



5954014 - Engenharia de Software

Aula 08 - Planejamento e Riscos

Prof. Dr. Denis Martins

DCM | FFCLRP | USP

Um projeto aparentemente viável...

Considere uma equipe com 30 dias úteis para desenvolver um módulo web de agendamento hospitalar. Após duas semanas, surgem os problemas:

- especialista em banco de dados pode deixar a equipe;
- dependências entre atividades;
- equipes trabalhando em paralelo;
- prazo imutável do cliente...

e o gerente precisa decidir onde focar.

Questão Central

Como transformar esse cenário em um plano de projeto gerenciável?



Riscos



Cronograma



Plano

Planejamento

Pessoas

Quem realiza?

Produto

O que desenvolver?

Processo

Como desenvolver?

Projeto

Como organizar, acompanhar e controlar?



Riscos

Identificação, análise e mitigação das incertezas



Cronograma

Estimativas de tempo, marcos e esforço de entrega



Plano

Escopo, recursos necessários e definição de tarefas

Risco ou Problema?

#	Situação	R ou P?
1	O único desenvolvedor com conhecimento do sistema legado pode deixar a empresa nos próximos meses.	R / P
2	O servidor de homologação está indisponível desde ontem.	R / P
3	Existe a possibilidade de a API do sistema acadêmico não suportar o volume previsto de acessos.	R / P
4	A equipe descobriu hoje que a integração com o sistema acadêmico não funciona com a versão atual da API.	R / P
5	O cliente ainda não definiu completamente as regras de cancelamento e pode solicitar alterações posteriormente.	R / P
6	Dois requisitos aprovados pelo cliente são contraditórios e impedem a implementação atual.	R / P



Risco × Problema

Definições segundo Pressman & Maxim e Sommerville

Categorias: Projeto, Técnicos, Negócio



Risco

Evento ou condição incerta e futura.

Ex: "O desenvolvedor responsável pela API pode deixar a equipe."

Pode acontecer: Evento incerto no futuro

Probabilidade: Mensurável de 0% a 100%

Mitigar: Foco em prevenção e contingência



Problema / Issue

Situação indesejada já concretizada.

Ex: "O desenvolvedor da API pediu demissão."

Já aconteceu: Situação real no presente

Evidência: Verificável por sintomas e fatos

Resolver: Foco em correção e contenção

Objetivos de Aprendizagem

01 Diferenciar risco de problema

Reconhecendo incerteza, probabilidade e impacto em projetos de software.

03 Avaliar e priorizar riscos

Utilizando probabilidade, impacto e exposição ao risco.

05 Determinar o caminho crítico e as folgas

De um cronograma utilizando os princípios do CPM.

02 Identificar e classificar riscos

Relacionados a estimativas, organização, pessoas, requisitos, tecnologia e ferramentas.

04 Representar atividades e dependências

Por meio de uma rede de tarefas, distinguindo execução sequencial e paralela.

06 Interpretar o impacto de mudanças de prazo

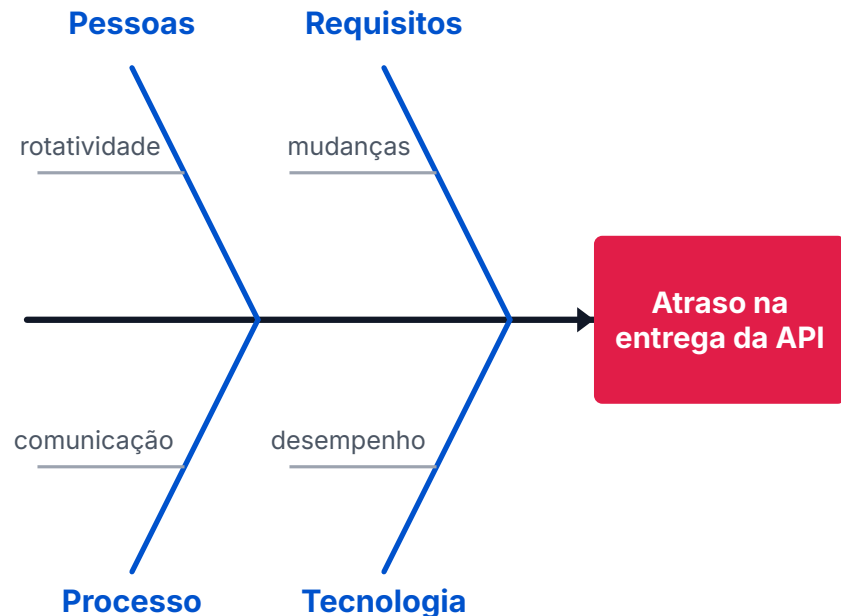
Sobre esforço, recursos e risco do projeto.

