

Projeto de MRP

Agradecimento à Cristiane Carneiro da Silva pelas sugestões.

Com as informações geradas no exemplo relativo à bicicleta e com outras informações que você pode supor, é possível desenvolver um sistema MRP. O sistema deve conter os seguintes módulos (e respectivos relatórios): plano mestre de produção (MPS), plano de necessidades de materiais (MRP), emissão de ordem de compra, emissão de ordens de fabricação.

O fluxograma que deve ser verificado pelo sistema é apresentado na **Figura 1**.

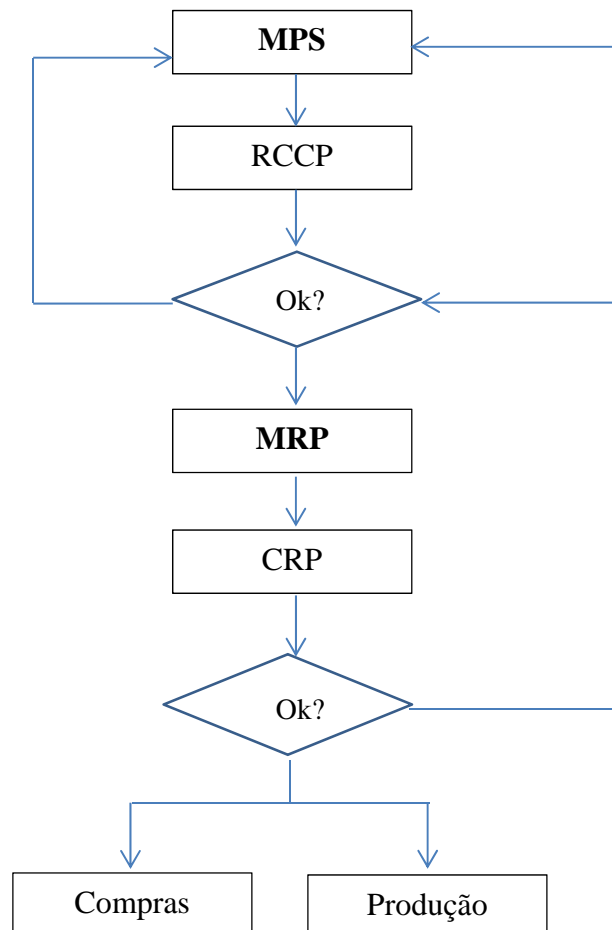


Figura 1: Fluxograma do sistema MRP a ser desenvolvido.

Proposta do projeto

A proposta do projeto é integrar conhecimentos da disciplina de Gestão da Produção com disciplinas da área de Engenharia de Software. O projeto será desenvolvido com grupos de 4 alunos, utilizando a documentação pertinente à Engenharia de Software. Quatro tipos de documentos devem ser gerados.

- ❖ Documento de requisitos
- ❖ Diagrama de atores
- ❖ Casos de uso
- ❖ *Mock-ups*

Sugere-se que os alunos que não tenham tido contato prévio com esse assunto, sejam integrados a grupos que possuam alunos que tenham cursado a disciplina Engenharia de Software.

1. Documento de requisitos

O propósito deste documento é apresentar a descrição dos serviços e funções que o objeto do projeto deve prover, bem como as suas restrições de operação e propriedades gerais, a fim de ilustrar uma descrição detalhada do sistema resultante do projeto para um auxílio durante as etapas de análise, projeto e testes.

O documento especifica todos os requisitos funcionais e não funcionais do sistema e foi preparado levando-se em conta as funcionalidades levantadas durante a fase de concepção do projeto. Esse documento deve conter os seguintes itens:

1. Introdução
 - 1.1. Escopo do projeto
2. Descrição geral
 - 2.1. Funções do Projeto
 - 2.2. Características dos Usuários
 - 2.3. Restrições
 - 2.4. Suposições e Dependências
3. Requisitos específicos
 - 3.1. Interfaces externas
 - 3.2. Requisitos funcionais
4. Informações de apoio

2. Diagrama de atores

O diagrama de atores identifica como os atores (ou usuários do sistema) se relacionam com o sistema. O diagrama de atores pode especificar a hierarquia (em função dos cargos) de quem acessa o sistema ou o nível de acesso, que especifica níveis que aumentam ou diminuem o escopo das informações que podem ser acessadas. No caso desse projeto, especificaremos em termos de níveis de acesso.

