



SHŌJINKA

A abordagem TOYOTA para Flexibilidade com Produtividade

Paulo GHINATO, Ph.D.
Lean Way Consulting

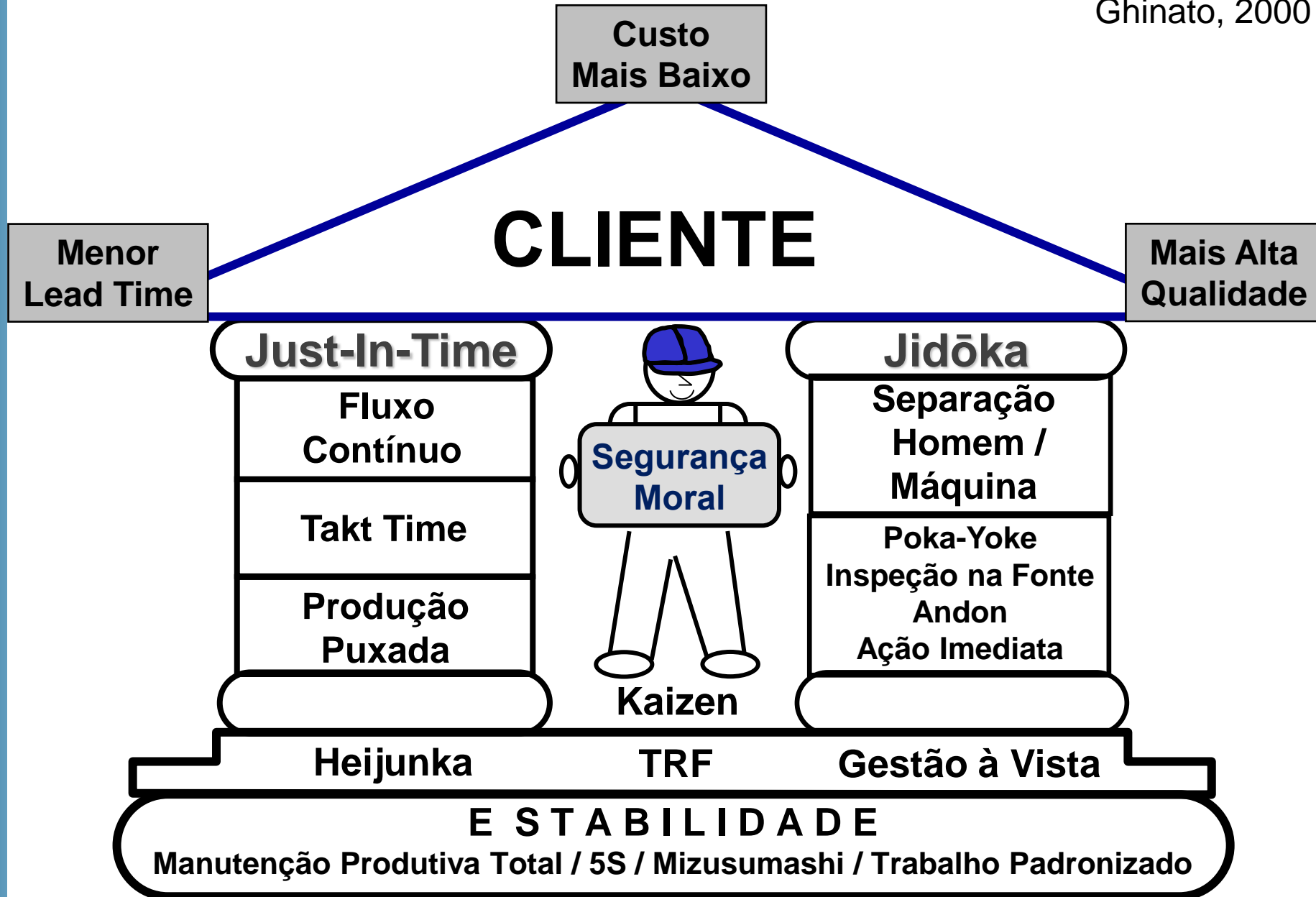
Setembro 2020

Conteúdo

- O Modelo do Sistema Toyota de Produção, o Elemento Shōjinka e suas Interdependências
- Definições: Shōjinka & Shōninka
- Requisitos Básicos para a Flexibilização da Mão-de-Obra
 - Microlayout (linha, célula) adequado
 - Operadores multifuncionais
 - Avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas
- Célula em “U” Direto / Célula em “U” Invertido / Shōjinka Line
- Balanceamento de Mão de Obra: Produtividade x Eficiência
- Flexibilização e rebalanceamento intracelular x intercelular: quem deslocar por efeito do Shōjinka e para onde
- Multifuncionalidade: Multiprocesso x Multioperação
- O Operador, a Matriz e o Índice de Multifuncionalidade
- Jidōka / Poka-Yoke / Karakuri
- Armadilhas & Recomendações

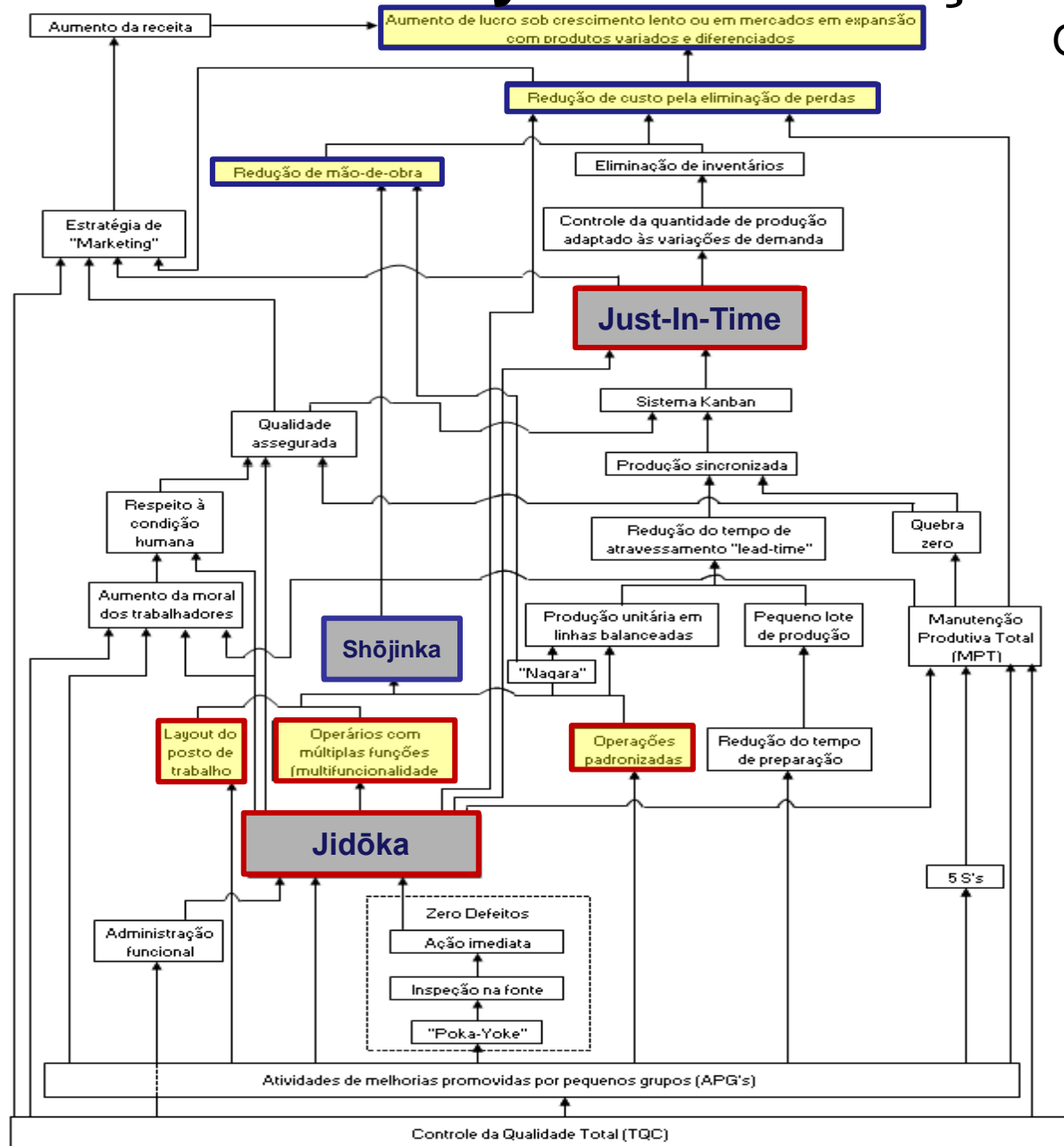
O Modelo do Sistema Toyota de Produção

Ghinato, 2000



O Modelo do Sistema Toyota de Produção

Ghinato, 1994



Shōjinka: Flexibilizando Alocação de Mão de Obra

Shōjinka é a capacidade de um sistema de produção de **responder** de maneira **flexível** às flutuações de **demanda**, **ajustando** o **número de operadores**, preservando, assim, a **produtividade** da mão de obra.

Shōjinka é uma das vias preferenciais e mais importantes da abordagem LEAN na **redução dos custos** de produção, mantendo sob estrito controle o **custo de mão de obra**, frequentemente, seu principal componente.

Através de esforço constante em “balancear e rebalancear” linhas e células de produção, o **shōjinka** trava um ferrenho **combate às perdas**, no caso a perda por **ESPERA** (do operador) e a perda por **MOVIMENTAÇÃO** (do operador).

Shōninka & Shōjinka

Duas abordagens complementares na flexibilização da alocação da mão de obra.

