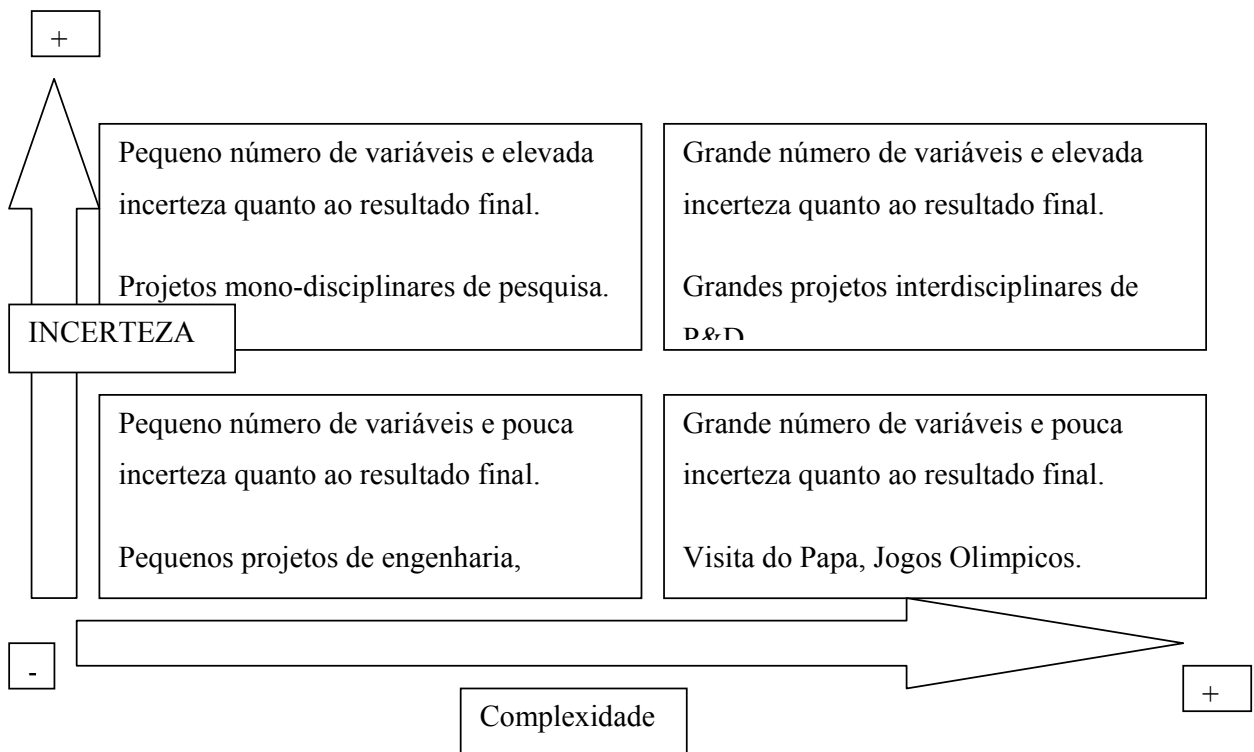
- Mede-se pelo número de variáveis que um projeto contém e que devem ser administradas;
- Fatores que determinam a complexidade:
  - Interdisciplinaridade ou diversidade de profissões envolvidas
  - Numero de pessoas envolvidas
  - Numero de instalações usadas e dispersão geográfica
  - Diversidade e volume de informações a serem precessadas
  - Duração
  - Numero de organizações ou serviços envolvidos
  - Quantidade de condições a observar – risco e segurança
  - Fatores meteorológicos
  - Fatores geográficos

#### 2.4.4 Incerteza

- É a medida do grau de desconhecimento a respeito de resultados.
- É medida por uma escala

Projetos com maior grau de incerteza – pesquisa e exploração

Projetos com menor grau de incerteza – desenvolvimento de produtos



### **2.4.5 Programa**

Um programa é um grupo, família ou conjunto de projetos que é conveniente administrar de forma coordenada.

Os projetos de um programa podem se desenvolver paralela ou seqüencialmente.

Exemplos de programas:

- Programas de exploração ou pesquisa
- Programa de desenvolvimento de motores
- Programa Apollo
- Programa de desenvolvimento de fornecedores

### **2.4.6 Subprojeto**

É uma parte de um projeto de grande porte.

Ex:

- Uma fase de um projeto
- Uma parte física de um equipamento como o projeto de alimentação dentro de um projeto de motor
- Um projeto dentro de um programa como o desenvolvimento de um fornecedor para um contrato ou peça específica de um equipamento.

### **2.4.7 Atividade**

- Conjunto mínimo de esforços para os quais é possível definir responsabilidades, alocar recursos e controlar custos, de forma a gerenciar sua execução.

### **2.4.8 Atividades interdisciplinares**

- Projetos envolvem a execução de tarefas de áreas de atuação diferentes. Projetos de hidráulica, elétrica, civil, tecnológica etc. Em sistemas pode-se mencionar banco de dados, sistema, redes etc.

### **2.4.9 Atividades interdependentes**

- A dependência entre atividades. Eventualmente uma tarefa depende de outra para ser concluída.

#### **2.4.10 Atividades finitas, não repetitivas**

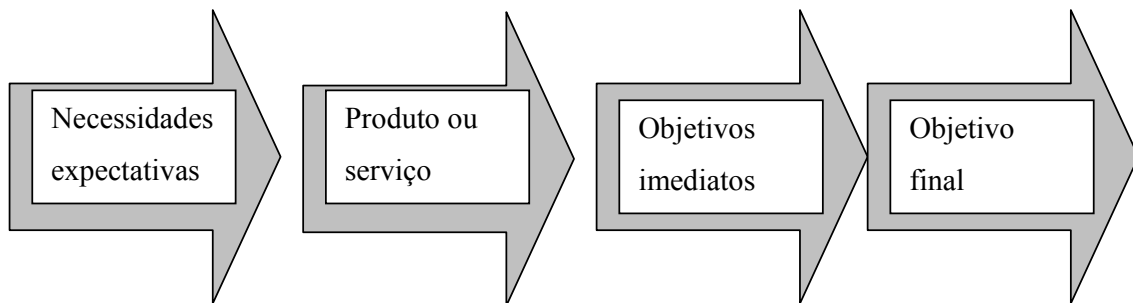
- Atividades que possuem Início e um fim bem definido e não se repetem.
- Elementos de análise de um projeto
- Critérios para orientar a decisão de iniciar um projeto;
- Critérios para definição das atividades necessárias;
- Critérios para selecionar projetos entre várias propostas;
- Fases do ciclo de vida de um projeto;
- Definição de responsabilidades;
- Critérios para análise e aprovação de projetos;
- Estrutura global onde o projeto irá ser desenvolvido.

## 2.5. Características principais de um projeto

- Objetivo – expectativa e atendimento.
- Relação de fornecedor x cliente ou fornecedor x usuário (usuário = cliente).
- Singularidade – nenhum projeto é igual.
- Incerteza – existe incerteza de resultados.
- Administração específica – técnicas específicas de administração de projetos.
- Recursos limitados – em quantidade e qualidade.

### 2.5.1 Objetivo

- É um termo genérico para definir o atendimento ou alcance de uma necessidade por um produto ou serviço;
- Todo projeto deve produzir um produto final;
- Todo projeto deve também atender o propósito do produto ou objetivo imediato;
- Todo projeto deve também atender aos objetivos maiores de uma organização.



### **2.5.2 Definição de clientes**

- Todo projeto tem clientes que podem ser implícitos ou não;
- Clientes podem ser: (segundo Maximiano p. 43);
- Clientes que usam e pagam; Ex: Empresário que encomenda a uma consultoria uma nova estrutura organizacional para sua empresa;
- Clientes que usam e não pagam; Ex: Empregados que usam um novo sistema de informação adquirido pela empresa;
- Clientes que não usam e pagam; Ex: Diretor que contrata a melhoria das instalações de produção;

Importante distinguir:

Patrocinador

Cliente

Usuário

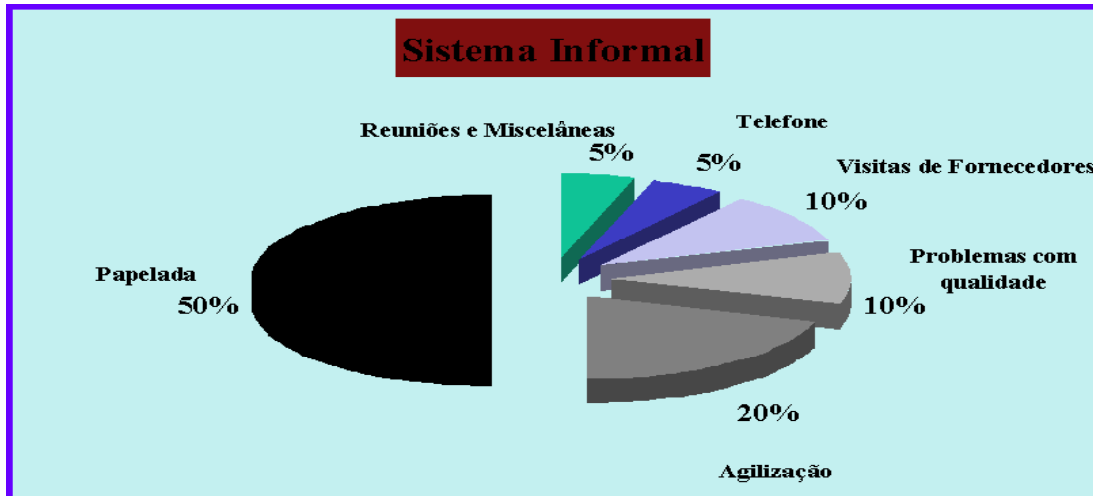
### **2.5.3 Critérios competitivos de um projeto**

- Qualidade
- Custos
- Velocidade de entrega
- Confiabilidade de prazos
- Flexibilidade