De onde vêm os riscos?

Fontes comuns em software

- **Pessoas** (rotatividade)
- **Requisitos** (mudanças)
- **Tecnologia** (desempenho)
- **Processo** (comunicação)
- **Dependências Externas** (fornecedores)

Diagrama de Ishikawa



Exemplos de Risco em Engenharia de Software

1 Estimativa



- Migração para microsserviços subestimada
- Custo de infraestrutura em nuvem acima do previsto

2 Organizacional



- Reestruturação muda prioridades do produto
- Corte orçamentário reduz equipe e serviços

3 Pessoal



- Saída de desenvolvedor-chave da arquitetura
- Falta de experiência em Kubernetes, cloud ou IA

4 Requisitos



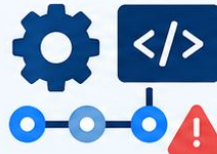
- Cliente adiciona novas funcionalidades no meio do projeto
- Exigências de LGPD alteram armazenamento e consentimento

5 Tecnologia



- Banco de dados não suporta picos de acesso
- API externa muda de versão ou falha em produção

6 Ferramentas



- Atualização da pipeline quebra o deploy
- Ferramentas não se integram adequadamente

Gerenciamento de Riscos: Fluxo Geral

Segundo **Pressman & Maxim**, a gerência de riscos deve acompanhar continuamente a evolução do projeto:

- **Identifique os maiores riscos:** determine quais incertezas podem comprometer prazo, custo, qualidade ou escopo.
- **Planeje e desenvolva:** execute o projeto considerando ações preventivas e estratégias de mitigação.
- **Avalie os riscos:** verifique se a probabilidade ou o impacto dos riscos mudou durante a execução.
- **Revise a avaliação:** atualize prioridades, estimativas e respostas conforme novas informações surgem.
- **Revise o plano do projeto:** ajuste cronograma, recursos, atividades ou escopo quando necessário.

O ciclo é repetido a cada **iteração** até que o risco seja eliminado, reduzido a um nível aceitável ou deixe de ser relevante.



Nem todos os riscos merecem a mesma atenção

Avaliação de Riscos

Fórmulas de Pressman & Maxim para avaliação de riscos:

P(R) = Probabilidade do risco ocorrer

C(R) = Consequência ou perda financeira

Fórmula da Exposição ao Risco (do inglês *Risk Exposure*)

$$RE = P(R) \times C(R)$$



Exemplo Prático

Perda de especialista de banco de dados

Exposição Calculada (RE)

$$RE = R\$ 12.000$$

Probabilidade (P) = **0,30** (30%)

Consequência (C) = **R\$ 40.000**

Cálculo: $0,30 \times R\$ 40.000 = R\$ 12.000$

Importante: Critério explícito para priorização.