3. Casos de uso do sistema

O documento de casos de uso do sistema é um guia para o desenvolvedor que esclarece como as informações devem ser apresentadas e como os atores interagem com as mesmas. Apóia as demais atividades de desenvolvimento e a compreensão das funcionalidades do sistema, facilitando o desenvolvimento do sistema. A apresentação dos casos de uso deve contemplar os seguintes itens:

1. Breve Descrição
2. Breve Descrição dos Atores
3. Pré-condições
4. Fluxo Básico de eventos
5. Pós-condições
6. Requisitos especiais

4. *Mock-ups*

Mock-up é um modelo minimizado ou em tamanho real de um *design* ou aparelho, usado para o ensino, demonstração, validação de design, entre outros usos. Um *mock-up* é um protótipo com o qual se consegue demonstrar o funcionamento total ou parcial de um design. *Mock-ups* são utilizados para que sejam recebidos retornos de usuários. Os protótipos terão os seguintes objetivos:

- ❖ Representar um protótipo do Sistema
- ❖ Simular a interface
- ❖ Facilitar o entendimento
- ❖ Aproximar os resultados iniciais da proposta final

5. Sugestão de ferramentas para o projeto

Ferramenta *case*: Star UML (<http://www.baixaki.com.br/download/staruml.htm>)

Ferramenta para prototipação: Pencil (<http://pencil.evolus.vn/>)

Caso da bicicleta

A empresa “Y”, ao contrário das empresas fabricantes de bicicletas tradicionais, que apenas montam o produto, produz os componentes internamente. Entre os modelos fabricados pela empresa encontram-se o modelo monociclo, tandem, triciclo e bicicleta padrão. O modelo bicicleta padrão Y1.

A estrutura de materiais dos produtos da empresa “Y” é similar entre os modelos permite identificar os quatro níveis da estrutura do produto:

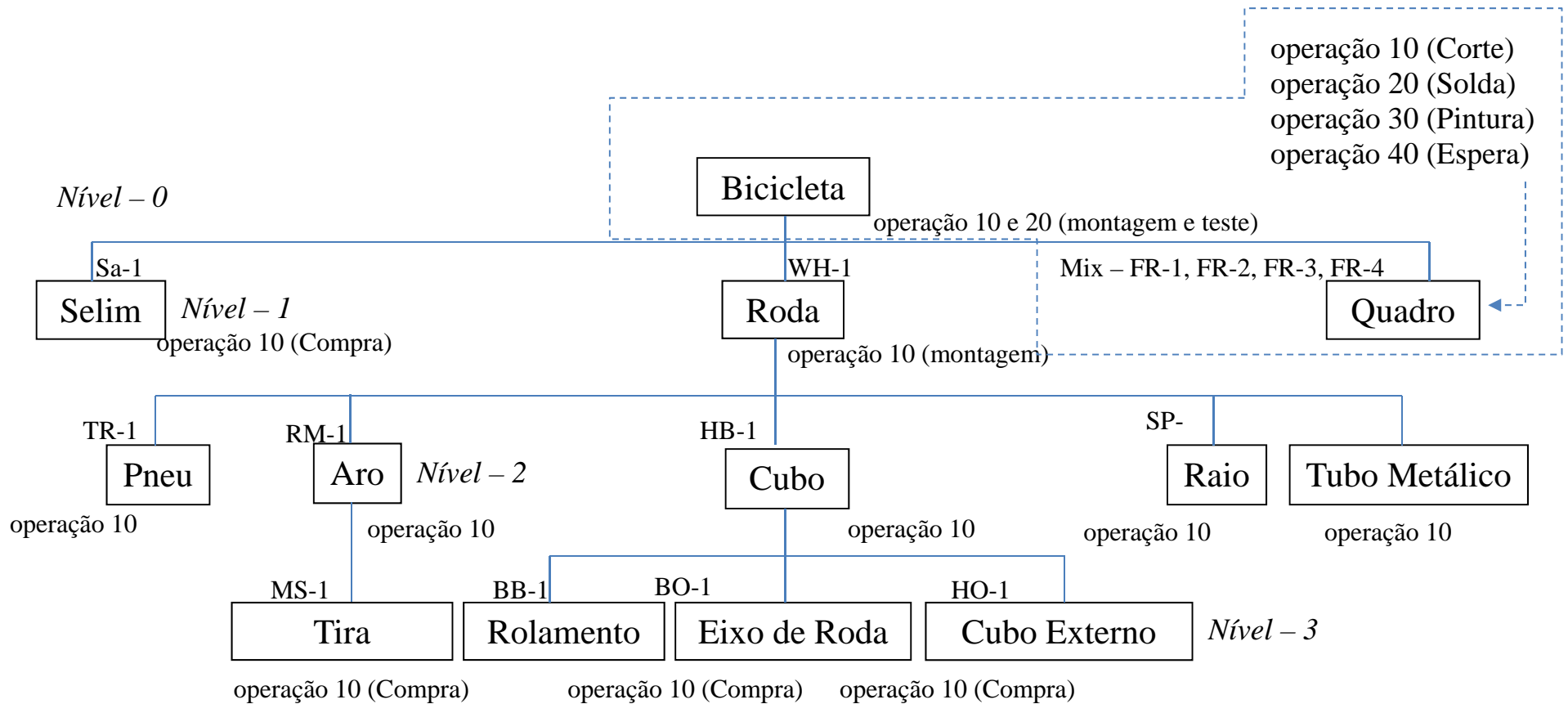
Produto Acabado (demanda independente) – nível 0;

Componentes ou conjuntos de montagem final (demanda dependente) – nível 1;

Componentes dos conjuntos de montagem final (demanda dependente) – nível 2;

Componentes e matérias-primas dos componentes dos conjuntos de montagem final (demanda dependente) – nível 3.

A estrutura do produto é apresentada na **Figura 2**.



W / O – work orders – ordens de produção (montagem): bicicleta, roda, quadro, cubo

P / O – purchase orders – ordens de compra: selim, tubo metálico, pneu, raio, tira metálica, rolamento, eixo de roda, cubo externo

Figura 2: Estrutura do produto da bicicleta. *Fonte:* Preactor International.

Os conjuntos quadro e roda são fabricados internamente. Somente os roteiros de fabricação dos quadros são apresentados, os demais roteiros são similares com alteração dos tempos de processamento e operações relacionadas. Os roteiros dos quadros estão descritos na **Tabela 1**. Há quatro tipos diferentes de quadro do produto bicicleta.

Tabela 1: Roteiro dos quadros FR1, FR2, FR3 e FR4

Código do item	Descrição		Quantidade	Número da ordem	
FR1, FR2, FR3, FR4	Quadro monociclo		Lote = 10	WO 109	
N ^a da operação	Depto	Centro de trabalho	Descrição da operação	Set Up	Tempo de processo
			Liberar		
			Separar		
10	Corte	13	Serrar tubo	10	15
20	Solda	20	Soldar todos	10	15
30	Pintura	18	Pintar quadro	10	15
40	Cura (espera)	18	Cura	10	24
			Armazenar		

A partir dos roteiros e da interdependência entre os componentes mostrada na descrição do roteiro dos produtos por nível da estrutura do produto, a **Figura 6.6** representa esquematicamente a árvore do produto invertida, com a sequência de fabricação e os respectivos tempos de processamento e de *setup*.