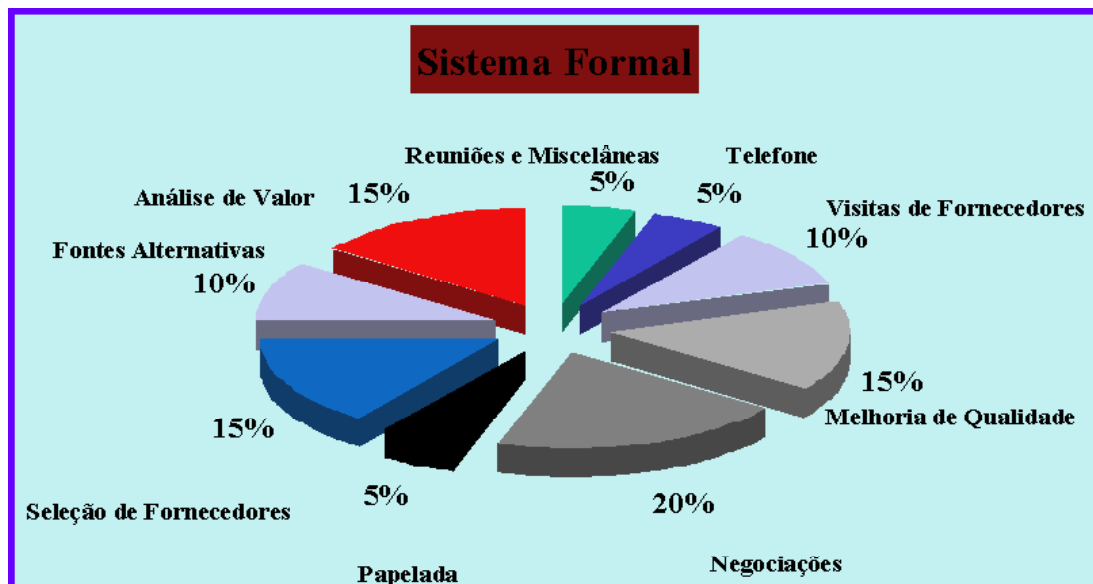
#### **2.5.4 Participantes de um projeto**

- Clientes
- Fornecedores
- Governo
- Sindicato
- Pessoal interno
- Marketing
- Finanças
- Produção
- Tecnologia

## Projetos informais

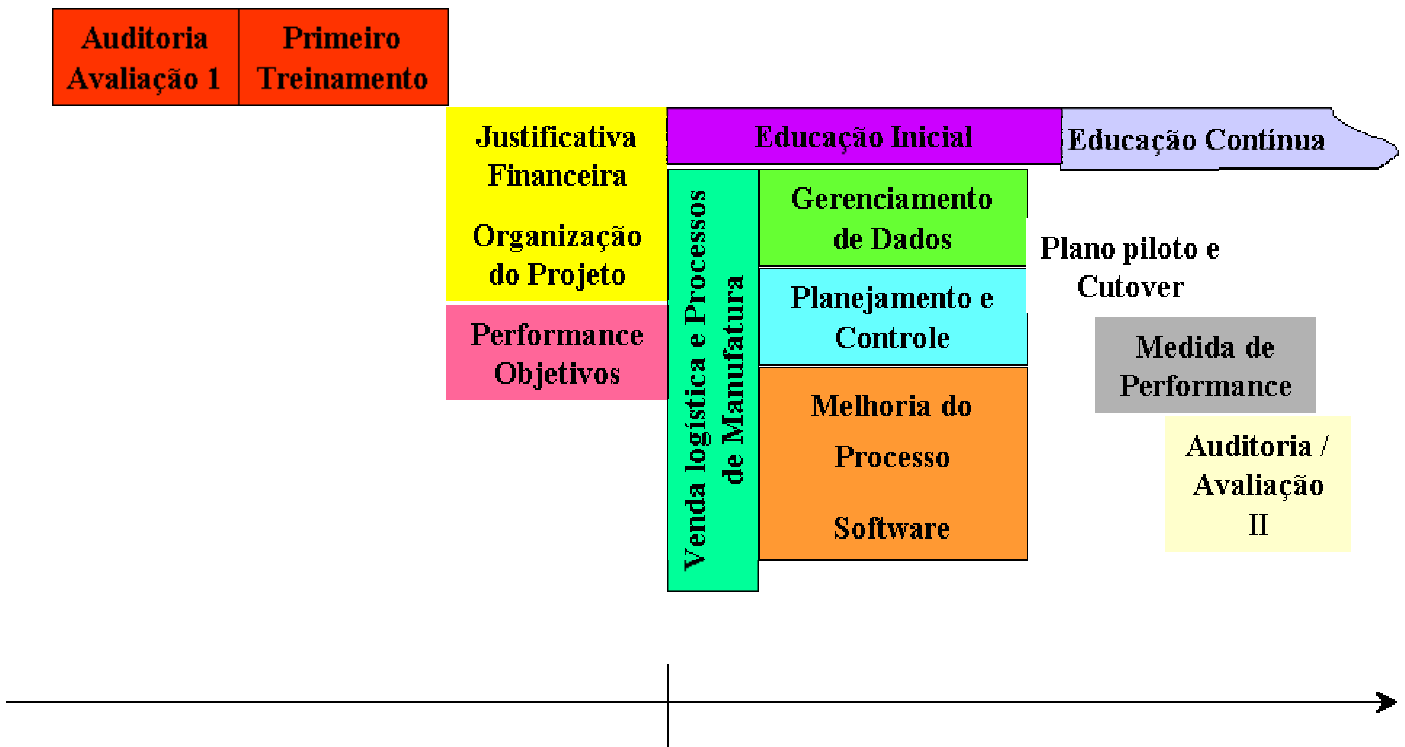


## Projetos formais





## Implementação Padrão



### 2.5.5 Tipos de projetos

- Prestação de serviços
  - Estudos técnicos
  - Projetos de engenharia
  - Compras técnicas
  - Construção e montagem
  - Gerência de projetos
  - Serviços especiais
  - Desenvolvimento de software
  - Pesquisa e desenvolvimento
  - Pesquisa de mercado
  - Campanhas publicitárias
  
- Industria
  - Implantação, reforma e ampliação
  - Manutenção de máquinas, equipamentos e sistemas
  - Lançamento de novos produtos
  - Produção sob encomenda
  - Desenvolvimento e implantação de sistemas computacionais
  - Pesquisa e desenvolvimento
  - Outros
  
- Infra-Estrutura
  - Saneamento
  - Edificações
  - Transporte
  - Planejamento urbano regional
  - Energia
  - Comunicações
  - Outros

### **2.5.6 Etapas iniciais de um projeto**

**Anteprojeto preliminar (plano sumario)** – consiste em reunir informações para descobrir se existe pelo menos um caminho que conduza a execução do objetivo.

**Anteprojeto definitivo (estudo de viabilidade)** – consiste no estabelecimento de alternativas que permitam alcançar o objetivo desejado, acompanhadas de seus respectivos orçamentos.

**Projeto básico (de engenharia, definitivo)** – caracteriza-se pela adoção da alternativa indicada no anteprojeto

**Projeto executivo (detalhado, de implantação, de execução)** – destina-se a fornecer os elementos indispensáveis a execução e implantação de um projeto.

### 2.5.7 Ciclo de vida de um projeto

#### **Preparação – Estruturação – Desenvolvimento - Encerramento**

**Preparação** – Fase que é chamada de conceituação. Nesta fase define-se o objetivo do projeto com base nas expectativas e se preparam planos preliminares do projeto. Definição do problema.

**Estruturação** – Fase onde domina o detalhamento dos planos operacionais e organização da equipe e recursos do projeto.

**Desenvolvimento e implementação** – Fase em que os planos são colocados em prática.

**Encerramento** – Final do projeto. Neste ponto o projeto deve idealmente atingir o resultado esperado ou previsto. Deve incluir implantação de soluções, manutenção, treinamento.

**Exemplo de projetos e componentes**

- Lançamento de um novo produto;
- Componentes;
- Pesquisa de mercado;
- Projeto do produto;
- Projeto de fabricação;
- Organização para vendas;
- Treinamento da força de vendas;
- Testes de mercado;
- Produção de um equipamento sob encomenda;
- Componentes;
- Pesquisa e desenvolvimento;
- Projeto do produto;
- Fabricação;
- Instalação;
- Assistência.

### **2.5.8 Mudanças de percurso**

- Descobertas de fatos ou informações que passaram despercebidas no princípio do projeto;
- Fatos novos: novas tecnologias, alterações imprevistas, incidentes que aceleram ou não o andamento do projeto;
- Mudanças de escopo solicitadas pelo cliente ou patrocinador;
- Evolução da equipe no processo de entender o problema ou conceber a solução;
- Perda de um recurso importante como falência de um fornecedor.

### **2.5.9 Avaliação de resultados**

- Quais os objetivos do projeto?
- Qual problema pretendia resolver?
- Quais os resultados?
- Que problemas foram efetivamente resolvidos?
- Os objetivos originais continuam válidos?
- Quais as dificuldades enfrentadas na administração do projeto?
- Quais as conclusões?
- Quais as recomendações para os novos projetos?

### **2.5.10 Sucesso e Insucesso**

O encerramento de um projeto é a oportunidade para determinar o grau de sucesso ou insucesso e refletir sobre esses dois conceitos.

### **2.5.11 Qualidade**

Definição de qualidade

### 2.5.12 Fatores de insucesso

- Necessidades e objetivos mal definidos;
- Necessidade não foi entendida corretamente e as especificações foram mal definidas. Houve pressa em iniciar o projeto sem clareza quanto ao objetivo a ser atendido;
- O gerente e a equipe do projeto não entendem as necessidades do cliente e fazem suposições incorretas sobre o resultado a ser alcançado;
- O objetivo é claro mas não é coerente com a necessidade. O resultado a ser alcançado não é compatível com a natureza do problema;
- O cliente faz a encomenda mas não sabe especificar corretamente o objetivo. Pode definir um objetivo divorciado do problema;
- As expectativas são enunciadas com clareza mas não são entendidas corretamente;
- As necessidades são entendidas corretamente e especificadas com clareza mas o cliente errado foi ouvido. Não se ouviu quem realmente era importante ouvir;
- O cliente se exprime com clareza mas focaliza os problemas errados, induzindo a equipe a objetivos incorretos;
- Condições de execução confusas
- As estimativas de custo e prazo representam desejos e intenções, quando deveriam se basear em projeções técnicas ou padrões históricos;
- O planejamento se baseia em dados insuficientes ou incorretos. Não houve tempo suficiente para uma previsão cuidadosa;
- O processo de planejamento não foi sistemático;
- As regras de decisão são imprecisas: não há políticas nem procedimentos para resolver problemas, conflitos e contingências;
- Autoridade e responsabilidade estão indefinidas: não se sabe direito quem tem poderes e atribuições;
- As atividades não são coerentes com os objetivos;
- A previsão de recursos não é coerente com as atividades. Os recursos podem ter sido sub ou super estimados;
- Avanço do projeto sem períodos de aprovação.



