

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produto  
Disciplina : Sistemas de Produção  
Professor : Davio Tubino

Produção Nivelada  
Lead-Time da Produção  
Preparação Rápida de Máquinas

Dalton Luiz Razera  
Jorge Gómez Abrams  
Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

Florianópolis – maio 1993

# **SISTEMA DE PRODUÇÃO**

**1. PRODUÇÃO NIVELADA**

**2. REDUÇÃO DO LEAD-TIME**

**3. PREPARAÇÃO RÁPIDA DE MÁQUINAS.( SETUP )**

# PRODUÇÃO NIVELADA

1

*Índice*

*Conceitos Gerais*

*Estrutura da Produção Nivelada da Toyota*

*Fases da Produção nivelada*

*Planejamento da Produção*

*Adaptação das informações*

*Aumento da Demanda*

*Diminuição da Demanda*

*Despacho Diário da Produção*

*Método Seqüencial da Produção Nivelada*

*Relação entre Pedidos*

*Fabricação Flexível*

*Bibliografia*

# PRODUÇÃO NIVELADA

## CONCEITOS GERAIS

O conceito de produção nivelada surgiu com a Toyota, inclusive com a definição deste termo de **produção nivelada**. A Produção Nivelada pode ser definida como uma forma de se administrar a produção no "**momento exato**" dentro da Filosofia do Just-in Time de forma atender as variações da demanda do mercado. É uma maneira de se organizar o fluxo de produção de forma bastante racional em substituição aos métodos ortodoxos de gerência da produção.

A idéia básica é produzir os produtos necessários no tempo e na quantidade necessária. Embora a **meta básica seja reduzir custos** pela eliminação de elementos desnecessários, deve-se alcançar outras submetas, tais como:

**1. Controle de qualidade**, que envolve a capacidade do sistema em adaptar-se às flutuações diárias e mensais da demanda em termos de quantidade e variedades.

**2. Qualidade Assegurada**

**3. Respeito à Condição Humana**

Em relação aos métodos tradicionais que coloca a produtividade como a primeira meta a ser atingida, para se ter uma produção nivelada dentro da filosofia JIT é necessário atingir simultaneamente as metas e submetas, sendo a produtividade o último propósito.

Neste novo conceito deve-se produzir muitas variedades cada dia em resposta à variação de demanda, portanto a produção deve ser mantida em cima das datas e do inventário reduzido.

A empresa tem sua projeção de vendas para um ano, baseada na previsão de demanda de três meses e em uma previsão de demanda mensal, ela elabora então a **programação de produção mestre**. Nesta fase temos então a **adaptação mensal às variações de demanda** durante um ano. Deve-se prever dois meses antes, os tipos e quantidades de produtos, e 1 mês antes do produto entrar em produção deve-se executar o plano detalhado de produção. A comunicação destas informações aos fornecedores é imprescindível, para o planejamento do **programa diário de produção**.

A produção nivelada deve se estender em duas áreas: a média total de produção de um produto por dia e a média da quantidade de cada variedade do produto dentro do maior total.

Uma vez que um processo de produção recebe sua programação mensal para a média diária de produção, este deve se adaptar suas operações à nova informação.

A **adaptação das informações** ocorrerão em dois níveis; no nível de **equipamentos** procurando utilizar 100% dos equipamentos quando a demanda for maior e uma redução da utilização em torno de 90% da capacidade total nas demandas normais, o outro nível se refere aos **operários** que exercendo funções múltiplas estão mais aptos às adaptações das variações da demanda. Quando houver necessidade de contratação de mão de obra, a estrutura da empresa deve permitir que a adaptação se de

num prazo máximo em 3 dias. Neste último caso a utilização de máquinas semelhantes auxilia no aprendizado da nova tarefa para o operador. O número mínimo de máquinas deve ser suficiente para atender as maiores demandas, necessitando apenas de contratação de mão de obra temporária para esses casos.