少人化



reduzir

shōninka: redução do número de pessoas

省人化

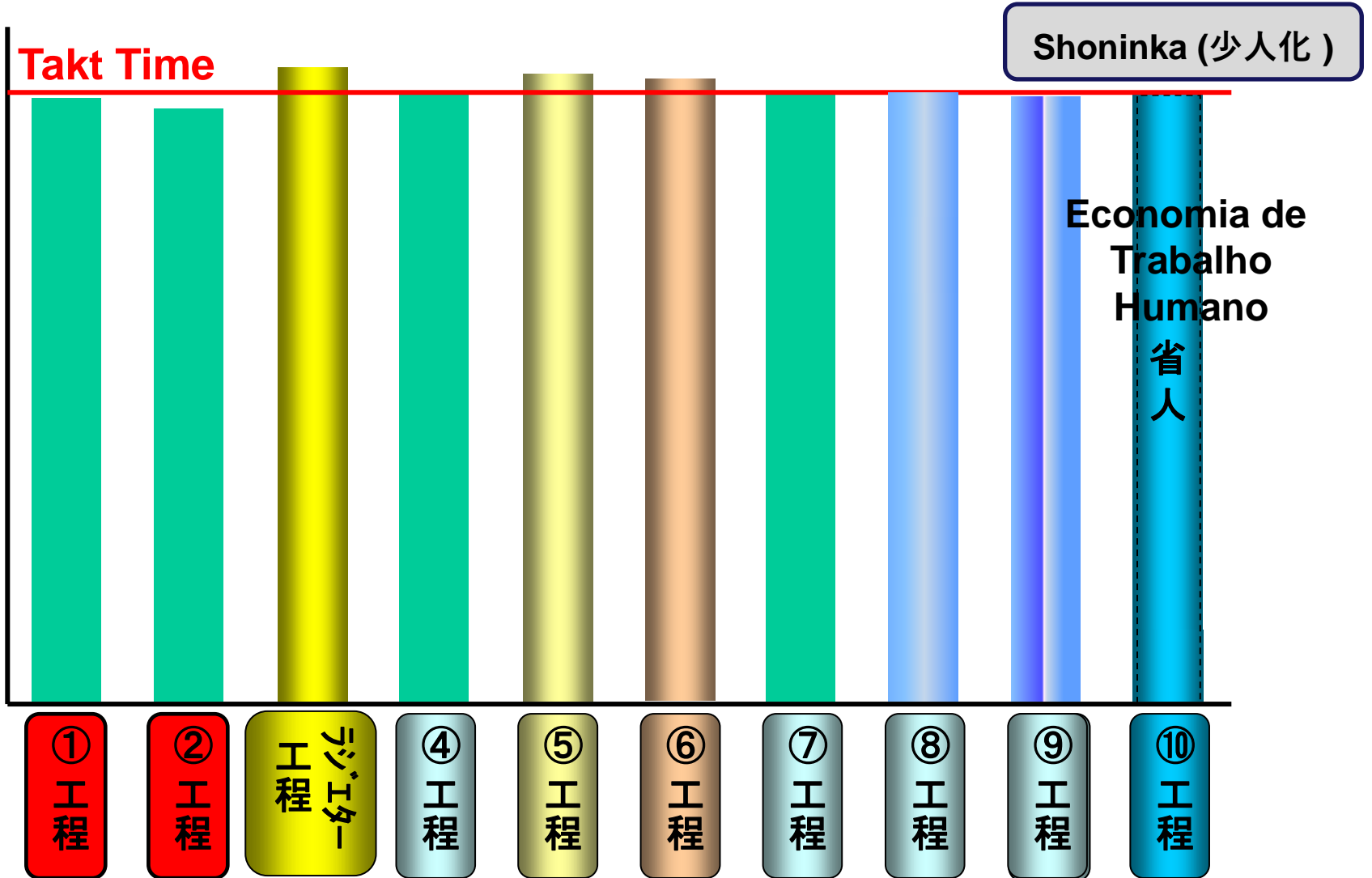


economizar

shōjinka: economia de trabalho humano

Kaizen do Trabalho & Efeito no Balanceamento

Gráfico de Balanceamento (山積み表 yamazumi hyō)



Trabalhadores Temporários (期間社員) kikanshain

kōtei

Especialista (ベテラン)

Rendimento na Aplicação de Recursos

Rendimento: Razão entre o trabalho produzido por um sistema e a energia consumida por ele. Aproveitamento relativo de força ou energia.

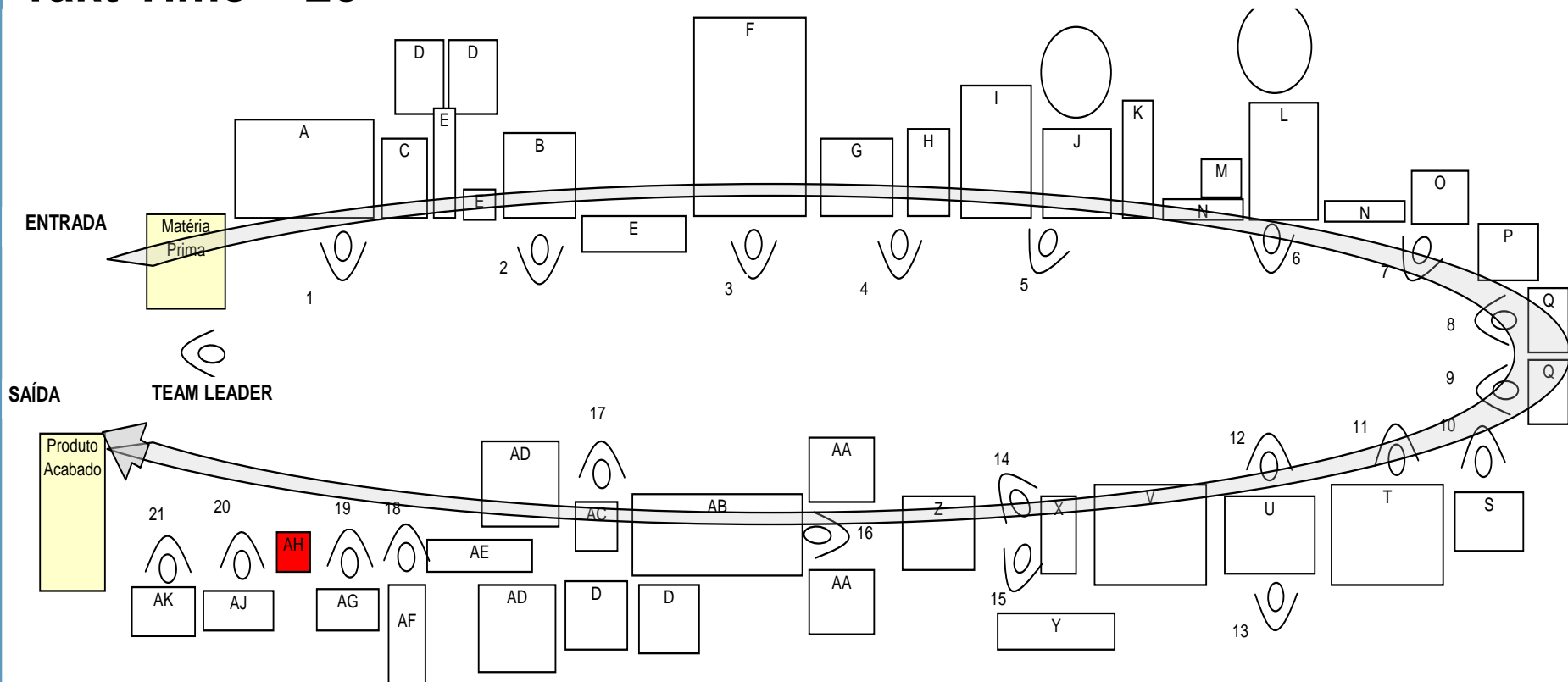
Medidas de Rendimento

- **Eficiência:** Medida sempre como razão da quantidade/volume produzido pelo recurso por sua máxima capacidade. $\text{Real} \times \text{Padrão Definido e Esperado}$. Medido sempre em percentual (%).
- **Produtividade:** Medida sempre como razão da quantidade/volume produzido por unidade de recurso por unidade de tempo. $\text{Volume produzido} / (\text{unidade de recurso} \times \text{unidade de tempo})$. Exemplo: peças/hora.homem; kg/hora.homem; m³/tanque.ano; passageiros/milha.ano.

Balanciamento da Mão de Obra: Exemplo 01

Célula de Montagem de Chuteiras

Takt Time = 25''




Balancear: distribuir da maneira equilibrada e eficaz a carga de trabalho a ser executado aos recursos de produção, de forma a evitar folgas ou excessos que prejudiquem o atendimento ao cliente ou tornem ineficiente ou improdutivo o sistema de produção.

Balanceamento da Mão de Obra: Exemplo 01

Célula de Montagem de Chuteiras

Takt Time = 25"

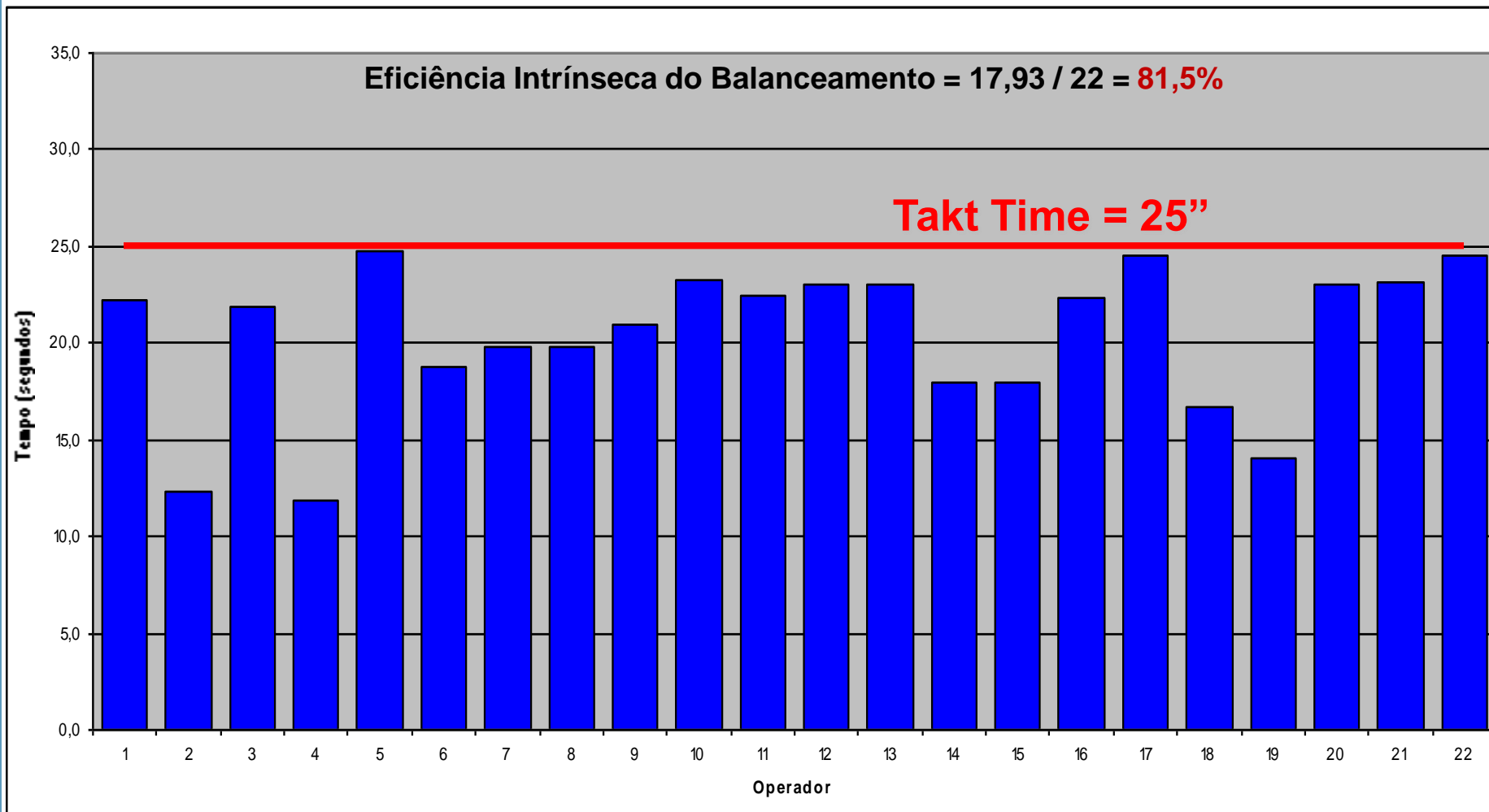
Operações		Operador	Tempos de Ciclo (seg)
N°	Descrição		
1;3	Conf. cont.e aplic. ades. cab.	1	22,2
2;4	Aplic. ades. palm. e colc. na forma	2	12,3
5	Montar bico	3	21,9
6	Fechar lateral	4	11,9
7;8	Fechar traseiro e lixar base	5	24,8
12;17	Limpar sola e área colagem cabedal	6	18,8
13	Riscar contorno da sola	7	19,8
13	Riscar contorno da sola	8	19,8
18	Aplicar 1° demão adesivo na sola	9	21,0
19	Aplicar 1° demão adesivo no cabedal	10	23,3
20	Aplicar 2° demão adesivo na sola	11	22,4
21	Aplicar 2° demão adesivo no cabedal	12	23,0
21	Aplicar 2° demão adesivo no cabedal	13	23,0
22	Unir sola e cabedal	14	18,0
22	Unir sola e cabedal	15	18,0
23	Prensar sola, tirar barbante, coloc. crist.	16	22,3
24;25	Desenformar e limpar forma	17	24,5
30	Limpar sola e área colagem cabedal	18	16,7
33	Inspeccionar	19	14,0
31;32	Colocar palmilha e bucha de papel	20	23,0
34;35	Colocar atacador e ficha técnica	21	23,1
36;37	Montar caixa e embalar	22	24,5
Somatório Tempos de Ciclo (seg)			448,3
$N = \sum T.C. / T.T. = 448,3'' / 25'' = 17,93$  Número Mínimo de Operadores			18

