



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO

Planejamento e Programação da Manutenção

2024

Organização da Apresentação

- Introdução
- Planejamento estratégico em manutenção
- Planejamento de médio prazo
- Planejamento de curto prazo
- Programação da manutenção
- Referências

Introdução

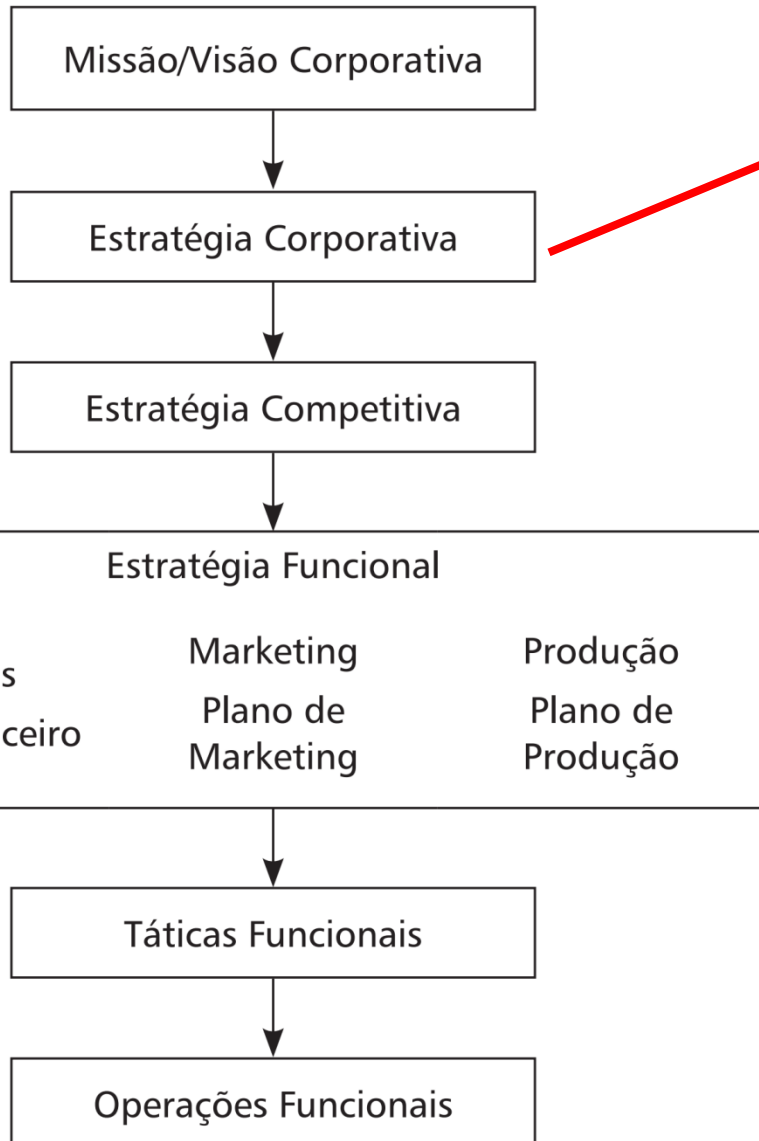
Introdução

- Planejamento é o processo de determinar decisões e ações futuras necessárias para atingir objetivos e metas pretendidos.
- O planejamento de ações futuras ajuda a atingir objetivos da maneira mais eficiente e eficaz, por meio da redução de custos, riscos e oportunidades perdidas.

Introdução

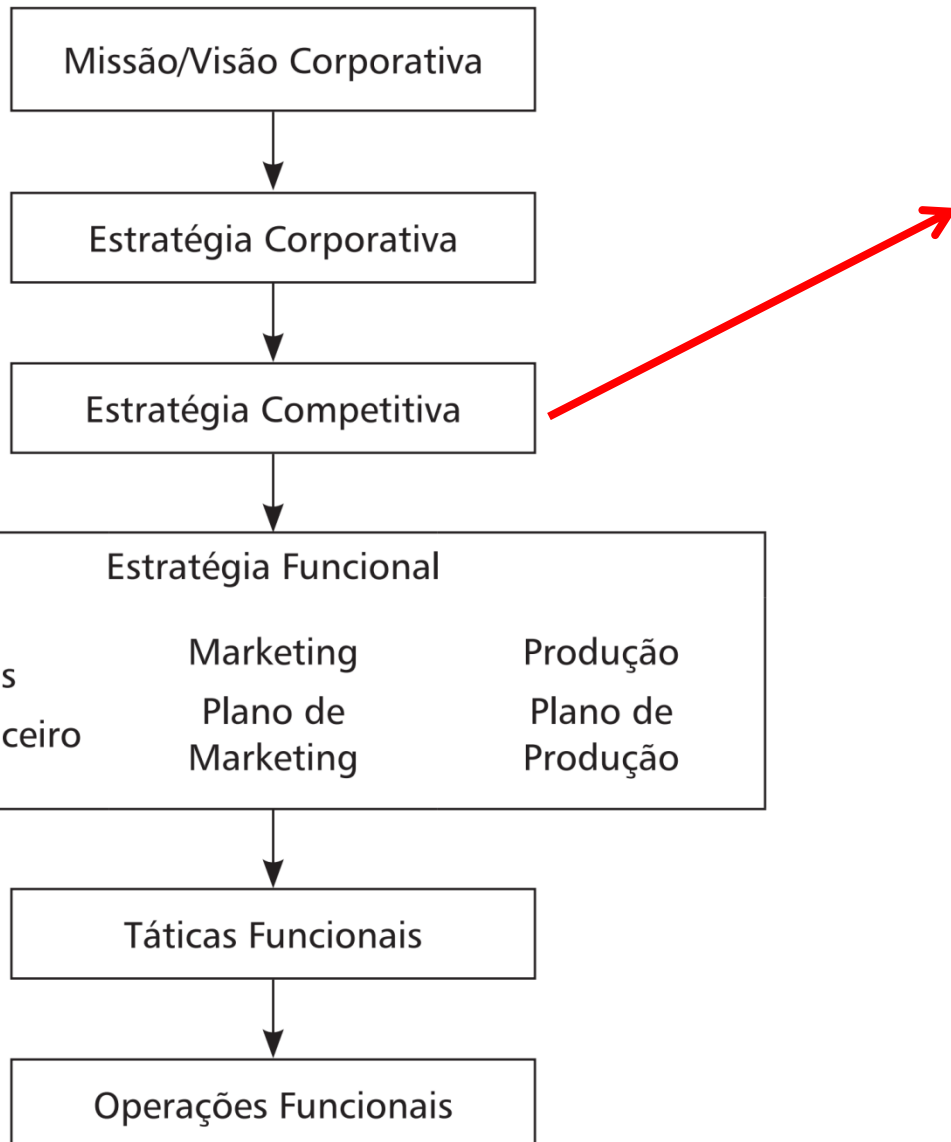
- O processo de planejamento pode ser dividido em três níveis básicos, dependendo do horizonte de planejamento:
 1. Planejamento de longo prazo (abrange um período de vários anos);
 2. Planejamento de médio prazo (planos de um mês a um ano); e
 3. Planejamento de curto prazo (planos diários e semanais).
- Assim como acontece do ponto de vista da produção, o planejamento também é realizado em diferentes níveis de decisão (estratégico, tático, operacional).

Introdução

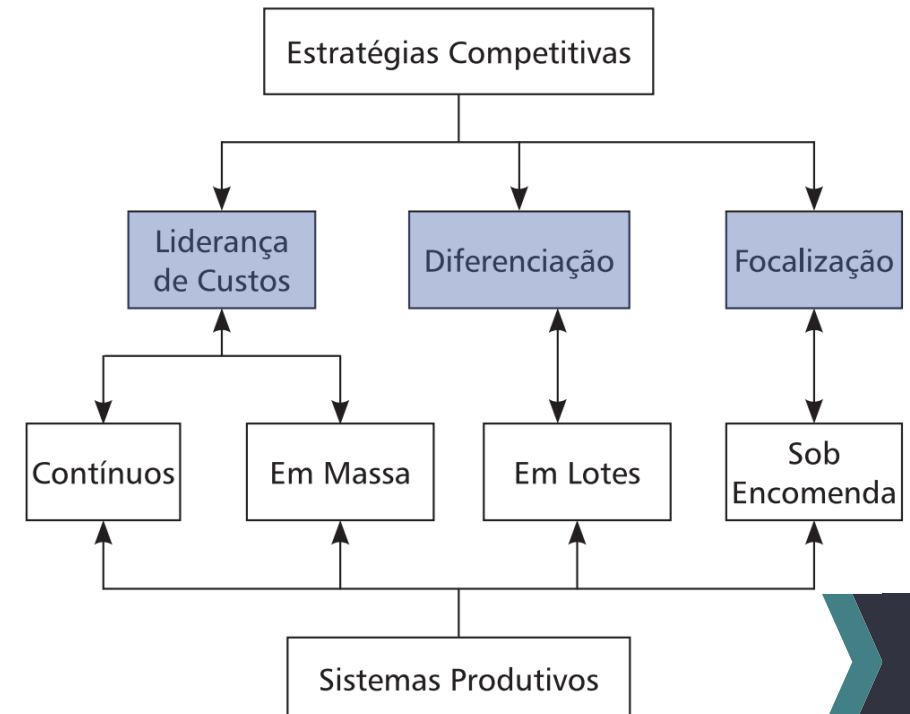


- Indica as áreas de negócios nas quais a empresa irá participar, e a organização e distribuição dos recursos para cada uma destas áreas ao longo do tempo, com decisões centralizadas.

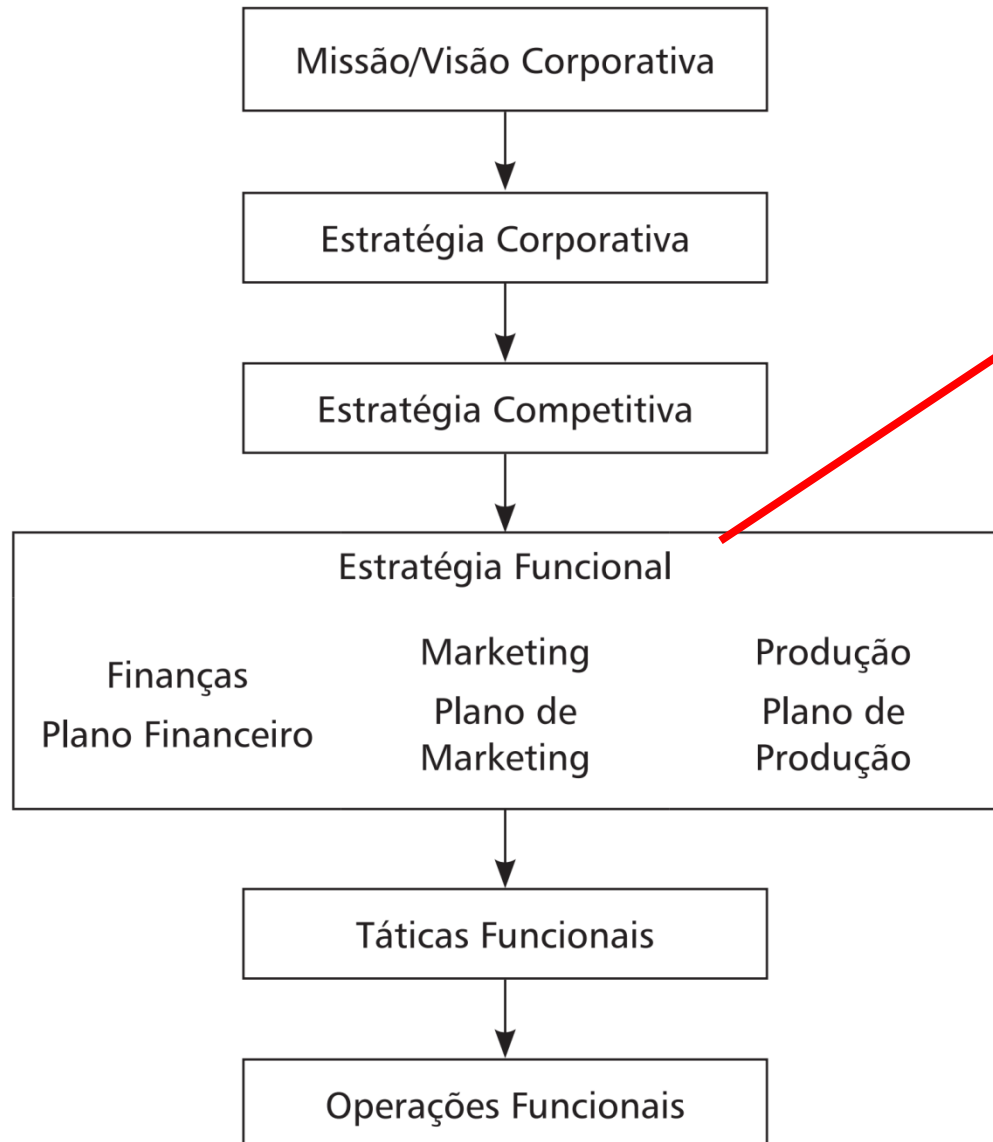
Introdução



- Nesse contexto, cada unidade de negócio teria uma estratégia competitiva **que define como o seu negócio compete no mercado**, o desempenho esperado e as estratégias que as áreas operacionais deverão ter para sustentar tal posição.