O maior problema a ser enfrentado pela gerência industrial é a grande variabilidade da demanda, por isso a redução do tamanho dos lotes a serem produzidos é muito mais vantajoso do ponto de vista econômico. O nivelamento da produção só poderá efetivamente ocorrer quando os custos de set-up se reduzem ao ponto de permitir a produção diária de todos os itens necessários. A meta derradeira da maioria dos fabricantes deve ser a de atender às solicitações dos clientes através da produção, o que só é exequível quando o Lead-time de produção é reduzido, e os custos de set-up das máquinas minimizados e a capacidade flexibilidade de modo a atender a quase todos os picos de demanda.

Apresentamos na figura 1 a estrutura da produção nivelada da Toyota e em anexo todos as etapas que a constituem. O sistema de nivelamento da Toyota é um bom exemplo que nos permite visualizar nitidamente o seu funcionamento dentro do 'JUST-IN-TIME' que emprega um sistema KANBAN para tracionar a produção. O nivelamento da produção é a condição mais importante para produção por Kanban.

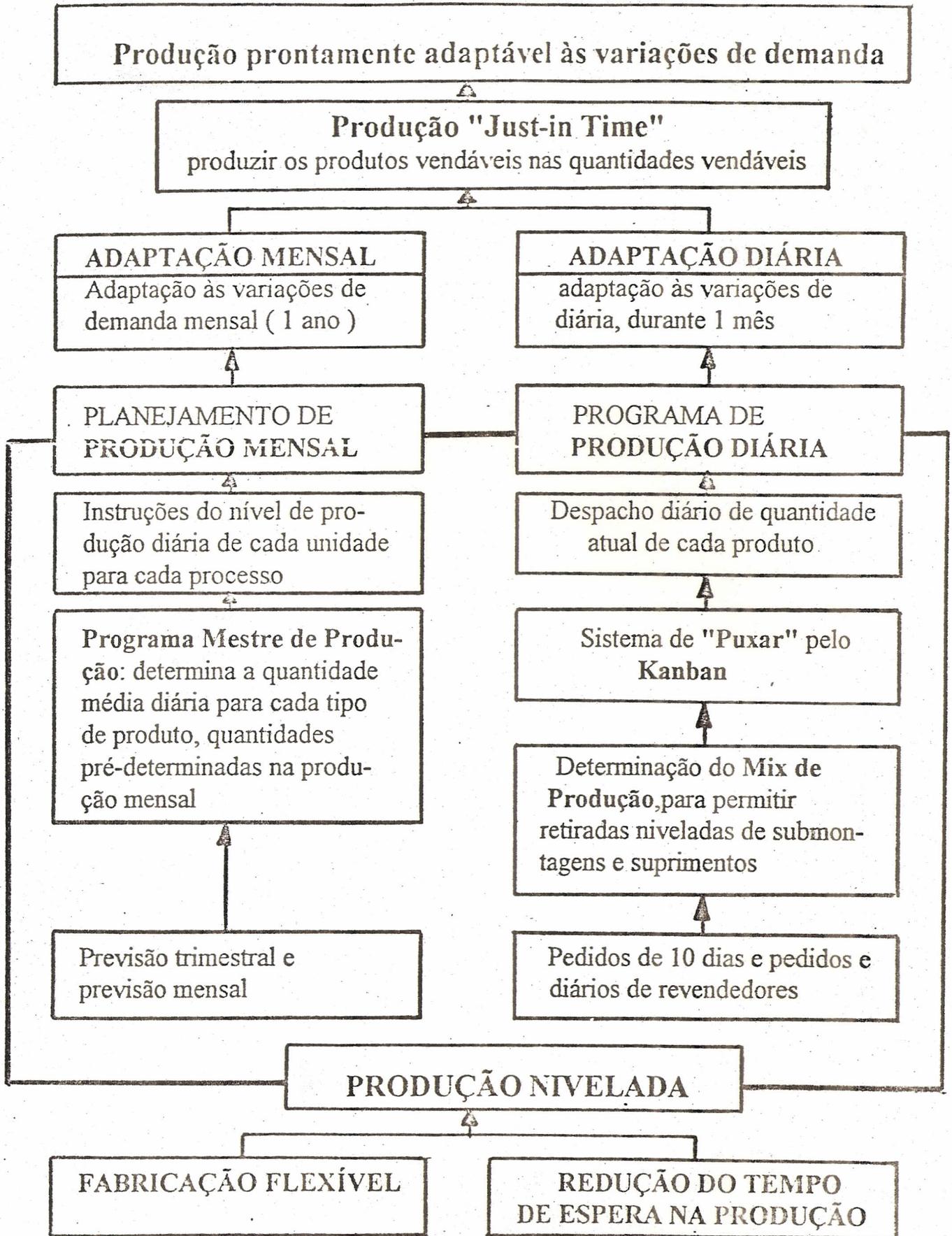


FIG.1 Estrutura da produção nivelada da Toyota

# PRODUÇÃO NIVELADA

---

↳ Produção Nivelada --> Produção prontamente adaptável para atender às variações da demanda do mercado

Propósito Básico --> AUMENTAR LUCROS E REDUZIR CUSTOS

Como reduzir custos ?

- Pela eliminação de desperdícios,*
- Pela produção no momento exato --> JUST-IN-TIME.*

Suprimento de produtos negociáveis,  
sómente nas quantidades negociáveis

## FASES DA PRODUÇÃO NIVELADA

---

A figura 1 analisa as duas fases da produção nivelada da Toyota

-\* A primeira fase mostra a adaptação para as variações de demanda mensal durante 1 ano / adaptação mensal

- \*A segunda fase mostra a adaptação da variação da demanda diária durante 1 mês ( adaptação diária).

# PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Ex. TOYOTA ○ Plano de Produção Anual

○ Plano de Produção Mensal → 2 meses antes ■ tipos  
■ quant.

→ 1 mês antes plano detalhado  