### **2.5.13 Falhas na execução**

- Um detalhe não funciona e põe tudo a perder porque todos acharam que era importante demais e que outra pessoa iria cuidar daquilo;
- Não se treinaram as pessoas adequadamente;
- Faltam na equipe pessoas com qualificações adequadas;
- Pessoas desmotivadas foram colocadas para trabalhar em funções vitais do projeto;
- Condições importantes são desconsideradas pela equipe porque contrariam suas convicções e premissas;
- A equipe negligencia os planos, escopo e termos de referência do projeto;
- Há incapacidade ou desinteresse na implementação de procedimentos de garantia e controle da qualidade;
- Os participantes são constantemente convidados a se envolver com outros assuntos não relacionados ao projeto.

## 2.6. Exercícios

- 1) O que é projeto e sub-projeto?
- 2) Como se mede a complexidade de um projeto?
- 3) Quais os tipos diferentes de atividades?
- 4) Quais as características principais de um projeto?
- 5) Defina objetivo.
- 6) Quais os critérios competitivos de um projeto?
- 7) Defina cliente, patrocinador e usuário.
- 8) Discorra sobre os participantes de um projeto e justifique os mais importantes.
- 9) Exemplifique projetos de infra-estrutura ou de prestação de serviços.
- 10) Explique em detalhes o ciclo de vida de um projeto.
- 11) Dê pelo menos três exemplos de projetos.
- 12) O que é mudança de percurso em projetos e quais as suas implicações?
- 13) Especifique pelo menos três itens de avaliação de resultado em projetos e justifique cada um.

### 3. PERT/CPM

#### 3.1. Definições

PERT – sigla de **P**rogram **E**valuation and **R**eview **T**echnique

CPM – sigla de **C**ritical **P**ath **M**ethod

É uma técnica de planejamento e controle para pequenos e médios projetos e se fundamenta nos cinco princípios da administração:

- Prever
- Organizar
- Comandar
- Coordenar
- Controlar

“É um método de planejamento, re-planejamento e avaliação de progresso, com a finalidade de melhor controlar a execução de um programa” (STANGER, 1976, p. 1).

#### 3.2. Programa

É um conjunto de operações ou atividades que concorrem para a realização de um determinado objetivo. Tem como requisitos essenciais o conhecimento de cada operação, a sua duração (determinada ou aleatória) e as relações de ordem entre elas (anterioridade obrigatória).

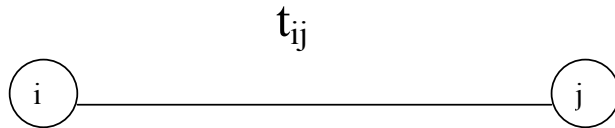
Será representado por um grafo do programa ou de ordenação de operações.

#### 3.3. Operação ou atividade

É a execução de uma tarefa que consome tempo e recursos. É representada por um arco com o seu tempo de operação  $t_{ij}$ .

### 3.4. Evento ou acontecimento

São marcos definitivos de projetos e são representados da seguinte maneira:



Um evento não consome tempo nem recursos e atividade consome recursos e tempo.

Exemplo de atividade e evento:

Atividades	Eventos
Concretagem das fundações	Início da concretagem das fundações
Impermeabilização da caixa d'água	Término da impermeabilização da caixa d'água
Definição do conteúdo do <i>site</i>	Início da definição do conteúdo
Levantamento de informações	Termino do levantamento

### 3.5. Mecanismo do PERT/CPM

- 1ª Etapa – Planejamento do projeto de modo a aparecerem as suas estruturas lógicas. Isso é feito através de um diagrama em forma de grafo ou rede, reunindo as diversas operações a efetuar e destacando as suas interdependências.
- 2ª Etapa – Estimar a duração normal ou esperada de cada operação e calcular a época mais cedo, a mais tarde com que as operações possam começar e a que deve estar concluída, a fim de que o projeto total seja de duração mínima. Este cálculo permite determinar a seqüência das operações, o total de tempo necessário das operações, o total de tempo necessário para o conjunto de operações.
- 3ª Etapa – Cálculo da margem de tempo ou folga encontrada sobre os caminhos não críticos, com o intuito de otimizar o emprego dos recursos.

### 3.6. Critérios Básicos

Para se elaborar uma rede de PERT/CPM deve-se obedecer alguns critérios a saber:

- 1) Relacionar todos os eventos e atividades por ordem de prioridade, definindo para cada atividade aquela que a precede e a que segue imediatamente;
- 2) Verificar as atividades que podem ser executadas concomitantemente de forma a economizar tempo de projeto;
- 3) Não esquecer das regras de montagem de redes PERT/CPM a saber:
  - a. Atividades são partes de um projeto que se desenvolve entre dois eventos e sempre consomem recursos de tempo, de pessoal e de finanças;
  - b. Os eventos são objetivos parciais ou pontos de controle do projeto global. São marcos que devem ser alcançados e não consomem recursos de qualquer espécie;
  - c. Um evento só poderá ser considerado atingido se todas as atividades que o precedem forem concluídas;
  - d. Nenhuma atividade poderá iniciar antes que o evento imediatamente anterior tenha sido atingido.

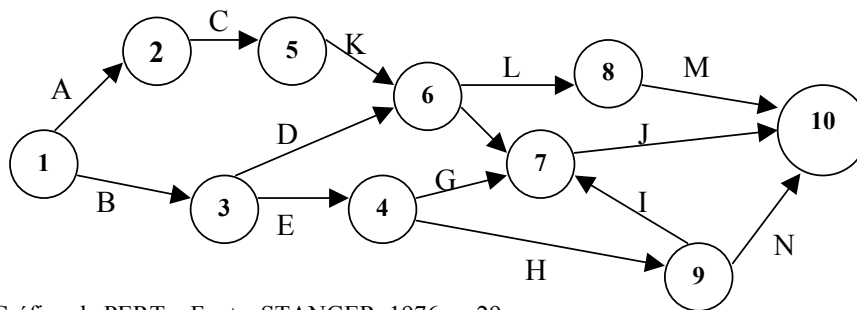


Figura 1 – Gráfico de PERT – Fonte: STANGER, 1976, p. 29.

### 3.7. Caminho crítico

O caminho crítico é a duração total de um programa sobre o somatório dos tempos de operação tomados sobre o caminho mais desfavorável entre o primeiro evento e o último. É o caminho mais longo entre os eventos  $E_1$  e  $E_n$ . Nesse caminho não há folga de tempo e portanto não poderá sofrer qualquer atraso pois irá acarretar um atraso no projeto total. Por essa razão, o caminho crítico é tão importante.

Em um programa poderá haver mais de um caminho crítico, como no desenho abaixo:

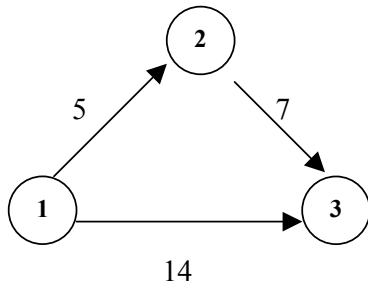


Figura 2 – Duplo caminho crítico – Fonte – STANGER, 1976,p. 32.

### 3.8. Cálculo do caminho crítico

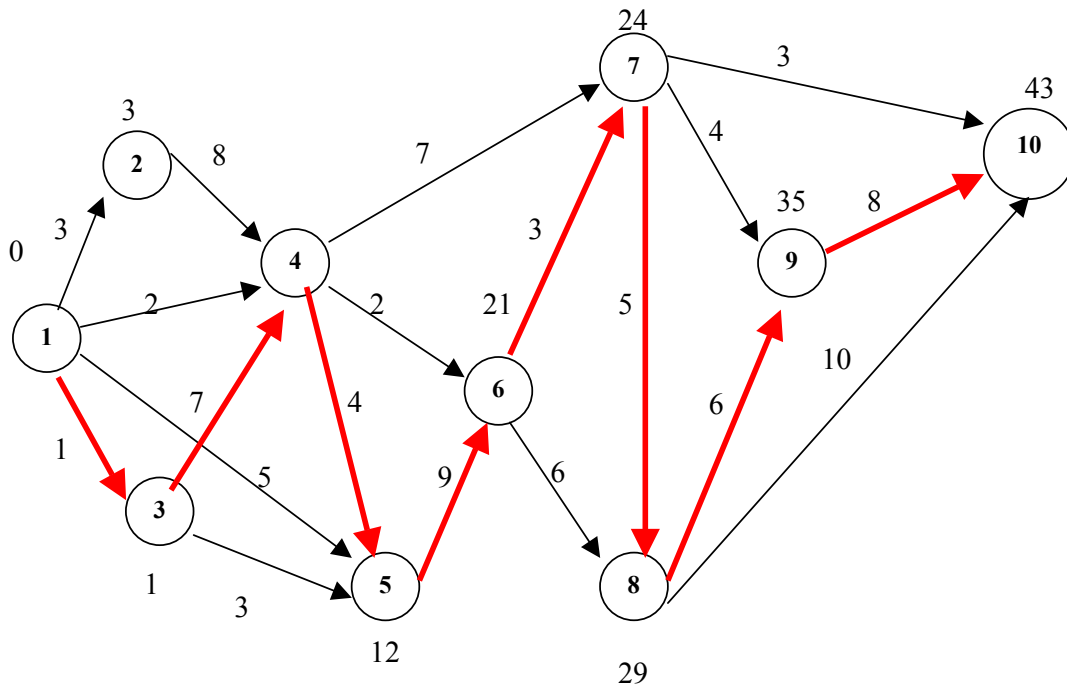


Figura 3 – PERT para cálculo do caminho crítico – Fonte: STANGER, 1976, p. 32.

Inicia-se do evento  $E_1$  onde se atribui a data zero. Considera-se em cada evento as atividades que aí chegam. Para cada uma dessas atividades, faz-se a soma de seu tempo de operação com

a data de realização do evento que lhe deu origem. Comparam-se os resultados. Escolhe-se o maior deles e atribui-se este valor ao evento considerado.

Ao evento  $E_2$  chega apenas o arco (1 . 2), logo  $0 + 3 = 3$ . Coloca-se este resultado ao lado do evento  $E_2$ .

Ao evento  $E_4$  chegam-se os arcos (2 . 4), (1 . 4) e (3 . 4). Faz-se então a seguinte conta:

$$3 + 4 = 7$$

$$0 + 2 = 2$$

$$1 + 7 = 8$$

Escolhe-se o valor 8 (o maior) e atribui-se ao evento  $E_4$ .

Ao evento  $E_5$  tem-se:

$$0 + 5 = 5$$

$$1 + 3 = 4$$

$$8 + 4 = 12 \text{ Então } E_5 = 12$$

Efetuem-se essas operações até o final, onde se obtém um total de 43, que é o tempo total do programa. Para se encontrar o caminho crítico, volta-se do fim ao início e selecionam-se os eventos com os tempos maiores (maior duração). Este é o caminho crítico. Nesse exemplo, as operações críticas são:  $P_{1,3}$ ,  $P_{3,4}$ ,  $P_{4,5}$ ,  $P_{5,6}$ ,  $P_{6,7}$ ,  $P_{7,8}$ ,  $P_{8,9}$  e  $P_{9,10}$ .