Priorizando os riscos

Matriz de Severidade

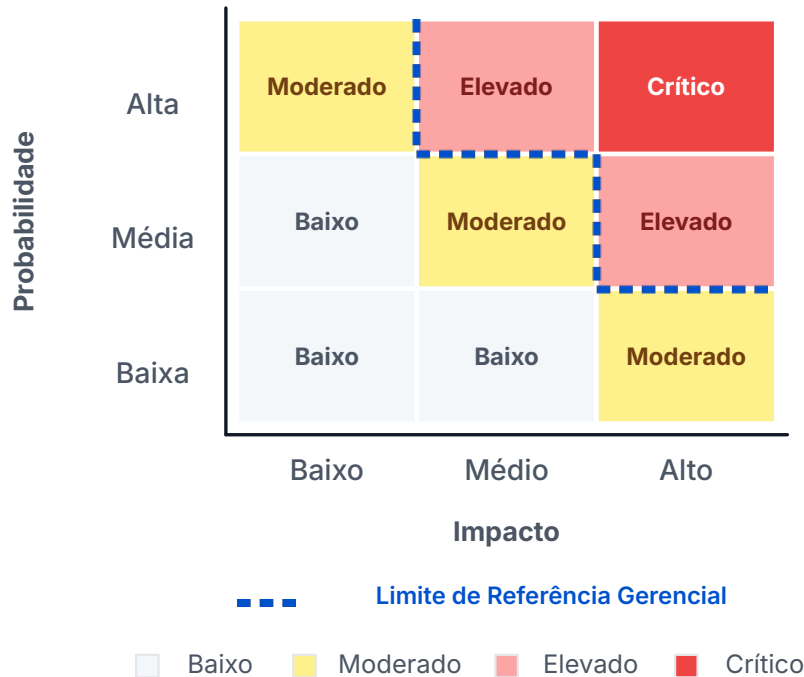
A priorização é estruturada cruzando a **Probabilidade** de ocorrência e o **Impacto** estimado no projeto, classificando riscos em quatro faixas de severidade: baixa, moderada, elevada e crítica.

Nível de Referência: Estabelece um limiar rigoroso para a gestão. Riscos posicionados além desse limite exigem planos de mitigação e intervenção imediatos.



Break Point (Gatilho)

Ponto de virada crítico que sinaliza inviabilidade momentânea, disparando ações mandatórias como **replanejamento**, **redução drástica de escopo**, **renegociação** ou **encerramento** do projeto.



Plano de Administração e Monitoração de Riscos

O **PAMR** (Plano de Administração e Monitoração de Riscos) consolida todas as ações de gestão de riscos do projeto.



- 01 Evitar:** Eliminar as causas da ameaça
- 02 Mitigar:** Reduzir probabilidade ou impacto (ex: documentação, par, backup para especialista de BD)
- 03 Transferir:** Compartilhar responsabilidade
- 04 Aceitar:** Reter o risco deliberadamente
- 05 Contingenciar:** Desenvolver plano alternativo de resposta

Decisão Econômica

A viabilidade de qualquer resposta baseia-se na relação direta entre investimento necessário e eficácia obtida:

Custo da Resposta

X

Redução da Exposição ao Risco

Mitigação de Risco: Exemplo

RE Inicial

R\$ 12k

RE Pós-Mitigação

R\$ 4k

Custo da Ação

R\$ 3k

Mitigação de Risco: Exemplo

RE Inicial

R\$ 12k

RE Pós-Mitigação

R\$ 4k

Custo da Ação

R\$ 3k

Análise de Justificativa Econômica

Redução da Exposição ao Risco (ΔRE): R\$ 8.000 (R\$ 12.000 - R\$ 4.000)

Como o custo de mitigação (**R\$ 3.000**) é muito menor que o risco evitado (**R\$ 8.000**), a ação é **altamente recomendada e justificável**.

Atividade Prática 1

01. Cenário: Riscos Identificados

Risco	Probabilidade	Impacto (Custo)
R1	30%	R\$ 40.000
R2	20%	R\$ 60.000
R3	60%	R\$ 10.000

02. Tarefas em Dupla

1. Calcule a **Exposição ao Risco** ($RE = P \times C$) de cada item.
2. Ordene e priorize os três riscos com base no RE.
3. Proponha uma estratégia de resposta e justifique sua decisão.

Pense para além do número: riscos com a mesma RE podem exigir respostas diferentes.

Antes do Cronograma: precisamos saber o que depende de quê

Conceitos fundamentais de planejamento temporal segundo Pressman e Sommerville

01. RECURSO & TEMPO

Atividade

Consome tempo e recursos do projeto para ser realizada.

02. VÍNCULO LÓGICO

Dependência

Relação de precedência que dita o sequenciamento correto.

03. MARCO / MILESTONE

Marco

Ponto de controle crucial no cronograma com duração zero.

04. DELIVERABLE

Entregável

Produto de trabalho concreto, mensurável e verificável.

