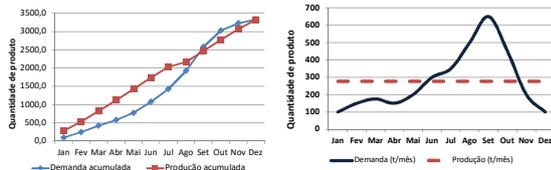




### Ex. Política de capacidade constante

	Demanda (t/mês)	Dias produtivos	Demanda (t/dia)	Demanda acumulada	Produção acumulada	Estoque final no mês
Jan	100	20	5,0	100,0	280	280
Fev	150	18	8,3	250,0	532	282
Mar	175	21	8,3	425,0	826	401
Abr	150	21	7,1	575,0	1120	545
Mai	200	22	9,1	775,0	1428	653
Jun	300	22	13,6	1075,0	1738	661
Jul	350	21	16,7	1425,0	2030	605
Ago	500	10	50,0	1925,0	2170	245
Set	650	21	31,0	2575,0	2464	-111
Out	450	22	20,5	3025,0	2772	-253
Nov	200	21	9,5	3225,0	3066	-159
Dez	100	18	5,6	3325,0	3318	-7



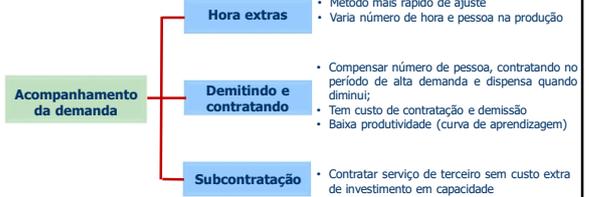
39

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### 2) Políticas Alternativas de capacidade

#### Política de acompanhamento da demanda

- Capacidade de processamento ajusta bem próximo dos níveis de demanda prevista (**taxa de produção e pedido**).
- Mais difícil, pois considera a **flutuação da demanda**;
- Número diferente de pessoas; diferente horas de trabalho e diferente quantidade de equipamento podem ser necessários em cada período.



40

### 3) Políticas de capacidade mais Adequada

#### • Política Mista

- Aplicação dos três tipos de política alternativa de capacidade;
  - Maioria das empresas adotam essa medida.

41

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Exemplo

42

### Exemplo

Uma fábrica de roupa com forte variação sazonal planeja a produção. Suponha que se deseja montar um plano de produção para a empresa para os próximos 6 meses. Recebem-se os seguintes dados referentes à produção e demanda

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda	1800	1500	1100	900	1100	1600	8000
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	125

Custo de material	R\$100/unid.
Custo de estoque	R\$ 1,50/unid. mês
Custo da falta de estoque	R\$ 5/un. mês
Custo de terceirização	R\$ 20/unid.
Custo de contratação e treinamento	R\$ 200/trabalhador
Custo de demissão	R\$ 250/trabalhador
Trabalho necessário por unidade (TNU)	5 horas
Custo da hora de trabalho (até 8h.)	R\$ 4 /hora
Custo da hora extra	R\$ 6 / hora
Estoque inicial	400 unid.
Estoque de segurança	25% da demanda mensal
Hora de trabalho por dia	8 h / dia

43

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Etapas

#### Requisitos para a elaboração do planejamento agregado de produção

#### Estoque de segurança

$$Es = tx \text{ segurança} \times PD$$

Es: Estoque de segurança  
PD: Previsão de Demanda

#### Necessidade de produção

$$NP = PD + Es - Ei$$

NP: Necessidade de produção  
PD: Previsão de Demanda  
Es: Estoque de segurança  
Ei: Estoque inicial

#### Estoque final

$$Ef = Ei + NP - PD$$

Ef: Estoque final  
NP: Necessidade de produção  
PD: Previsão de Demanda  
Ei: Estoque inicial

44

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Etapa 1) Requisito para PAP

Dados para a elaboração do planejamento agregado de produção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estoque inicial (Ei)	400					
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20
Estoque de segurança (Es)						
Necessidade de Produção (NP)						
Estoque final (Ef)						