Balanceamento da Mão de Obra: Exemplo 01

Célula de Montagem de Chuteiras

Takt Time = 25''

Gráfico de Balanceamento das Operações (GBO) (Yamazumihyō)



Requisitos Básicos para o Shōjinka

- Operadores **multifuncionais**
- Avaliação contínua e **revisões** periódicas das rotinas de **operações padronizadas** (gráficos de combinação de operações e balanceamento da mão de obra)
- **Micro layout** (linha, célula) adequado

Mecanismos que viabilizam o Shōjinka:

- Matriz de Multifuncionalidade
- Folha de Combinação de Operações
- Plano de Alocação (p/Balanceamento da Mão de Obra)
- Plano de Rodízio de Operadores



MATRIZ DE MULTIFUNCIONALIDADE

Fábrica: #26 - RS Célula: Sub-Montagem Conjunto Assistência Turno: 01 Supervisor: Gilberto Data: 12/04/07

Operação																				Observações						
	Tornear diâm. int. WT 340	Rosquear diâm. 20,50 SQ 202	Tornear diâm. ext. 4,25 WS 32	Furar diâm. 12,35 DM 342	Retificar face apoio WS 345	Retificar face lat. esq. WS 32	Escarear furos base QA 345	Brunir diâm. int. 22,35 BR 99	Montar chaveta BM 234	Montar mancal base BM 345	Soldar fricção juntas XX WM3	Montar sub-conj. eixo AM 39	Alinhar eixo XX MA 395	Lubrificar junta enc. LB458	Testar estanqueid. conj. TW2	Aplicar cobert. epoxi PM 340	Secar conjunto estufa MF341	Testar articulação KR340	Montar conjunto na base MB1							
Gilberto Scherer - 34012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	19/19 = 100%
Francisco Silva - 34001	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	14/19 = 74%
Eduardo Vieira - 28991	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	14/19 = 74%
Paulo Moreira - 10292	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	06/19 = 32%
Vicente Muller - 20395	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	09/19 = 47%
Cláudio Becker - 38290	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	10/19 = 53%
Breno Ferreira - 23910	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	11/19 = 58%
Igor Parreira - 30284	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	09/19 = 47%
Tobias Franco - 30485	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	05/19 = 26%
Rodrigo Passos - 85930	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	10/19 = 53%
Aanoel Trindade - 59048	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	09/19 = 47%
Fernando Costa - 98200	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	05/19 = 26%
Silvio Marques - 20921	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	09/19 = 47%
	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	IM = 130/247 = 53%	

Em Treinamento
 Trabalha com Supervisão
 Trabalha sem Supervisão
 Pode Instruir Outros

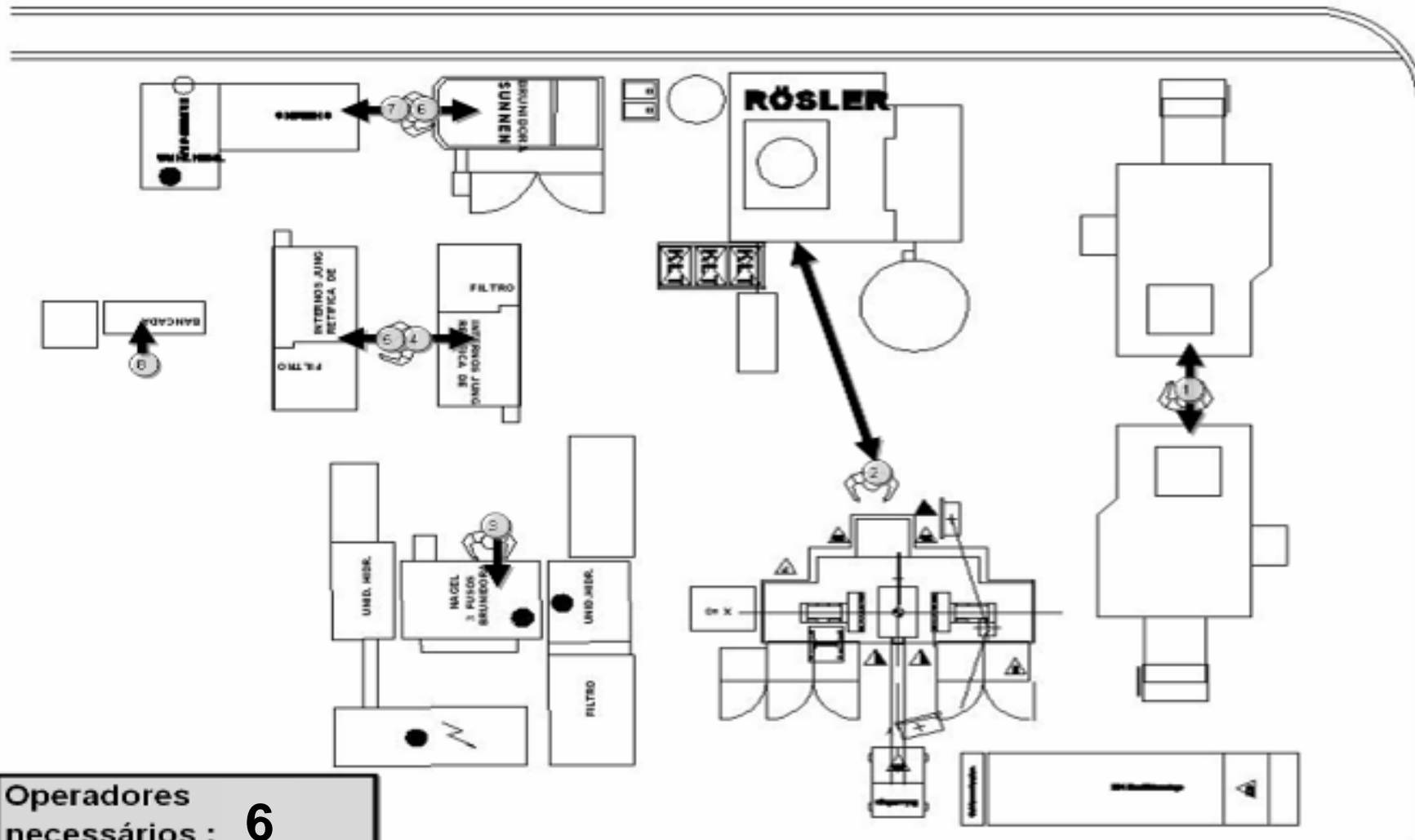
Índice de Multifuncionalidade (IM)	$IM = \frac{(\sum \text{Operações onde Trabalha s/Supervisão} + \sum \text{Operações onde Pode Instruir Outros}) \times 100}{\text{No. Operadores} \times \text{No. Total de Operações}}$	IM = 53%
------------------------------------	---	-----------------

Plano de Alocação da Mão de Obra

Item: Todas as Bielas Produzidas	Descrição: Lixagem de Bielas	Celula de trabalho: Biela Mole - Biela Dura	IME:	Operador Multifuncional: Leandro e Jaime
-------------------------------------	---------------------------------	--	------	---

Diagrama de trabalho:

PADRÃO ALTERNATIVO



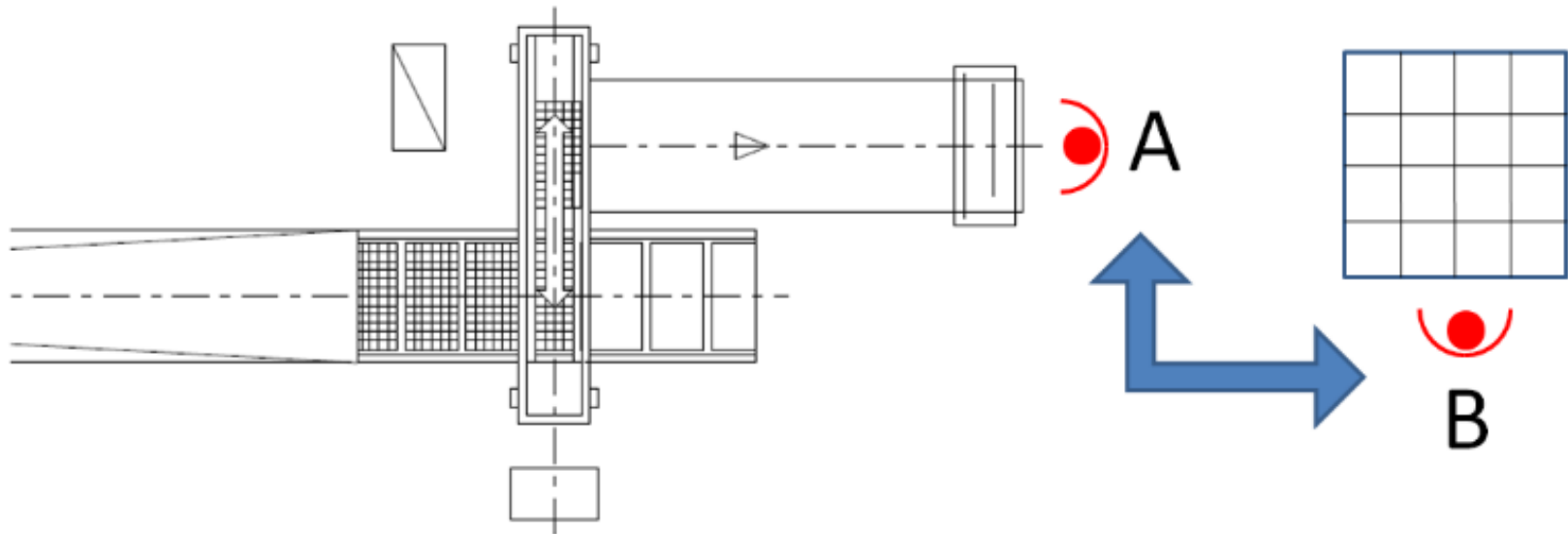
Operadores necessários : 6

TAKT (s): 18	Peças / Hora: 200	Quantidade Total de Peças / Turno: 1700	FOLHA: 1 de 1
-------------------	------------------------	--	---------------

Plano de Rodízio de Operadores

Revezamento entre os postos A e B de 2 em 2 horas.