### 3.9. Cedo de um evento

É o tempo necessário para que um evento seja atingido se não ocorrerem atrasos nas atividades que lhe antecedem. Será representado por  $t_j^E$ , onde a letra E significa early (cedo em inglês).

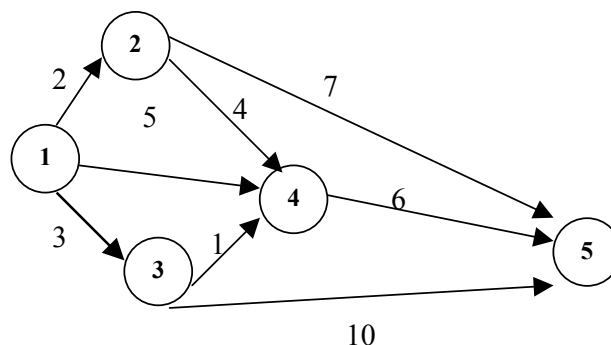


Figura 4 – PERT para o cálculo de cedo de um evento – Fonte: STANGER, 1976, p. 33.



Prof. Paulo Garcia Jr.

É o tempo necessário para que um evento seja atingido, se não ocorrerem atrasos nas atividades que lhe antecedem.

Cedo do evento  $E_2 = 2$ .

Cedo do evento  $E_3 = 3$ .

Cedo do evento  $E_4 =$

$$\text{Cedo de } E_2 + 4 = 2 + 4 = 6$$

$$\text{Cedo de } E_3 + 1 = 3 + 1 = 4$$

$$\text{Cedo de } E_1 + 5 = 0 + 5 = 5$$

Então , cedo de  $E_4 = 6$

Cedo do evento  $E_5 =$

$$\text{Cedo de } E_2 + 7 = 2 + 7 = 9$$

$$\text{Cedo de } E_4 + 6 = 6 + 6 = 12$$

$$\text{Cedo de } E_3 + 10 = 3 + 10 = 13$$

Então , cedo de  $E_5 = 13$

### 3.10. Tarde de um evento

É a data limite de realização de um evento, onde não haverá alteração no prazo total de operações. Havendo algum atraso a partir desse momento, o programa fica comprometido.

É representado por  $t_i^L$  onde L significa *late* (tarde em inglês).

Em geral se usa no gráfico uma simbologia para tarde e cedo, da seguinte maneira:

□ Tempo mais tarde (para o exemplo a seguir será usada a cor vermelha no numero)

{ } Tempo mais cedo (para o exemplo a seguir será usada a cor verde no numero)

Em geral o evento final n é considerado como o tarde e o cedo do programa e são iguais.

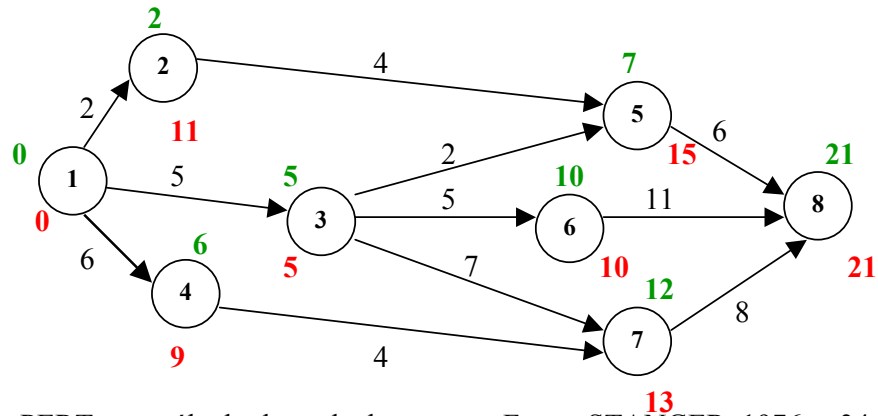


Figura 5 – PERT para cálculo do tarde de eventos. Fonte: STANGER, 1976, p.34

Tarde do evento  $E_5 = \text{tarde de } E_8 - 6 = 21 - 6 = 15$

Tarde do evento  $E_7 = \text{tarde de } E_8 - 8 = 21 - 8 = 13$

Tarde do evento  $E_6 = \text{tarde de } E_8 - 11 = 21 - 11 = 10$

Tarde do evento  $E_3$

$$\text{tarde de } E_5 - 2 = 15 - 2 = 13$$

$$\text{tarde de } E_6 - 5 = 10 - 5 = 5$$

$$\text{tarde de } E_7 - 7 = 13 - 7 = 6$$

Então o tarde do evento  $E_3$  é igual a 5

Assim, de maneira geral, pode-se definir tarde de um evento como:

$$t_i^L = \min (t_j^L - t_{ij})$$

O min significa que será escolhido sempre o menor valor entre intervalos se houver.

### 3.11. Folga de um evento

A folga de um evento é a diferença entre o tarde e o cedo de um evento. Em geral se representa  $(t_i^L - t_i^E)$  e representa o tempo disponível adicional que não interfere no resultado final do programa. No caminho crítico, a folga não existe. Assim, no caminho crítico o tempo cedo é igual ao tempo tarde.

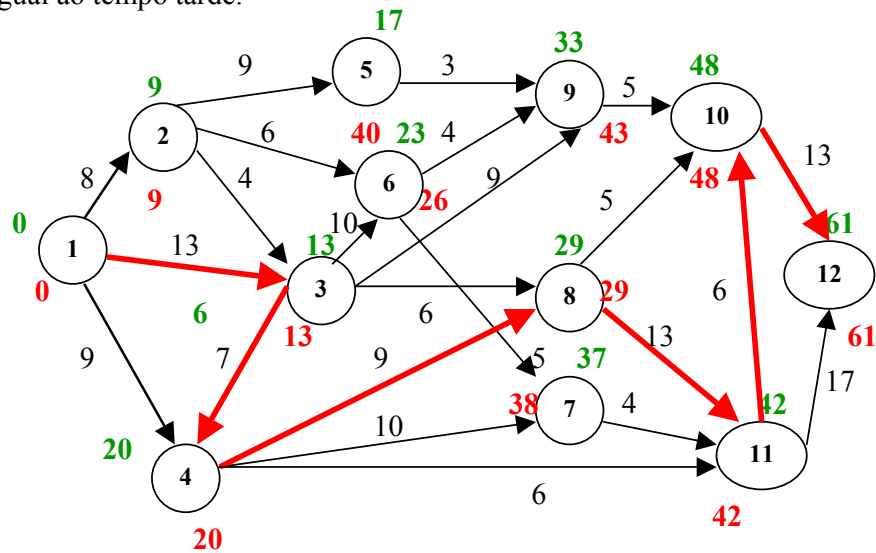


Figura 6 – PERT para cálculo da folga de um evento. Fonte: STANGER, 1976, p. 35.

### 3.12. Exercícios

- 1) Defina atividade e evento e apresente exemplos.
- 2) Quais os requisitos essenciais para o desenvolvimento de um programa de forma que possa ser desenvolvida uma rede de PERT?
- 3) Para a rede da figura 1, qual dos dois eventos ocorrerá em primeiro lugar, o evento 6 ou 7? O evento 7 ou 9? O evento 5 ou 6?
- 4) Para a mesma rede, quais atividades devem ser executadas para que o evento 7 seja atingido?
- 5) O que é caminho crítico? O que é cedo e tarde de um evento? O que é folga?
- 6) Qual a importância do caminho crítico?
- 7) Desenvolva um projeto com pelo menos 10 eventos, calcule o tempo mais cedo, o mais tarde, o caminho crítico e um gráfico de Gannt.

## **4. Análise de Investimentos em Projetos**

### **4.1. Conceitos financeiros básicos**

#### **Valor Futuro**

Valor Futuro = Montante

O valor futuro de um principal adicionado com juros capitalizados a cada determinado período.

#### **Valor Presente**

O valor atual de um montante futuro em unidades monetárias. O montante de unidades monetárias que poderia ser investido hoje a uma dada taxa de juros durante um período especificado, para se igualar ao montante futuro.

Ex: Supor que João deseja adquirir o direito de receber \$ 50.000 exatamente daqui a sete anos, fazendo um único pagamento total hoje.

#### **Fluxo de Caixa**

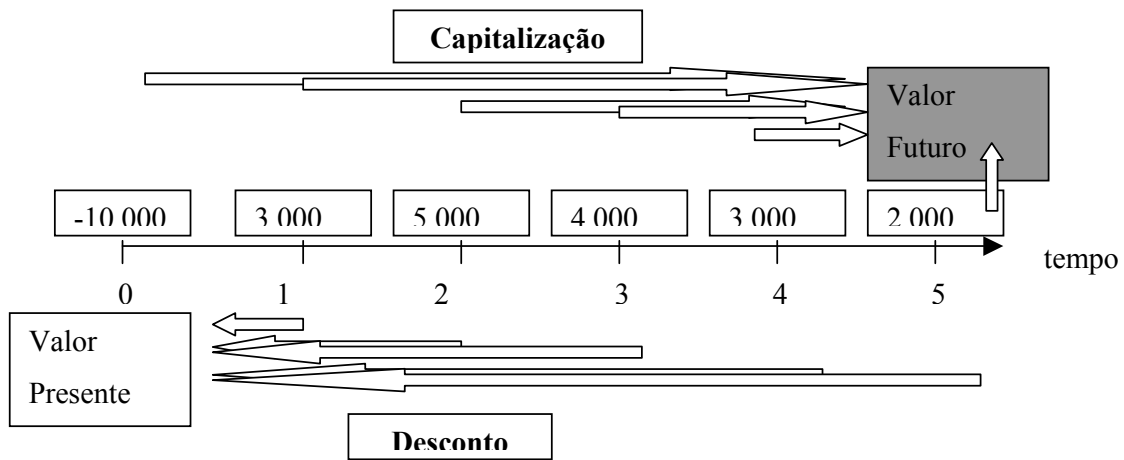
É qualquer operação de entrada ou saída de dinheiro do caixa.

#### **Custo de Capital**

Se o capital inicial fosse aplicado em um investimento “convencional” e não em um novo projeto, esse investimento forneceria uma taxa. Esta taxa é chamada de Custo de Capital.

#### **Taxa de Desconto**

É o percentual de desconto obtido ao se saldar uma dívida antes do término previsto, isto é, data de vencimento.



A linha do tempo ilustra o valor composto para encontrar o valor futuro e o desconto para encontrar o valor presente.