1. Calcule o estoque de segurança
2. Calcule a necessidade de produção
3. Calcule o estoque final

$$Es = tx \text{ segurança} \times PD$$

$$Ef = Ei + NP - PD$$

$$NP = PD + Es - Ei$$

NP: Necessidade de produção  
 PD: Previsão de Demanda  
 Es: Estoque de segurança  
 Ei: Estoque inicial  
 Ef: Estoque final

45

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Etapa 1) Requisito para PAP

1. Cálculo para encontrar o estoque de segurança (ES) no mês de janeiro

$$Es = tx \text{ segurança} \times PD$$

Resultado do planejamento agregado de produção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estoque inicial (Ei)	400					
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20
Estoque de segurança (Es)	450					
Necessidade de Produção (NP)	1850					
Estoque final (Ef)	450					

$$Es_{jan} = 25\% \times 1800 = 450$$

46

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Etapa 1) Requisito para PAP

2. Cálculo da necessidade de produção (NP) para o mês de janeiro

$$NP = PD + Es - Ei$$

Resultado do planejamento agregado de produção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estoque inicial (Ei)	400					
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20
Estoque de segurança (Es)	450					
Necessidade de Produção (NP)	1850					
Estoque final (Ef)	450					

$$NP_{jan} = 1800 + 450 - 400 = 1850$$

47

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Etapa 1) Requisito para PAP

3. Cálculo do estoque final para o mês de janeiro

$$Ef = Ei + NP - PD$$

Resultado do planejamento agregado de produção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estoque inicial (Ei)	400	450				
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20
Estoque de segurança (Es)	450					
Necessidade de Produção (NP)	1850					
Estoque final (Ef)	450					

$$Ef_{jan} = 400 + 1850 - 1800 = 450$$

Note: O valor do estoque final de janeiro torna-se estoque inicial para o mês de fevereiro.

48

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Resultado final

Resultado do planejamento agregado de produção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estoque inicial (Ei)	400	450	375	275	225	275
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20
Estoque de segurança (Es)	450	375	275	225	275	400
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725
Estoque final (Ef)	450	375	275	225	275	400

49

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Plano de produção alternativos

Plano de produção

- P1 Admitindo e demitindo**
  - Produz exatamente para as necessidades mensais, admitindo e demitindo mão de obra.
- P2 constante**
  - Mão de obra constante, estoque variável e falta de estoque.
- P3 Terceirização**
  - Contratar serviço de terceiro sem custo extra de investimento em capacidade
- P4 Hora extras**
  - Utiliza hora extra para cumprir a necessidade mensais.

50

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

## Plano 1: Demitindo e contratando

51

- ### Plano 1: Demitindo e contratando
- Produzir exatamente as necessidades de produção mensal
  - Para cumprir a produção mensal no turno de trabalho admite e demite a mão de obra;

52

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Dados para montar o Plano 1 - Demitindo e contratando

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)							
Hora por mês por trabalhador (Htrab)							
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)							
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)							
Custo de admissão (R\$)							
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)							
Custo de demissão (R\$)							
Custo do tempo direto do Plano 1(R\$)							
<b>Total</b>							

1. Calcule o custo de admissão
2. Calcule o custo de demissão
3. Calcule o custo do tempo direto do plano 1
4. Calcule o custo total do plano 1

53

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando

**Hora de produção necessária**  
 $HProd = NP \times \text{hora de mão de obra necessária por unid.}$

NP: Necessidade de produção  
**hora de mão de obra necessária por unidade = 5 h**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250						
Hora por mês por trabalhador (Htrab)							
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)							
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)							
<b>Custo de admissão</b>							
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)							
<b>Custo de demissão</b>							
<b>Custo do tempo direto</b>							