SEQUÊNCIA DE REVEZAMENTO

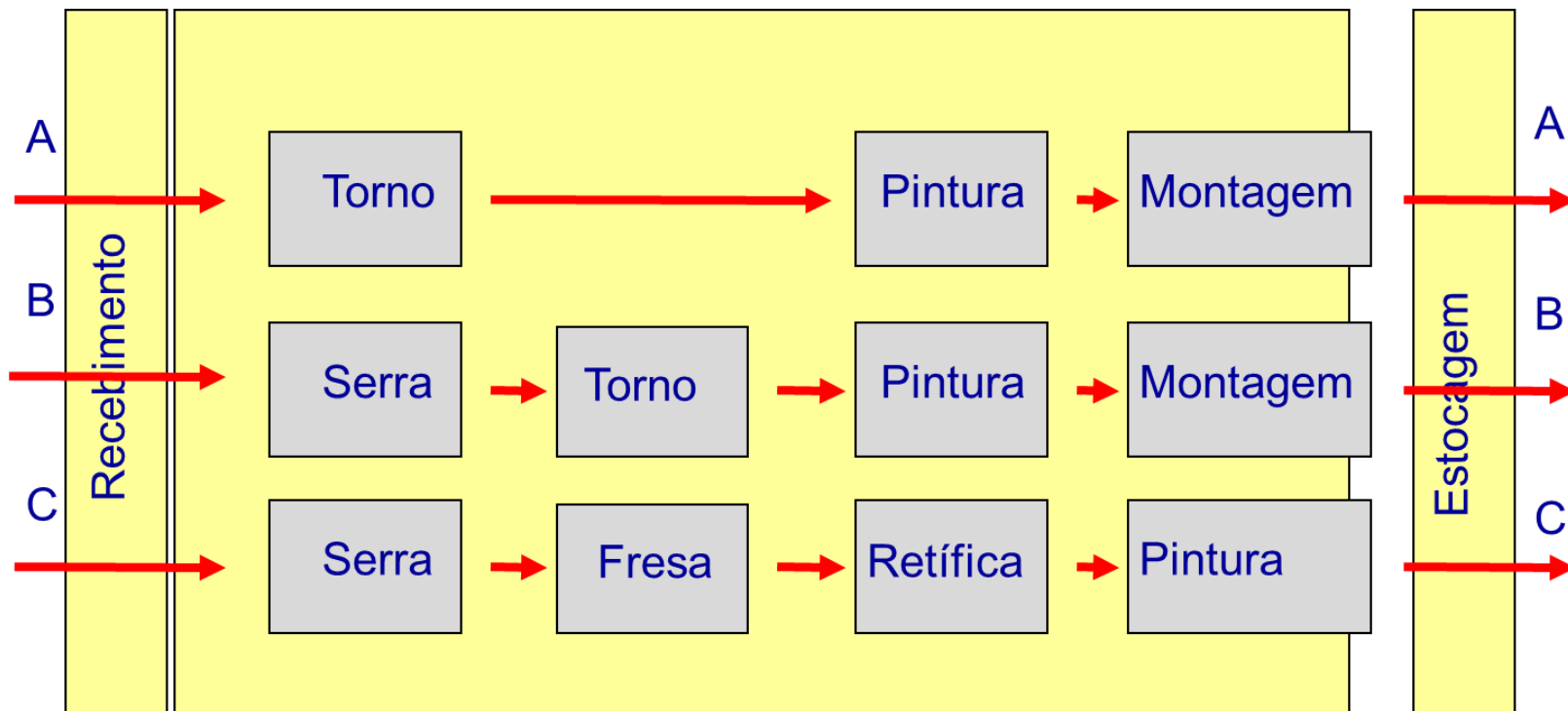


Requisitos Básicos para o Shōjinka

- Operadores multifuncionais
- Avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas (gráficos de combinação de operações e balanceamento da mão de obra)
- **Micro layout (linha, célula) adequado**
 - **Linha** de Manufatura/Montagem
 - **Célula** de Manufatura
 - Em “U” Direto
 - Em “U” Invertido
 - **Shōjinka Lines**

Layout em Linha (Flow Shop)

Numa estrutura em linha, os postos de trabalho são agrupados de acordo com a sequência de operações necessárias para produzir um produto em particular, sendo uma característica forte das montadoras de veículos no início da produção em massa.



Layout em Linha (Flow Shop)

Vantagens:

- Fluxo lógico e suave em pequenos espaços
- Baixos estoques intermediários
- Pouca movimentação e manuseio de peças/materiais
- Tarefas simples; requer pouco treinamento do pessoal
- Planejamento e controle da produção é simplificado

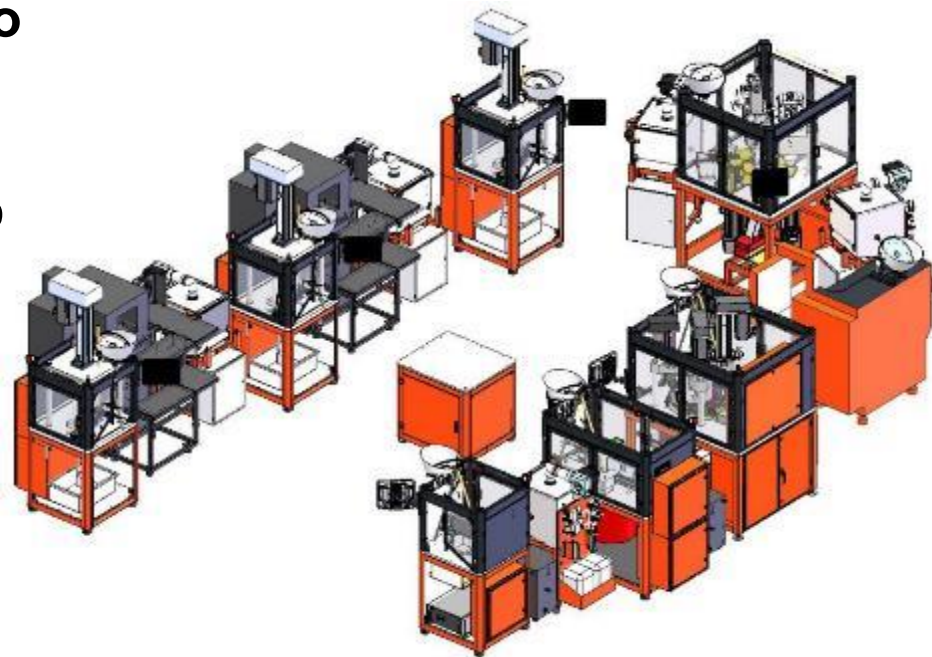
Limitações:

- Quebra de uma máquina pode paralisar o sistema
- Mudanças no projeto do produto podem exigir grandes mudanças no layout
- Gargalos exercem grande efeito no sistema
- Linhas múltiplas requerem duplicação de máquinas

Layout Celular

Células de manufatura são **grupos dedicados** que produzem uma **família** de componentes ou produtos similares. As células contêm diferentes tipos de equipamentos, que são necessários para realizar todas as operações do produto ou componente. Estes equipamentos são posicionados na mesma **sequência das operações** a fim de **minimizar perdas** por espera, movimentações e transportes.

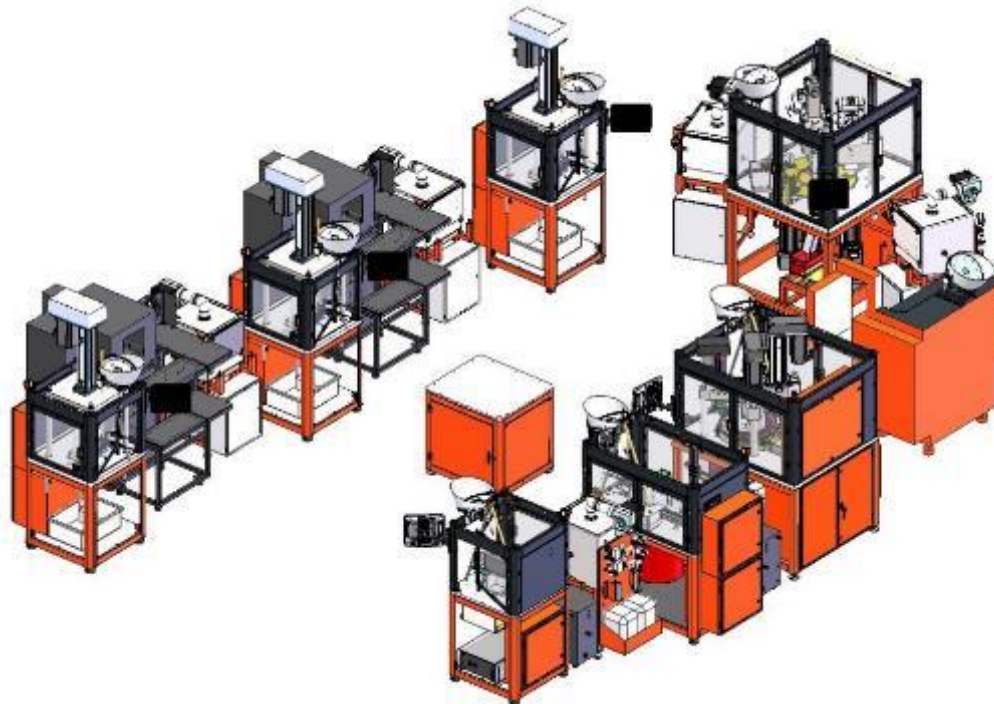
Família de Produtos: Agrupamento de produtos, peças ou componentes determinado pela **similaridade** de **processos**/etapas de transformação (usinagem, montagem) e **sequência** destas etapas. Similaridade **dimensional, geométrica** ou **funcional** frequentemente estão associadas, mas **não são determinantes**.



Layout Celular (U-shaped Cell)

Dois aspectos da Célula em “U” são diferenciais:

- Proximidade entre **entrada e saída** da linha, de forma que o ritmo do fluxo de material seja fácil de monitorar.
- As duas “**alas**”, estando **próximas**, separadas por um estreito corredor interno, **augmenta** extraordinariamente as **alternativas de alocação** dos operadores multifuncionais.