A técnica do valor futuro usa o valor composto para *capitalizar* e encontrar o valor futuro de cada fluxo de caixa no final da vida do investimento.

A técnica do valor presente, outra abordagem, usa o *desconto* para encontrar o valor presente de cada fluxo de caixa no tempo zero do investimento.

O valor presente e o valor futuro resultam em resultados semelhantes, mas os administradores financeiros têm a tendência de utilizar a técnica do valor presente uma vez que tomam decisões no tempo zero.

### Juros compostos

Juros ganhos sobre um dado depósito que se tornaram parte do principal ao final de cada período específico. Mais que uma capitalização – são várias.

### Juros simples

Juros ganhos sobre um dado depósito que se tornou parte do principal ao final de todos os períodos. Uma única capitalização.

**Principal**

Recurso financeiro sobre o qual os juros são pagos.

**Cálculo do valor futuro:**

$$(1) VF = VP(1 + k)^n ; \text{ ou}$$

$$(2) VF = VP(1 + nk)$$

Onde:

VF – Valor futuro ou montante;

VP – Valor presente ou principal;

k – taxa de juros;

n – número de períodos; e...

(1) - É o cálculo quando está se usando juros compostos;

(2) - É o cálculo quando está se usando juros simples.

Ex: João colocou \$ 800 em uma caderneta de poupança que paga 6% de juros compostos, capitalizados anualmente. Ele deseja determinar quanto dinheiro terá em sua conta ao final de 5 anos.

Solução:

$$VF = \$ 800 \times (1 + 0,06)^5$$

$$VF = \$ 800 \times 1,338$$

$$VF = \$ 1.070,58$$

Obs: Se estivesse sendo utilizado juros simples, o resultado ao final de 5 anos seria:

$$VF = \$ 1.040.$$

Cálculo do valor presente

$$VP = \frac{VF_n}{(1 + k)^n}$$

Ex: João deseja encontrar o valor presente de um montante futuro de \$ 1.700 que será recebido em oito anos a partir de hoje, e o custo de oportunidade (juros) é de 8% ao ano.

Resultado:

$$VP = \$ 1.700 / 1,08^8$$

$$VP = \$ 918,42$$



## 4.2. Principais indicadores de avaliação financeira sobre projetos

Os indicadores visam avaliar a viabilidade financeira de projetos. As técnicas utilizadas são:

Período de *Payback*;

TIR – Taxa Interna de Retorno;

VPL – Valor Presente Líquido;

### 4.2.1 Período de *Payback*

É o tempo exato necessário para uma empresa recuperar o investimento inicial em um projeto a partir das entradas de caixa.

#### Critério de decisão

Se o período de *payback* for menor que o período de *payback máximo* ou aceitável (prazo fixado pela empresa), se aceita o projeto; se o período de *payback* for maior que o período máximo ou aceitável, rejeita-se o projeto.

Exemplo:

CALCULO DOS PERIODOS DE PAYBACK PARA DOIS PROJETOS DE INVESTIMENTOS ALTERNATIVOS		
	Projeto A	Projeto B
Investimento Inicial	\$42.000	\$45.000
Ano	Entradas de Caixa	
1	14.000	28.000
2	14.000	7.000
3	14.000	5.000
4	14.000	5.000
5	14.000	10.000
Média	\$14.000	\$14.000
Período de <i>payback</i>	3 anos	4 anos

Quadro 1

A melhor alternativa é o Projeto A.

### 4.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

**Definição:** o valor presente líquido observa o valor presente descontando-se o investimento inicial.

Fórmula:

VPL = valor presente das entradas de caixa ao longo do tempo – investimento inicial

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - II$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

$FC_t$  = Fluxo de Caixa no tempo t

K = taxa de juros

t = Tempo transcorrido entre o momento inicial t = 1 e o momento final t = n

II = Investimento Inicial

Critério de decisão

Dado um projeto que está sendo avaliado, ele é rentável quando o  $VPL \geq 0$ .

Exemplo: quando a taxa (k) = 10% e o intervalo de tempo considerado são de 5 anos.

Projeto A (fluxo de caixa proveniente de anuidade)			
Entrada de cx. Anual			\$14.000
X Fator de anuidade - $\frac{1}{(1+k)^t}$			3,791
Valor Presente das entradas de caixa			\$53.074
- Investimento Inicial			\$42.000
VPL			11.074
Projeto B – fluxo de caixa misto			
Ano	Entrada de caixa	Fator de valor presente	Valor presente
1	\$28.000	0,909	\$25.452
2	12.000	0,826	\$ 9.912
3	10.000	0,751	\$ 7.510
4	10.000	0,683	\$ 6.830
5	10.000	0,621	\$ 6.210
Valor presente das entradas de caixa			\$55.914
- Investimento Inicial			\$45.000
VPL			\$10.914

Quadro 2

Na análise do exemplo vê-se que ambos os projetos estão aprovados já que seus VPL's são maiores que zero. Na classificação de qual o melhor, o selecionado é o Projeto A que tem VPL maior que o Projeto B.

#### 4.2.3 Taxa interna de retorno

**Definição:** é a taxa de desconto necessária para que o valor presente das entradas seja igual ao investimento inicial, ou seja, é a taxa necessária para que o VPL seja igual a zero, ou ainda, é o “melhor” valor que k pode assumir para que o projeto “pelo menos” se pague.

Fórmula:

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - II$$

**Obs.:** para a realização desse cálculo manualmente, é necessário que, somente o valor da TIR seja uma incógnita, então, tem-se que saber o **II** – Investimento Inicial -, o valor de **n** e trabalharemos 1º com uma *estimativa* de  $FC_t$  que será o fluxo de caixa médio ao longo do

período. Isso nos dará apenas uma *estimativa* da TIR, portanto será necessário que façamos algumas aproximações para chegarmos à TIR exata.

Critério de decisão:

**O projeto que tiver a TIR maior que o custo de capital é aceitável.**

Exemplo:

No exemplo dado acima, o custo do capital é de 10%. Como será visto a seguir, a TIR para o projeto A é de 20% e a TIR para o Projeto B é de 22%, sendo ambos, portanto aceitáveis. Pela análise da TIR a decisão correta seria a de privilegiar o Projeto B o que contradiz a conclusão usando-se o método das VPL's. Isso não é raro de acontecer, mas ambos os métodos indicam o que é mais importante nesse contexto – o de aceitabilidade ou não de um determinado projeto. Nessa questão ambos os métodos concordam.

Para se calcular a TIR ou usamos uma calculadora financeira (dá se entrada nos valores do fluxo de caixa e tecla-se IRR para se achar a taxa interna de retorno) ou um programa computacional (como o PMF Disk – consulte também o produto HTCalc II no [site www.hypertech.com.br](http://www.hypertech.com.br)), ou ainda o método de “tentativa e erro”.

Projeto A

II = \$42.000

Anuidade = \$14.000

N = 5 anos

A fórmula então ficou com a seguinte forma:

$$\$0 = \sum_{t=1}^5 \frac{14.000}{(1 + TIR)^t} - 42.000$$

$$42.000 = 14.000 * \sum_{t=1}^5 \frac{1}{(1 + TIR)^t}$$

$$\frac{42.000}{14.000} = \sum_{t=1}^5 \frac{1}{(1 + TIR)^t} \longrightarrow \text{note que } FC_{\text{médio}}/II = \text{tempo médio de payback}$$

$$\text{tempo médio de } payback = 3 = \sum_{t=1}^5 \frac{1}{(1 + TIR)^t}$$

Prof. Paulo Garcia Jr.

Consultando-se a tabela 2, vê-se que o valor para a TIR é aquele cujo fator mais se aproxima na linha de  $t = 5$  a um valor próximo de 3 isto é o (fator de juros valor presente para uma anuidade)  $f_{jvpa} = 3,058$  para  $k = 19\%$  ou  $f = 2,991$  para  $k = 20\%$ . Nesse caso como o valor mais próximo de 3 é 2,991,  $TIR = 20\%$  com uma aproximação de 1%.

Projeto B

$$II = 45.000$$

$$FC_1 = 28.000$$

$$FC_2 = 12.000$$

$$FC_3 = 10.000$$

$$FC_4 = 10.000$$

$$FC_5 = 10.000$$

Calculando a média do Fluxo de Caixa ao longo de  $n=5$  obtém-se um FC médio de  $\frac{70.000}{5} = 14.000$ .

$$\text{Então } 0 = \sum_{t=1}^5 \frac{14.000}{(1+TIR)^t} - II \Rightarrow II = 14.000 * \sum_{t=1}^5 \frac{1}{(1+TIR)^t}$$

Dividindo-se o II pelo FC Médio obtém-se um tempo médio de *payback*. Isto é o fator de valor presente de uma anuidade,  $f_{jvpa} = \frac{45.000}{14.000} = 3,214$ .

Na tabela 2 o valor mais próximo de 3,214 para  $n = 5$  é 3,199, ou seja,  $k = 17\%$ . Essa é, portanto uma 1ª estimativa para a TIR.

Já que as entradas de caixa reais nos primeiros anos são maiores que a média de entradas, aumenta-se, de forma aleatória, a estimativa da TIR para 19%.

Usando-se  $k = 19\%$  e variando  $t$  entre 1 e 5 na tabela 1, Obtém-se os seguintes fatores:

Ano	Entrada de caixa	Fjvp <sub>19%</sub> tabela 1	Valor presente a 19%
1	\$28.000	0,840	\$23.520
2	12.000	0,706	8.472
3	10.000	0,593	5.930
4	10.000	0,499	4.990
5	10.000	0,419	4.190
Valor presente das entradas dos caixas			\$47.102
- Investimento Inicial			45.000
VPL			\$2.102

Deseja-se um VPL = 0 ou o mais próximo possível, então se aumenta, de novo aleatoriamente a estimativa da TIR em 2%, ou seja, calcula-se a VPL para uma taxa de 21%:

Ano	Entrada de caixa	Fjvp <sub>21%</sub> tabela 1	Valor presente a 21%
1	\$28.000	0,826	\$23.128
2	12.000	0,683	8.196
3	10.000	0,564	5.640
4	10.000	0,467	4.670
5	10.000	0,386	3.860
Valor presente das entradas dos caixas			\$45.494
- Investimento Inicial			45.000
VPL			\$494

Pelo mesmo raciocínio acima, aumenta-se dessa vez em 1 ponto percentual a estimativa para a TIR, ou seja, agora será analisado o VPL para  $k = 22\%$

Ano	Entrada de caixa	Fjvp <sub>22%</sub> tabela 1	Valor presente a 22%
1	\$28.000	0,820	\$22.960
2	12.000	0,672	8.064
3	10.000	0,551	5.510
4	10.000	0,451	4.510
5	10.000	0,370	3.700
Valor presente das entradas dos caixas			\$44.744
- Investimento Inicial			45.000
VPL			- \$256

Então se tem que a TIR exata é algo entre 21 e 22%. Como 22% dá um VPL mais próximo de zero. Essa é a TIR a ser usada com uma aproximação de 1%. Uma calculadora financeira apresentaria que a TIR é exatamente igual a 21,65%.