Para esse exemplo devemos considerar um lote padrão de 10 unidades para a fabricação. Com exceção dos itens comprados, os tempos de processamento e setup para o lote de 10 unidades permite calcular o *lead time* em dias, dado utilizado para o planejamento das necessidades dos recursos materiais, MRP, que considera o *lead time* fixo no planejamento.

Contudo, cabe à Engenharia Industrial ou de Processos mensurar os tempos de movimentação e fila entre as operações a fim de minimizar as distorções entre o plano de produção e o realizado.

Produtos (nível 0 da estrutura dos produtos):

BK-1 – Monociclo

Operações – Montagem e Teste \Rightarrow FR-1 – Quadro de monociclo (Q = 1)

Sa-1 – Selim “padrão” (Q = 1)

WH-1 – Roda “padrão” (Q = 2)

Componentes – Sa-1, FR-1, WH-1

BK-2 – Bicicleta padrão

Operações – Montagem e Teste \Rightarrow FR-2 – Quadro padrão (Q = 1)
 Sa-1 – Selim “padrão” (Q = 1)
 WH-1 – Roda “padrão” (Q = 2)

Componentes – FR-2, WH-1, Sa-1

BK-3 – Bicicleta Tandem

Operações – Montagem e Teste \Rightarrow FR-3 – Quadro de tandem (Q = 1)
 Sa-1 – Selim “padrão” (Q = 1)
 WH-1 – Roda “padrão” (Q = 2)

Componentes – FR-3, WH-1, Sa-1

BK-4 – Triciclo

Operações – Montagem e Teste \Rightarrow FR-4 – Quadro de triciclo (Q = 1)
 Sa-1 – Selim “padrão” (Q = 1)
 WH-1 – Roda “padrão” (Q = 3)

Componentes – FR-4, Sa-1, WH-1

Componentes (nível 1 da estrutura dos produtos):

FR-1 – Quadro de Monociclo

Operações – Corte, solda, pintura e espera \Rightarrow TU-1 – Tubo metálico (Q = 5)
 Componentes – TU-1

FR-2 – Quadro padrão

Operações – Corte, solda, pintura e espera \Rightarrow TU-1 – Tubo metálico (Q = 6)
 Componentes – TU-1

FR-3 – Quadro de tandem

Operações – Corte, solda, pintura e espera \Rightarrow TU-1 – Tubo metálico (Q = 8)
 Componentes – TU-1

FR-4 – Quadro de triciclo

Operações – Corte, solda, pintura e espera \Rightarrow TU-1 – Tubo metálico (Q = 8)
 Componentes – TU-1

Sa-1 – Selim “padrão”

Operação – Compra

WH-1 – Roda “padrão”

Operação – Montagem \Rightarrow TR-1 – Pneu “padrão” (Q = 1)
 RM-1 – Aro “padrão” (Q = 1)
 HB-1 – Cubo “padrão” (Q = 1)

SP-1 – Raio “padrão” (Q = 32)

Componentes – TR-1, RM-1, HB-1, SP-1

Componentes (nível 2 da estrutura dos produtos):

TU-1 – Tubo metálico:

Operações – Compra

TR-1 – Pneu “padrão”

Operações – Compra

RM-1 – Aro “Padrão”

Operações – Montagem \Rightarrow MS-1 – Tira Metálica (Q = 1.5)

Componentes – MS-1

HB-1 – Cubo “padrão”

Operações – Montagem \Rightarrow BB-1 – Rolamentos (Q = 1)

BO-1 – Eixo de roda (Q = 1)

HO-1 – Cubo externo (Q = 1)

Componentes – BB-1, BO-1, HO-1

SP-1 – Raio “Padrão”

Operação – Compra

Componentes e Matéria-Prima (nível 3 da estrutura dos produtos):