Layout Celular

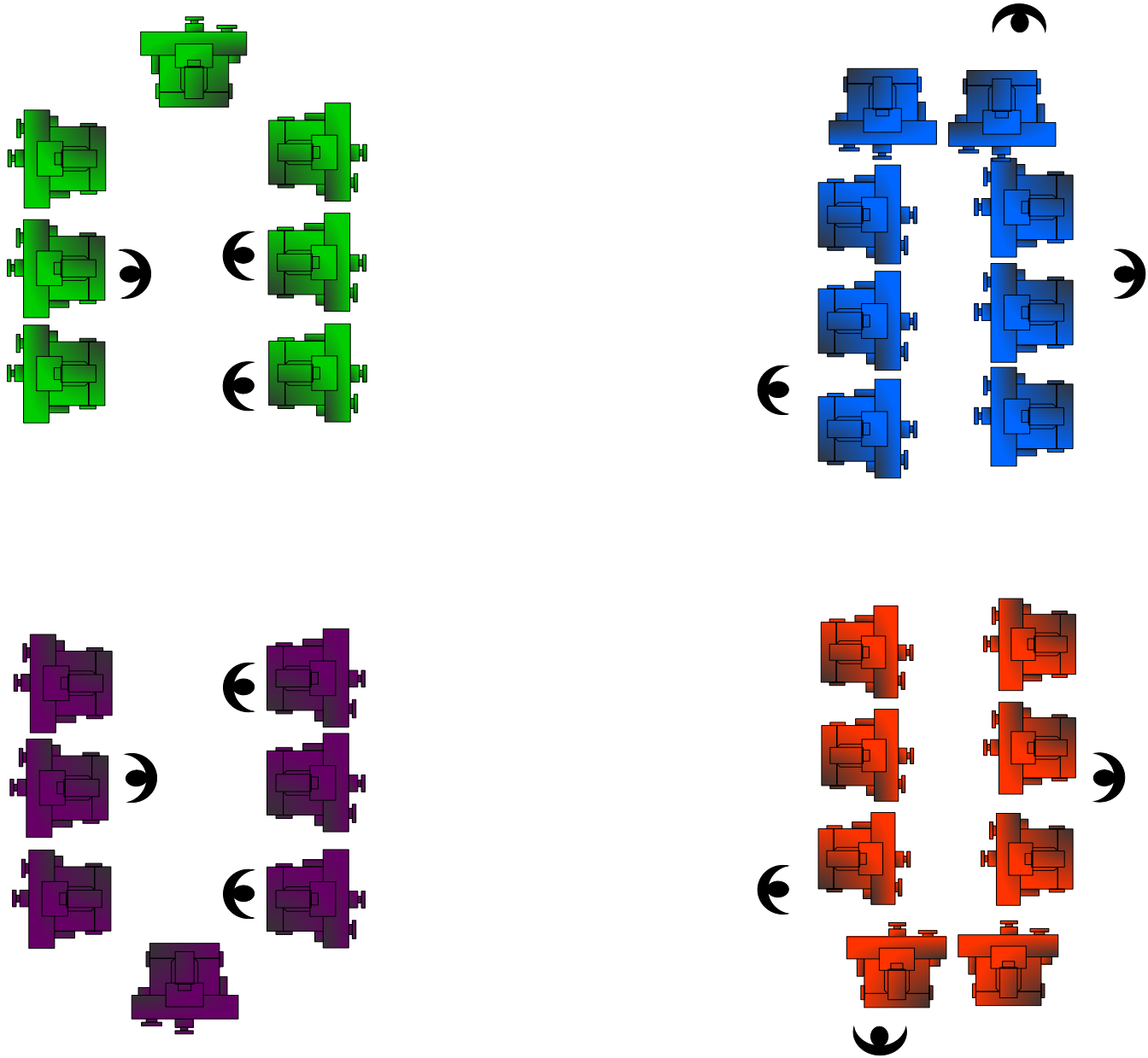
Vantagens:

- Favorece formação de equipes multitarefa e visão integrada/ampliada do produto
- Maior flexibilidade na alocação e balanceamento da mão de obra
- Maior produtividade da mão de obra
- Maior controle do sistema e confiabilidade de entrega
- Melhor fluxo e uso do espaço do que o layout funcional
- Menor tamanho de lote, estoques e setups

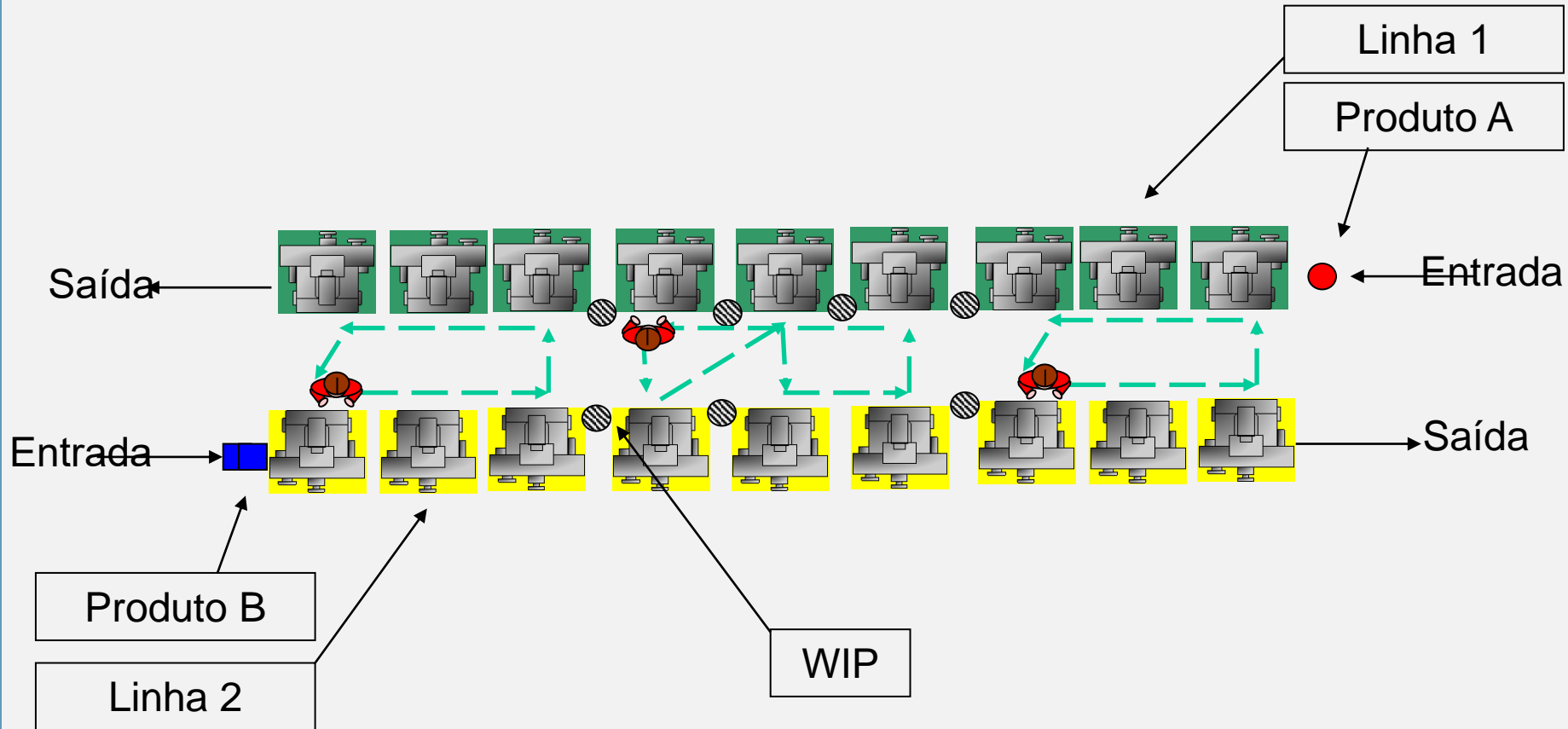
Limitações:

- Alto custo de treinamento
- Necessidade de balanceamento do fluxo de materiais para não causar ociosidades
- Requer máquinas compactas e móveis
- Pode requerer duplicação de máquinas

Célula de Manufatura “U” Direto x Invertido



Layout: Shōjinka Line



Shōjinka Intracelular & Intercelular

Shōjinka Intracelular:

Esforço de flexibilização e aumento da produtividade da mão de obra alocada a uma célula de manufatura mediante aplicação combinada de **melhorias no microlayout** (célula em “U” direto), aumento do **índice de multifuncionalidade**, **kaizen do trabalho** para a redução do somatório dos tempos de ciclo (melhorando a qualidade e eficiência intrínseca do balanceamento) e **alternativas de balanceamento** (diferentes arranjos/combinções de alocação de máquinas aos operadores multifuncionais).

Shōjinka Intercelular:

Esforço de flexibilização e aumento da produtividade da mão de obra alocada a um “conjunto de células de manufatura” mediante aplicação combinada dos recursos acima descritos em maior amplitude – **“Efeito Gran Sala”**.

Flexibilidade em Células de Manufatura Tipo “U”

Combinação de Células de Manufatura do Tipo “U”

- A combinação de várias células tipo “U” facilita a realocação de operações entre os trabalhadores, evitando o problema de números fracionários de trabalhadores, que pode ocorrer no layout linear.

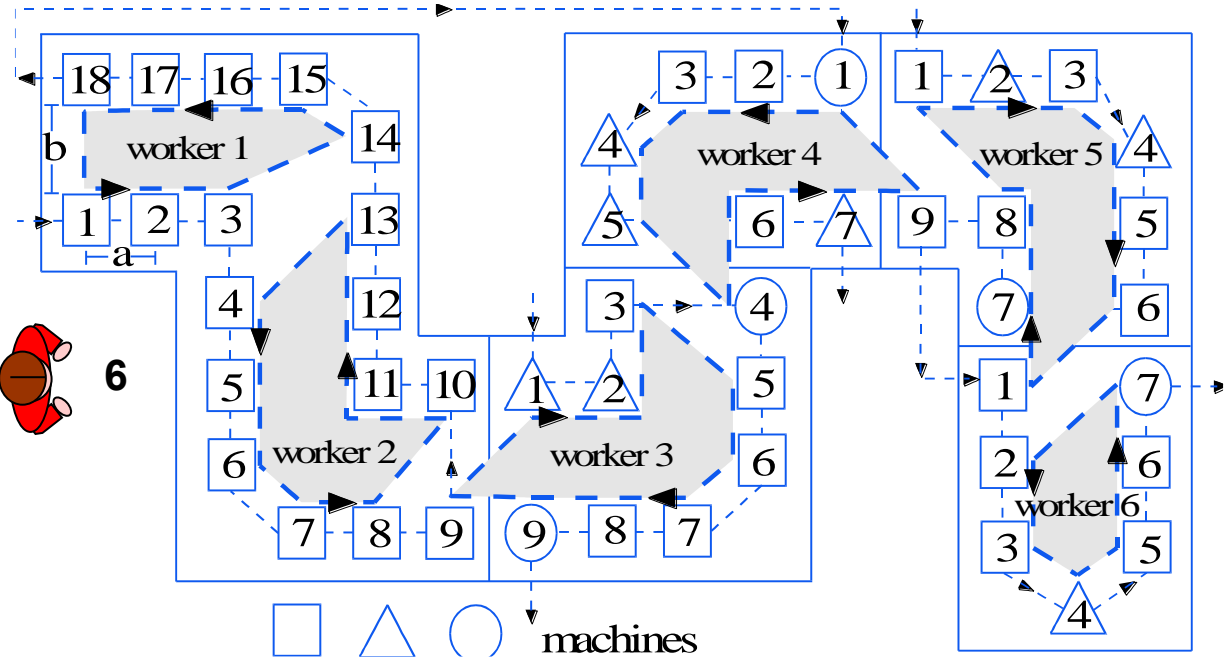
Exemplo: Ajustando-se à Variação de Demanda