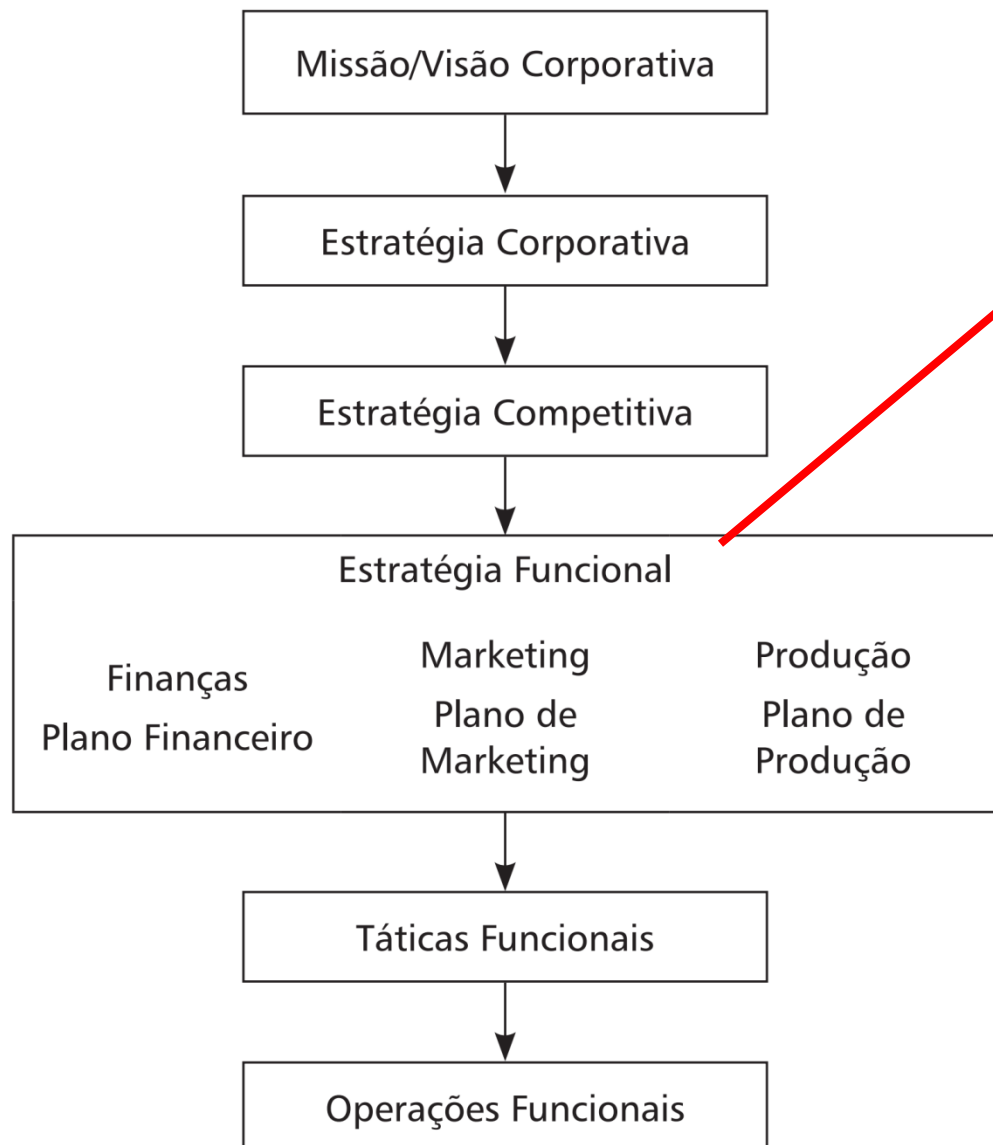


Introdução



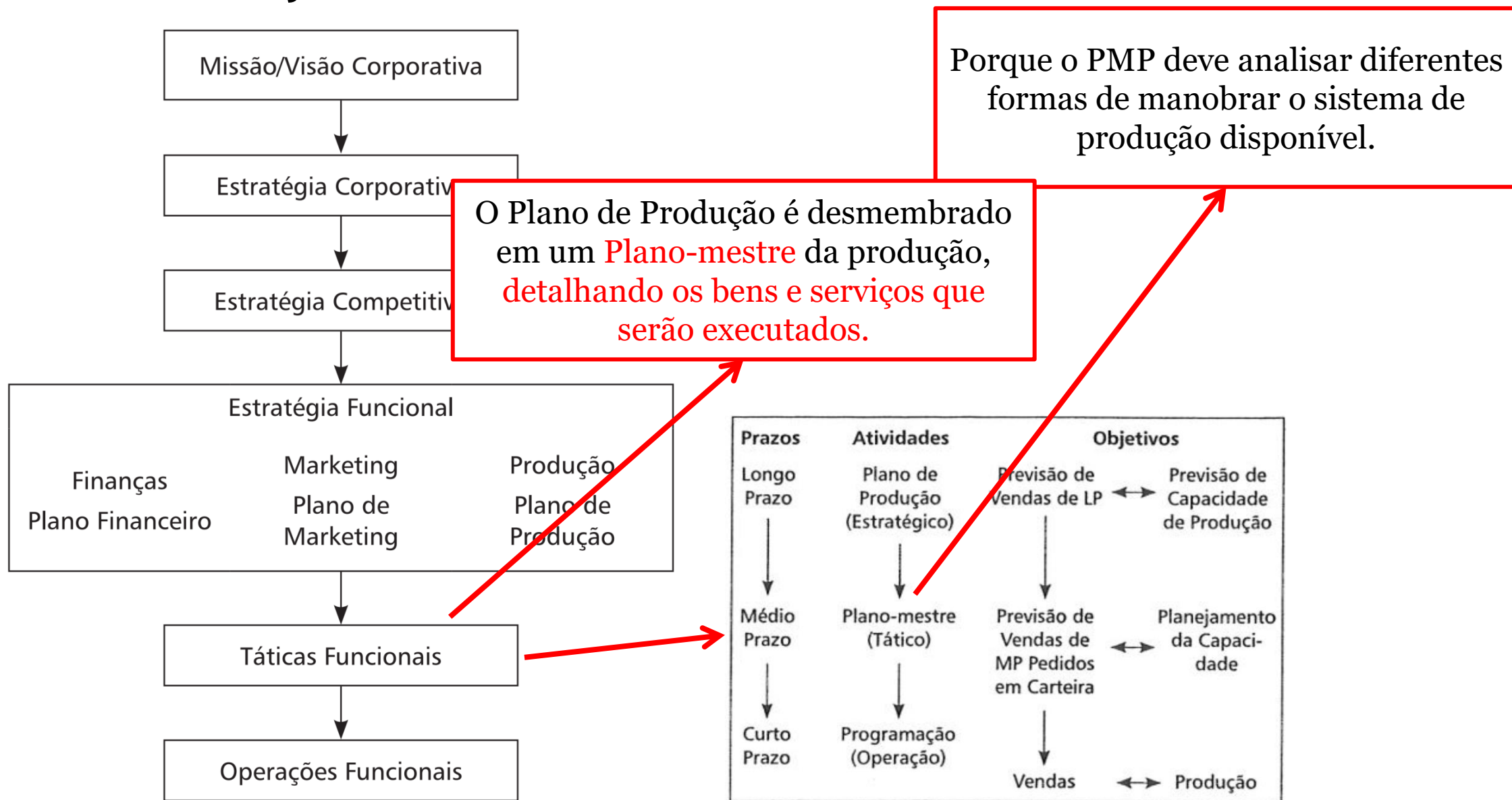
- Nesse nível, estarão associadas as políticas de operação das diversas áreas funcionais da empresa.
- Onde são gerados **os planos de ação dentro das áreas básicas** da empresa.
- Todos esses planos são desenvolvidos considerando as estratégias corporativa e competitiva.

Introdução

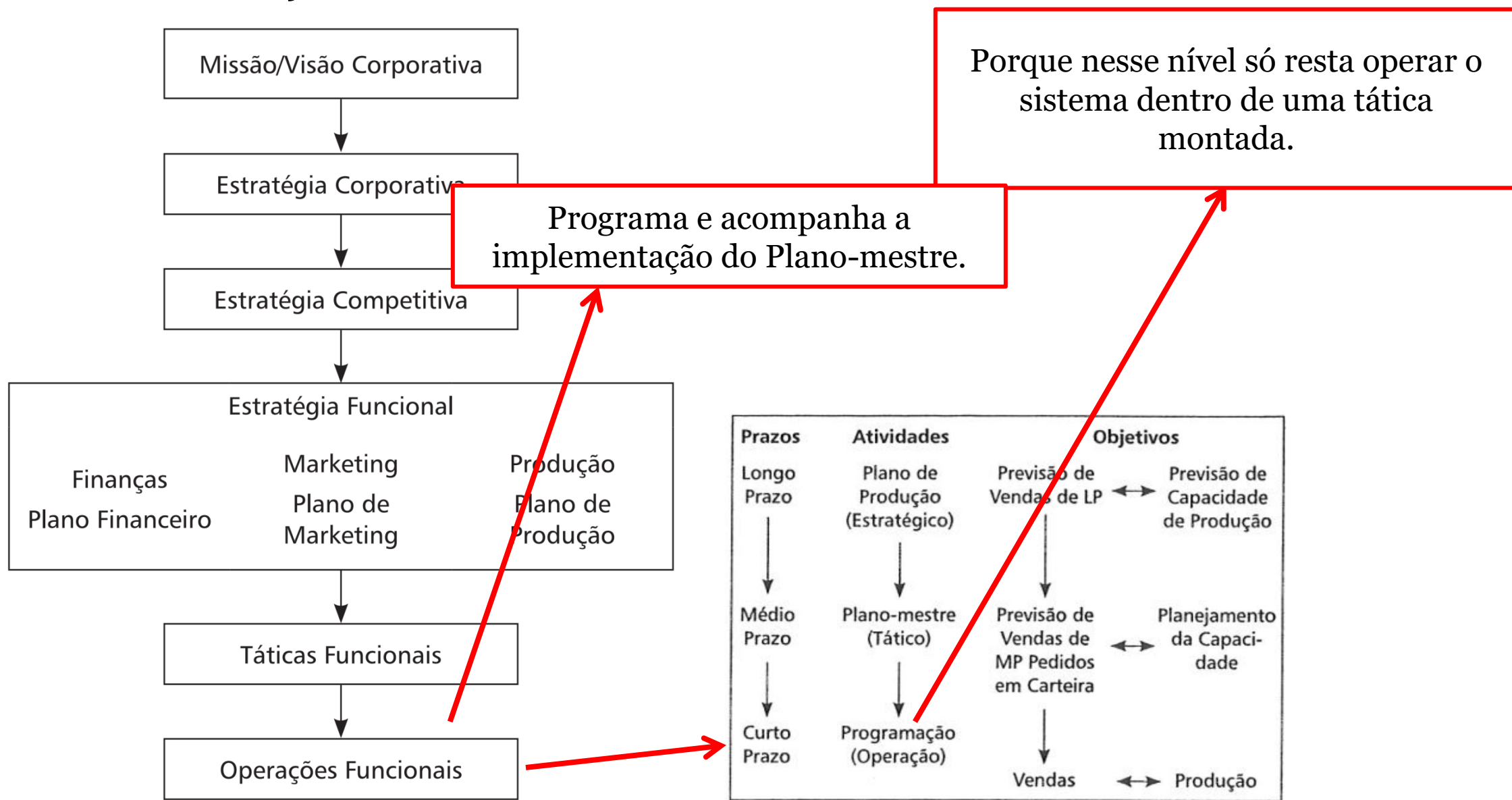


Prazos	Atividades	Objetivos	
Longo Prazo	Plano de Produção (Estratégico)	Previsão de Vendas de LP	Previsão de Capacidade de Produção
Médio Prazo	Plano-mestre (Tático)	Previsão de Vendas de MP Pedidos em Carteira	Planejamento da Capacidade
Curto Prazo	Programação (Operação)	Vendas	Produção

Introdução



Introdução



Introdução

- A manutenção é uma área funcional crítica na maioria dos tipos de organizações e sistemas, sendo que afeta e é afetada por muitas outras áreas funcionais em todos os tipos de organizações, como produção, qualidade, estoque, marketing e recursos humanos.
- Para melhor entendimento, uma representação da função manutenção em perspectiva da função produção e do sistema empresarial é mostrado a seguir.

Introdução

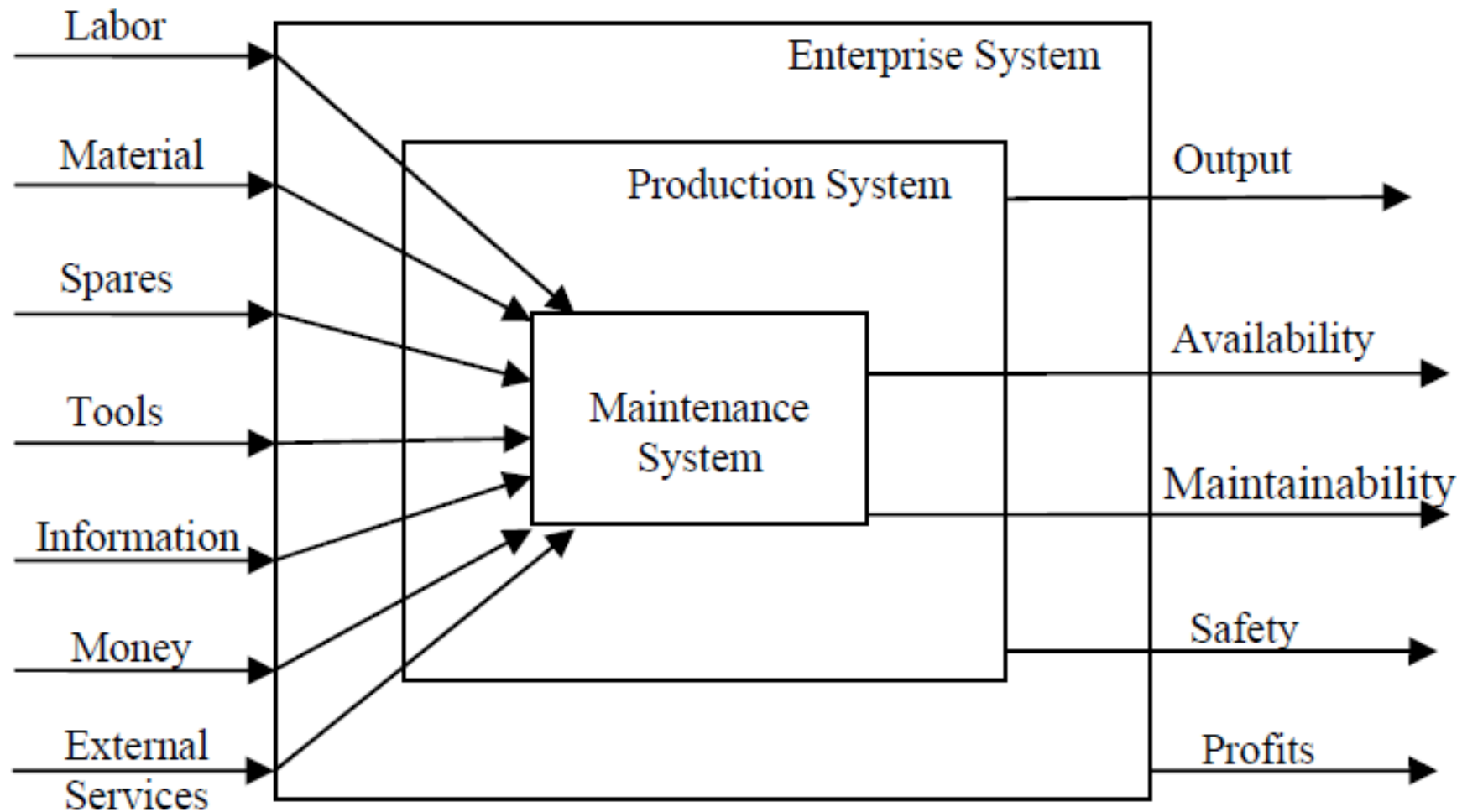


Figure 11.1. Input output model of the enterprise

Introdução

- Desse modo, o planejamento de longo ou curto prazo, estratégico ou tático, deve levar a manutenção em consideração para todos os tipos de decisões que envolvam grandes investimentos futuros.
- Uma decisão sobre a aquisição de uma nova instalação, por exemplo, pode se transformar em um desastre completo para todo o negócio se houver baixa manutenibilidade. Por isso, o planejamento de capacidade da planta deve considerar sua manutenibilidade e a capacidade de mantê-la.

Introdução

- Diante do exposto, os objetivos do planejamento e programação da manutenção incluem:
 - Minimizar o tempo ocioso das forças de manutenção;
 - Maximizar o uso eficiente do tempo de trabalho, material e equipamento; e
 - Manter o equipamento operacional em um nível que satisfaça à necessidade de produção em termos de cronograma de entrega e qualidade.

Introdução

- Por ser uma função importante na organização, a manutenção deve ter seu próprio plano estratégico que alinhe seus objetivos e metas com os objetivos e metas de toda a organização.
- Qualquer atividade de planejamento em qualquer nível deve começar prevendo o futuro naquele nível. Como resultado, um conjunto de decisões e ações são definidas para atender à previsão esperada no momento certo da maneira ideal com relação à meta geral da organização. Essas decisões geralmente estão relacionadas à disponibilidade de recursos, como recursos humanos, ferramentas e equipamentos em quantidade e qualidade adequadas.