Exemplo de Relação Prática

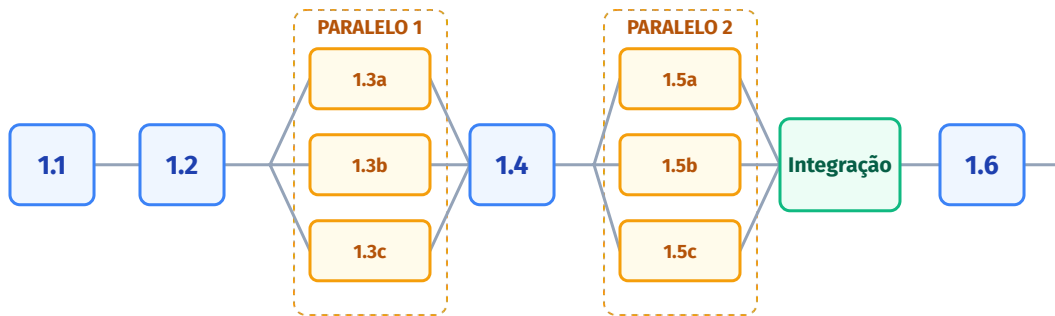


Redes de Tarefas

Rede de tarefas é a representação gráfica das **atividades do projeto e de suas dependências**, evidenciando a sequência de execução e oportunidades de paralelismo.

- **Nós & Setas:** Blocos representam tarefas; setas indicam relações de precedência.
- **Paralelismo:** Atividades independentes podem ser executadas simultaneamente.
- **Convergência:** Tarefas com múltiplos predecessores esperam todas as conclusões.
- **Aplicações:** Base para identificação de gargalos, CPM (Caminho Crítico) e PERT.
- **Na prática:** A lista mostra *o que fazer*; a rede mostra *em que ordem e em paralelo*.

Exemplo Visual: Fluxo de Execução com Ramos Paralelos



○ Sequência Direta

□ Tarefas Paralelas

○ Ponto de Convergência

Relações de Precedência: 1.2 libera o bloco paralelo {1.3a, 1.3b, 1.3c}. O elemento 1.4 atua como sincronizador que aguarda o término de todas antes de prosseguir.

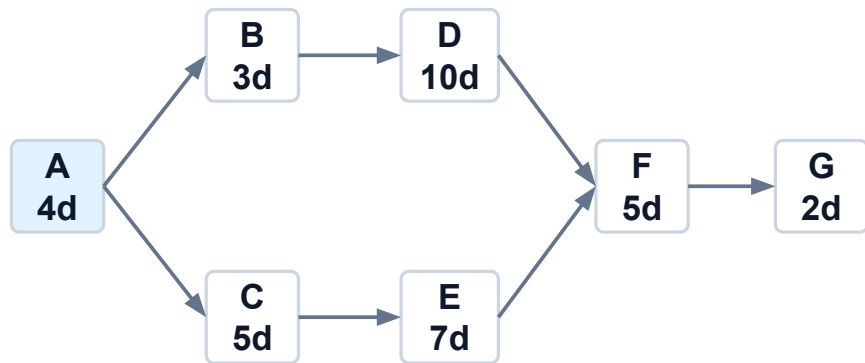
Ganho de Tempo: Executar 1.3a–c e 1.5a–c em paralelo reduz drasticamente o caminho crítico global do projeto.

Redes de Tarefas: Exemplo



Representando dependências

Rede de Precedências



A **rede de precedências** ilustra de forma lógica e sequencial as atividades, durações, dependências e paralelismos de um projeto.
Exemplo: atividades **B e C** (e suas sucessoras **D e E**) ocorrem de forma paralela antes da convergência final.

Estimativa PERT

TRATAMENTO DE INCERTEZAS NO CRONOGRAMA

$$te = (to + 4tm + tp)/6$$

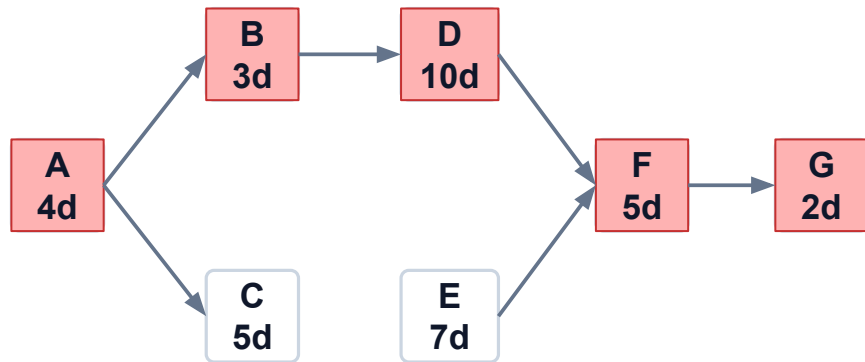
to (otimista): menor duração baseada no melhor cenário.

tm (mais provável): estimativa realista em condições normais.

tp (pessimista): tempo máximo considerando riscos e atrasos.