**HProd = 1850 x 5 = 9250**

54

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando

**Hora por mês por trabalhador**  
 $Htrab = \text{dias úteis} \times \text{hora trabalhada por dia}$

hora trabalhada por dia = 8 h

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250						
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176						
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)							
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)							
<b>Custo de admissão</b>							
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)							
<b>Custo de demissão</b>							
<b>Custo do tempo direto</b>							

**Htrab = 22 x 8 = 176**

55

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando

**Número de trabalhadores necessários**  
 $NTrab = Hprod / Htrab$

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250						
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176						
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0						
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)							
<b>Custo de admissão</b>							
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)							
<b>Custo de demissão</b>							
<b>Custo do tempo direto</b>							

**Ntrab = 9250 / 176 = 53**

Artificio para colocar número de trabalhadores inteiros

56

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

**Custo do tempo direto - CTD**

**CTD = Hprod x Custo da hora de trabalho**

Hprod x Custo da hora de trabalho = **R\$ 4**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125					
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152					
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47					
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0					
Custo de admissão	0	0					
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	0					
Custo de demissão	0	0					
Custo do tempo direto	37000						

**CTD = 9250 x 4 = 37000**

57 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

**Contratação de novos trabalhadores**

Se,  $Ntrab_t > Ntrab_{t-1}$ , então:

**CNtrab = Ntrab<sub>t</sub> - Ntrab<sub>t-1</sub>**

CNtrab: Contratação de Novos trabalhadores  
Ntrab: Necessidade de trabalhador no mês t  
Ntrab<sub>t-1</sub>: Necessidade de trabalhador no mês t-1

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125					
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152					
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47					
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0					
Custo de admissão	0	0					
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	6					
Custo de demissão	0	1500					
Custo do tempo direto	37000						

$Ntrab_{t-1} < Ntrab_t$

**Custo de demissão**  
 $53 < 47$

**Custo do tempo direto**  
 $= SE(H24 > G24; H24 - G24; 0)$   
 $= SE(47 > 53; 47 - 53; 0)$

**CNtrab = 0**

58 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

**Custo de admissão**

**CAdm = CNtrab x Custo de admissão e treinamento**

Custo de admissão e treinamento = **R\$ 200**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125					
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152					
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47					
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0					
Custo de admissão	0	0					
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	6					
Custo de demissão	0	1500					
Custo do tempo direto	37000						

**CAdm = 0 x 200 = 0**

59 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

**Demissão de trabalhadores (Dtrab)**

Se,  $Ntrab_t < Ntrab_{t-1}$ , então:

**CNtrab = Ntrab<sub>t-1</sub> - Ntrab<sub>t</sub>**

CNtrab: Contratação de Novos trabalhadores  
Ntrab: Necessidade de trabalhador no mês t  
Ntrab<sub>t-1</sub>: Necessidade de trabalhador no mês t-1

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125					
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152					
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47					
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0					
Custo de admissão	0	0					
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	6					
Custo de demissão	0	1500					
Custo do tempo direto	37000						

$Ntrab_{t-1} > Ntrab_t$

**Custo de demissão**  
 $= SE(H24 < G24; G24 - H24; 0)$   
 $= SE(47 < 53; 53 - 47; 0)$

$53 > 47$

**Dtrab = 53 - 47 = 6**

60 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

**Custo de demissão**

**CDem = Dtrab x Custo de demissão**

Custo de demissão = **R\$ 250**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125					
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152					
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47					
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0					
Custo de admissão	0	0					
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	6					
Custo de demissão	0	1500					
Custo do tempo direto	37000						

**CDem = 6 x 250 = 1500**

61 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Plano 1: Demitindo e contratando**

**Hora de produção necessária**

**HProd = NP x hora de mão de obra necessária por unid.**

NP: Necessidade de produção

**Custo do tempo direto**

**Custo do tempo = HProd x Custo da hora trabalhada**

**Hora por mês por trabalhador**

**Htrab = dias úteis x hora trabalhada por dia**

**Número de trabalhadores necessários**

**NTrab = Hprod / Htrab**

NTrab: Número de trabalhadores  
Hprod: Hora de produção necessária  
Htrab: Hora por mês por trabalhador