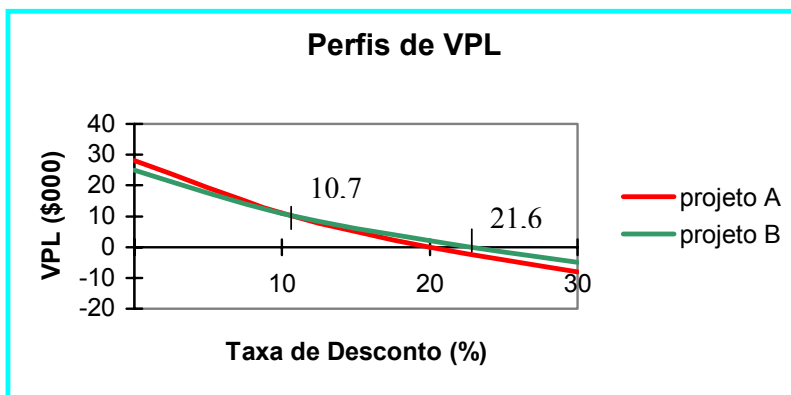
### Comparação entre VPL e TIR

Teoricamente, o uso do VPL é o que mais se aproxima da realidade já que pressupõe que as entradas de caixa intermediárias serão reinvestidas a um custo de capital real para a empresa no momento em que a análise está sendo feita. No caso dos exemplos dados acima, essas entradas intermediárias serão reinvestidas a uma taxa de 10%, que é o retorno de investimento atual da empresa.

Já o método que considera o valor da TIR, supõe que as entradas intermediárias serão reinvestidas a uma taxa freqüentemente elevada dada pela própria TIR. Esse método é o preferido pelos empresários já que trabalha com taxas de retorno ao invés de valores monetários. Para os empresários em geral faz mais sentido tomar decisões quando se consideram benefícios sobre o montante investido.

Analisando essa comparação graficamente.

Nos exemplos tem-se:



Note que ambos os gráficos são decrescentes em seus valores de VPL, atingindo o ponto mínimo (VPL = 0) respectivamente, o projeto A para uma taxa  $k = 20$  (que é o valor da TIR) e o projeto B para uma taxa  $k = 21,65\%$  (valor da TIR para o projeto B). A partir desses valores, em que o VPL torna-se negativo, o projeto fica inviável.

Note também que com uma taxa de desconto acima de 10,7%, o projeto B tem um VPL mais alto que o projeto A, sendo, portanto preferível. A explicação para esse aumento do VPL se dá devido à diferença de entrada de capital nos primeiros anos. De fato a preferência entre os projetos segue a seguinte tabela:

Padrão de entrada de caixa		
Taxa de desconto	Entradas de caixa menores nos primeiros anos	Entradas de caixa maiores nos primeiros anos
Baixa	Preferido	Não preferido
Alta	Não preferido	Preferido

Prof. Paulo Garcia Jr.

A explicação para essa tabela é simples. O fato de que com taxas de desconto mais altas, as entradas de caixa nos anos posteriores tendem a ser seriamente prejudicadas em termos do valor presente.



Exercícios

A Empresa Paulo S.A. deseja escolher um dentre dois projetos A e B. O custo de capital da empresa é de 14%.

	Projeto A	Projeto B
Investimento Inicial (II)	\$ 28.500	\$ 27.000
Ano (t)	Entradas de caixa (FC <sub>t</sub> )	
1	\$ 10.000	\$ 11.000
2	\$ 10.000	\$ 10.000
3	\$ 10.000	\$ 9.000
4	\$ 10.000	\$ 8.000

Calcule o período de payback para cada projeto.

Calcule o Valor Presente Líquido (VPL) para cada projeto.

Calcule a taxa interna de retorno (TIR) para cada projeto.

Faça uma tabela comparando os valores alcançados nas respostas acima e decida qual projeto você escolheria.

Determine através de um gráfico de perfis dos VPL's dos 2 projetos em que ponto haveria um conflito de classificação e em que circunstâncias ele ocorreria.

Solução:

Para o **projeto A** após  $\frac{28.500}{10.000} = 2,85$  anos o projeto estará pago.

Já o **projeto B**, após 2 anos, ele terá recuperado 21.000 dos 27.000 investidos inicialmente.

Resta saber que parte do 3º ano será preciso para recuperar os 6.000 restantes.

$$\text{Para isso faz-se a seguinte conta: } \frac{6.000}{30.000 - 21.000} = \frac{6.000}{9.000} = 0,67 \text{ anos.}$$

Logo o tempo de *payback* será de 2,67 anos.

Projeto A:

$$VPL_A = 10.000 * f_{jvpa_{k=14\%, n=4 \text{ anos}}} - 28.500$$

$$VPL_A = 10.000 * 2,914 - 28.500$$

$$VPL_A = \$640$$

Projeto B:

Ano (t)	CF <sub>t</sub> (1)	F <sub>jvp</sub> <sub>14%, t</sub> (2)	Valor presente a 14% [1*2] (3)
1	11.000	0,877	9.647
2	10.000	0,769	7.690
3	9.000	0,675	6.075
4	8.000	0,592	4.736
Valor presente das entradas de caixa			\$28.148
- investimento inicial			\$27.000
Valor Presente Liquido – VPL <sub>B</sub>			\$1.148

Lembrando a fórmula para cálculo da TIR:

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - II$$

Projeto A:

$$FC = 10.000, \text{ logo, } 0 = 10.000 * \sum_{t=1}^4 \frac{1}{(1 + TIR)^t} - 28.500$$

$$28.500/10.000 = f_{jvpa_{TIR, 4 \text{ anos}}} = 2,850$$

Da tabela 2 existem 2 opções:

$$fjvta_{15\%,4 \text{ anos}} = 2,855$$

$$fjvta_{16\%,4 \text{ anos}} = 2,798$$

Logo, tem-se uma TIR com aproximação de menos de 1% de 15%.

Projeto B:

$$\text{Entrada média: } \frac{11.000 + 10.000 + 9.000 + 8.000}{4} = \frac{38.000}{4} = \$9.500$$

$$\text{Voltando a fórmula, } \$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - II \Rightarrow 27.000 = 9.500 * \sum_{t=1}^4 \frac{1}{(1 + TIR)^t}$$

$$\text{Então, } \frac{27.000}{9.500} = \sum_{t=1}^4 \frac{1}{(1 + TIR)^t} = 2,842.$$

Consultando a tabela 2, obtém-se em uma primeira estimativa da TIR de 15%.

Sendo as entradas maiores que a média de entradas apenas “pouco” maiores. Deve-se então tentar  $k=16\%$  como uma segunda estimativa. Para saber se essa estimativa é boa, torna-se importante ter o  $VPL \geq 0$ .

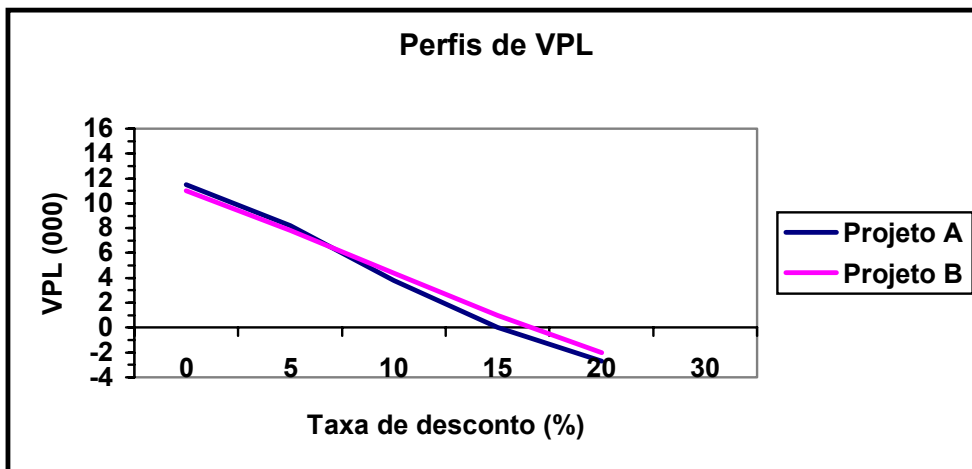
Ano (t)	$CF_t$ (1)	$F_{jvp_{16\%, t}}$ (2)	Valor presente a 16% [1*2] (3)	$F_{jvp_{17\%, t}}$ (4)	Valor presente a 16% [1*4] (5)
1	11.000	0,862	9.482	0,855	9.405
2	10.000	0,743	7.430	0,731	7.310
3	9.000	0,641	5.769	0,624	5.616
4	8.000	0,552	4.416	0,534	4.272
Valor presente das entradas de caixa			\$27.097		26.603
- investimento inicial			\$27.000		27.000
Valor Presente Líquido – $VPL_B$			\$97		-\$397

Logo o percentual mais adequado para um  $VPL \geq 0$  é quando a  $TIR = 16\%$

	Projeto A	Projeto B
Período de <i>payback</i>	2,85 anos	2,67 anos
VPL	\$640	\$1.148
TIR	15%	16%

O projeto recomendado é o B já que comparando com o A seu tempo de *payback* é menor, seu VPL é maior e, finalmente, a TIR é maior que o custo do capital.

DADOS		
Taxa de desconto (%)	VPL	
	Projeto A	Projeto B
0	\$11.500	\$11.000
14	640	1.148
15	0	–
16	–	0



Para uma taxa de 6% aproximadamente teríamos um conflito de decisões entre os 2 métodos, entretanto, como o custo de capital da empresa é de 14%, não existe qualquer conflito para resolver qual o projeto “mais aceitável”, conforme visto no item d.

#### 4.2.4 Ajuste ao Risco

Todo projeto tem um risco inerente a ele. Para inserir esse risco ao processo de decisão através de cálculo da viabilidade de um projeto, precisa-se avaliar a equação que dá o VPL mais detidamente. Como dito anteriormente, o cálculo do VPL trabalha com uma taxa de desconto factível, a do momento em que a avaliação do projeto está acontecendo e, portanto certamente oferece um resultado mais real. Esse é o motivo de se escolher trabalhar com o VPL e não com a TIR.