Representando dependências

Rede de Precedências



Caminho crítico

A → B → D → F → G

$$4 + 3 + 10 + 5 + 2$$

24 dias

Determina a duração mínima do projeto.

CPM (Critical Path Method)

Definição do caminho crítico como a **sequência mais longa** em duração de atividades. Determina a duração mínima possível para a conclusão do projeto.

Atividades Críticas

Atividades pertencentes ao **caminho crítico** têm **folga total = 0**. Qualquer atraso nessas atividades impactará diretamente a data de entrega final.

Quanto uma atividade pode atrasar?

CONCEITOS E VARIÁVEIS

Cada atividade no diagrama de rede possui limites temporais calculados para determinar a flexibilidade e as folgas do cronograma geral.

CÁLCULO DOS PASSOS

Passo para Frente (Forward Pass)

Determina os limites mais cedo: **$EF = ES + \text{duração}$**

Passo para Trás (Backward Pass)

Determina os limites mais tarde: **$LS = LF - \text{duração}$**

MARGEM DE ATRASO (FOLGA TOTAL)

A folga total indica a tolerância máxima de atraso de uma atividade sem adiar a conclusão do projeto:

Folga Total = $LS - ES$ ou $LF - EF$

Leia mais sobre CPM em: <https://asana.com/pt/resources/critical-path-method> e <https://www.projectmanager.com/pt/metodo-do-caminho-critico>

ES Início mais Cedo Earliest Start	EF Término mais Cedo Earliest Finish
LS Início mais Tarde Latest Start	LF Término mais Tarde Latest Finish

Exemplo: CPM e Rede de Tarefas

TABELA COMPLETA DE VALORES

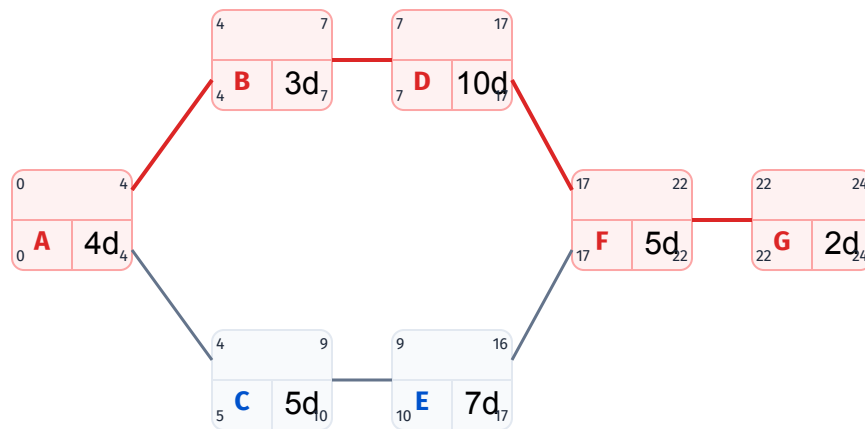
Ativ.	Dur.	ES	EF	LS	LF	Folga	Status
A	4	0	4	0	4	0	Crítica
B	3	4	7	4	7	0	Crítica
C	5	4	9	5	10	1	Não crítica
D	10	7	17	7	17	0	Crítica
E	7	9	16	10	17	1	Não crítica
F	5	17	22	17	22	0	Crítica
G	2	22	24	22	24	0	Crítica

Caminho Crítico (Folga = 0): A → B → D → F → G

Duração total do projeto: 4 + 3 + 10 + 5 + 2 = **24 dias**

Regra prática: Se houver mais de um valor, MAX no Forward Pass / MIN no Backward Pass.