e determ./plano

COMUNICAÇÃO AOS CLIENTES

○ Plano de Produção Diária

Produção Nivelada → média total de produção de um produto p/ dia

→ média da quant. de cada variedade do produto

Ex. Na Toyota / linha de montagem

		produção diária tipos					
		mês	dia	A	B	C	D
→	linha corona	20.000	1.000	8.000	6.000	4.000	2.000
	linha crow	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	linha celica	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

linha corona		Média diária de Produção	
	Demandas diárias		
TIPO A --	8.000 unidades	400	unidades
TIPO B --	6.000 unidades	300	unidades
TIPO C --	4.000 unidades	200	unidades
TIPO D --	2.000 unidades	100	unidades
20.000 unid/ mês		1.000 unidades / dia	

## ADAPTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

---

- o máquina - é normalmente utilizada com 90% de sua capacidade total
- o operário - exercendo múltiplas funções

## AUMENTO DA DEMANDA

---

- Operários temporários são contratados
- Utilização de 100 % da capacidade de máquinas  
( máquinas semelhantes para que novos operadores se adaptem em 3 dias )  
  
1 operário produz 1 peça em 1'  
2 operários produzirão 1peça em 30"  
  
∴ portanto a quantidade de produção pode ser dobrada,  
1 peça a cada 30"
- Adaptação em um prazo relativamente curto ao aumento da demanda
  - . introdução de atendimento antecipado
  - . horas extras \* turno 1- ( 8 -17 horas )  
\* turno 2- ( 21- 6 horas )  
= ( aumento de até 37,5 % na produção )

## DIMINUIÇÃO DA DEMANDA

---

\* "Adaptação mais difícil"

- Aumento do tempo de ciclo da peça:
  - Ex. volta para 1', ou outro valor compatível com a demanda

\* *COMO A MÃO DE OBRA EXCESSIVA PODE SER UTILIZADA ?*

- Descansando ou exercendo alguns tipos de atividades

- . Transferência de operários para outras linhas.
- . Redução nas horas extras.
- . Reuniões de CCQ.
- . Praticar ações de troca de ferramentas.
- . Melhorar ferramentas e instrumentos.
- . Manutenção da fábrica.
- . Fabricação de Peças que são adquiridas por fornecedores.