Introdução

- O planejamento de curto prazo geralmente é realizado pela programação, que é o processo de colocar as atividades planejadas em seu cronograma em relação umas às outras.
- Deste modo, para um certo conjunto de atividades de manutenção planejadas a serem conduzidas em um determinado período de tempo (uma semana, por exemplo), o processo de programação deve alocar recursos corretamente para satisfazer os requisitos pretendido em termos de tempo e qualidade.

Introdução

- Recursos limitados e atividades não planejadas tornam a programação extremamente complicada.
- Ferramentas quantitativas são projetadas para auxiliar o planejador na construção de cronogramas mais eficientes e que sejam robustos a mudanças no ambiente.

Introdução

- O objetivo deste capítulo é dar conhecimento prático sobre planejamento e programação de manutenção para planejadores e programadores em todos os níveis.
- Esse conhecimento ajudará no desenvolvimento de planos e cronogramas de operações de manutenção mais eficazes e eficientes.

Planejamento estratégico em manutenção

Evolução do Planejamento estratégico

- Tradicionalmente, a manutenção não era vista como uma unidade estratégica na organização e o planejamento de manutenção era feito principalmente em médio prazo.
- No entanto, a dimensão estratégica da função de manutenção tem chamado a atenção devido o aumento da competição em nível global e com o aumento do custo de manutenção em relação a outros custos na organização.

Evolução do Planejamento estratégico

- A disponibilidade de equipamentos, especialmente em certos setores de negócios, como geração de energia e exploração de óleo e gás (sistemas contínuos), é uma grande preocupação devido ao seu alto custo de aquisição e prejuízos em caso de parada.
- Estratégias operacionais emergentes, como manufatura enxuta (lean manufacturing), estão mudando a ênfase da produção em volume para resposta rápida, prevenção de defeitos e eliminação de desperdícios.

Evolução do Planejamento estratégico

- Com as mudanças nas estratégias de operações, surge a necessidade de novas estratégias de manutenção relacionadas à seleção de equipamentos e instalações e à otimização das atividades de manutenção com relação aos novos objetivos de operações.
- Mudanças tecnológicas rápidas em testes não destrutivos, transdutores, medição de vibração, termografia e outras tecnologias emergentes geraram uma estratégia alternativa de manutenção baseada em condições.

Evolução do Planejamento estratégico

- No entanto, essas novas tecnologias introduziram novos desafios que os sistemas de manutenção têm que enfrentar, incluindo o desenvolvimento de novos recursos e práticas de gerenciamento para utilizar essas tecnologias.
- Consequentemente, planos devem ser desenvolvidos em um nível estratégico para acompanhar as tecnologias emergentes a longo prazo.

Planejamento estratégico

- Conforme mencionado por Al-Turki [1], a visão estratégica da manutenção pode ser descrita pelo estado do equipamento, pela carga operacional, pelas ações de manutenção (estratégias) e pelos objetivos de negócios, sendo que:
 - O estado do equipamento é afetado pela carga operacional, bem como pelas ações de manutenção;
 - A carga operacional depende dos planos e decisões de produção que, por sua vez, são afetados pelas necessidades comerciais e considerações de mercado.

Planejamento estratégico

- Portanto, o planejamento de manutenção tem que levar em consideração o planejamento da produção, decisões de manutenção, a confiabilidade herdada do equipamento e requisitos de mercado e comerciais.

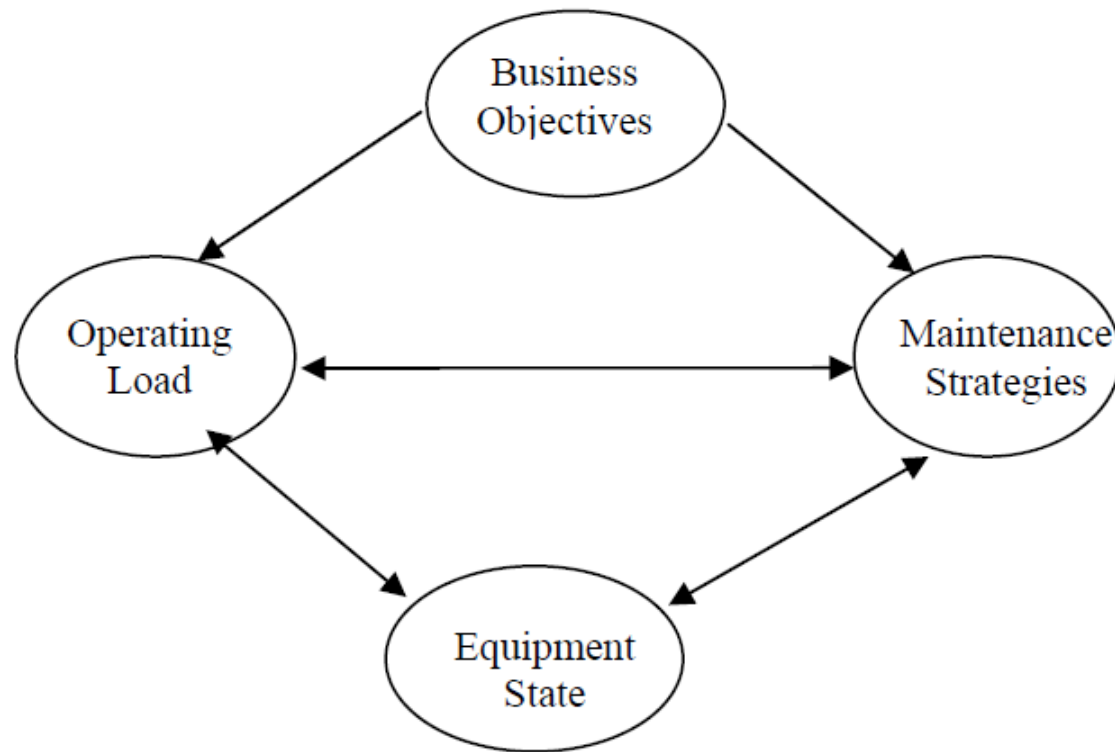
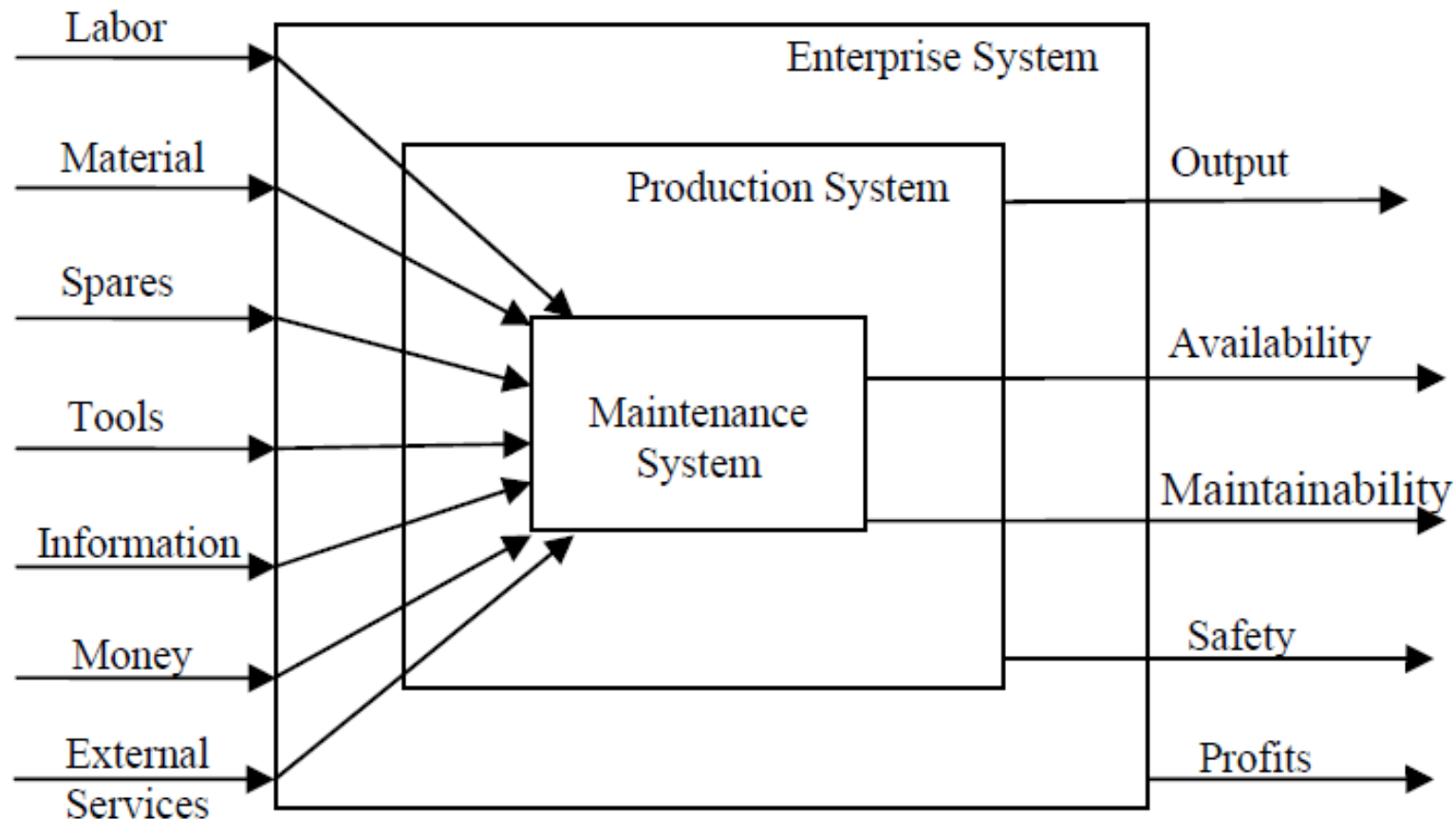


Figure 11.2. Key elements of strategic maintenance management

Planejamento estratégico

- Quatro dimensões estratégicas de manutenção são identificadas em relação à visão esta sistêmica da empresa:



1ª dimensão: entrega de serviços

- Terceirização versus manutenção interna são as duas alternativas possíveis para estratégias de entrega de manutenção.
- Muitas plantas de processamento petroquímico terceirizam todos os seus equipamentos e manutenção de instalações. Outras terceirizam aspectos específicos especializados ou arriscados da manutenção.
- A seleção entre as duas opções não deve ser considerada uma questão tática; em vez disso, deve ser feita no contexto da estratégia geral de negócios.

1ª dimensão: entrega de serviços

- Os custos envolvidos no serviço interno incluem desenvolvimento de pessoal, investimento em infraestrutura e gerenciamento de despesas gerais.
- Os custos envolvidos na terceirização incluem os custos de busca, contratação, controle e monitoramento.

1ª dimensão: entrega de serviços

- Os seguintes critérios podem ser empregados para selecionar as fontes da capacidade de manutenção:
 - Disponibilidade e confiabilidade dos serviços em termos de longo prazo;
 - Capacidade dos serviços de atingir os objetivos do sistema produtivo;
 - Custos de curto e longo prazo;
 - O sigilo organizacional para evitar vazamentos da informações;
 - Impacto de longo prazo na experiência do pessoal de manutenção;
 - Acordo especial do fabricante ou órgãos reguladores que definem certas especificações para manutenção e emissões ambientais.

1ª dimensão: entrega de serviços

- Algumas diretrizes:
 - O gerenciamento e o planejamento da manutenção não devem ser terceirizados;
 - A execução da manutenção pode ser terceirizada com base na consideração de custo e risco;
 - O serviço não deve ser terceirizado se a empresa não tiver a capacidade de avaliar ou monitorar o serviço fornecido e quando não tiver experiência na negociação de contratos sólidos;
 - Uma atividade não deve ser terceirizada se for a competência central da organização, ou seja, uma atividade que possui um alto impacto no que os clientes percebem como o atributo de serviço mais importante.

1ª dimensão: entrega de serviços

- Embora a terceirização tenha grande potencial, ela também inclui alguns riscos potenciais:
 - Perda de habilidades críticas;
 - Perda de comunicações interfuncionais; e
 - Perda de controle sobre o fornecedor dos serviços.

1ª dimensão: entrega de serviços

- Para reduzir os riscos, o contrato e o processo de contratação devem ser tratados de forma delegada. Especialistas em requisitos técnicos de manutenção e especialistas em tecnologia e necessidades de negócios, bem como especialistas em gerenciamento de contratos, devem estar envolvidos no processo.
- O contrato em si deve ter um mecanismo de resolução de conflitos e solução de problemas para incertezas e mudanças inevitáveis nos requisitos e mudanças tecnológicas.

2ª dimensão: estrutura organizacional

- A decisão de organizar a manutenção de forma centralizada, descentralizada ou híbrida depende em grande medida da filosofia da organização, da carteira de serviços, do tamanho do sistema produtivo e das especialidades na equipe.
- Na forma centralizada, todas as operações são dirigidas e planejadas por um único departamento, ou seja, essa mesma equipe com diferentes áreas atende a todos os setores.
- Em uma organização de manutenção descentralizada, os departamentos são atribuídos a unidades específicas.

3ª dimensão: estratégia da manutenção

- Existem quatro abordagens básicas para manutenção:
 - Executar até a falha;
 - manutenção preventiva;
 - manutenção baseada em condições; e
 - melhoria de projeto.

3ª dimensão: estratégia da manutenção

- Estratégias/filosofias são desenvolvidas e adotadas por muitas empresas ao redor do mundo para selecionar a abordagem mais adequada, tais como a manutenção centrada na confiabilidade e manutenção produtiva total.
- A escolha entre essas filosofias é uma decisão estratégica que deve ser feita com base nos objetivos globais das organizações.

4ª dimensão: seleção do sistema de suporte

- Ele inclui sistema de informação, treinamento, gestão de desempenho e sistema de recompensa, sendo que cada elemento tem que ser cuidadosamente selecionado para dar suporte ao objetivo geral da organização.
- Os sistemas Enterprise Resource Planning, ERP, estão ganhando espaço em grandes organizações e, até certo ponto, em organizações de médio porte. O poder do ERP está em sua capacidade de integrar diferentes áreas funcionais dentro da organização, o que é um requisito essencial para o planejamento e programação de manutenção.

Planejamento estratégico

- Em resumo, o planejamento estratégico da manutenção é desenvolvido com base nos objetivos corporativos.
- Escolhas estratégicas têm que ser feitas em relação à decisões relacionadas à terceirização, estrutura da organização, metodologias de manutenção e sistemas de suporte.
- Uma vez que as seleções são feitas, planos de médio alcance têm que ser feitos em relação ao planejamento de capacidade e força de trabalho. Planos semanais e diários são então feitos e as atividades são programadas para implementação, seguidas pela medição do desempenho para feedback contínuo visando melhoria.