MS - 1 – Tira metálica – Matéria-prima

Operações – Compra

BB - 1 – Rolamentos – Componente

Operações – Compra

BO - 1 – Eixo de Roda – Componente

Operações – Compra

HO - 1 – Cubo Externo – Componente

Operações – Compra

Utilizando a estrutura do produto invertida para um tamanho de lote de 10 unidades, dimensionado como exemplo, o *lead time* total calculado é de 37,5 horas considerando o *lead time* de compra, ou seja, 40 horas para a entrega de um lote de 10 unidades do produto, de acordo com a **Figura 3**. Nesse caso não estão sendo considerados os tempos de liberação, separação de material, fila e movimentação.

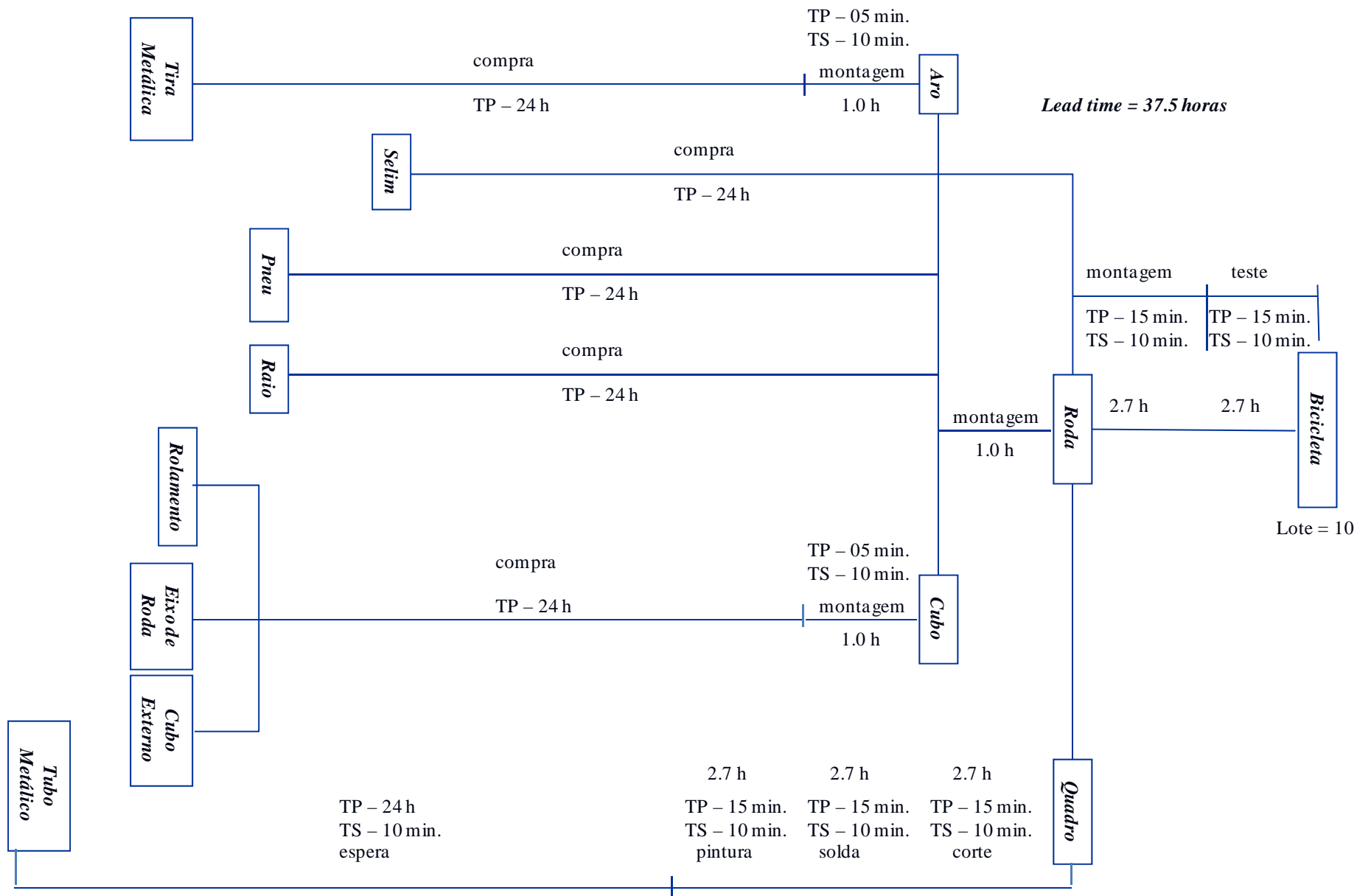


Figura 3: Cálculo do lead time médio. Fonte: *Preactor international*.

De acordo com o *mix* de produtos da empresa há quatro tipos diferentes de bicicletas, devendo ser considerado a disponibilidade dos recursos e a frequência de fabricação de cada tipo, assim como o volume individual.