\* *META* ---> A meta + importante é **melhorar o processo** para alcançar a demanda com um número **mínimo de operários**.

\* O número **mínimo de máquinas** deve atender as demandas maiores, necessitando apenas de contratação de operários temporários quando a demanda aumenta.

## DESPACHO DIÁRIO DA PRODUÇÃO \_\_\_\_\_

Planejamento mensal → Preparação do Programa Diário  
( sequência do dia )

→ PROGRAMA DIÁRIO - especifica a ordem de montagem dos vários produtos (carros ) vindos através da linha de montagem.

Ex. A - B - A - C - .....

- O programa de sequência é comunicado somente ao ponto inicial da linha de montagem final ( principal aspecto do sistema de informação da toyota) , os demais processos que precedem a linha de montagem final são informados somente com estimativas mensais de quantidades que serão necessárias .
- Para o índice de exigências da última operação será, na maioria dos casos, as **exigências do cliente**. O objetivo é manter o fluxo homogêneo , produzindo apenas os índices exigidos pelo próximo passo do processo (sistema de Tração)
- Com o auxílio do **Kanban** ; quando uma linha de montagem está montando um carro usando peças estocadas através da linha de produção, o **Kanban de retirada** destas peças é destacado, o qual novamente é produzido na quantidade exata da retirada. E dá instruções de produção para o próximo passo precedente, passo a passo.

# MÉTODO SEQÜENCIAL DA PRODUÇÃO NIVELADA

## - Como é determinada a seqüência do programa ?

No exemplo abaixo temos:

TIPOS	(unidades)		Ciclo do Tempo	Unidades
	Demanda	média diária		por 9' 60" = 10'
A	8.000	400	480 x 2 turnos	4
B	6.000	300	= 0.96 min/unidade	3
C	4.000	200		2
D	2.000	100		1
<hr/>				<hr/>
	20.000	1.000		10

Mix de produção = seqüência ótima de produção

Mix De Produção      ✎ AAAABBBCCD

✎ DABACABACB

- uso do tempo adequado para cada peça
- velocidade e quant. de peças retiradas constantes

## - Como a seqüência do programa é transmitida às linhas de montagem ?

- Por Kanban
- Terminal de Computador / impressora ( toyota )  
{ etiqueta -código }
- Telex ( um fornecedor da Nissan)
- Fita Magnética (conduzida por veículos de transporte)

\* Os operários necessitam saber somente qual o próximo tipo de carro que será montado