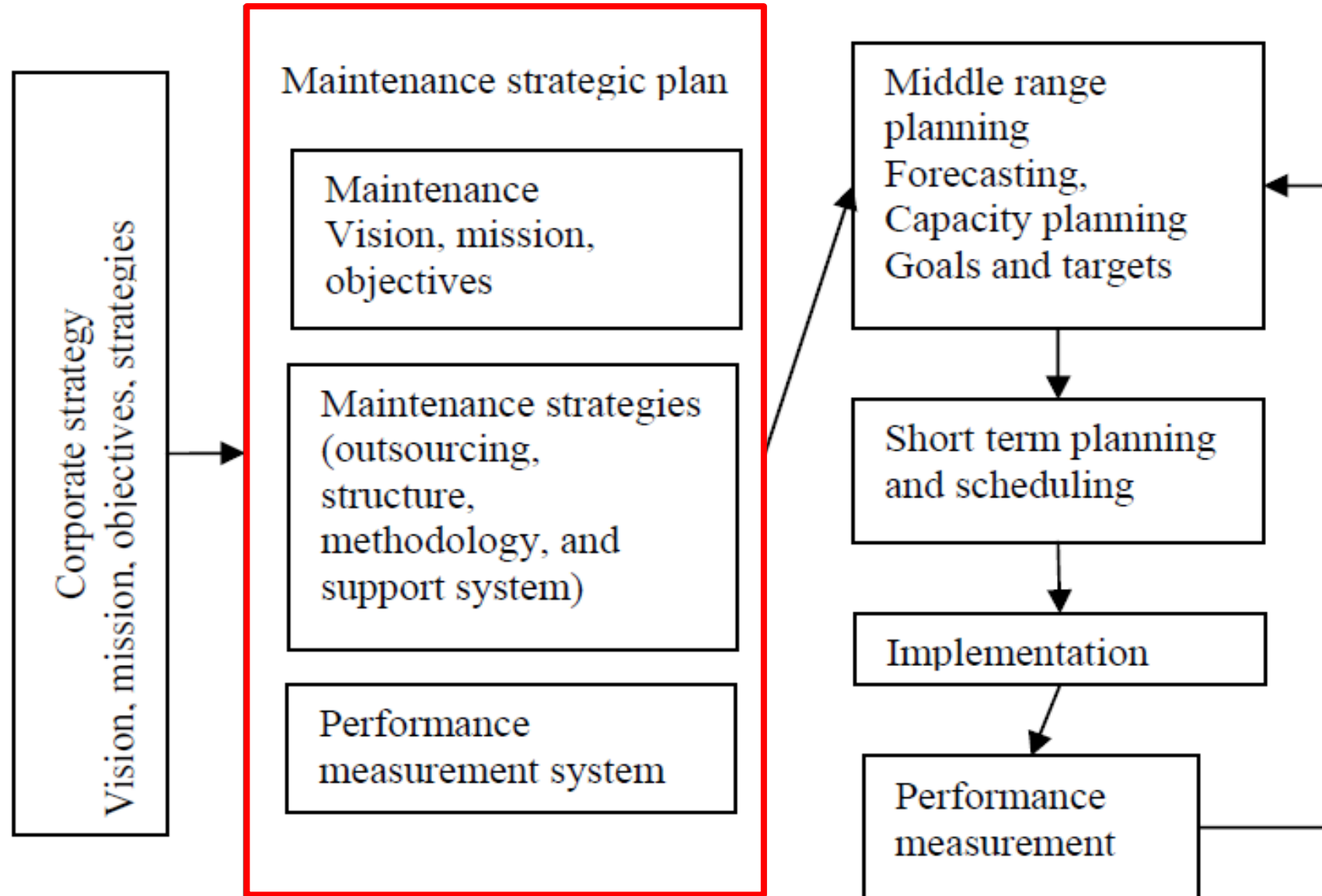


Figure 11.3. The maintenance planning process

Planejamento de Médio Prazo

Planejamento de Médio Prazo

- O plano de médio prazo abrange um período de 1 mês a 1 ano, sendo responsável por especificar como a força de manutenção deve operar. **Esse plano fornece detalhes para grandes revisões, trabalhos de construção, planos de manutenção preventiva, paradas de fábrica e planejamento de férias.**
- Um plano de médio prazo equilibra a necessidade de mão de obra durante o período coberto, bem como estima as peças de reposição e materiais necessários.

Planejamento de Médio Prazo

- O planejamento de médio prazo precisa de:
 1. Técnicas de previsão sólidas para estimar a carga de manutenção;
 2. Tempos padrão de trabalho confiáveis para estimar os requisitos de mão de obra; e
 3. Planejamento para determinar os requisitos ideais de recursos.

Planejamento de Médio Prazo

- O sistema de gerenciamento de manutenção deve ter mais de 90% do trabalho planejado e programado, visando colher os benefícios do planejamento e programação.
- As metodologias e técnicas de planejamento e programação de manutenção são desenvolvidas em linha com as metodologias de planejamento de produção, já que são vistas como um tipo especial de sistema de produção.

Planejamento de Médio Prazo

- No entanto, os sistemas de manutenção se diferenciam de um sistema de manufatura de bens em vários aspectos:
 1. A demanda por trabalho de manutenção tem mais variabilidade do que a produção e a chegada da demanda é estocástica por natureza;
 2. Os trabalhos de manutenção têm mais variabilidade entre si, até os mesmos tipos de trabalhos podem diferir muito às vezes. Isso torna os padrões de trabalho difíceis de desenvolver em comparação com os trabalhos de produção. Padrões de trabalho confiáveis são necessários para um planejamento e programação sólidos;
 3. O planejamento de manutenção requer a coordenação com outras unidades funcionais na organização, como compras, produção, engenharia e, em muitas situações, é uma das principais causas de atrasos e gargalos.

Planejamento de Médio Prazo

- O processo de planejamento compreende todas as funções relacionadas à:
 - preparação da ordem de serviço;
 - lista de materiais;
 - requisição de compra;
 - desenhos e manuais necessários;
 - planilha de planejamento de mão de obra;
 - padrões de trabalho;
 - e todos os dados necessários antes da programação e liberação da ordem de serviço.

Planejamento de Médio Prazo

- Portanto, um procedimento de planejamento eficaz deve incluir as seguintes etapas:
 1. Prever a carga de manutenção usando uma técnica de previsão eficaz.
 2. Determinar o conteúdo do trabalho (pode exigir visitas ao local).
 3. Desenvolver um plano de trabalho, que envolve a sequência de atividades no trabalho e o estabelecimento dos melhores métodos e procedimentos para realizá-lo.
 4. Estabelecer o tamanho da equipe para o trabalho.
 5. Planejar e solicitar peças e materiais.

Planejamento de Médio Prazo

- Portanto, um procedimento de planejamento eficaz deve incluir as seguintes etapas:
 6. Verificar se equipamentos e ferramentas especiais são necessários e obtê-los;
 7. Designar trabalhadores com a habilidade de ofício apropriada.
 8. Revisar procedimentos de segurança.
 9. Definir prioridades (emergência, urgência, rotina e programada) para todo o trabalho de manutenção.
 10. Atribuir valores de custo.
 11. Preencher a ordem de serviço.
 12. Revisar o backlog e desenvolver planos para controlá-lo.

Planejamento de Médio Prazo

- O processo de planejamento de médio prazo é acoplado a um processo de agendamento conhecido como **cronograma mestre**, que é baseado nas ordens de serviço de manutenção existentes, incluindo as ordens gerais emitidas para manutenção de rotina e preventiva, revisão e paradas.
- Esse cronograma revelará quando é necessário adicionar ao trabalho de manutenção ou subcontratar uma parte do trabalho de manutenção.

Planejamento de Médio Prazo

- A confiabilidade do cronograma mestre depende da:
 - confiabilidade da previsão do trabalho de manutenção;
 - da validade dos tempos padrão;
 - e de um mecanismo confiável para controlar e registrar atividades de manutenção.
- O cronograma mestre deve ser revisado regularmente para acomodar mudanças no plano e para verificar se há disponibilidade de informações mais precisas.

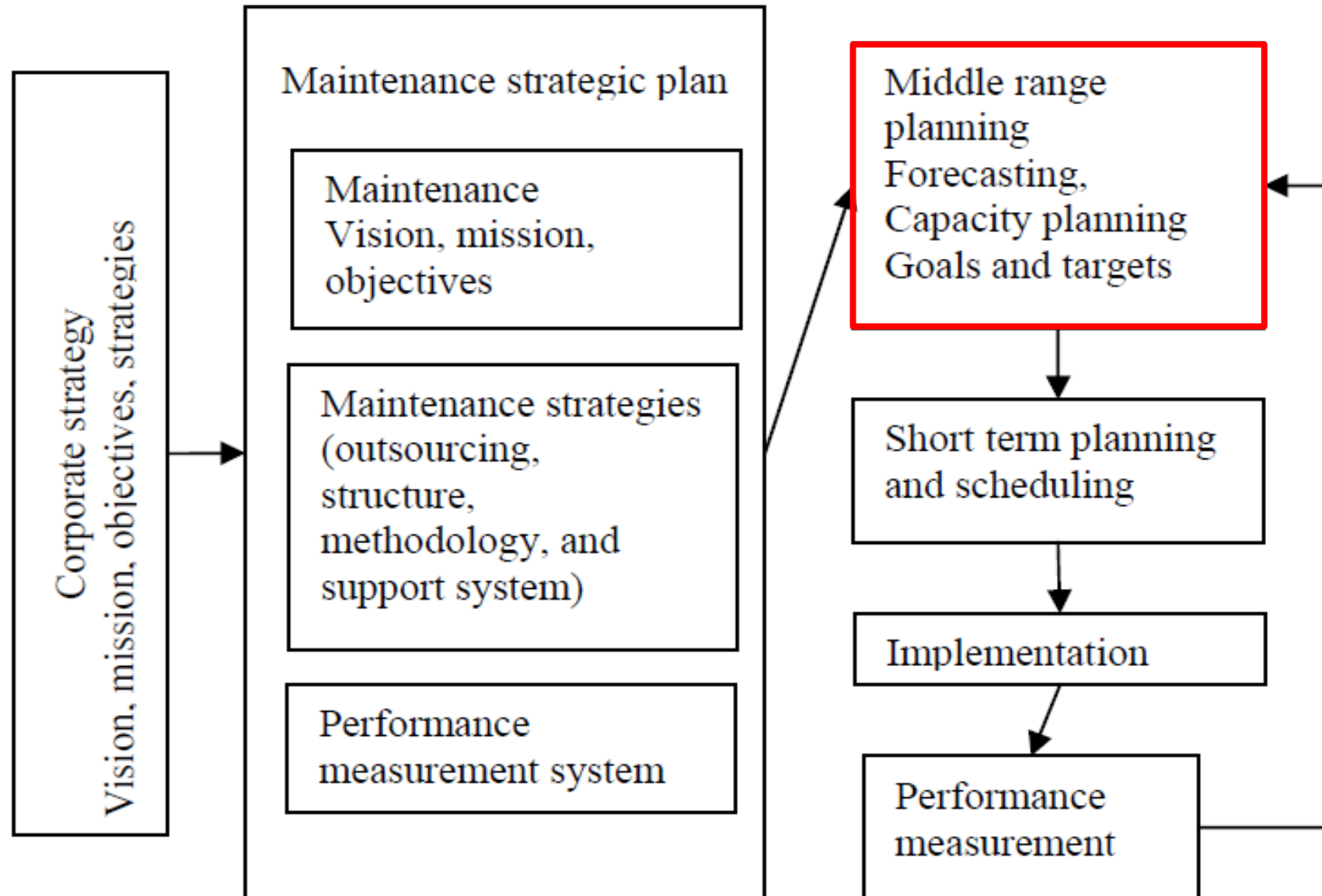


Figure 11.3. The maintenance planning process

Planejamento de Curto Prazo

Planejamento de Curto Prazo

- O planejamento de curto prazo envolve períodos de 1 dia a 1 semana, concentrando-se na determinação e preparação de todos os elementos necessários para executar tarefas industriais com antecedência.
- Geralmente, a ordem de serviço de manutenção não fornece espaço suficiente para executar os detalhes do planejamento para reparos extensos, revisões ou grandes projetos de manutenção. Em tais casos, quando o trabalho de manutenção requer mais de 20 h, é útil preencher uma planilha de planejamento de manutenção.

Planejamento de Curto Prazo

- Na planilha de planejamento de manutenção, o trabalho é dividido em elementos, sendo que o tamanho da equipe e os tempos padrão são determinados para cada elemento. Com isso, o conteúdo da planilha de planejamento é transferido para uma ou várias ordens de serviço.
- Ao preencher a planilha de planejamento ou a ordem de serviço, o planejador deve utilizar toda a expertise disponível no departamento de manutenção. Assim, consultas à supervisores, mantenedores e engenheiros de planta devem ser realizadas e muito bem coordenadas.

Planejamento de Curto Prazo

- Portanto, o trabalho de planejamento e programação requer uma pessoa com as seguintes qualificações:
 - Familiaridade total com os métodos de produção usados na planta;
 - Experiência suficiente para permitir que ele estime mão de obra, material e equipamento necessários para preencher a ordem de serviço;
 - Excelentes habilidades de comunicação;
 - Familiaridade com ferramentas de planejamento e programação; e
 - De preferência, com alguma educação técnica.
- O escritório do planejador pode estar localizado de modo centralizado, mas a sua organização depende do tamanho da organização.

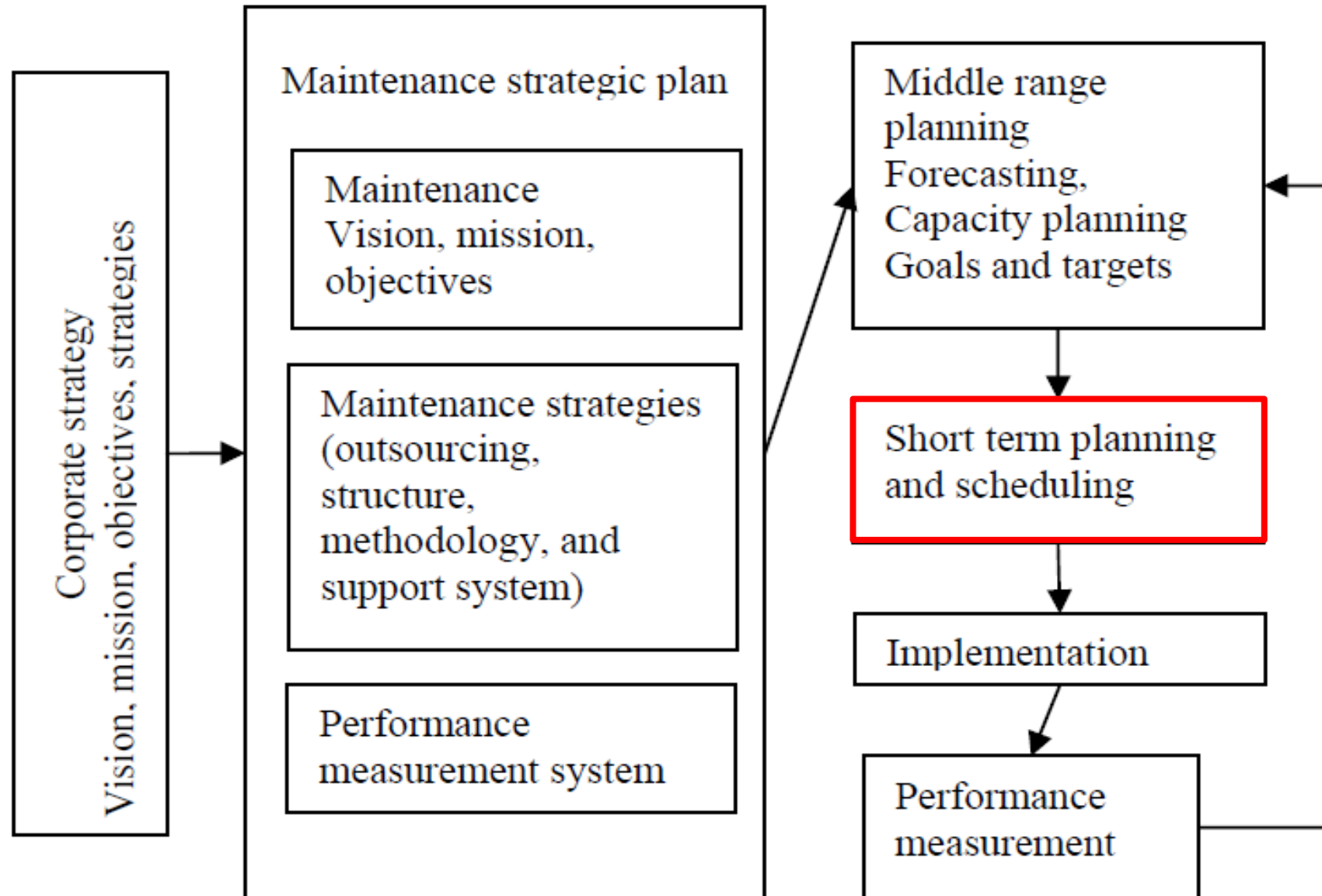


Figure 11.3. The maintenance planning process

Programação da Manutenção

Programação da Manutenção

- A programação de manutenção é o processo pelo qual os trabalhos são combinados com recursos e sequenciados para serem executados em determinados pontos no tempo.