Período	Janeiro	Fevereiro
Takt Time	100”	120”

Janeiro: T.T. = 100" >



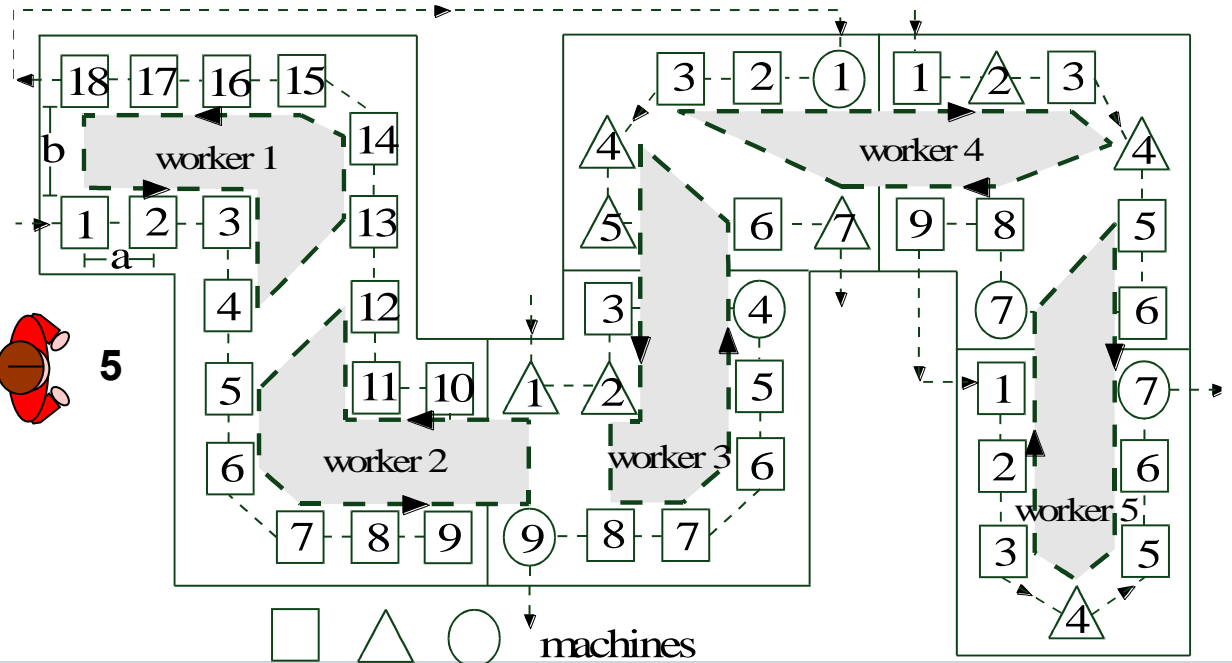
6



Fevereiro: T.T. = 120" >



5



$$\text{Minimize } N \quad (5.15)$$

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^N |S_i - (S / N)| \quad (5.16)$$

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^N \left| T_i - \frac{\sum_{j \in \hat{M}} l_j + D}{N} \right| \quad (5.17)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = 1 \quad \text{for } j = 1, \dots, M \quad (5.18)$$

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} \geq 1 \quad \text{for } i = 1, \dots, N \quad (5.19)$$

$$\text{Zone constraint} \quad (5.20)$$

$$\max \left\{ \max_{j \in \hat{M}} (l_j + p_j), \max_{\forall i} T_i \right\} \leq CT \quad (5.21)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \quad \forall i, j \quad (5.22)$$

Given:

CT : cycle time

a : walking time between successive machines in the same row

b : walking time between machines 1 and M

$D = (M - 2)a + 2b$: the shortest walking time encompassing all machines in the production line

M : number of machines in the production unit

$\hat{M} = \{1, 2, \dots, M\}$ set of all machines in the production line

with $\hat{M} = \cup_{i=1}^N \hat{M}_i$, $\hat{M}_i \cap \hat{M}_f = \emptyset$ for $i \neq f$, $\forall i, \forall f$, where \hat{M}_i and \hat{M}_f

represent the set of machines assigned to workers i and f , respectively

p_j : processing time of machine j (the time required for machine j to transform the part/workpiece)

l_j : manual operation time for machine j (the time required to unload and load the j^{th} machine)

v_j : workload needed to be processed at machine j

Where:

$S = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{j=1}^M v_j$: total workload

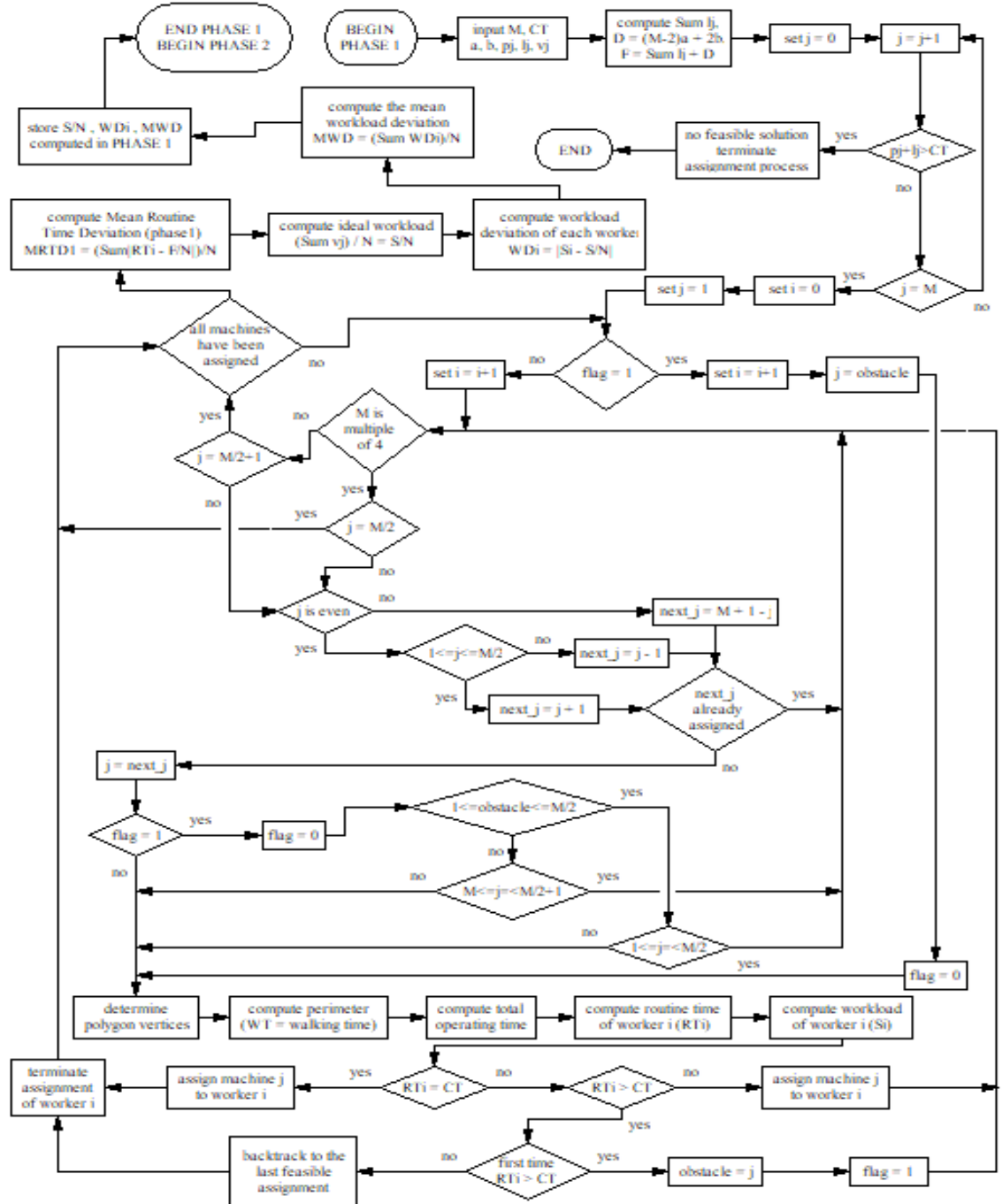
$S_i = \sum_{j=1}^M v_j x_{ij}$ for $i = 1, \dots, N$: workload assigned to worker i