Na equação,

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - II, \text{ como o Investimento Inicial (II) é sabido, a única possibilidade}$$

de se ajustar o resultado VPL ao risco será fazer o ajuste através dos valores de  $FC_t$  e das taxas de desconto  $k$ .

Dentre as duas formas de se fazer esses ajustes, será apresentado nesse curso o método dos Equivalentes à Certeza (EC's). O outro método que usa Taxas de Desconto Ajustadas ao Risco (TDAR) envolve conceitos de matemática financeira bem mais profundos e sofisticados.

#### 4.2.5 Método dos equivalentes à certeza (EC's)

Significa ajustar as entradas de caixa a um percentual delas com a qual os investidores estariam satisfeitos em receber **com certeza** e não trabalhar com uma entrada de caixa **possível** por ano. Esses ajustes são de fato muito subjetivos.

A equação que dá o VPL ajustado ao risco usando os equivalentes à certeza será:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{\alpha_t * FC_t}{(1 + R_F)^t} - II, \text{ onde}$$

$\alpha_t$  = fator de equivalente a certeza no ano  $t$  ( $0 \leq \alpha_t \leq 1$ )

$FC_t$  = entrada de caixa relevante no ano  $t$

$R_F$  = taxa de retorno livre de risco (isto é, em uma aplicação virtualmente sem risco como, por exemplo, em um título do governo).

Exemplo:

Suponha que a companhia Paulo S.A. queira avaliar o risco na análise de 2 projetos, A e B apresentados no **Quadro 1**. A análise dos projetos usando-se VPL e supondo-se que os projetos tenham riscos idênticos foi apresentada no **Quadro 2**. Ignorando-se as diferenças de risco, a análise pelo VPL com uma taxa de desconto ou custo de capital de 10%, indicou uma **preferência pelo projeto A**, já que seu VPL era de \$11.074 contra \$10.914 do projeto B.

Prof. Paulo Garcia Jr.

Suponha agora, que numa análise mais profunda tenha se verificado que o projeto A é, na verdade, mais arriscado que o projeto B. Após uma pesquisa a administração da empresa estimou que a taxa de retorno de mercado livre de risco,  $R_F$ , era de 6% e para levar em conta as diferenças de risco, a empresa **estimou** os fatores de equivalentes à certeza para as entradas de caixa de cada projeto, em cada ano, como mostra as colunas 2 (projeto A) e 7 (projeto B) da **Quadro 3**.

PROJETO A					
Ano (t)	Entradas de caixa (1)	Fatores de equivalência à certeza $\alpha$ (2)	Entradas de caixa certas [(1) * (2)] (3)	$F_{jvp6\%, t}$ (4)	Valor presente [(3) * (4)] (5)
1	\$14.000	0,90	\$12.600	0,943	\$11.882
2	14.000	0,90	12.600	0,890	11.214
3	14.000	0,80	11.200	0,840	9.408
4	14.000	0,70	9.800	0,792	7.762
5	14.000	0,60	8.400	0,747	6.275
Valor presente das entradas de caixa					\$45.541
- Investimento Inicial					\$42.000
Valor Presente Líquido (VPL)					\$4.541
PROJETO B					
Ano (t)	Entradas de caixa (6)	Fatores de equivalência à certeza $\alpha$ (7)	Entradas de caixa certas [(6) * (7)] (8)	$F_{jvp6\%, t}$ (4)	Valor presente [(3) * (4)] (5)
1	\$28.000	1,00	\$28.000	0,943	\$26.404
2	12.000	0,90	10.800	0,890	9.612
3	10.000	0,90	9.000	0,840	7.560
4	10.000	0,80	8.000	0,792	6.336
5	10.000	0,70	7.000	0,747	5.229
Valor presente das entradas de caixa					\$55.141
- Investimento Inicial					\$45.000
Valor Presente Líquido (VPL)					\$10.141

Quadro 3

Obs.: os valores para os equivalentes à certeza  $\alpha$  foram estimados pela administração da empresa e refletem sua percepção acerca do risco das entradas de caixa.



Vê-se então que, pelo **Quadro 3**, considerando-se os riscos, o Projeto B seria uma melhor escolha que o Projeto A.

Exercícios Propostos:

A empresa XPTO está considerando investir em um dentre 2 projetos mutuamente excludentes, C e D. A empresa tem um custo de capital de 14%, e uma taxa de desconto livre de risco de 9%. O investimento inicial, as entradas de caixa esperadas e os fatores de equivalentes à certeza associados aos dois projetos estão apresentados no **quadro 4** abaixo.

Ache o VPL (sem ajustes ao risco) para cada projeto. Qual deles é preferível de acordo com esse método?

Ache o VPL, ajustados pelos fatores de equivalentes à certeza, para cada projeto. Qual deles é preferível de acordo com esse método?

Compare e discuta suas respostas aos itens **a** e **b**. Qual dos dois projetos se houver, você recomendaria para a empresa aceitar. Explique.

PROJETO C		PROJETO D		
Investimento Inicial (II)	\$40.000	\$56.000		
Ano (t)	Entradas de caixa ( $FC_t$ )	Fatores de equivalência à certeza $\alpha_t$	Entradas de caixa ( $FC_t$ )	Fatores de equivalência à certeza $\alpha_t$
1	\$20.000	0,90	\$20.000	0,95
2	16.000	0,80	25.000	0,90
3	12.000	0,60	15.000	0,85
4	10.000	0,50	20.000	0,80
5	10.000	0,40	10.000	0,80

Quadro 4

Os dois projetos a seguir apresentam o mesmo nível de risco e estão sendo analisados tendo em vista a compra de um novo equipamento. O custo de capital da empresa é de 13%. Os fluxos de caixa de cada projeto são apresentados no **quadro 5**.

	PROJETO A	PROJETO B
Investimento Inicial (II)	\$80.000	\$50.000
Ano (t)	Entradas de caixa ( $FC_t$ )	
1	\$15.000	\$15.000
2	20.000	15.000
3	25.000	15.000
4	30.000	15.000
5	35.000	15.000

Quadro 5

Calcule o período de *payback* para cada projeto.

Calcule o Valor Presente Líquido para cada projeto.

Calcule a Taxa Interna de Retorno para cada projeto.

Trace em um mesmo gráfico o perfil de VPL para cada projeto, e discuta qualquer conflito de classificação que possa existir entre o VPL e a TIR.

Faça um resumo das preferências, e aponte qual projeto você recomendaria. Explique o porquê.

Tabela 1

Período	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%
1	0,990	0,980	0,971	0,962	0,952	0,943	0,935	0,926	0,917	0,909	0,901	0,893	0,885	0,877	0,870	0,862	0,855	0,847	0,840
2	0,980	0,961	0,943	0,925	0,907	0,890	0,873	0,857	0,842	0,826	0,812	0,797	0,783	0,769	0,756	0,743	0,731	0,718	0,706
3	0,971	0,942	0,915	0,889	0,864	0,840	0,816	0,794	0,772	0,751	0,731	0,712	0,693	0,675	0,658	0,641	0,624	0,609	0,593
4	0,961	0,924	0,888	0,855	0,823	0,792	0,763	0,735	0,708	0,683	0,659	0,636	0,613	0,592	0,572	0,552	0,534	0,516	0,499
5	0,951	0,906	0,863	0,822	0,784	0,747	0,713	0,681	0,650	0,621	0,593	0,567	0,543	0,519	0,497	0,476	0,456	0,437	0,419
6	0,942	0,888	0,837	0,790	0,746	0,705	0,666	0,630	0,596	0,564	0,535	0,507	0,480	0,456	0,432	0,410	0,390	0,370	0,352
7	0,933	0,871	0,813	0,760	0,711	0,665	0,623	0,583	0,547	0,513	0,482	0,452	0,425	0,400	0,376	0,354	0,333	0,314	0,296
8	0,923	0,853	0,789	0,731	0,677	0,627	0,582	0,540	0,502	0,467	0,434	0,404	0,376	0,351	0,327	0,305	0,285	0,266	0,249
9	0,914	0,837	0,766	0,703	0,645	0,592	0,544	0,500	0,460	0,424	0,391	0,361	0,333	0,308	0,284	0,263	0,243	0,225	0,209
10	0,905	0,820	0,744	0,676	0,614	0,558	0,508	0,463	0,422	0,386	0,352	0,322	0,295	0,270	0,247	0,227	0,208	0,191	0,176
11	0,896	0,804	0,722	0,650	0,585	0,527	0,475	0,429	0,388	0,350	0,317	0,287	0,261	0,237	0,215	0,195	0,178	0,162	0,148
12	0,887	0,788	0,701	0,625	0,557	0,497	0,444	0,397	0,356	0,319	0,286	0,257	0,231	0,208	0,187	0,168	0,152	0,137	0,124
13	0,879	0,773	0,681	0,601	0,530	0,469	0,415	0,368	0,326	0,290	0,258	0,229	0,204	0,182	0,163	0,145	0,130	0,116	0,104
14	0,870	0,758	0,661	0,577	0,505	0,442	0,388	0,340	0,299	0,263	0,232	0,205	0,181	0,160	0,141	0,125	0,111	0,099	0,088
15	0,861	0,743	0,642	0,555	0,481	0,417	0,362	0,315	0,275	0,239	0,209	0,183	0,160	0,140	0,123	0,108	0,095	0,084	0,074
16	0,853	0,728	0,623	0,534	0,458	0,394	0,339	0,292	0,252	0,218	0,188	0,163	0,141	0,123	0,107	0,093	0,081	0,071	0,062
17	0,844	0,714	0,605	0,513	0,436	0,371	0,317	0,270	0,231	0,198	0,170	0,146	0,125	0,108	0,093	0,080	0,069	0,060	0,052
18	0,836	0,700	0,587	0,494	0,416	0,350	0,296	0,250	0,212	0,180	0,153	0,130	0,111	0,095	0,081	0,069	0,059	0,051	0,044
19	0,828	0,686	0,570	0,475	0,396	0,331	0,277	0,232	0,194	0,164	0,138	0,116	0,098	0,083	0,070	0,060	0,051	0,043	0,037
20	0,820	0,673	0,554	0,456	0,377	0,312	0,258	0,215	0,178	0,149	0,124	0,104	0,087	0,073	0,061	0,051	0,043	0,037	0,031
21	0,811	0,660	0,538	0,439	0,359	0,294	0,242	0,199	0,164	0,135	0,112	0,093	0,077	0,064	0,053	0,044	0,037	0,031	0,026
22	0,803	0,647	0,522	0,422	0,342	0,278	0,226	0,184	0,150	0,123	0,101	0,083	0,068	0,056	0,046	0,038	0,032	0,026	0,022
23	0,795	0,634	0,507	0,406	0,326	0,262	0,211	0,170	0,138	0,112	0,091	0,074	0,060	0,049	0,040	0,033	0,027	0,022	0,018
24	0,788	0,622	0,492	0,390	0,310	0,247	0,197	0,158	0,126	0,102	0,082	0,066	0,053	0,043	0,035	0,028	0,023	0,019	0,015
25	0,780	0,610	0,478	0,375	0,295	0,233	0,184	0,146	0,116	0,092	0,074	0,059	0,047	0,038	0,030	0,024	0,020	0,016	0,013
30	0,742	0,552	0,412	0,308	0,231	0,174	0,131	0,099	0,075	0,057	0,044	0,033	0,026	0,020	0,015	0,012	0,009	0,007	0,005



Prof. Paulo Garcia Jr.