Programação da Manutenção

- A programação de manutenção pode ser preparada em três níveis:
 1. Cronograma de médio prazo ou mestre para cobrir um período de 3 meses a 1 ano;
 2. Programação semanal, é o trabalho de manutenção que cobre uma semana; e
 3. Programação diária que cobre o trabalho a ser concluído a cada dia.

Cronograma de mestre

- Baseia-se em ordens de serviço de manutenção existentes, incluindo ordens de manutenção preventiva e corretiva planejada.
- Ele deve equilibrar a demanda de médio prazo para trabalho de manutenção com a mão de obra disponível (backlog).
- Com base nesse cronograma, os requisitos de peças de reposição e material podem ser identificados e solicitados com antecedência. O cronograma mestre geralmente é submetido a revisões e atualizações para refletir mudanças nos planos e no trabalho de manutenção realizado.

Programação semanal

- O cronograma de manutenção semanal é gerado a partir do cronograma de médio prazo e leva em consideração os cronogramas de produção atuais e considerações econômicas.
- O cronograma semanal deve permitir que cerca de 10-15% da força de trabalho esteja disponível para trabalho de emergência.
- O planejador deve fornecer o cronograma para a semana atual e a seguinte, levando em consideração o valor do backlog.

Programação semanal

- As ordens de serviço que são programadas para a semana atual são sequenciadas com base na prioridade.
- A análise do caminho crítico (CPM) é um exemplo de técnica que pode ser usada para gerar um cronograma.
- Na maioria das empresas de pequeno e médio porte, o cronograma é realizado com base em regras heurísticas e experiência.

PROGRAMAÇÃO DA SEMANA 3						DATA					
						15 - jan. - 01					
						19 - jan. - 01					
Processo: Oficina de Fabricação											
ITEM	ORDEM	EQPT.	SOLIC.	DESCRIÇÃO	EXEC.	P / R	CRONOGRAMA DA SEMANA 51				
							Seg. - 15	Ter. - 16	Qua. - 17	Qui. - 18	Sex. - 19
01	467-651	COA-4503	NELSON	CONFECCIONAR CAIXA DO MULTICLONE	rosivaldo; uilen; alvarenga; waldemar	P					
						R					
03	476-158	PEV-0005	F. ROSSI	FABRICAR PENEIRA 224-0005	m. coimbra; lázaro; manael; j. raimundo	P					
						R					
04	476-152	SRO-4501	MÁRIO	CONFECCIONAR ANEL DE SELAGEM	azevedo; neto; efrain; márcio; cláudio; rutinaldo; pipoca	P					
						R					
06	476-407	EST-0171	RUI	RECUPERAR 2 CONCHAS DA RECUPERADORA	leudimar; laudenil; francisco	P					
						R					
07	470-752	BOM-0123	F. ROSSI	CONFEC./ MONTAR TUBULAÇÃO DO POÇO DE DRENAGEM	marinho; J. silva; jacson; marinélio; francisco; rosenildo; J. bosco; rubival; pereira	P					
						R					
10	469-266	OFI-5501	WLADILSON	MELHORIAS NA OFICINA DO TPMO	earle; arnaldo; J. pedro; edno	P					
						R					
11	476-151	SRO-4501	MÁRIO	MONTAGEM DAS ALETAS DO TAMBOR NOVO	J. antonio; raimundo; josinaldo lailson; washington	P					
						R					
12	471-594	CTP-4601	NELSON	REVISAR CHUTE DA CTP-4601	J. antonio; nilton; ronaldo jonilson; j. maria	P					
						R					
13	476-151	SRO-4501	MÁRIO	MONTAGEM DAS ALETAS DO TAMBOR NOVO	J. antonio; nilton; ronaldo; jonilson; j. maria; raimundo; josinaldo; lailson; washington	P					
						R					
14	476-595	CTP-4602	NELSON	REVISAR CHUTE DA CTP-4602	michael; santos; jocinaldo; wilson	P					
						R					
15	475-305	CLH-0132	F. ROSSI	CONFECCIONAR CALHA DE ALIMENTAÇÃO	michael; santos; jocinaldo; wilson	P					
						R					
16						P					
						R					
17						P					
						R					

Exemplo de programação semanal simples.

Programação diária

- O cronograma diário é gerado a partir do cronograma semanal e geralmente é preparado no dia anterior.
- Este cronograma é frequentemente interrompido para realizar manutenção de emergência, sendo que as prioridades estabelecidas são usadas para agendar os trabalhos.

Requisitos para uma Programação eficaz

- 1. As ordens de serviço devem explicar precisamente o trabalho a ser feito, os métodos a serem seguidos, os ofícios (especialidades) necessários, as peças de reposição necessárias e a prioridade.
- 2. Padrões de tempo baseados em técnicas de medição de trabalho;
- 3. Informações sobre a disponibilidade de ofícios para cada turno.
- 4. Estoques de peças de reposição e informações sobre reposição.
- 5. Informações sobre a disponibilidade de equipamentos e ferramentas especiais necessários para o trabalho de manutenção.

Requisitos para uma Programação eficaz

- 6. Acesso ao cronograma de produção da planta e conhecimento sobre quando as instalações podem estar disponíveis para serviço sem interromper o cronograma de produção.
- 7. Prioridades bem definidas para o trabalho de manutenção. Essas prioridades devem ser desenvolvidas por meio de coordenação próxima entre manutenção e produção.
- 8. Informações sobre trabalhos já programados que estão atrasados (backlog).

Etapas do procedimento de Programação

- 1. Classificar ordens de serviço pendentes por ofícios (especialidades);
- 2. Organizar as OS's por prioridade;
- 3. Compilar uma lista de trabalhos concluídos e transferidos;
- 4. Considerar a duração do trabalho, localização, distância de viagem e possibilidade de combinar trabalhos na mesma área;
- 5. Programar trabalhos multi-ofícios para começar no início de cada turno;
- 6. Emitir um cronograma diário (exceto para trabalho de projeto e construção); e
- 7. Ter um supervisor fazendo atribuições de trabalho (executar despacho).

Sistema de Prioridade para Manutenção

- As prioridades são estabelecidas para garantir que o trabalho mais crítico e necessário seja agendado primeiro.
- O sistema de prioridade deve ser dinâmico e deve ser atualizado periodicamente para refletir mudanças nas estratégias de operação ou manutenção.
- A maioria das organizações adota prioridades de quatro ou três níveis.

Sistema de Prioridade para Manutenção

Table 11.1. Priorities of maintenance work

Code	Name	Time frame work should start	Type of work
1	Emergency	Work should start immediately	Work that has an immediate effect on safety, environment, quality, or will shut down the operation
2	Urgent	Work should start within 24 h	Work that is likely to have an impact on safety, environment, quality, or shut down the operation
3	Normal	Work should start within 48 h	Work that is likely to impact the production within a week.
4	Scheduled	As scheduled	Preventive maintenance and routine. All programmed work
5	Postponable	Work should start when resources are available or at shutdown period	Work that does not have an immediate impact on safety, health, environment, or the production operations

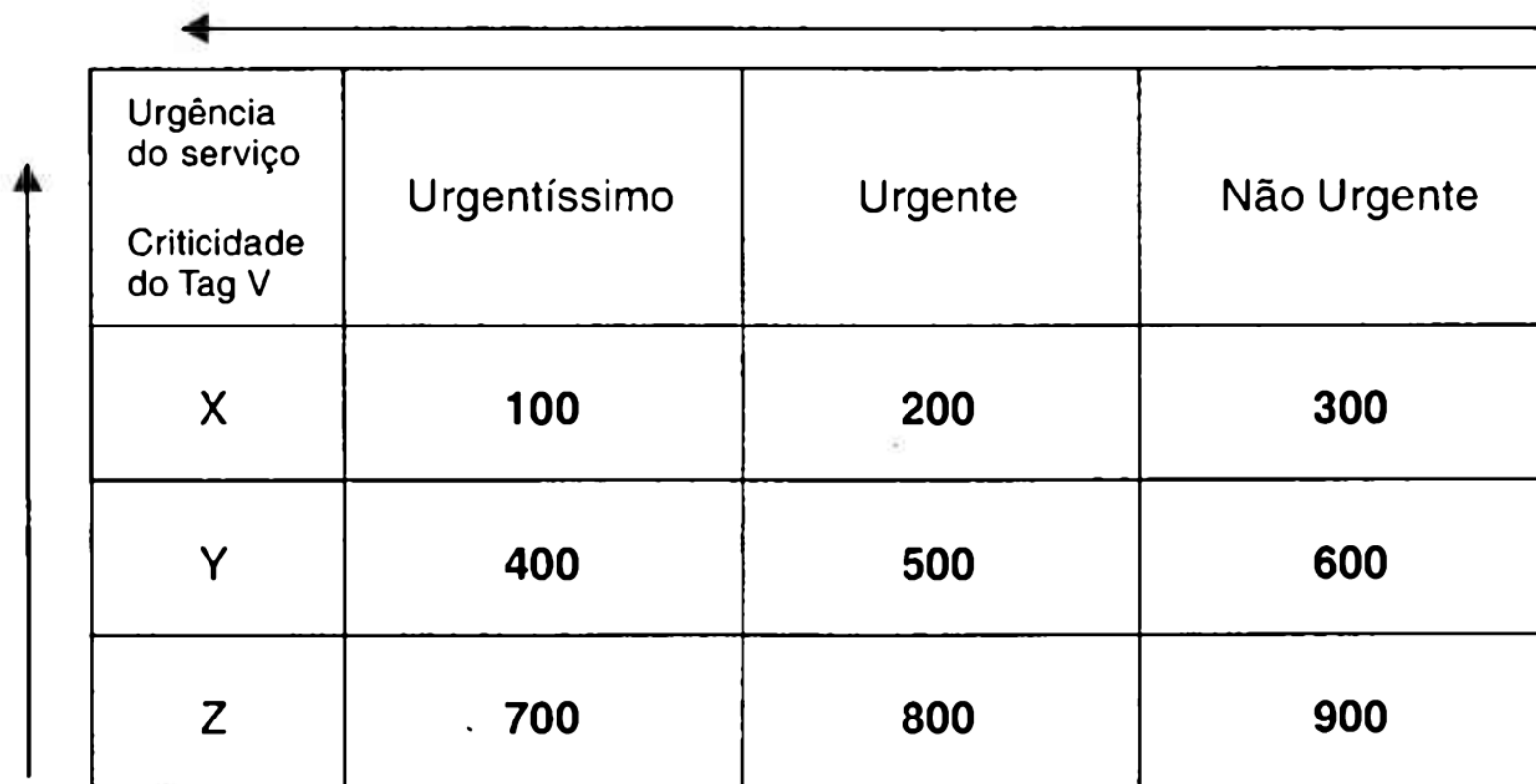
Matriz de prioridade

- A Matriz de Prioridade consiste na combinação da Criticidade do equipamento e o Nível de urgência do serviço.
- O primeiro passo é classificar os equipamentos (através de suas tags posição (Nível V)) em graus críticos X, Y e Z.
- Para isso, considera-se um formulário abrangendo o impacto da parada de tal equipamento nos aspectos:
 - segurança no trabalho;
 - meio ambiente;
 - qualidade do produto;
 - e operacionalidade da planta.

TAG: Equipamento: Criticidade:	NÃO	Parcial	TOTAL
SEGURANÇA NO TRABALHO E MEIO AMBIENTE			
A falha do equipamento afeta a integridade física do homem?	0	1	12
A falha do equipamento afeta o meio ambiente externo?	0	1	12
A falha do equipamento afeta o meio ambiente interno?	0	1	3
PONTUAÇÃO = 1 ____			
QUALIDADE			
A falha do equipamento afeta a imagem da empresa junto ao cliente?	0	1	12
A falha do equipamento afeta a qualidade do produto acabado?	0	1	12
A falha do equipamento afeta a qualidade do produto durante o processo?	0	1	3
PONTUAÇÃO = 2 ____			
OPERACIONALIDADE			
O equipamento é exigido 24 h por dia?	0	1	2
O equipamento possui stand-by?	0	1	2
A falha do equipamento provoca interrupção do processo produtivo?	0	1	12
PONTUAÇÃO = 3 ____			
CÁLCULO FINAL PONTUAÇÃO FINAL = $(P1 + P2 + P3) / 3 =$ ____ CRITICIDADE ALTA (X) se $PF > 4,0$ CRITICIDADE MÉDIA (y) se $2,0 \leq PF < 4,0$ CRITICIDADE BAIXA (Z) se $PF < 2,0$			

Matriz de prioridade

- A definição da urgência do serviço é uma ação humana, e depende da decisão da área de manutenção.
- Quanto menor o valor da célula, maior será a prioridade da OM.



Urgência do serviço Criticidade do Tag V	Urgentíssimo	Urgente	Não Urgente
X	100	200	300
Y	400	500	600
Z	700	800	900

Matriz de prioridade

- Nos padrões clássicos de execução de manutenção, usa-se o critério “FIFO” (“first in-first out”) para atender as OS de mesma prioridade.

Gráfico de Gantt e PERT-CPM

- Na busca do desvio mínimo do planejado com o executado, várias técnicas de programação foram desenvolvidas. Duas delas serão apresentadas a seguir:
 - O gráfico de Gantt; e
 - PERT-CPM.

Gráficos de Gantt

- Uma das técnicas mais antigas disponíveis para sequenciamento e programação de operações é o gráfico de Gantt.
- O gráfico de Gantt é um gráfico de barras que especifica o horário de início e término de cada atividade em uma escala de tempo horizontal.
- É muito útil para mostrar atividades de trabalho planejadas versus realizações na mesma escala de tempo. Também pode ser usado para mostrar as interdependências entre os trabalhos e os trabalhos críticos que precisam de atenção especial e monitoramento eficaz.

Gráfico de Gantt

- Para montar um gráfico de Gantt, a primeira ação a ser executada é o levantamento de todas as tarefas necessárias para a realização do trabalho proposto.
- Em conjunto deve-se indicar a duração de cada uma delas.

Gráfico de Gantt

Seqüência	Descrição da Tarefa	Duração
A	Desligar o disjuntor geral	30min
B	Extrair a gaveta e transportá-la até a bancada	30min
C	Inspecionar conexões	1h
D	Inspecionar a fixação dos componentes	1h
E	Abrir o contator e Limpar os contatos com borracha Substituí-los quando acabar a camada de platina	1h
F	Medir continuidade das lâmpadas	30min
G	Medir continuidade do disjuntor (geral e comando)	30min
H	Passar o pincel e aspirar com o aspirador de pó	30min
I	Lubrificar as partes móveis quando estiverem secas	30min
J	Medir continuidade entre os terminais de entrada	30min
L	Transportar a gaveta de volta ao CCM	30min
M	Reinstalar a gaveta	30min

Gráfico de Gantt

- Na sequência, deve-se estabelecer a interdependência entre as atividades.