Essa análise deve ser feita a fim de validar o *lead time* médio de atendimento à demanda em função do volume de produto consumido e da frequência de fabricação de cada modelo. A partir do volume da cada modelo e do tempo de processo em cada etapa de fabricação é possível mensurar o tempo de fila médio que deve ser incorporado no *lead time* total para a disponibilidade do lote de produto definido. A **Figura 4** mostra os tempos a serem considerados no cálculo do *lead time*.

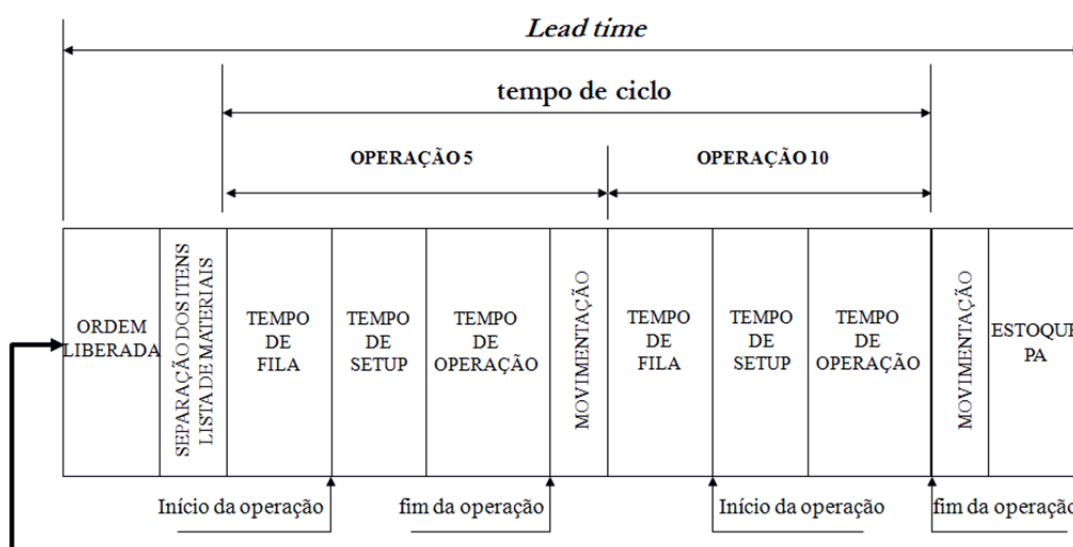


Figura 4: Cálculo do *lead time*

A **Tabela 2** apresenta os dados de disponibilidade dos recursos.

Tabela 2 – Dados de disponibilidade (1 turno de trabalho)

Modelo	Quantidade
Carga horária semanal	44 horas
Carga horária diária	8,8 horas
Refeições e ginástica laboral	1,8 horas
Disponibilidade fabricação	7 horas

A **Tabela 3** o cálculo do *lead time* médio.