Tabela 2

Período	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%
1	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990
2	1,970	1,942	1,913	1,886	1,859	1,833	1,808	1,783	1,759	1,736	1,713	1,690	1,668	1,647	1,626	1,605	1,585	1,566	1,547
3	2,941	2,884	2,829	2,775	2,723	2,673	2,624	2,577	2,531	2,487	2,444	2,402	2,361	2,322	2,283	2,246	2,210	2,174	2,140
4	3,902	3,808	3,717	3,630	3,546	3,465	3,387	3,312	3,240	3,170	3,102	3,037	2,974	2,914	2,855	2,798	2,743	2,690	2,639
5	4,853	4,713	4,580	4,452	4,329	4,212	4,100	3,993	3,890	3,791	3,696	3,605	3,517	3,433	3,352	3,274	3,199	3,127	3,058
6	5,795	5,601	5,417	5,242	5,076	4,917	4,767	4,623	4,486	4,355	4,231	4,111	3,998	3,889	3,784	3,685	3,589	3,498	3,410
7	6,728	6,472	6,230	6,002	5,786	5,582	5,389	5,206	5,033	4,868	4,712	4,564	4,423	4,288	4,160	4,039	3,922	3,812	3,706
8	7,652	7,325	7,020	6,733	6,463	6,210	5,971	5,747	5,535	5,335	5,146	4,968	4,799	4,639	4,487	4,344	4,207	4,078	3,954
9	8,566	8,162	7,786	7,435	7,108	6,802	6,515	6,247	5,995	5,759	5,537	5,328	5,132	4,946	4,772	4,607	4,451	4,303	4,163
10	9,471	8,983	8,530	8,111	7,722	7,360	7,024	6,710	6,418	6,145	5,889	5,650	5,426	5,216	5,019	4,833	4,659	4,494	4,339
11	10,368	9,787	9,253	8,760	8,306	7,887	7,499	7,139	6,805	6,495	6,207	5,938	5,687	5,453	5,234	5,029	4,836	4,656	4,486
12	11,255	10,575	9,954	9,385	8,863	8,384	7,943	7,536	7,161	6,814	6,492	6,194	5,918	5,660	5,421	5,197	4,988	4,793	4,611
13	12,134	11,348	10,635	9,986	9,394	8,853	8,358	7,904	7,487	7,103	6,750	6,424	6,122	5,842	5,583	5,342	5,118	4,910	4,715
14	13,004	12,106	11,296	10,563	9,899	9,295	8,745	8,244	7,786	7,367	6,982	6,628	6,302	6,002	5,724	5,468	5,229	5,008	4,802
15	13,865	12,849	11,938	11,118	10,380	9,712	9,108	8,559	8,061	7,606	7,191	6,811	6,462	6,142	5,847	5,575	5,324	5,092	4,876
16	14,718	13,578	12,561	11,652	10,838	10,106	9,447	8,851	8,313	7,824	7,379	6,974	6,604	6,265	5,954	5,668	5,405	5,162	4,938
17	15,562	14,292	13,166	12,166	11,274	10,477	9,763	9,122	8,544	8,022	7,549	7,120	6,729	6,373	6,047	5,749	5,475	5,222	4,990
18	16,398	14,992	13,754	12,659	11,690	10,828	10,059	9,372	8,756	8,201	7,702	7,250	6,840	6,467	6,128	5,818	5,534	5,273	5,033
19	17,226	15,678	14,324	13,134	12,085	11,158	10,336	9,604	8,950	8,365	7,839	7,366	6,938	6,550	6,198	5,877	5,584	5,316	5,070
20	18,046	16,351	14,877	13,590	12,462	11,470	10,594	9,818	9,129	8,514	7,963	7,469	7,025	6,623	6,259	5,929	5,628	5,353	5,101
21	18,857	17,011	15,415	14,029	12,821	11,764	10,836	10,017	9,292	8,649	8,075	7,562	7,102	6,687	6,312	5,973	5,665	5,384	5,127
22	19,660	17,658	15,937	14,451	13,163	12,042	11,061	10,201	9,442	8,772	8,176	7,645	7,170	6,743	6,359	6,011	5,696	5,410	5,149
23	20,456	18,292	16,444	14,857	13,489	12,303	11,272	10,371	9,580	8,883	8,266	7,718	7,230	6,792	6,399	6,044	5,723	5,432	5,167
24	21,243	18,914	16,936	15,247	13,799	12,550	11,469	10,529	9,707	8,985	8,348	7,784	7,283	6,835	6,434	6,073	5,746	5,451	5,182
25	22,023	19,523	17,413	15,622	14,094	12,783	11,654	10,675	9,823	9,077	8,422	7,843	7,330	6,873	6,464	6,097	5,766	5,467	5,195
30	25,808	22,396	19,600	17,292	15,372	13,765	12,409	11,258	10,274	9,427	8,694	8,055	7,496	7,003	6,566	6,177	5,829	5,517	5,235

Continuação da tabela 2

Período	20%	21%	22%	23%	24%	25%	26%	27%	28%	29%	30%	31%	32%	33%	34%	35%	40%	45%	50%
1	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990
2	1,528	1,509	1,492	1,474	1,457	1,440	1,424	1,407	1,392	1,376	1,361	1,346	1,331	1,317	1,303	1,289	1,224	1,165	1,111
3	2,106	2,074	2,042	2,011	1,981	1,952	1,923	1,896	1,868	1,842	1,816	1,791	1,766	1,742	1,719	1,696	1,589	1,493	1,407
4	2,589	2,540	2,494	2,448	2,404	2,362	2,320	2,280	2,241	2,203	2,166	2,130	2,096	2,062	2,029	1,997	1,849	1,720	1,605
5	2,991	2,926	2,864	2,803	2,745	2,689	2,635	2,583	2,532	2,483	2,436	2,390	2,345	2,302	2,260	2,220	2,035	1,876	1,737
6	3,326	3,245	3,167	3,092	3,020	2,951	2,885	2,821	2,759	2,700	2,643	2,588	2,534	2,483	2,433	2,385	2,168	1,983	1,824
7	3,605	3,508	3,416	3,327	3,242	3,161	3,083	3,009	2,937	2,868	2,802	2,739	2,677	2,619	2,562	2,508	2,263	2,057	1,883
8	3,837	3,726	3,619	3,518	3,421	3,329	3,241	3,156	3,076	2,999	2,925	2,854	2,786	2,721	2,658	2,598	2,331	2,109	1,922
9	4,031	3,905	3,786	3,673	3,566	3,463	3,366	3,273	3,184	3,100	3,019	2,942	2,868	2,798	2,730	2,665	2,379	2,144	1,948
10	4,192	4,054	3,923	3,799	3,682	3,571	3,465	3,364	3,269	3,178	3,092	3,009	2,930	2,855	2,784	2,715	2,414	2,168	1,965
11	4,327	4,177	4,035	3,902	3,776	3,656	3,543	3,437	3,335	3,239	3,147	3,060	2,978	2,899	2,824	2,752	2,438	2,185	1,977
12	4,439	4,278	4,127	3,985	3,851	3,725	3,606	3,493	3,387	3,286	3,190	3,100	3,013	2,931	2,853	2,779	2,456	2,196	1,985
13	4,533	4,362	4,203	4,053	3,912	3,780	3,656	3,538	3,427	3,322	3,223	3,129	3,040	2,956	2,876	2,799	2,469	2,204	1,990
14	4,611	4,432	4,265	4,108	3,962	3,824	3,695	3,573	3,459	3,351	3,249	3,152	3,061	2,974	2,892	2,814	2,478	2,210	1,993
15	4,675	4,489	4,315	4,153	4,001	3,859	3,726	3,601	3,483	3,373	3,268	3,170	3,076	2,988	2,905	2,825	2,484	2,214	1,995
16	4,730	4,536	4,357	4,189	4,033	3,887	3,751	3,623	3,503	3,390	3,283	3,183	3,088	2,999	2,914	2,834	2,489	2,216	1,997
17	4,775	4,576	4,391	4,219	4,059	3,910	3,771	3,640	3,518	3,403	3,295	3,193	3,097	3,007	2,921	2,840	2,492	2,218	1,998
18	4,812	4,608	4,419	4,243	4,080	3,928	3,786	3,654	3,529	3,413	3,304	3,201	3,104	3,012	2,926	2,844	2,494	2,219	1,999
19	4,843	4,635	4,442	4,263	4,097	3,942	3,799	3,664	3,539	3,421	3,311	3,207	3,109	3,017	2,930	2,848	2,496	2,220	1,999
20	4,870	4,657	4,460	4,279	4,110	3,954	3,808	3,673	3,546	3,427	3,316	3,211	3,113	3,020	2,933	2,850	2,497	2,221	1,999
21	4,891	4,675	4,476	4,292	4,121	3,963	3,816	3,679	3,551	3,432	3,320	3,215	3,116	3,023	2,935	2,852	2,498	2,221	2,000
22	4,909	4,690	4,488	4,302	4,130	3,970	3,822	3,684	3,556	3,436	3,323	3,217	3,118	3,025	2,936	2,853	2,498	2,222	2,000
23	4,925	4,703	4,499	4,311	4,137	3,976	3,827	3,689	3,559	3,438	3,325	3,219	3,120	3,026	2,938	2,854	2,499	2,222	2,000
24	4,937	4,713	4,507	4,318	4,143	3,981	3,831	3,692	3,562	3,441	3,327	3,221	3,121	3,027	2,939	2,855	2,499	2,222	2,000
25	4,948	4,721	4,514	4,323	4,147	3,985	3,834	3,694	3,564	3,442	3,329	3,222	3,122	3,028	2,939	2,856	2,499	2,222	2,000
30	4,979	4,746	4,534	4,339	4,160	3,995	3,842	3,701	3,569	3,447	3,332	3,225	3,124	3,030	2,941	2,857	2,500	2,222	2,000