62 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Plano 1: Demitindo e contratando - cont**

**Contratação de novos trabalhadores**

Se,  $N_{trab_t} > N_{trab_{t-1}}$ , então:

$$CN_{trab} = N_{trab_t} - N_{trab_{t-1}}$$

CN<sub>trab</sub>: Contratação de Novos trabalhadores

N<sub>trab</sub>: Necessidade de trabalhador no mês t

N<sub>trab<sub>t-1</sub></sub>: Necessidade de trabalhador no mês t-1 (passado)

**Custo de admissão**

$$C_{Adm} = CN_{trab} \times \text{Custo de admissão e treinamento}$$

**Demissão de trabalhadores**

Se,  $N_{trab_{t-1}} > N_{trab_t}$ , então:

$$D_{trab} = N_{trab_{t-1}} - N_{trab_t}$$

D<sub>trab</sub>: Numero de trabalhadores Demitidos

N<sub>trab<sub>t</sub></sub>: Necessidade de trabalhador no mês t

N<sub>trab<sub>t-1</sub></sub>: Necessidade de trabalhador no mês t-1

**Custo de demissão**

$$C_{Dem} = D_{trab} \times \text{Custo de demissão}$$

63

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Resultado final: Plano 1 - Demitindo e contratando**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Hora de produção necessária (Hprod)	9250	7125	5000	4250	5750	8625	
Hora por mês por trabalhador (Htrab)	176	152	168	168	176	160	
Numero de trabalhadores necessários (Ntrab)	53,0	47,0	30,0	25,0	33,0	54,0	
Contratação de Novos Trabalhadores (Cntrab)	0	0	0	0	8	21	
<b>Custo de admissão</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1600</b>	<b>4200</b>	<b>5800</b>
Trabalhadores Demitidos (Dtrab)	0	6	17	5	0	0	
<b>Custo de demissão</b>	<b>0</b>	<b>1500</b>	<b>4250</b>	<b>1250</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7000</b>
<b>Custo do tempo direto</b>	<b>37000</b>	<b>28500</b>	<b>20000</b>	<b>17000</b>	<b>23000</b>	<b>34500</b>	<b>160000</b>
							<b>172800</b>

64

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Plano 2: Capacidade constante**

65

**Plano 2: Capacidade constante**

- Produzir para satisfazer a demanda média esperada mantendo a mão de obra constante;
- É permitido acumular estoque, sendo que a falta são preenchidas pela produção do próximo mês mediante os pedidos pendentes.
- As vendas podem ser perdidas por falta de produto e podem ser mostradas com balanço negativo do estoque final;
- 

66

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Dados para elaborar o Plano 2: Capacidade constante**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (Ei)	400						
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Estoque de segurança (Es)	450	375	275	225	275	400	
Numero de trabalhadores							
Hora de produção disponíveis (HPD <sub>isp</sub> )							
Produção real (PrdR)							
Estoque final (Ef)							
Custo da falta de estoque (CFE)							
Excesso de unidade (Exc)							
Custo do excesso							
Custo do tempo direto do plano 2							

1. Calcule o número de trabalhadores
2. Calcule o custo da falta de estoque
3. Calcule o custo do excesso
4. Calcule o custo do tempo direto do plano 2
5. Calcule o custo total do plano 2

67

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Plano 2: Capacidade constante**

**Número de trabalhadores necessários**

$$N_{trab} = \frac{\sum_{t=1}^n PD + \text{hora necessaria por unidade}}{\sum_{t=1}^n N \text{ de dias uteis} + \text{hora trabalhada no dia}}$$

N<sub>trab</sub>: Número de trabalhadores

PD: Previsão de Demanda

**Hora de produção disponível**

$$HPD_{isp} = N \cdot \text{Dias uteis} \times \text{hora trabalhada no dia} \times N_{trab}$$