## RELAÇÃO ENTRE PEDIDOS

---

- ✓ PEDIDOS DE 10 DIAS
- ✓ PEDIDOS DIÁRIOS
- ✓ SEQÜÊNCIA DO PROGRAMA

Mês março

---

21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



Data dos pedidos para os primeiros 10 dias de abril

Mês - Abril

---

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



---

21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



### 1. PEDIDO DE 10 DIAS

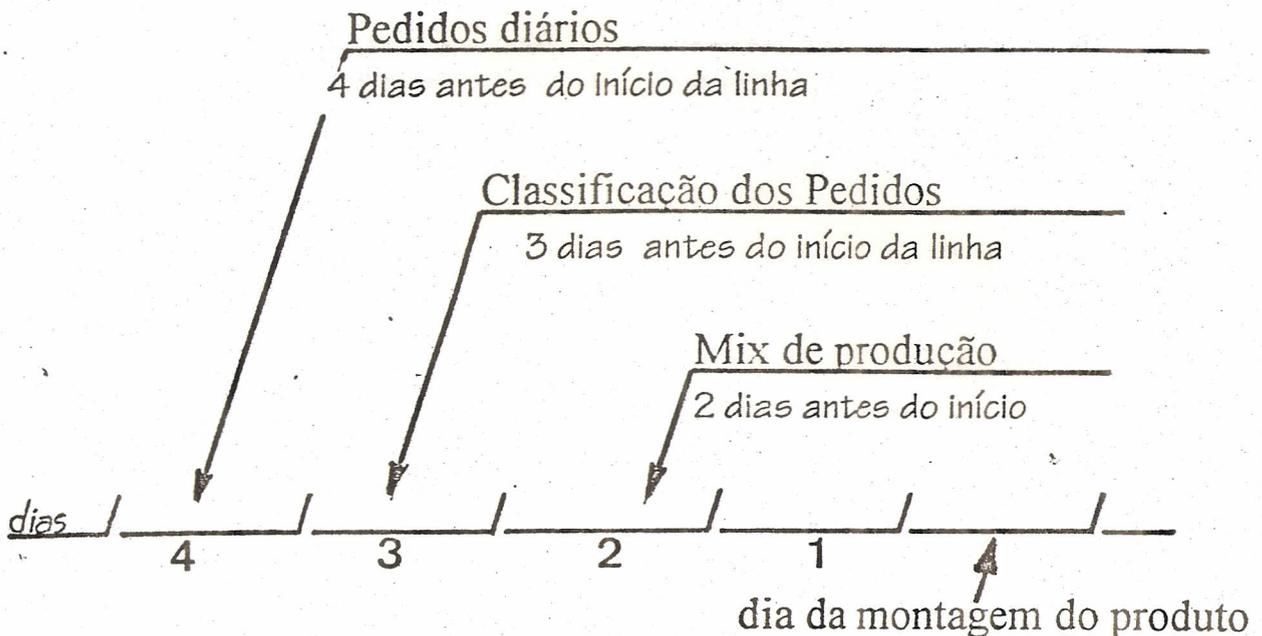
Um mês é dividido em 3 períodos ( 10 dias) e o pedido chega

cerca de 7 dias antes do início deste período.

- . O pedido de 10 dias é baseado numa previsão mais atualizada das vendas mensais dos revendedores
- . Revisa o plano de produção nivelada para a progração diária

## 2. PEDIDOS DIÁRIOS

A cada dia o escritório recebe pedidos diários dos revendedores de todo o país e são recebidos 4 dias antes do início da fabricação do produto ( exigências do cliente )



\* Especifica e detalha certas opções e preferências que o revendedor não pode incluir em seu estoque.

\* Revisão do programa de 10 dias.

## 3. SEQÜÊNCIA DO PROGRAMA

. Classificação dos pedidos dos revendedores conforme as variedades dos produtos ( desejos do cliente )

□ 3 dias antes do início da montagem

. Preparo do Mix de Produção ( dos vários modelos nas linhas de montagem

□ 2 dias antes do produto entrar na linha de montagem

## FABRICAÇÃO FLEXÍVEL

---

### Conflito entre variedade modelos e Produção Nivelada

- ❑ Utilizar máquinas de múltiplos propósitos
  
- ❑ FMS ( Sistema flexível de manufatura ) -  
Sistema automático / processamento, transporte,  
movimentação controlados por computador
  - . Fácil controle de alterações
  - . + indicado para empresas de grandes  
portos

## BIBLIOGRAFIA

---

MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção. São Paulo. IMAM, 1984.

HAY, Edward J. Just-in-Time . Um exame dos novos conceitos de Produção- Maltese- Norma -São Paulo. 1992.

HARMON, Roy L. Reinventando à fabrica : conceitos modernos de produtividade aplicados na prática . Rio de Janeiro, Campus, 1991.