DIAGRAMA DE REDE DETALHADO (ES, EF, LS, LF)



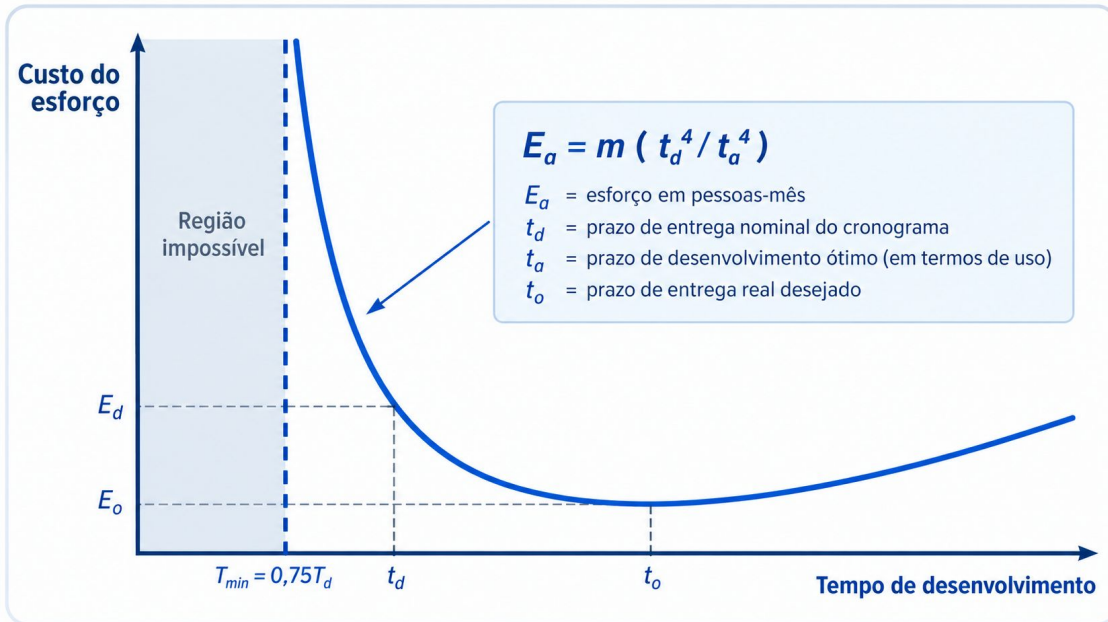
Legenda e Estrutura dos Nós

Cada nó representa uma atividade com seus 4 limites de tempo e duração.

Relação entre prazo e esforço do projeto

Reduzir o prazo de desenvolvimento **não reduz proporcionalmente o esforço**; prazos muito agressivos fazem o esforço crescer exponencialmente.

- **t_o** representa o **prazo desejado/ótimo**, associado ao menor nível de esforço (**E_o**).
- **t_d** representa um **prazo nominal mais curto**, exigindo esforço significativamente maior (**E_d**).
- A relação **$E_a = m \cdot (t_d^4 / t_a^4)$** destaca que pequenas reduções no prazo causam **grandes aumentos no esforço**.
- Limite inferior de **T_{min} = 0,75 T_d**: abaixo deste valor, o projeto entra em uma **região inviável**, independente do aporte de recursos.



Atividade Prática 2

Atividade	Predecessores	Duração
A	-	4 semanas
B	A	5 semanas
C	A	3 semanas
D	B	6 semanas
E	C	4 semanas
F	D, E	5 semanas
G	F	4 semanas

Tarefas:

- Desenhar o diagrama de rede (PERT/CPM)
- Calcular as durações e achar o caminho crítico
- Determinar a duração total e a folga de E

Visualizando o Cronograma

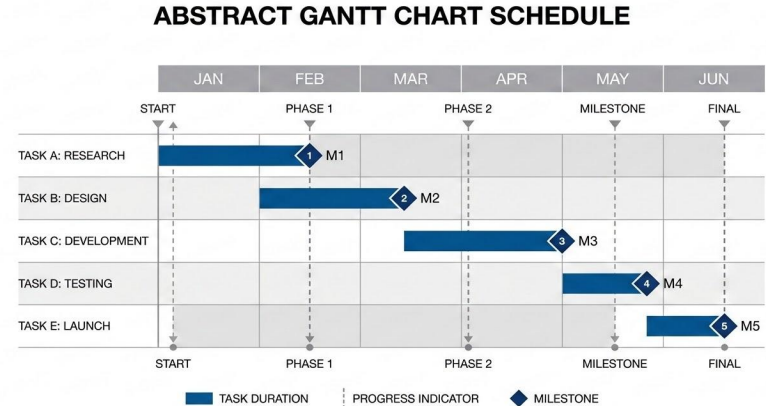
Propósito do Gantt

Segundo Pressman, o Gráfico de Gantt permite monitorar o progresso planejado em relação ao real, fornecendo uma visualização clara do avanço temporal das atividades do projeto.