HPD<sub>isp</sub>: Hora de Produção disponível

N<sub>trab</sub>: Número de trabalhadores

**Produção real**

$$PrdR = HPD_{isp} / \text{hora de mão de obra necessaria por unid.}$$

PrdR: Produção Real

HPD<sub>isp</sub>: Hora de Produção disponível

68

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Plano 2: Capacidade constante - cont

**Estoque final**

$$Ef = Ei + PrdR - PD$$

Ef: Estoque final  
PrdR: Produção Reaç  
PD: Previsão de Demanda  
Ei: Estoque inicial

**Custo da falta de estoque**

Se  $Ef < 0$ , então

$$CFE = Ef * \text{Custo da falta de estoque}$$

CFE: Custo da Falta de Estoque  
Ef: Estoque final

69

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Plano 2: Capacidade constante - cont

**Excesso de Estoque**

Se  $Ef > Es$ , então

$$EE = Ef - Es$$

EE: Excesso estoque  
Ef: Estoque final  
Es: Estoque de segurança

**Custo do excesso**

$$CEE = EE * \text{Custo do estoque}$$

CEE: Custo do Excesso de Estoque  
EE: Excesso de estoque

**Custo do tempo direto**

$$\text{Custo do tempo} = \text{HPDisp} \times \text{Custo da hora trabalhada}$$

70

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Resultado final: Plano 2 – Capacidade constante

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (Ei)	400	8	-276	-32	412	720	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Estoque de segurança (Es)	450	375	275	225	275	400	
Numero de trabalhadores	40	40	40	40	40	40	
Hora de produção disponíveis (HPDisp)	7040	6080	6720	6720	7040	6400	
Produção real (PrdR)	1408	1216	1344	1344	1408	1280	
Estoque final (Ef)	8	-276	-32	412	720	400	
<b>Custo da falta de estoque (CFE)</b>	0	1380	160	0	0	0	1540
Excesso de unidade (Exc)	0	0	0	187	445	0	
<b>Custo do excesso</b>	0	0	0	280,5	667,5	0	948
<b>Custo do tempo direto do plano 2</b>	28160	24320	26880	26880	28160	25600	160000
							162488

71

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Plano 3: Terceirização (Subcontratação)

72

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Plano 3: Terceirização

- Produzir para satisfazer a demanda mínima esperada;
- O mês de menor necessidade de produção é Abril= 850;
- A produção terceirizada para poder satisfazer a necessidades de produção adicionais;

73

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Dados para elaborar o Plano 3 - Terceirização

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Numero de trabalhadores							
Hora de produção disponível (HPDisp)							
Produção real (PrdR)							
Unidade terceirizada							
Custo da terceirização							
Custo do tempo direto do plano 3							

1. Calcule o custo do terceirização
2. Calcule o custo do tempo direto do plano 3
3. Calcule o custo total do plano 3

74

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Plano 3: Terceirização

#### Número mínimo de trabalhadores necessários

$$NTrabmin = \frac{Min\ NProd \cdot \text{hora necessária por unidade}}{NDUmin \cdot \text{hora trabalhada no dia}}$$

NTrabmin: Número mínimo de trabalhadores  
 Min Nprod: Menor valor da necessidade de produção no período  
 NDUmin: Número de dias úteis do período com menor necessidade de produção.

#### Hora de produção disponível

$$HPDDisp = N. \text{ Dias úteis} \times \text{hora trabalhada no dia} \times NTrabmin$$

HPDDisp: Hora de Produção disponível  
 NTrabmin: Número mínimo de trabalhadores

#### Produção real

$$PrdR = HPDDisp / \text{hora de mão de obra necessária por unid.}$$

PrdR: Produção Real  
 HPDDisp: Hora de Produção disponível

75

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

#### Número mínimo de trabalhadores necessários

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Numero de trabalhadores	25 = INT(MÍNIMO(G51:L51)*\$B\$10/(\$J52*\$B\$14))						
Hora de produção disponível (HPDDisp)							
Produção real (PrdR)							
Unidade terceirizada							
Custo da terceirização							
Custo do tempo direto do plano 3							

$$NTrabmin = \frac{Min\ NProd \cdot \text{hora necessária por unidade}}{NDUmin \cdot \text{hora trabalhada no dia}}$$

$$NTrabmin = \frac{850 \cdot 5}{21 \cdot 8} = 25$$

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

#### Hora de produção disponível (HPDDisp) e Produção Real (PrdR)

hora trabalhada por dia = 8 h  
 hora de mão de obra necessária por unidade = 5 h