Seqüência	Descrição da Tarefa	Predecessora
A	Desligar o Disjuntor Geral	...
B	Extraír a gaveta e transportá-la até a bancada	A
C	Inspecionar conexões	B
D	Inspecionar a fixação dos componentes	B
E	Abrir o contator e limpar os contatos com borracha Substituí-lo quando acabar a camada de platina	C e D
F	Medir continuidade das lâmpadas	E
G	Medir continuidade do disjuntor (geral e comando)	E
H	Passar o pincel e aspirar com aspirador de pó	F e G
I	Lubrificar as partes móveis quando estiverem secas	H
J	Medir continuidade entre os terminais de entrada	I
L	Transportar gaveta de volta ao CCM	J
M	Reinstalar gaveta	L

Gráfico de Gantt

- Gráfico sem folgas:

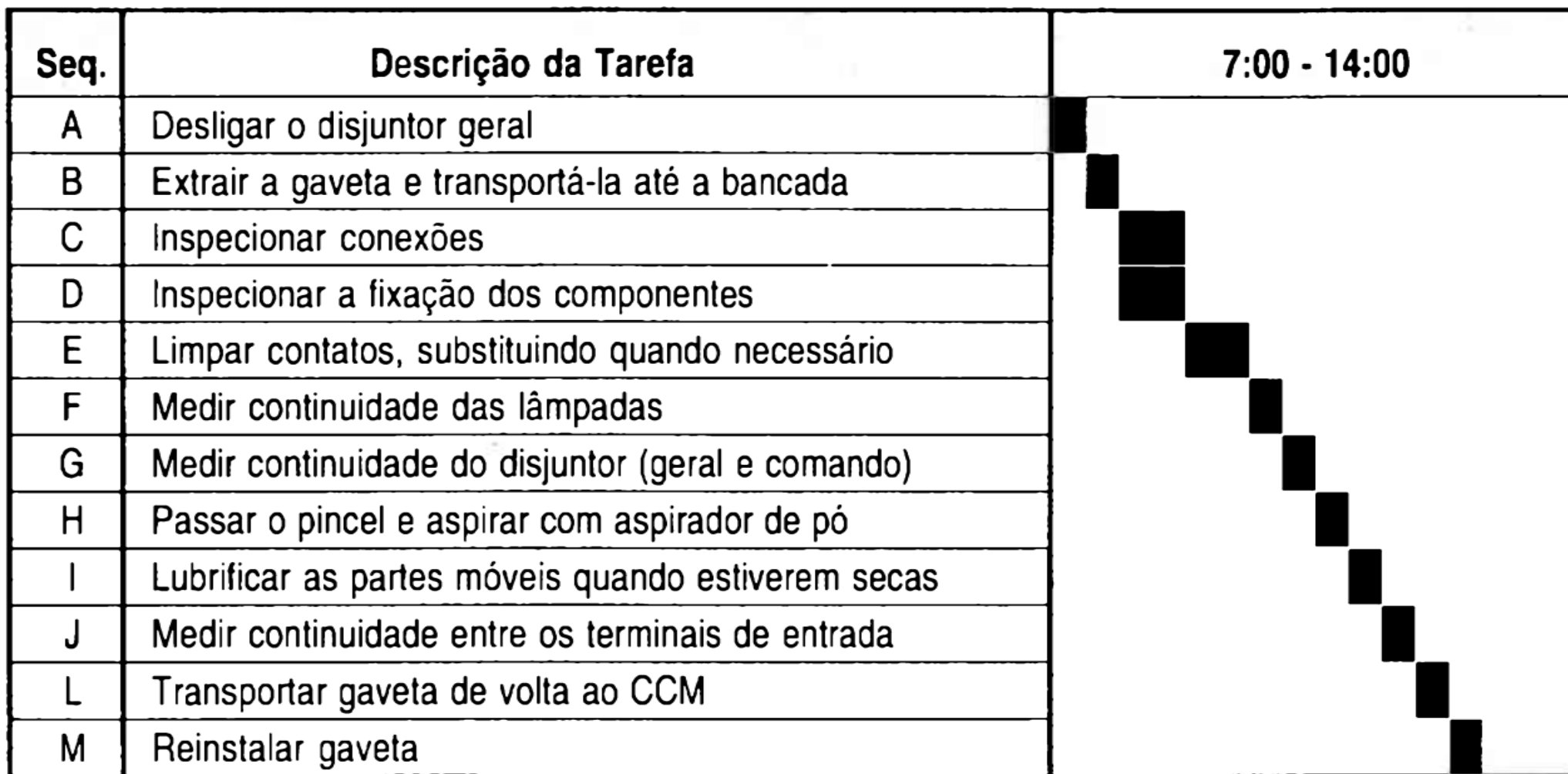


Gráfico de Gantt

- Vantagens:
 - Facilidade de observação do projeto.
- Desvantagens:
 - Não mostra de forma precisa a interdependência entre as tarefas, principalmente, quando envolve muitas tarefas.
 - A interpretação por ser complexa quando envolve muitas tarefas.

Gráfico de Gantt

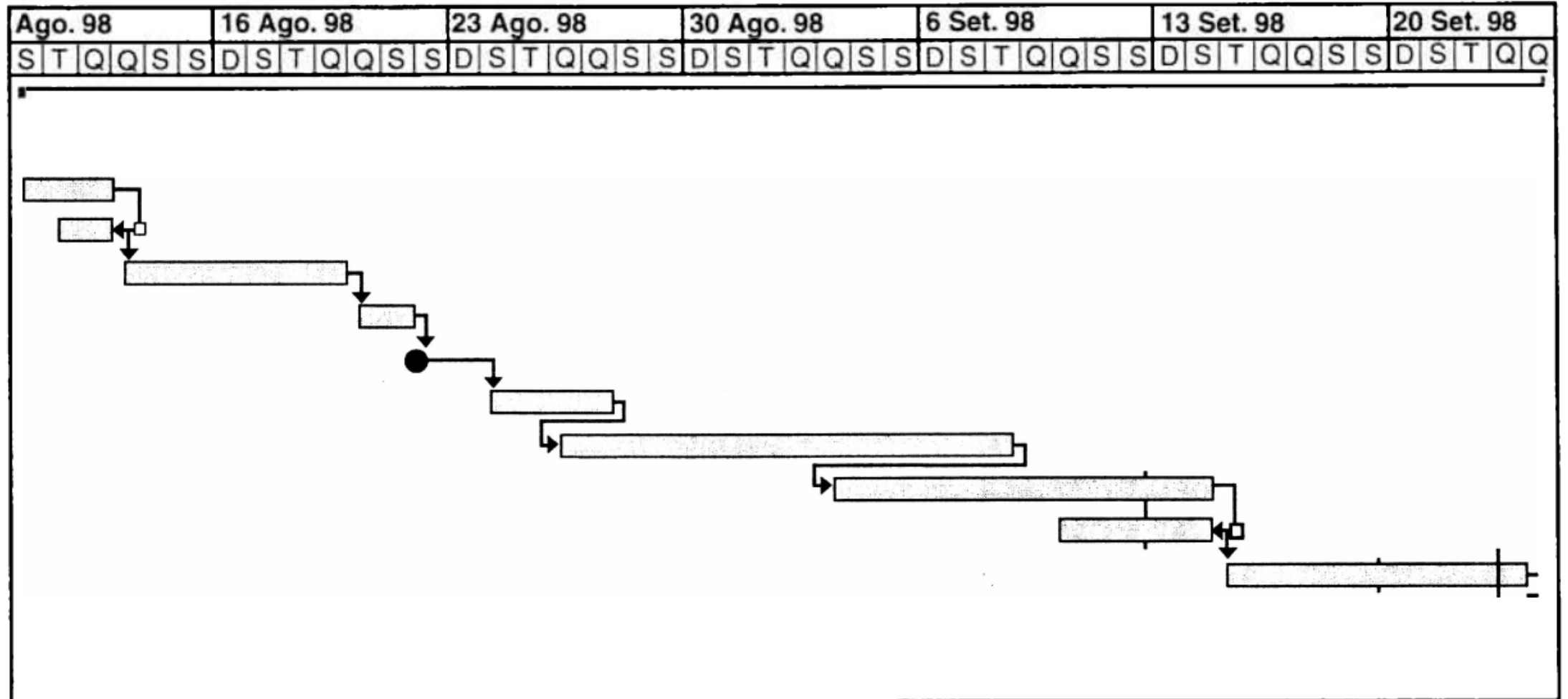


Gráfico de Gantt

- Esses gráficos também podem ser usados para mostrar o cronograma para várias equipes ou equipamentos simultaneamente.
- Um caso em que três equipamentos pesados são programados para diferentes trabalhos ao longo do dia é mostrado a seguir.

Gráfico de Gantt

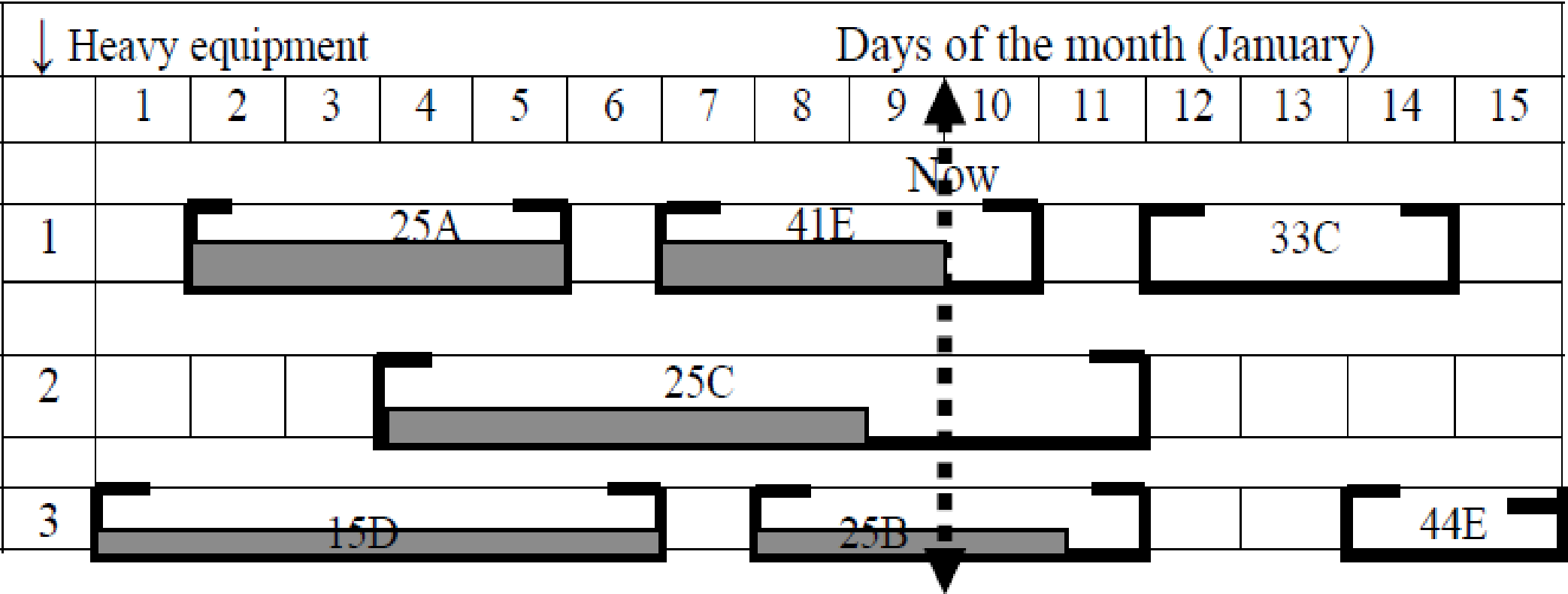
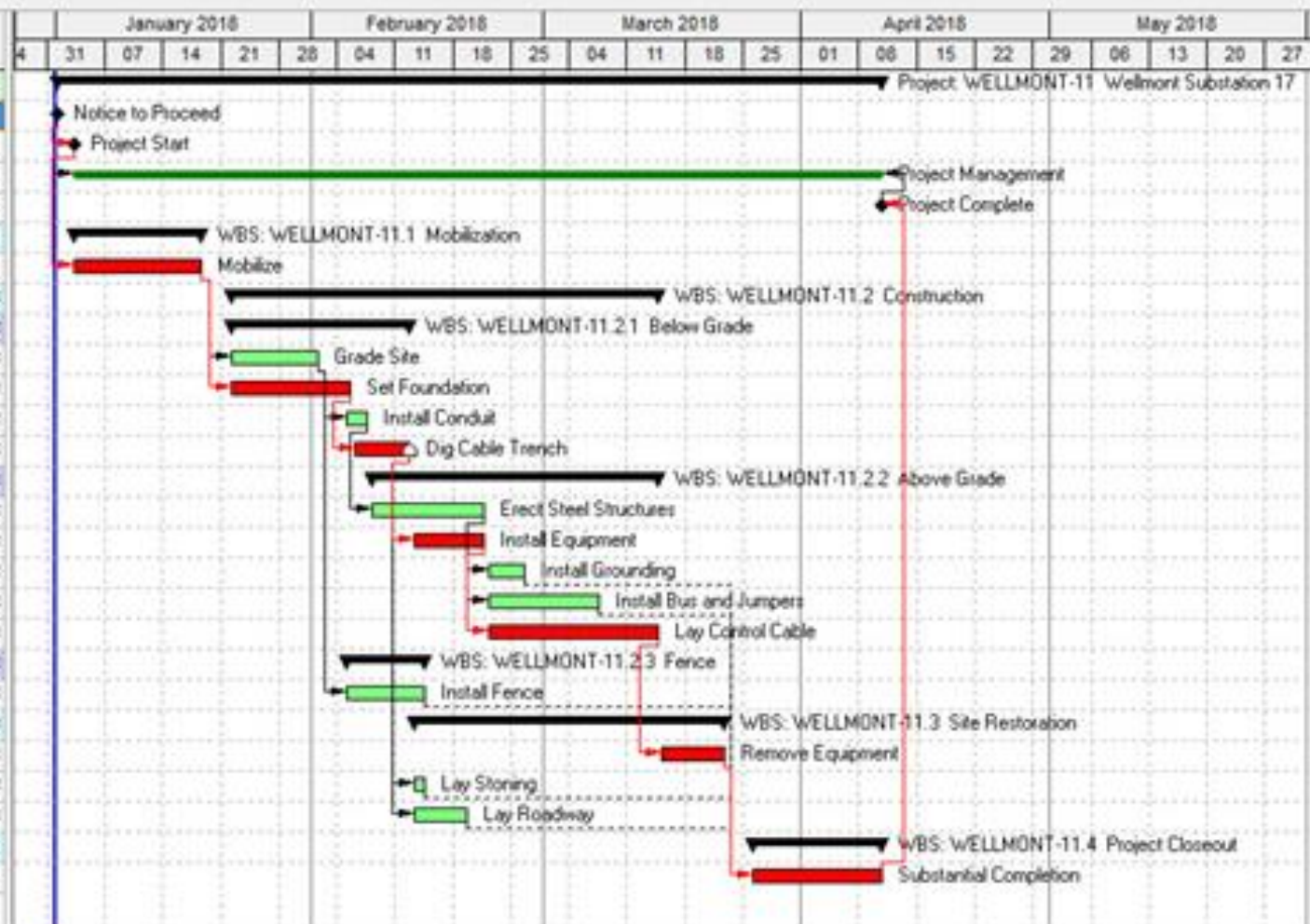


Figure 11.7. Gantt chart with progression

Gráfico de Gantt

- Códigos de cores podem ser usados algumas vezes para refletir certas condições, como escassez de material ou quebras de máquinas.
- Vários pacotes de agendamento, como o Primavera, estão disponíveis para construir gráficos de Gantt para agendamentos mais complicados envolvendo múltiplos recursos e um grande número de atividades.