Elementos Estruturais

- **Eixos:** Tempo no eixo X e Atividades no eixo Y.
- **Barras:** Representam a duração estimada das atividades.
- **Setas:** Indicam as relações de dependência lógica.
- **Marcos (Losangos):** Entregas críticas e marcos do projeto.
- **Progresso:** Contraste contínuo entre planejado vs. realizado.

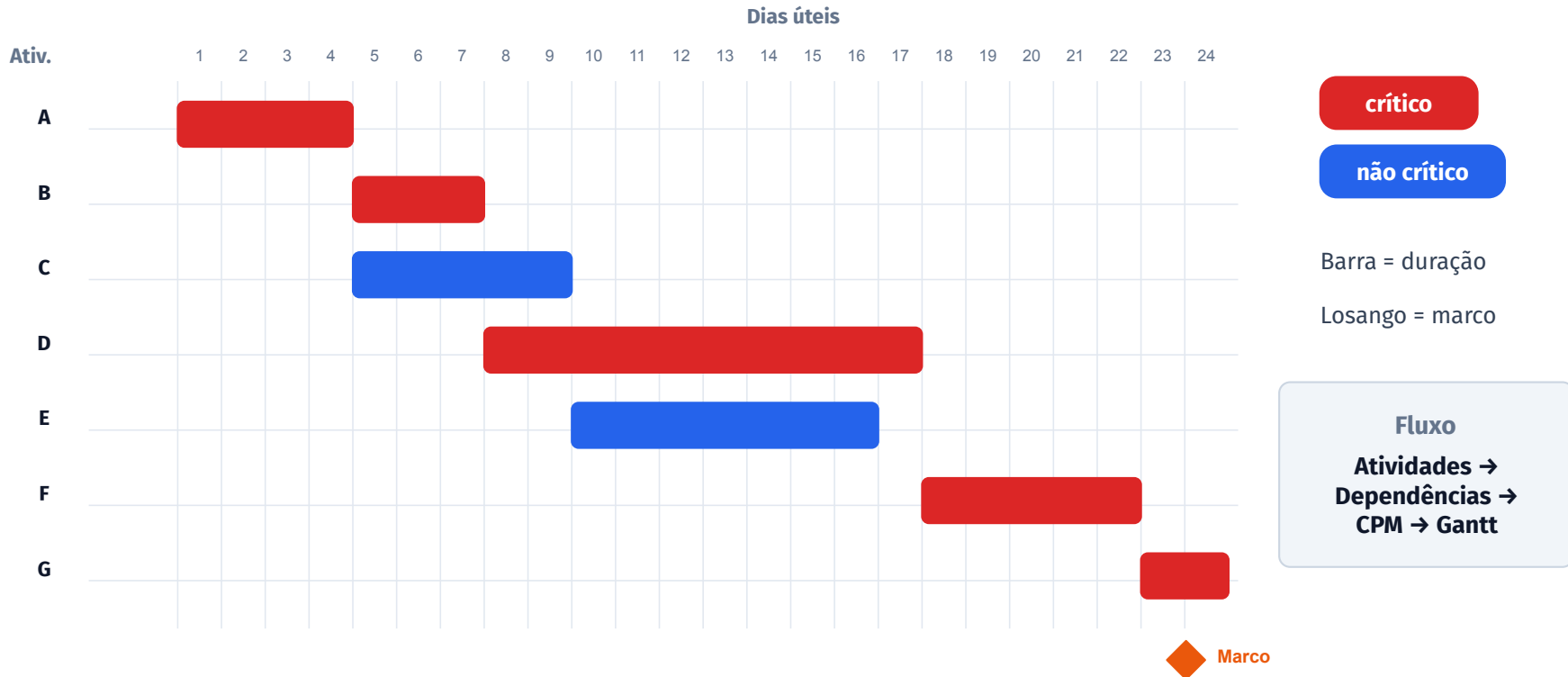
Modelo Teórico do Cronograma



Mapeamento visual do Método do Caminho Crítico (CPM) para as atividades do projeto, evidenciando as durações e marcos de entrega.