Tabela 3 – *Lead Time* estimado

Processo	Tempo de fila	Tempo de Setup	Tempo de operação (minutos)	Tempo de movimentação	<i>Lead time</i>
Corte	7 horas ~1 dia	10 minutos	15.10 = 150	0,5 dia	2 dias
Solda	7 horas ~1 dia	10 minutos	15.10 = 150	0,5 dia	4 dias
Pintura	7 horas ~1 dia	10 minutos	15.10 = 150 s	1,0 dia	6,5 dias
Montagem	7 horas ~1 dia	10 minutos	15.10 = 150		8 dias
Teste		10 minutos	15.10 = 150		8,5 dias
Liberação					9 dias

A estrutura invertida do produto “Y1” é representada na **Figura 5** com o cálculo do *lead time* por etapa do processo de fabricação. Para este exemplo apenas o modelo “Y1” deve ser utilizado no cálculo do planejamento das necessidades dos materiais, os demais modelos não serão utilizados.

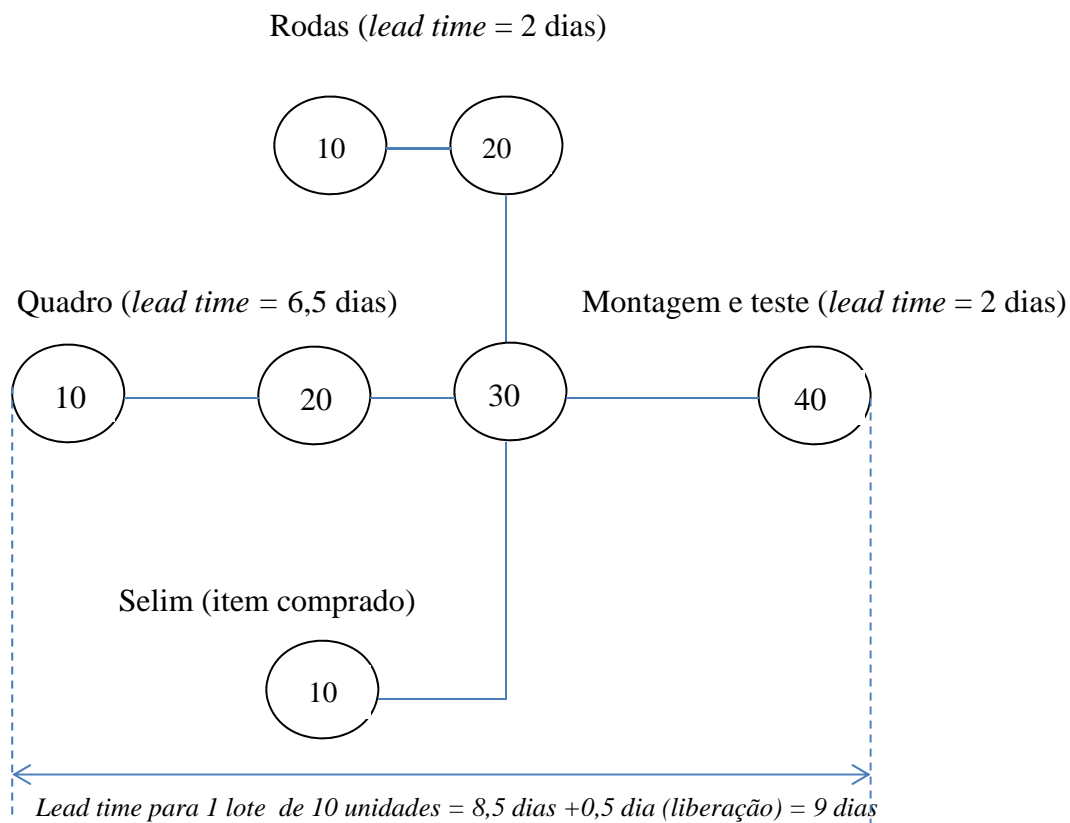


Figura 5: Estrutura invertida do produto “Y1”

Considerando um pedido de 10 unidades, o *lead time* para as etapas de fabricação pode ser determinado. A **Tabela 4** mostra o plano de fabricação com as datas de início e término da produção do modelo “Y1” da empresa “Y”.