Activity ID	Activity Name	Total Float	Original Duration	Start	Finish
Project: WELLMONT-11 Wellmont Substation 17		0.0d	58.0d	01-Jan-2018	10-Apr-2018
W1000	Notice to Proceed	-3.0d	0.0d	01-Jan-2018	
W1010	Project Start	-3.0d	0.0d	03-Jan-2018	
W1020	Project Management	0.0d	56.0d	03-Jan-2018	10-Apr-2018
W1030	Project Complete	0.0d	0.0d		10-Apr-2018
WBS: WELLMONT-11.1 Mobilization		-3.0d	10.0d	03-Jan-2018	18-Jan-2018
W1040	Mobilize	-3.0d	10.0d	03-Jan-2018	18-Jan-2018
WBS: WELLMONT-11.2 Construction		5.0d	31.0d	22-Jan-2018	14-Mar-2018
WBS: WELLMONT-11.2.1 Below Grade		7.0d	13.0d	22-Jan-2018	12-Feb-2018
W1050	Grade Site	9.0d	8.0d	22-Jan-2018	01-Feb-2018
W1060	Set Foundation	-3.0d	9.0d	22-Jan-2018	05-Feb-2018
W1070	Install Conduit	9.0d	3.0d	05-Feb-2018	07-Feb-2018
W1080	Dig Cable Trench	-3.0d	4.0d	06-Feb-2018	12-Feb-2018
WBS: WELLMONT-11.2.2 Above Grade		5.0d	20.0d	08-Feb-2018	14-Mar-2018
W1090	Erect Steel Structures	9.0d	8.0d	08-Feb-2018	21-Feb-2018
W1100	Install Equipment	0.0d	6.0d	13-Feb-2018	21-Feb-2018
W1110	Install Grounding	15.0d	2.0d	22-Feb-2018	26-Feb-2018
W1120	Install Bus and Jumpers	9.0d	8.0d	22-Feb-2018	07-Mar-2018
W1130	Lay Control Cable	0.0d	12.0d	22-Feb-2018	14-Mar-2018
WBS: WELLMONT-11.2.3 Fence		21.0d	7.0d	05-Feb-2018	14-Feb-2018
W1140	Install Fence	21.0d	7.0d	05-Feb-2018	14-Feb-2018
WBS: WELLMONT-11.3 Site Restoration		0.0d	23.0d	13-Feb-2018	22-Mar-2018
W1150	Remove Equipment	0.0d	5.0d	15-Mar-2018	22-Mar-2018
W1160	Lay Stoning	21.0d	2.0d	13-Feb-2018	14-Feb-2018
W1170	Lay Roadway	19.0d	4.0d	13-Feb-2018	19-Feb-2018
WBS: WELLMONT-11.4 Project Closeout		0.0d	10.0d	26-Mar-2018	10-Apr-2018
W1180	Substantial Completion	0.0d	10.0d	26-Mar-2018	10-Apr-2018



PERT-CPM

- O PERT (Program Evaluation and Review Technique) e o CPM (Critical Path Method) são duas técnicas desenvolvidas de forma independente nos anos 50, que buscaram solucionar problemas de PCP em grandes projetos.
- Como as atividades de manutenção geralmente assumem a forma de um projeto com muitas operações dependentes formando uma rede de operações conectadas, essas técnicas podem ser utilizadas.

PERT-CPM

- O objetivo tanto no CPM quanto no PERT é programar a sequência de atividades de trabalho no projeto e determinar o tempo total necessário para concluí-lo.
- A duração total do tempo corresponde ao caminho mais longo pelo diagrama de rede, que é chamada de caminho crítico.
- Vale destacar que PERT e CPM não são adequados para o agendamento diário de pequenos trabalhos independentes em um departamento de manutenção.

PERT-CPM

- No entanto, eles são muito úteis no planejamento e agendamento de grandes trabalhos (20 homens-hora ou mais) que consistem em muitas atividades, como revisões de máquinas, paradas de plantas e atividades de manutenção de parada.
- Um pré-requisito para a aplicação de ambos os métodos é a representação do projeto como um diagrama de rede, que mostra as interdependências e relações de precedência entre as atividades do projeto.

PERT-CPM

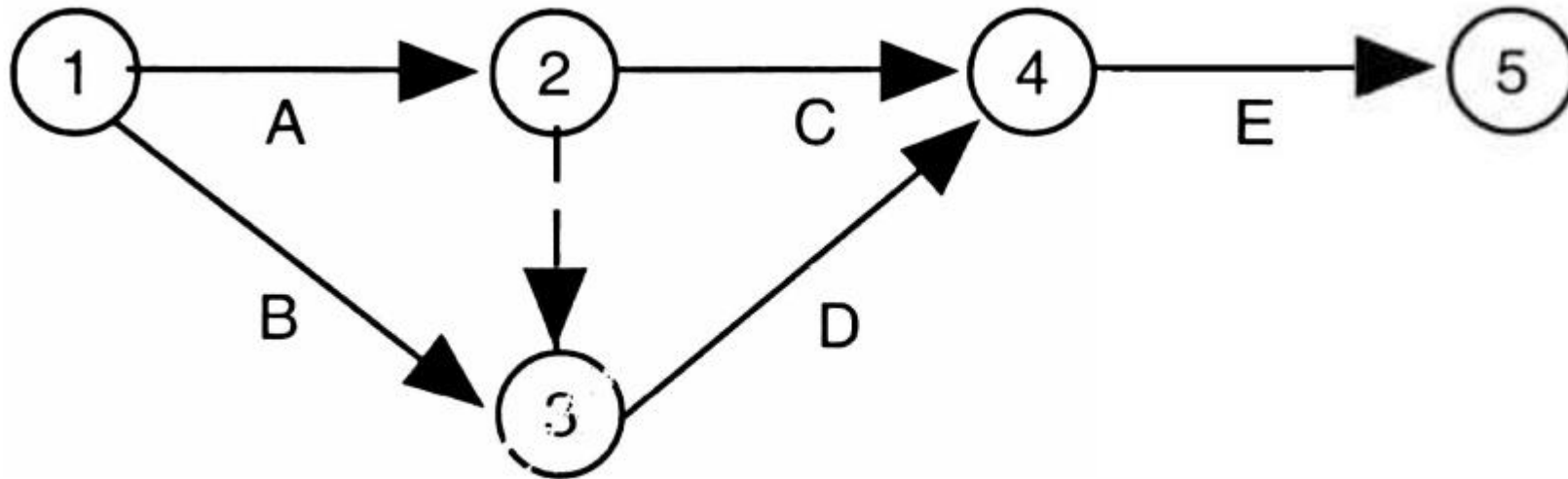
- Existem duas formas de representação de uma rede PERT-CPM:
 - diagrama de flechas (método americano);
 - diagrama de blocos (método francês).

PERT-CPM

- A rede do Diagrama de flechas (método americano) é composta por:
 - **flechas (setas), que representam tarefas.** Sendo que a cauda da mesma indica o início da atividade, e a ponta da flecha, o final;
 - **os nós, ou círculos, representam os eventos,** e são normalmente colocados no início e final de setas;
 - **atividades fantasmas (flecha tracejada) que visam indicar a interdependência entre tarefas,** de forma a não sobrecarregar a rede; a atividade fantasma não possui um valor de tempo.

PERT-CPM

- Diagrama de flechas (método americano):



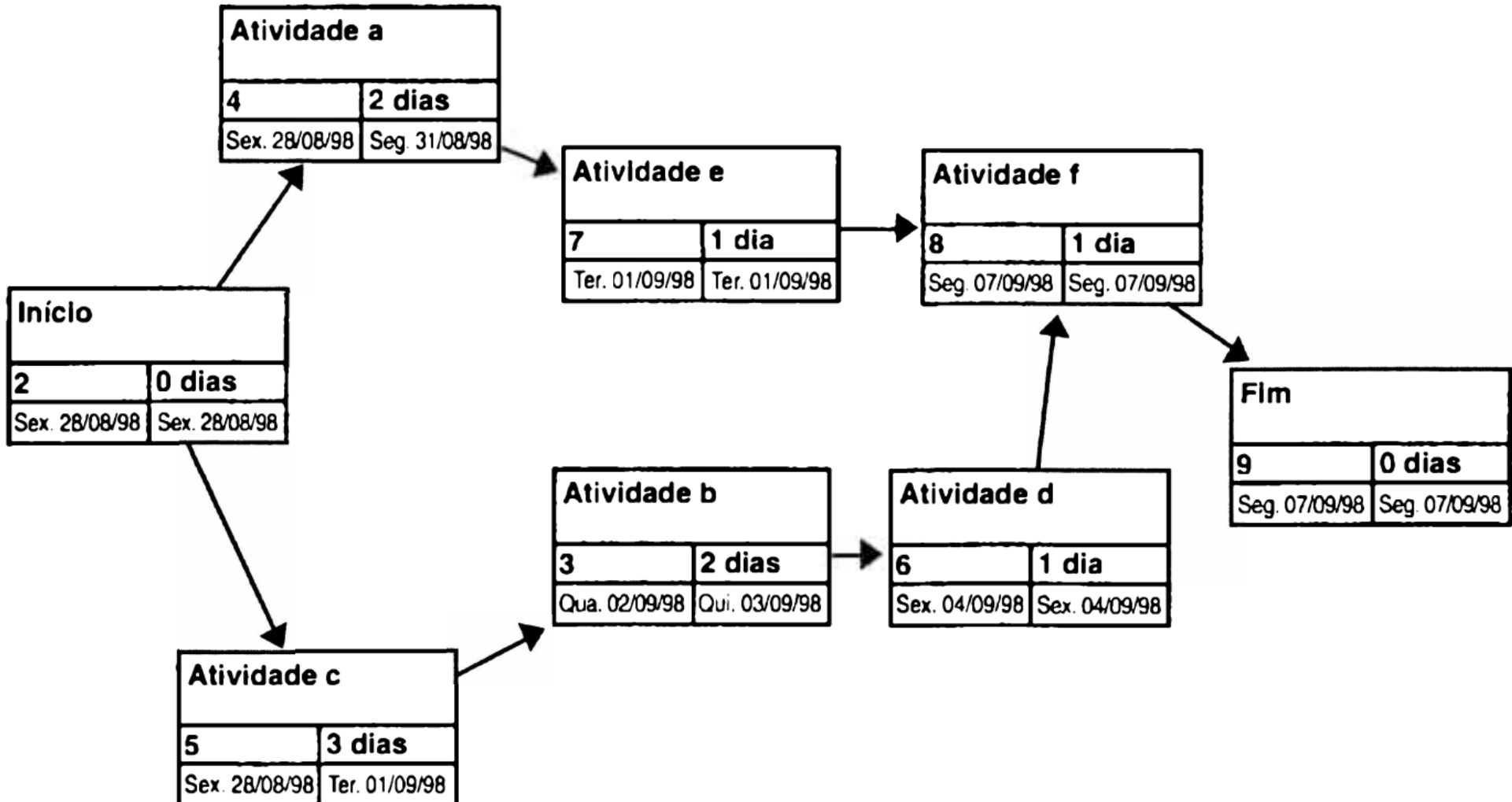
Representação de uma rede pelo método americano.

PERT-CPM

- A rede do Diagrama de blocos (método francês) é composta por:
 - setas, que indicam a dependência entre as tarefas;
 - e blocos que representam as atividades.
- O tempo de duração de cada tarefa pode ser colocado sob a seta, ou dentro do bloco que a representa.

PERT-CPM

- Diagrama de blocos (método francês):



PERT-CPM

- Vamos agora imaginar um determinado serviço, a montagem de um casco de secador rotativo, em que primeiro devemos indicar as tarefas com suas respectivas durações e relação de dependência.

PERT-CPM

Tarefas	Descrição	Duração	Dependência
A	Isolamento da área	1 dia	
B	Posicionamento do casco na área	2 dias	A
C	Posicionamento das pistas de rodamento	2 dias	A
D	Desmontar aranhas de travamento	1 dia	B
E	Ajustes das aletas parafusadas p/ solda	2 dias	D
F	Montagem das aletas	3 dias	E
G	Montagem da pista rodamento dianteira	2 dias	C, F
H	Montagem dos batentes da pista dianteira	2 dias	G
I	Montagem da pista rodamento traseira	2 dias	C, F
J	Montagem dos batentes da pista traseira	2 dias	I
L	Montagem anéis de selagem	2 dias	H, J
M	Liberação do secador	1 dia	L

PERT-CPM

- Numa abordagem inicial, faremos uso do diagrama de flechas em escala.
- Cada flecha será uma tarefa, e seu tamanho corresponderá a sua duração.
- Ligando-as de acordo com a dependência, conseguiremos o seguinte gráfico:

PERT-CPM

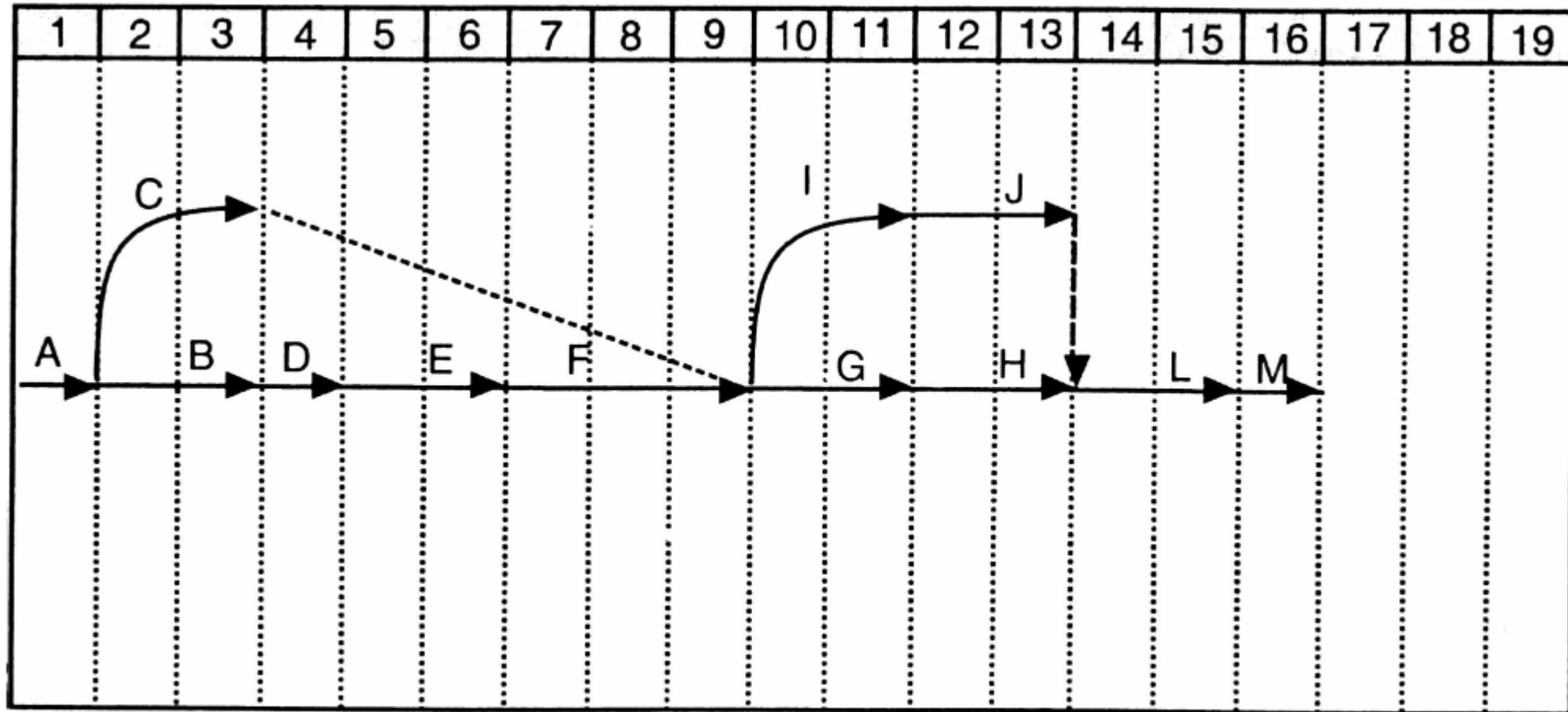
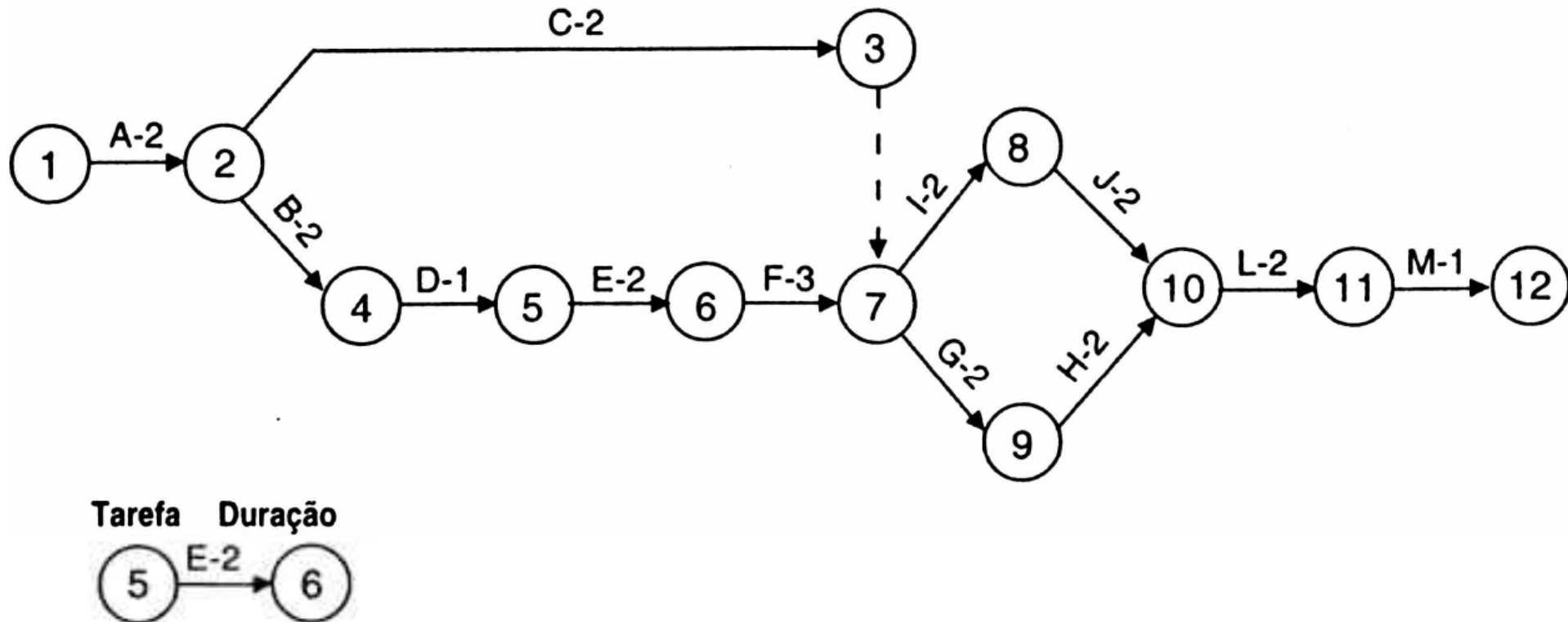


Diagrama de flechas em escala.

PERT-CPM

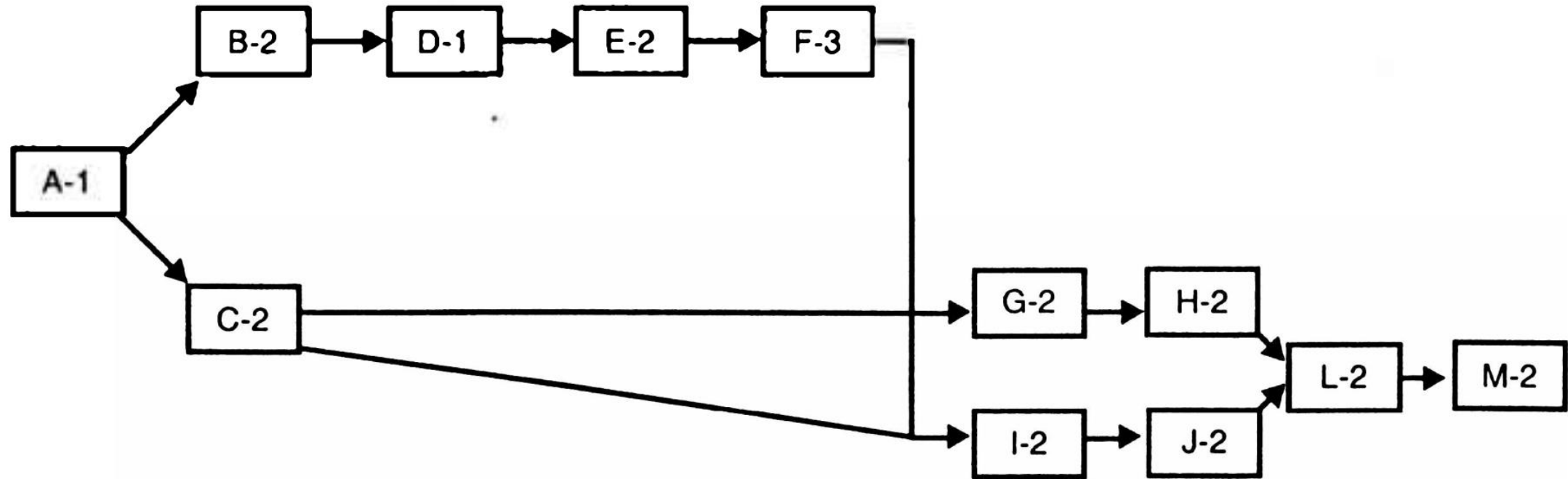
- Diagrama de flechas (método americano):



Rede do serviço de montagem do casco do secador rotativo.

PERT-CPM

- Diagrama de blocos (método francês):



Rede do serviço de montagem do casco do secador rotativo (blocos).

PERT-CPM

- O caminho crítico do serviço será o percurso de maior duração na rede, ou aquele que possuir uma folga total igual a zero; com isso podemos ter vários caminhos críticos em uma mesma rede.

1º → A – C – G – H – L – M

duração de onze dias com folga total de seis dias.

2º → A – C – I – J – L – M

duração de onze dias com folga total de seis dias.

3º → A – B – D – E – F – G – H – L – M

duração de dezessete dias com folga total igual a zero.

4º → A – B – D – E – F – I – J – L – M

duração de dezessete dias com folga total igual a zero.

Importância de identificar o caminho crítico

1. Permitir saber, de imediato, se será possível ou não cumprir o prazo anteriormente estabelecido para a conclusão do plano;
2. Identificar as atividades críticas que não podem sofrer atrasos, permitindo um controle mais eficaz das tarefas prioritárias;
3. Permitir priorizar as atividades cuja redução terá menor impacto na antecipação da data final de término dos trabalhos, no caso de ser necessária uma redução desta data final;
4. Permitir o estabelecimento da primeira data do término da atividade;
5. Permitir o estabelecimento da última data do término da atividade.

EXERCÍCIO

- Considerando o quadro a seguir construa uma Rede PERT-CPM e identifique o caminho crítico.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO
A	retirar placa, proteções e esgotar óleo	-	1 h
B	retirar árvore e transportá-la	A	3 h
C	lavar cabeçote	A	2 h
D	trocar rolamentos	B	3 h
E	trocar reparo da bomba	B e C	2 h
F	de lubrificação montar, abastecer e testar o conjunto	D e E	4 h

EXERCÍCIO

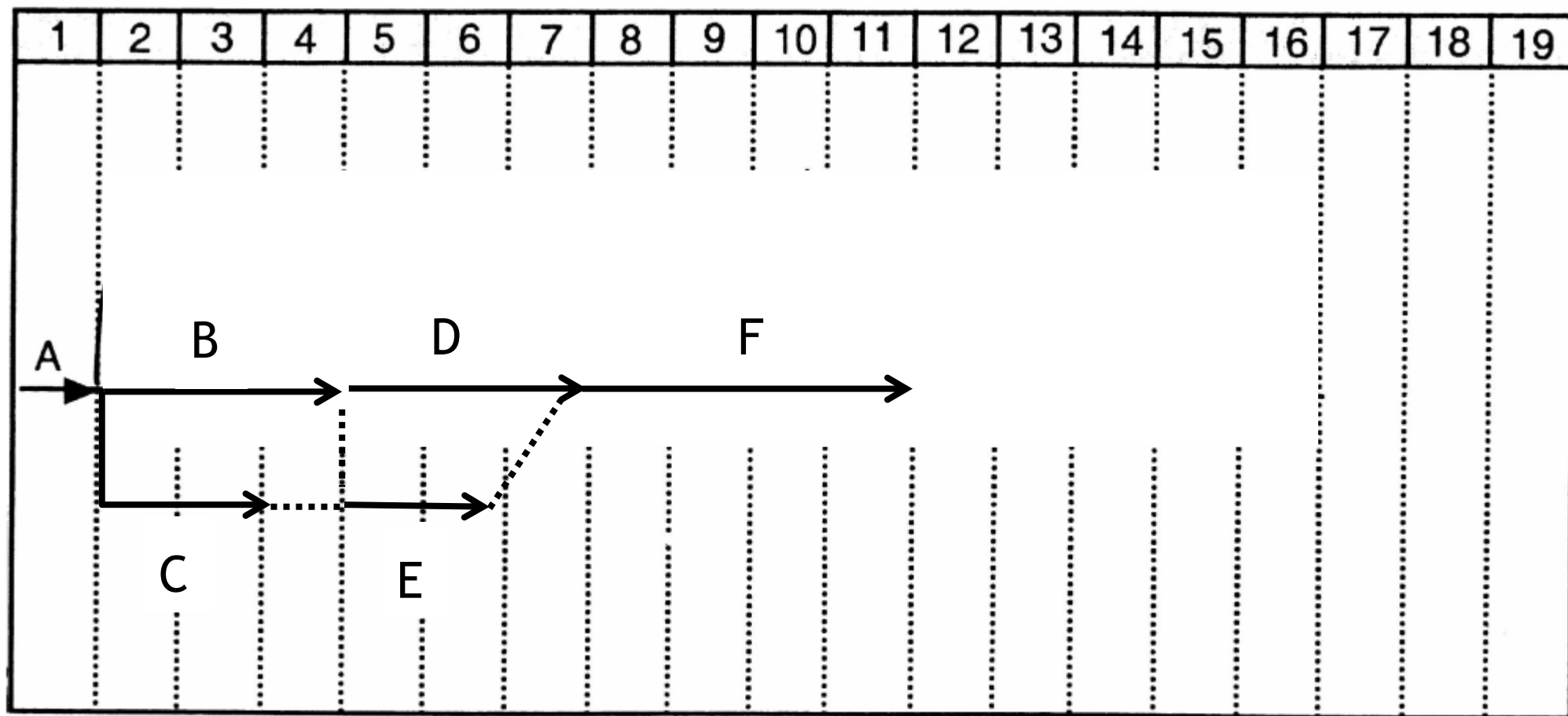
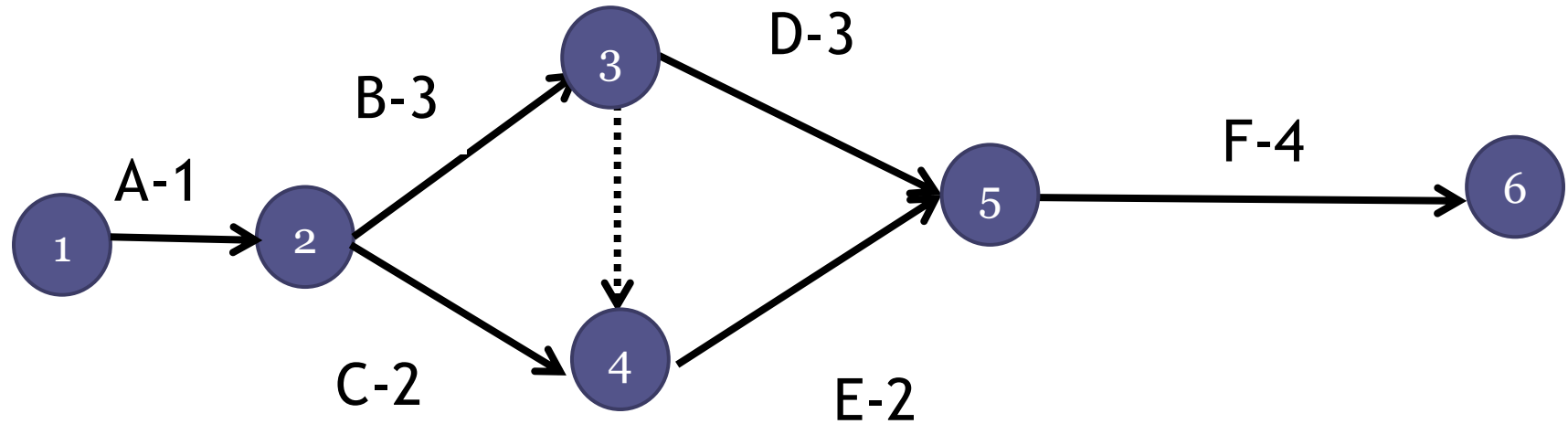


Diagrama de flechas em escala.

EXERCÍCIO



$$A - B - D - F = 1+3+3+4 = 11 \text{ h}$$

$$A - C - E - F = 1+2+2+4 = 9 \text{ h}$$

$$A - B - E - F = 1+3+2+4 = 10 \text{ h}$$

Referências

Referências

- [1] Al-Turki, U. (2009). Maintenance Planning and Scheduling. In: Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Raouf, A., Knezevic, J., Ait-Kadi, D. (eds) Handbook of Maintenance Management and Engineering. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0_11
- [2] Tubino, D.F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática, 1ª edição, Atlas, 2007.
- [3] Tubino, D.F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2 ed. Atlas, 2000.
- [4] Viana, HRG. Planejamento e controle de Manutenção. 2002.

Dúvidas?