N : number of workers allocated

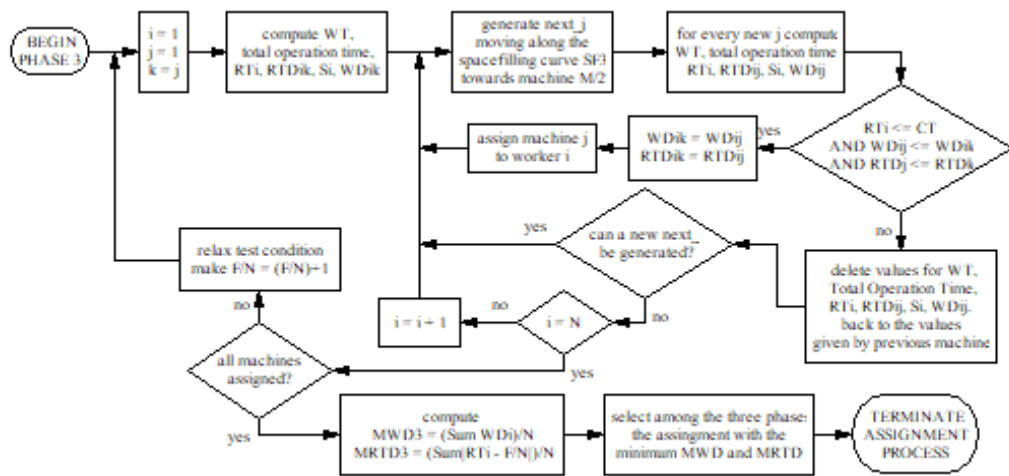
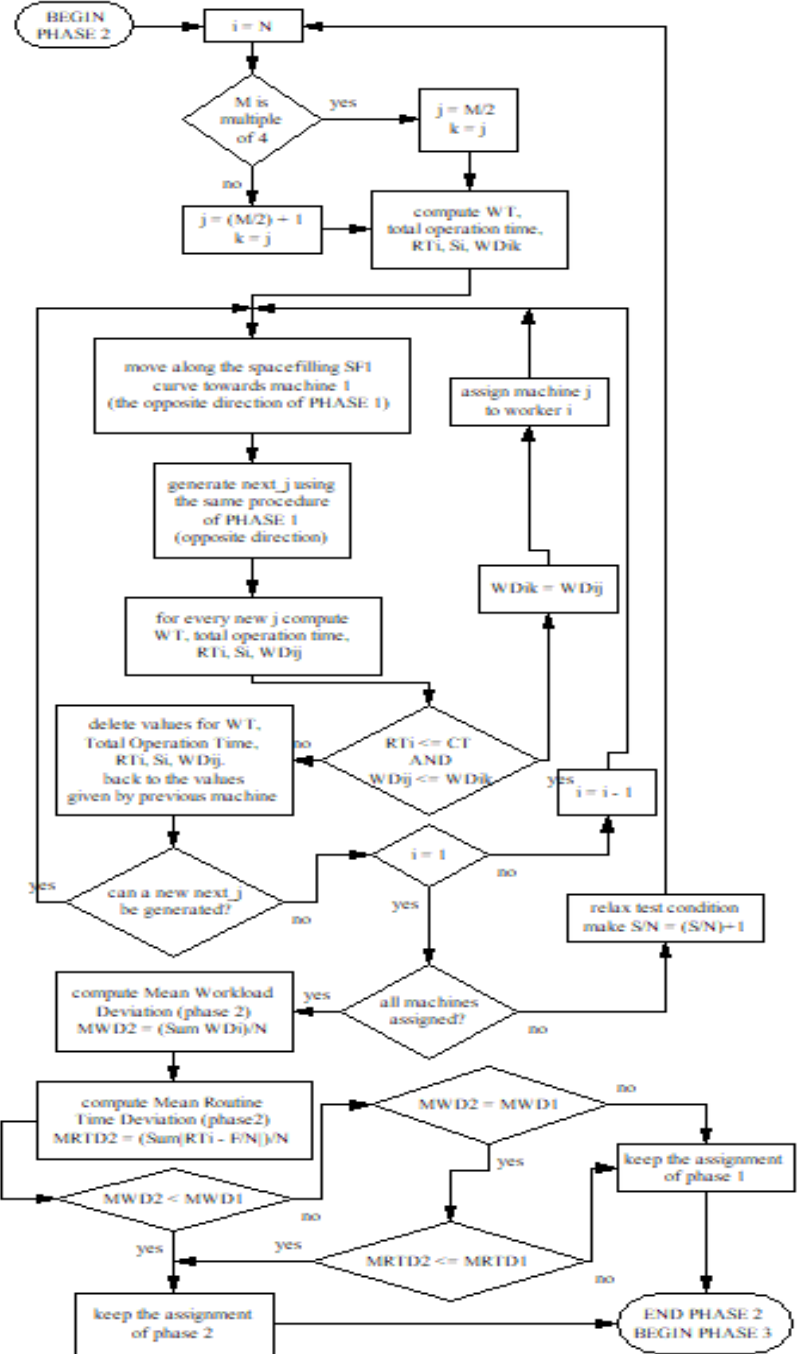
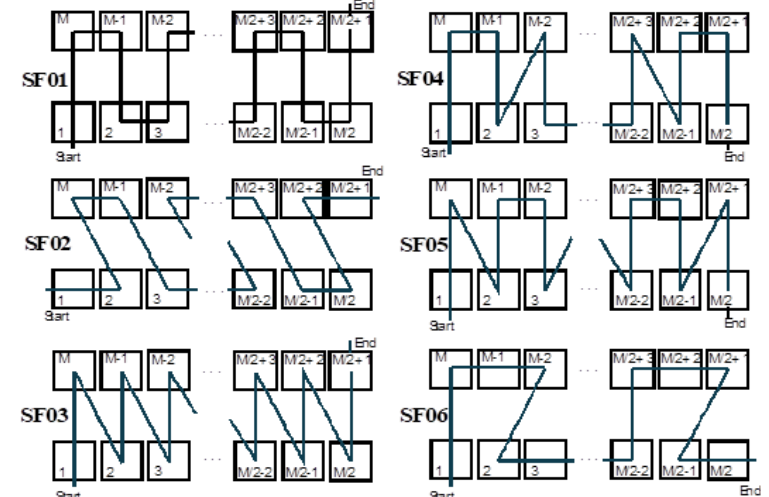
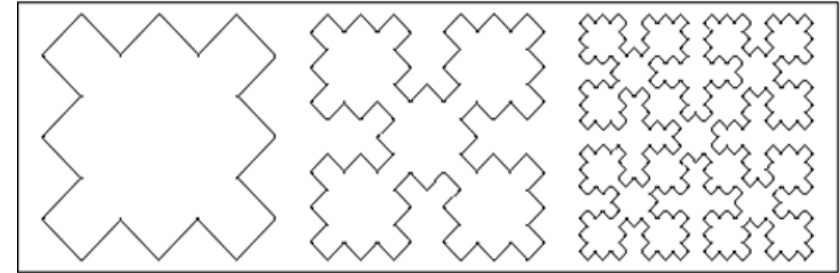
$L_i = \sum_{j \in \hat{M}} l_j x_{ij}$: sum of operation times of machines assigned to worker i

R_i : shortest of the total walking times in one cycle among all possible routes of worker i , for $\forall i$

$T_i = L_i + R_i$: routine time of worker i



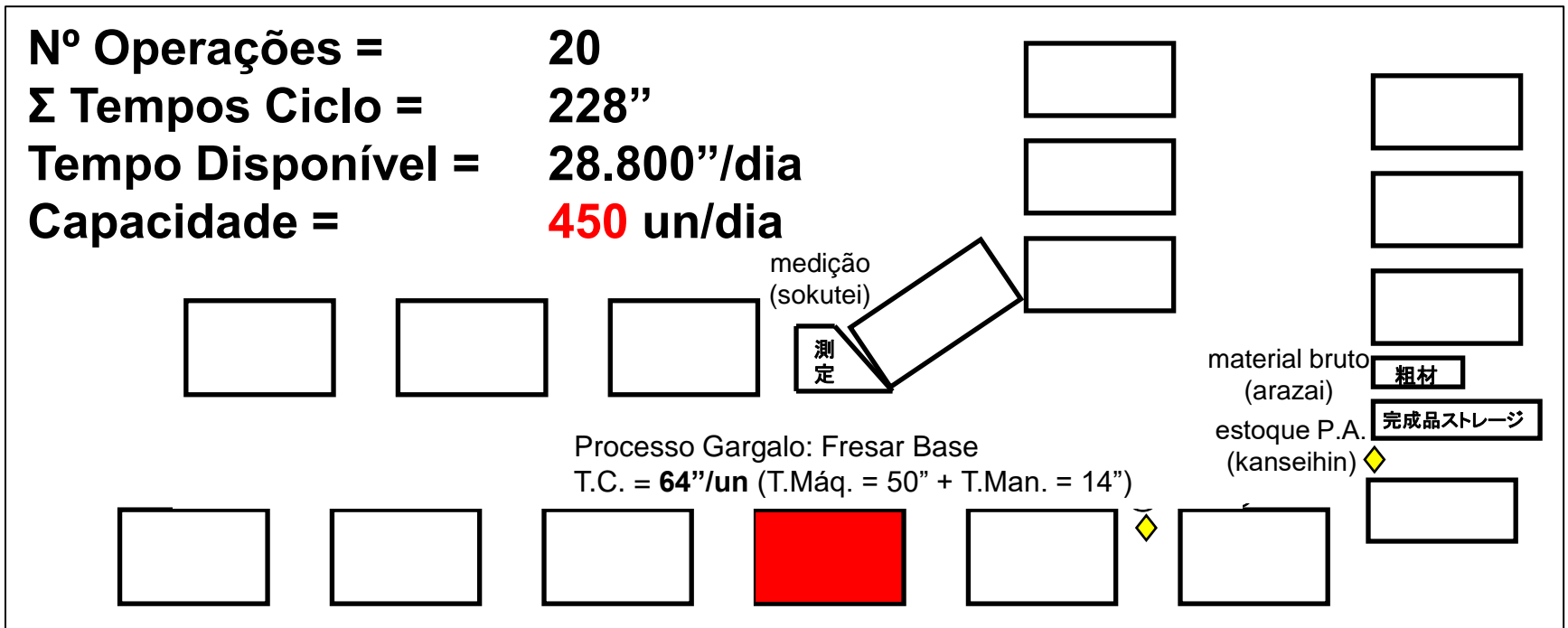
Sierpinski's Spacefilling Curves



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Variação (%)	Número Operadores	Produtividade (un/h.dia)	Variação (%)
------------------	--------------	-------------------	--------------------------	--------------

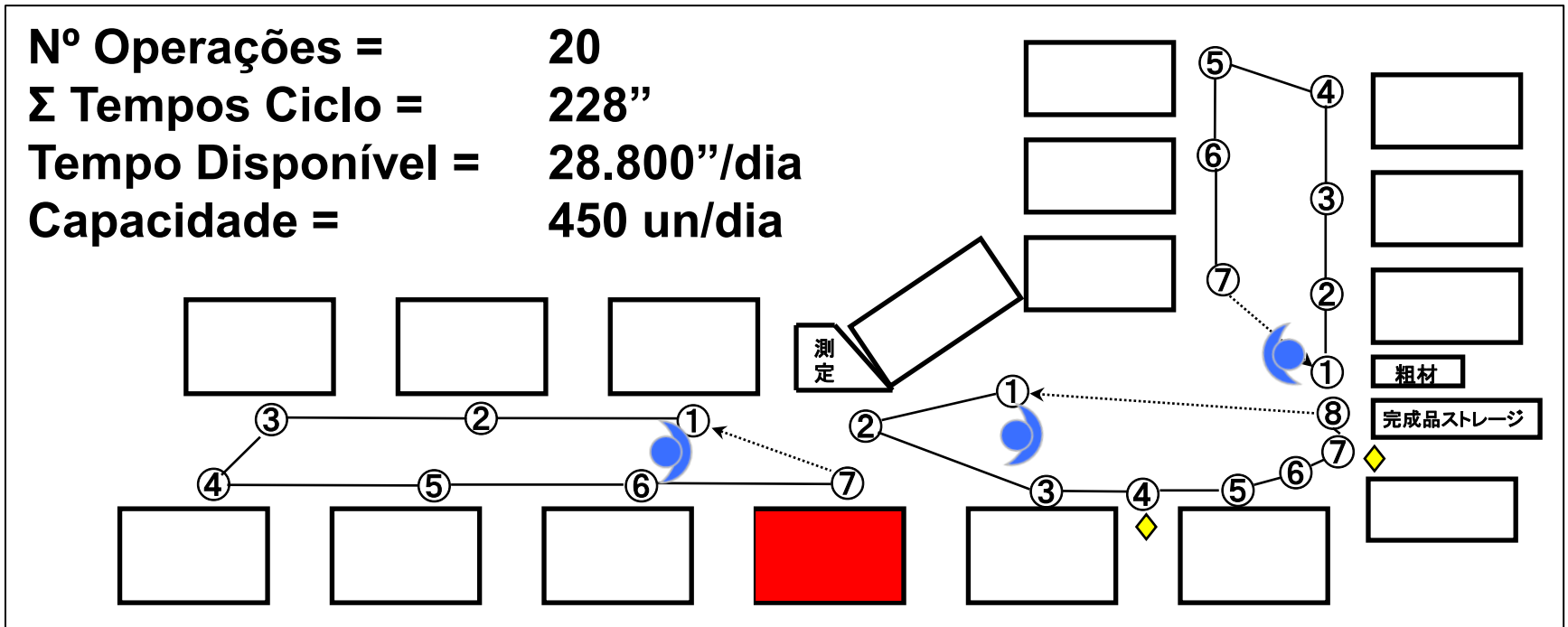
Célula de Manufatura



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Variação (%)	Número Operadores	Produtividade (un/h.dia)	Variação (%)
300	-	3	100	-