Visualizando o Cronograma

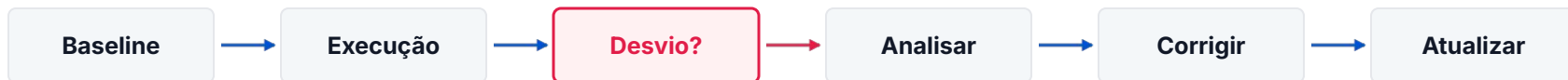
Gantt traduz o cronograma para uma visão temporal de fácil comunicação.



Planejamento x Controle

Monitoramento contínuo (Planejado x Realizado) com ações corretivas no caminho crítico e realocação de recursos.

Ciclo de Controle do Projeto



Técnicas de Compressão de Cronograma

Crashing (Alocação de Custos)

Foco: Adicionar custos para reduzir o tempo.

Injeta recursos adicionais (horas extras, novos integrantes ou equipamentos de alta performance) em atividades chave localizadas no caminho crítico.

Impacto: Aumenta o custo financeiro do projeto.

Fast Tracking (Paralelismo)

Foco: Atividades paralelas, aumentando o risco.

Executa fases ou tarefas em sobreposição que normalmente seriam feitas de forma sequencial (ex: iniciar codificação sem finalizar todo o design estrutural).

Impacto: Eleva expressivamente o risco de retrabalho.

Lei de Brooks: adicionar pessoas a um projeto de software atrasado pode atrasá-lo ainda mais.

Plano de Projeto de Software

O plano como integrador de decisões segundo Pressman e Sommerville



CONCEITO FUNDAMENTAL

O plano de projeto não é estático: é um **documento vivo e dinâmico** que acompanha a evolução de todas as decisões tomadas ao longo do ciclo de desenvolvimento.

Atividade Prática 3

Módulo web de agendamento hospitalar

Ativ.	Descrição	Duração	Preced.
A	Requisitos	4d	—
B	Banco de dados	3d	A
C	Protótipo UI	5d	A
D	API	10d	B
E	Front-end	8d	C
F	Testes	5d	D,E
G	Implantação	2d	F

Risco: 30% de indisponibilidade do especialista de BD.
Impacto = R\$ 40.000.

Entregável: Plano de Projeto Simplificado

A. Risco

- Calcule a exposição.
- Proponha mitigação.
- Defina como monitorar.

B. Cronograma

- Construa a rede.
- Calcule os caminhos.
- Identifique o(s) crítico(s).

C. Plano

- Objetivo + atividades + marcos.
- Risco prioritário + resposta.

Submissão Moodle: 1 PDF por grupo • máximo 1 página

Resumo e Conclusão

Fluxo de Risco



1. **Identificar** fontes
2. **Avaliar** impacto & prob.
3. **Responder** com ações
4. **Monitorar** o status

Fluxo do Cronograma



1. **Atividades** definidas
2. **Dependências** mapeadas
3. **CPM** (Caminho Crítico)
4. **Gantt** (Cronograma)

Plano Integrado



- **Integração** de conceitos
- **Linha de Base** sólida
- **Alinhamento** dinâmico
- **Mitigação** em tempo real

Reflexão

O que acontece com o cronograma se um risco se materializa e vira um problema real?

Referências

Bibliografia Básica da Disciplina

Roger S. Pressman & Bruce R. Maxim

*Engenharia de Software: Uma Abordagem
Profissional*

Capítulos 25 (itens 25.7 a 25.10) e 26 (completo)

Ian Sommerville

*Engenharia de Software
Capítulo 22, item 22.1 (completo)*

Referências Complementares de Apoio

IEEE Computer Society

*SWEBOK V4.0: Guide to the Software Engineering
Body of Knowledge*

Project Management Institute (PMI)

*PMBOK Guide: Um Guia para o Conjunto de
Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*

Dúvidas e Discussão