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Numero de trabalhadores	25						
Hora de produção disponível (HPDDisp)	4400						
Produção real (PrdR)	880						
Unidade terceirizada							
Custo da terceirização							
Custo do tempo direto do plano 3							

$$HPDDisp = N. \text{ Dias úteis} \times \text{hora trabalhada no dia} \times NTrabmin$$

$$HPDDisp = 22 \cdot 8 \cdot 25 = 4400 \text{ h}$$

$$PrdR = HPDDisp / \text{hora de mão de obra necessária por unid.}$$

$$PrdR = 4400 / 5 = 880 \text{ unid}$$

77

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Plano 3: Terceirização - Cont

#### Unidade terceirizada

$$UTerc = NP - ProdR$$

UTerc: Unidade terceirizada  
 NP: Necessidade de produção  
 PrdR: Produção Real

#### Custo da terceirização

$$CTerc = UTerc \times \text{Custo da terceirização}$$

CTerc: Custo terceirização  
 UTerc: Unidade terceirizada

#### Custo do tempo direto

$$\text{Custo do tempo} = HPDDisp \times \text{Custo da hora trabalhada}$$

78

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

#### Unidade terceirizada, Custo da terceirização e Custo do tempo direto

Custo da terceirização = 20 / unid

Custo da hora trabalhista = R\$ 4 / h

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Numero de trabalhadores	25						
Hora de produção disponível (HPDDisp)	4400						
Produção real (PrdR)	880						
Unidade terceirizada	970						
Custo da terceirização	19400						
Custo do tempo direto do plano 3	17600						

$$UTerc = NP - ProdR$$

$$UTerc = 1850 - 880 = 970$$

$$CTerc = UTerc \times \text{Custo da terceirização} = 970 \cdot 20 = 19400$$

$$\text{Custo do tempo} = HPDDisp \times \text{Custo da hora trabalhada} = 4400 \cdot 4 = 17600$$

79

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Resultado final: Plano 3 - Terceirização

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Necessidade de Produção (NP)	1850	1425	1000	850	1150	1725	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Numero de trabalhadores	25	25	25	25	25	25	
Hora de produção disponível (HPDDisp)	4400	3800	4200	4200	4400	4000	
Produção real (PrdR)	880	760	840	840	880	800	
Unidade terceirizada	970	665	160	10	270	925	
Custo da terceirização	19400	13300	3200	200	5400	18500	60000
Custo do tempo direto do plano 3	17600	15200	16800	16800	17600	16000	100000
							160000

80

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

## Plano 4: Hora Extra

81 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Plano 4 – Hora Extra

- Utiliza a hora extra para cumprir a necessidade adicional de produção;
- Com mão de obra constante, procura-se atender a demanda esperada para todos os meses exceto para os dois primeiros;
- O **número de trabalhadores é difícil** de se calcular para este plano, mas a **meta é acabar o com estoque final** e aproximar o valor com o estoque de segurança no final do período de análise.
- O cálculo para encontrar o número de mão de obra é por **tentativa e erro**.