Tabela 4: Plano de Fabricação.

Número da ordem	Componente	Data Inicial	Data Final
Ordem de produção 01	Quadros	1 do mês	8 do mês
Ordem de produção 02	Rodas	6 do mês	8 do mês
Ordem de compra 01	Selins	5 do mês	8 do mês
Ordem de produção 03	Montagem	8 do mês	11 do mês

A seguir apresenta-se o registro do MRP para a bicicleta (**Tabela 5**)

Tabela 5: Registro do MRP para a bicicleta BK-2.

Período	BK-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas											18		
Recebimento programado				10							10		
Estoque projetado disponível	2	2	2	12	12	12	12	12	12	12	4	4	4
Plano de liberação de ordens									10				
Lead time = 2; Lote = 10; ES = 0													

Período	Sa-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas									10				
Recebimento programado									20				
Estoque projetado disponível	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
Plano de liberação de ordens						20							
Lead time = 3; Lote = 20; ES = 10													

Período	WH-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas									20				
Recebimento programado									40				
Estoque projetado disponível	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25
Plano de liberação de ordens							40						
Lead time = 2; Lote = 40; ES = 20													

Período	FR-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas									10				
Recebimento programado				20					20				
Estoque projetado disponível	10	10	10	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40
Plano de liberação de ordens		20											
Lead time = 7; Lote = 20; ES = 30													

Período	TR-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas							40						
Recebimento programado							100						
Estoque projetado disponível	30	30	30	30	30	30	90	90	90	90	90	90	90
Plano de liberação de ordens				100									
Lead time = 3; Lote = 100; ES = 20													

Período	RM-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas							40						
Recebimento programado							160						
Estoque projetado disponível	20	20	20	20	20	20	140	140	140	140	140	140	140
Plano de liberação de ordens						160							

Lead time = 1; Lote = 80; ES = 100

Período	HB-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas							40						
Recebimento programado							160						
Estoque projetado disponível	20	20	20	20	20	20	140	140	140	140	140	140	140
Plano de liberação de ordens						160							

Lead time = 1; Lote = 80; ES = 100

Período	SP-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas							1280						
Recebimento programado							1500						
Estoque projetado disponível	600	600	600	600	600	600	820	820	820	820	820	820	820
Plano de liberação de ordens				1500									

Lead time = 3; Lote = 500;
ES = 500; 32 raios por roda

Período	TU-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas		120											
Recebimento programado		120											
Estoque projetado disponível	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Plano de liberação de ordens													

Lead time = 3; Lote = 60; ES = 30

OBS: O pedido de compra do tubo metálico deve ser realizado três dias antes do início da execução do plano.

Período	MS-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas						240							
Recebimento programado						400							
Estoque projetado disponível	40	40	40	40	40	200	200	200	200	200	200	200	200
Plano de liberação de ordens			400										

Lead time = 3

Tamanho do lote: bobina de 100m; ES = 2 bobinas de 100 metros; 1,5m por aro

Período	BB-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas						160							
Recebimento programado						200							
Estoque projetado disponível	5	5	5	5	5	45	45	45	45	45	45	45	45
Plano de liberação de ordens			200										
Lead time = 3; Lote = 50; ES = 30													

Período	BO-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas						160							
Recebimento programado			100			200							
Estoque projetado disponível	40	40	40	140	140	180	180	180	180	180	180	180	180
Plano de liberação de ordens			200										
Lead time = 3; Lote = 100; ES = 100													

Período	HO-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas						160							
Recebimento programado						300							
Estoque projetado disponível	0	0	0	0	0	140	140	140	140	140	140	140	140
Plano de liberação de ordens			300										
Lead time = 3; Lote = 100; ES = 100													