82 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Dados para elaborar o Plano 4 – Hora Extra

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (Ei)	400						
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Estoque de Segurança (ES)	450	375	275	225	275	400	
Número de trabalhadores (NTrab)	38	38	38	38	38	38	
Hora de produção disponíveis (HPDisp)							
Produção real (PrdR)							
Unid. disp. antes da Hora extra (UDAHE)							
Unidade de Hora Extra (UHE)							
Custo Hora Extra (CHE)							
Unidade em Excesso (UE)							
Custo Estoque (CE)							
Custo do tempo direto do plano 4							

1. Calcule o custo da Hora Extra
2. Calcule o custo do tempo direto do plano 4
3. Calcule o custo total do plano 4

83 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Hora de produção disponível

**HPDisp = NDU x hora trabalhada no dia x NTrab**

HPDisp: Hora de Produção disponível  
 NDU: Número de Dias Úteis  
 NTrab: Número de trabalhadores

### Produção real

**PrdR = HPDisp / hora de mão de obra necessária por unid.**

PrdR: Produção Real  
 HPDisp: Hora de Produção disponível

### Unidade Disponível antes da Hora Extra

**UDAHE = Ei + ProdR - PD**

Ei: Estoque inicial  
 ProdR: Produção Real  
 PD: Previsão de Demanda

84 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Hora de produção disponível

HPDisp = NDU x hora trabalhada no dia x Ntrab  
 HPDisp = 22 x 8 x 38 = 6688

### Produção real

PrdR = HPDisp / hora de mão de obra necessária por unid.  
 PrdR = 6688 / 5 = 1337,6

### Unidade Disponível antes da Hora Extra

UDAHE = Ei + ProdR - PD = 400 + 1337,6 - 1800 = -62

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (Ei)	400	0	0	177	554	792	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Estoque de Segurança (ES)	450	375	275	225	275	400	
Hora de produção disponíveis (HPDisp)	6688	5776	6384	6384	6688	6080	
Produção real (PrdR)	1337,6	1155,2	1276,8	1276,8	1337,6	1216	
Unid. Disp. antes da Hora extra (UDAHE)	-62	-345	177	554	792	408	
Unidade de Hora Extra (UHE)							
Custo Hora Extra (CHE)							
Unidade em Excesso (UE)							
Custo Estoque (CE)							
Custo do tempo direto do plano 4							

**=ARRED(400+1337,6-1800;0)**

85 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Unidade Hora Extra

Se UDAHE < 0, então

**UHE = UDAHE \* (-1)**

UHE: Unidade Hora Extra  
 UDAHE: Unidade Disponível antes da Hora Extra

### Custo das Horas Extras

**CHE = UHE \* TNU x Custo da Hora Extra**

CHE: Custo da Hora Extra  
 UHE: Unidade Hora Extra  
 TNU: Trabalho necessário por unidade

86 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Custo das Horas Extras**

$CHE = UHE * TNU \times \text{Custo da Hora Extra} = 62 * 5 * 6 = 1860$

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (EI)	400	0	0	177	554	792	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Estoque de Segurança (ES)	450	375	275	225	275	400	
Numero de trabalhadores (NTrab)	6688	5776	6384	6384	6688	6080	
Hora de prod. disponíveis (HPDisp)	1337,6	1155,2	1276,8	1276,8	1337,6	1216	
Produção real (PrdR)	-62	-345	177	554	792	408	
Unid disp. Antes da Hora extra (UDAHE)	62						
Unidade de Hora Extra (UHE)	1860						
Custo Hora Extra (CHE)							
Unidade em Excesso (UE)							
Custo Estoque (CE)							

87

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Unidade em Excesso**

Se  $UDAHE - ES > 0$ , então

$UE = UDAHE - ES$

UE: Unidade em Excesso  
UDAHE: Unidade Disponível antes da Hora Extra  
ES: Estoque de segurança

**Custo de Estoque**

$CE = UE * \text{Custo do Estoque}$

CE: Custo de Estoque  
UE: Unidade em Excesso

**Custo do tempo direto**

$\text{Custo do tempo} = \text{HPDisp} \times \text{Custo da hora trabalhada}$

88

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Unidade em Excesso**

Se  $UDAHE - ES > 0$ , então

$UE = UDAHE - ES$

**Custo de Estoque**

$CE = UE * \text{Custo do Estoque} = 0 * 1,5/\text{mês} = 0$

**Custo do tempo direto**

$\text{Custo do tempo} = \text{HPDisp} \times \text{Custo da hora trabalhada} = 6688 \text{ h} * \text{R\$ } 4/\text{h} = \text{R\$ } 26752$

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (EI)	400	0	0	177	554	792	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Estoque de Segurança (ES)	450	375	275	225	275	400	
Numero de trabalhadores (Ntrab)	38	38	38	38	38	38	
Hora de produção disponíveis (HPDisp)	6688	5776	6384	6384	6688	6080	
Produção real (PrdR)	1337,6	1155,2	1276,8	1276,8	1337,6	1216	
Unid disp. antes da Hora extra (UDAHE)	-62	-345	177	554	792	408	
Unidade de Hora Extra (UHE)	62						
<b>Custo Hora Extra (CHE)</b>	<b>1860</b>						
Unidade em Excesso (UE)	0						
<b>Custo Estoque (CE)</b>	<b>0</b>						
<b>Custo do tempo direto do plano 4</b>	<b>26752</b>						

89

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Estoque inicial (EI)	400	0	0	177	554	792	
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	
Previsão de demanda (PD)	1800	1500	1100	900	1100	1600	
Estoque de Segurança (ES)	450	375	275	225	275	400	
Número de trabalhadores (Ntrab)	38	38	38	38	38	38	
Hora de produção disponíveis (HPDisp)	6688	5776	6384	6384	6688	6080	
Produção real (PrdR)	1337,6	1155,2	1276,8	1276,8	1337,6	1216	
Unid disp. antes da Hora extra (UDAHE)	-62	-345	177	554	792	408	
Unidade de Hora Extra (UHE)	62	345	0	0	0	0	
<b>Custo Hora Extra (CHE)</b>	<b>1860</b>	<b>10350</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12210</b>
Unidade em Excesso (UE)	0	0	0	329	517	8	
<b>Custo Estoque (CE)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>493,5</b>	<b>775,5</b>	<b>12</b>	<b>1281</b>
<b>Custo do tempo direto do plano 4</b>	<b>26752</b>	<b>23104</b>	<b>25536</b>	<b>25536</b>	<b>26752</b>	<b>24320</b>	<b>152000</b>
							<b>165491</b>

90

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Comparação dos planos**

	A & D MO	Cap. Constante	Terceirização	Hora Extra
Custo	Plano 1	Plano 2	Plano 3	Plano 4
Contratação	5800			
Demissão	7000			
Estoque de excesso		948		1281
Falta de estoque		1540		
Terceirização			60000	
Hora Extra				12210
Tempo direto	160000	160000	100000	152000
	<b>172800</b>	<b>162488</b>	<b>160000</b>	<b>165491</b>

91

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

**Exercício**

92

Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

### Exemplo

A Fabrica Goussef atende o mercado residencial e tem produto de qualidade baixa, mas com bom preço. Ela deseja montar um plano de produção para a empresa para os próximos 6 meses e escolheu você para elaborá-lo. Os dados referentes à produção e demanda são:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão de demanda	500	600	650	800	900	800	4250
Número de dias úteis	22	19	21	21	22	20	125

Custo de material	R\$100/unid.
Custo de estoque	R\$ 10,0/unid./Mês
Custo da falta de estoque	R\$ 20,0/un./mês
Custo de terceirização	R\$ 100/unid.
Custo de contratação e treinamento	R\$ 50/trabalhador
Custo de demissão	R\$ 100/trabalhador
Trabalho necessário por unidade (TNU)	5 horas
Custo da hora de trabalho (até 8h.)	R\$ 12,5 /hora
Custo da hora extra	R\$ 18,75 / hora
Estoque inicial	200 unid.
Estoque de segurança	0% da demanda mensal
Hora de trabalho por dia	8 h / dia

93

Mauro Osaki - TESISALQ-USP

- Quais os custos das seguintes estratégias:
  - Admissão e Demissão
  - Capacidade constante
  - Terceirização
  - Hora Extra
- Monte um quadro comparativo dos 4 planos.

94

Mauro Osaki - TESISALQ-USP