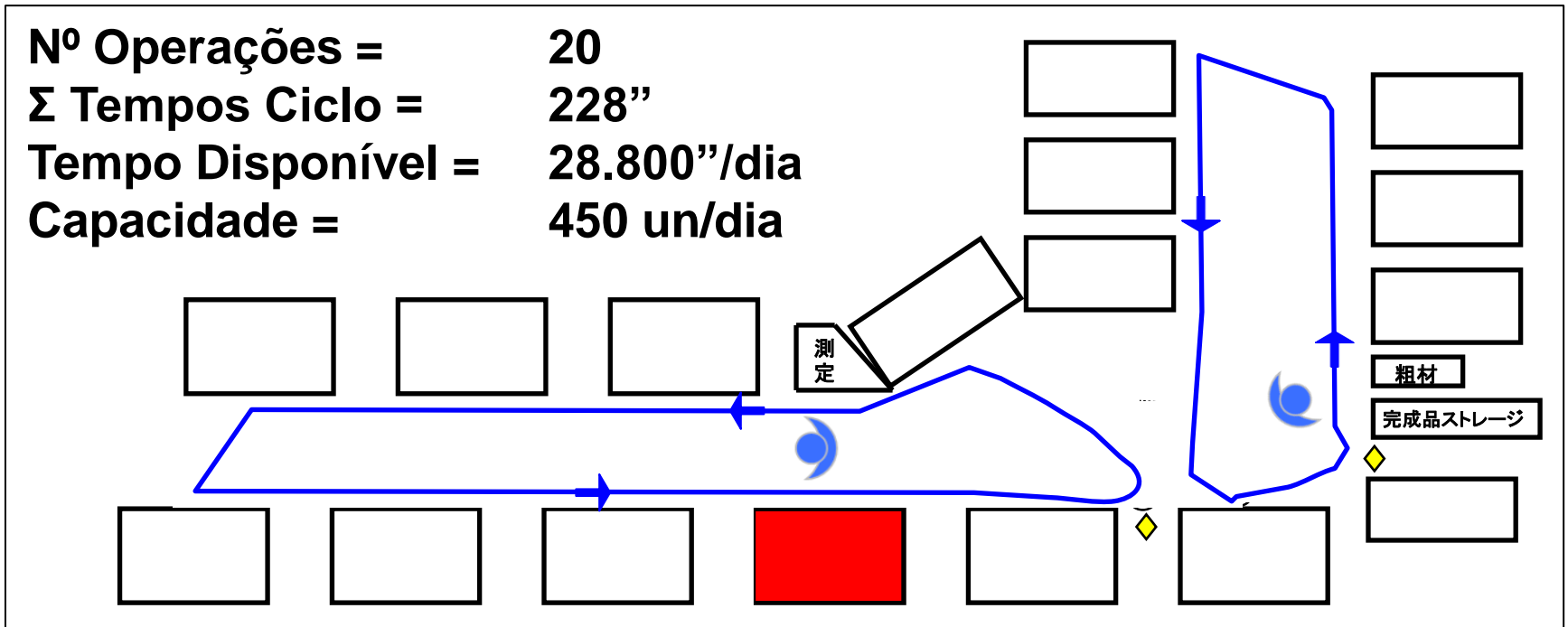
Célula de Manufatura



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Variação (%)	Número Operadores	Produtividade (un/h.dia)	Variação (%)
300	-	3	100	-
200	-33	2	100	0

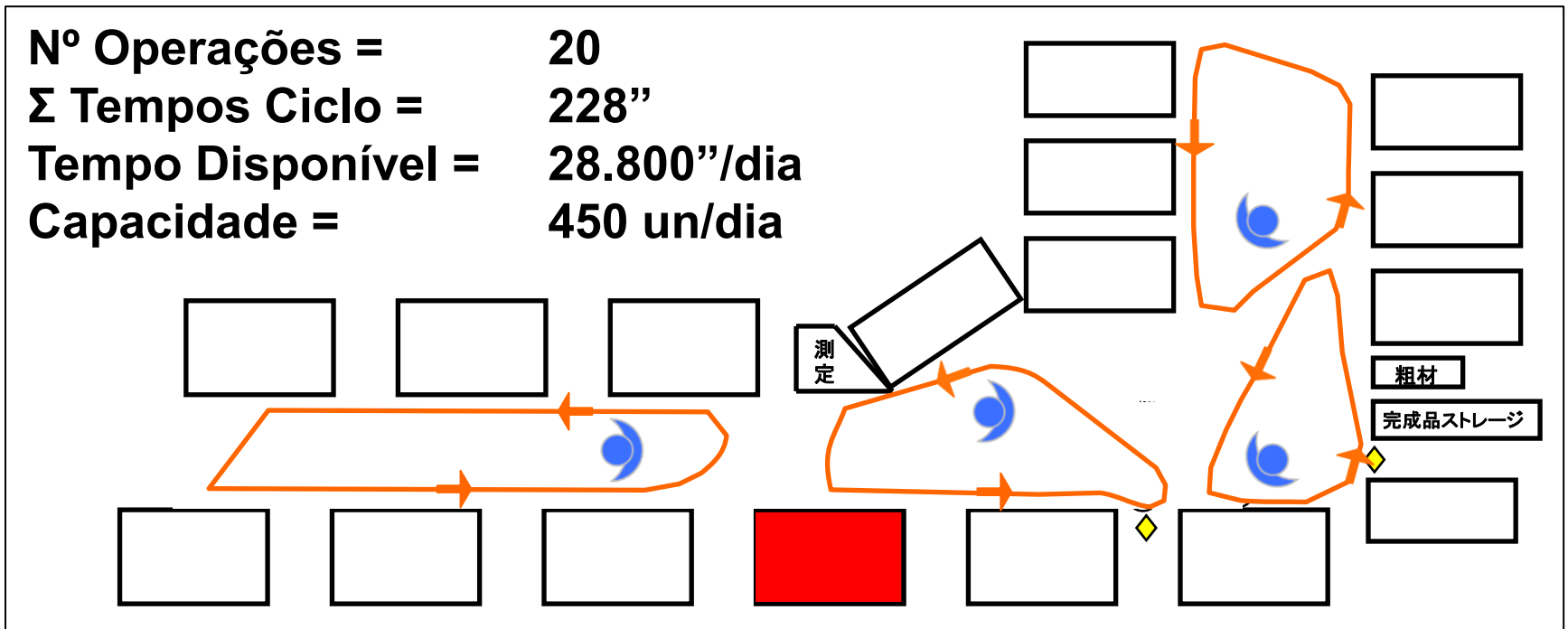
Célula de Manufatura



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Variação (%)	Número Operadores	Produtividade (un/h.dia)	Variação (%)
300	-	3	100	-
200	-33	2	100	0
400	+100	4	100	0

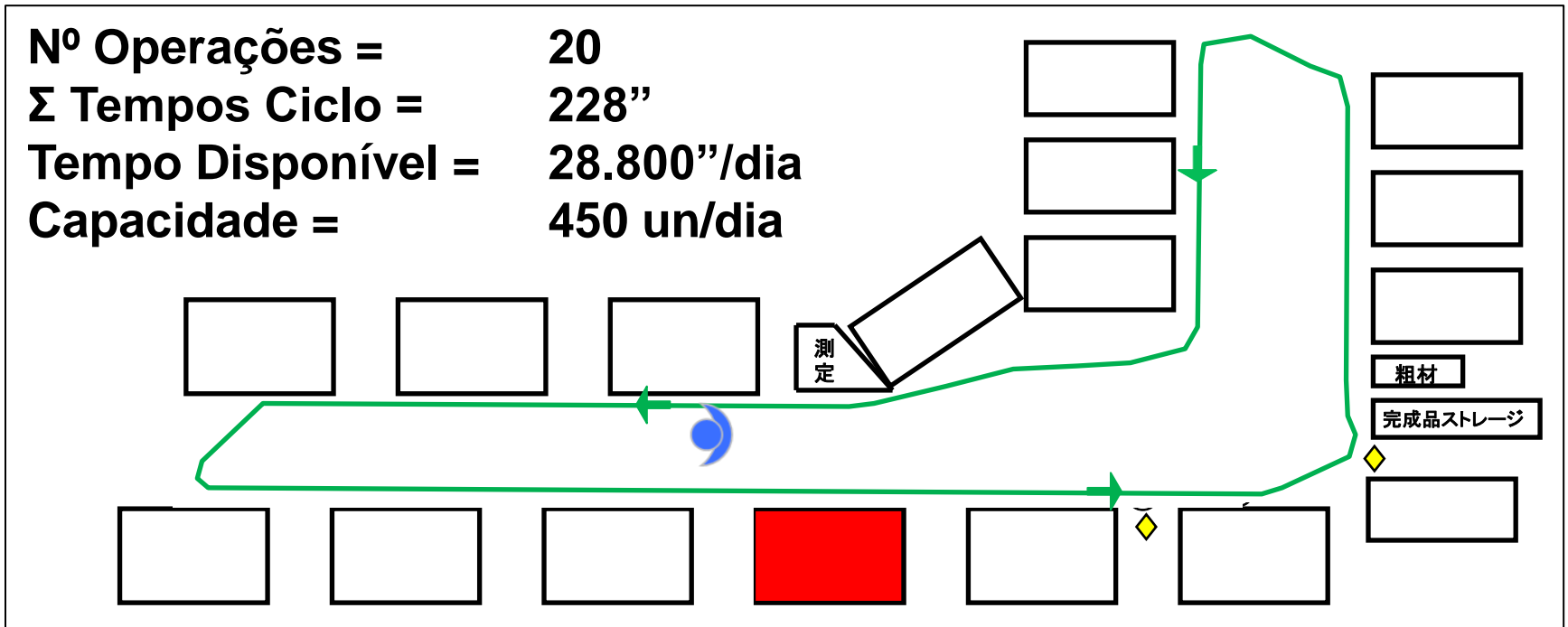
Célula de Manufatura



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Variação (%)	Número Operadores	Produtividade (un/h.dia)	Variação (%)
300	-	3	100	-
200	-33	2	100	0
400	+100	4	100	0
100	-75	1	100	0

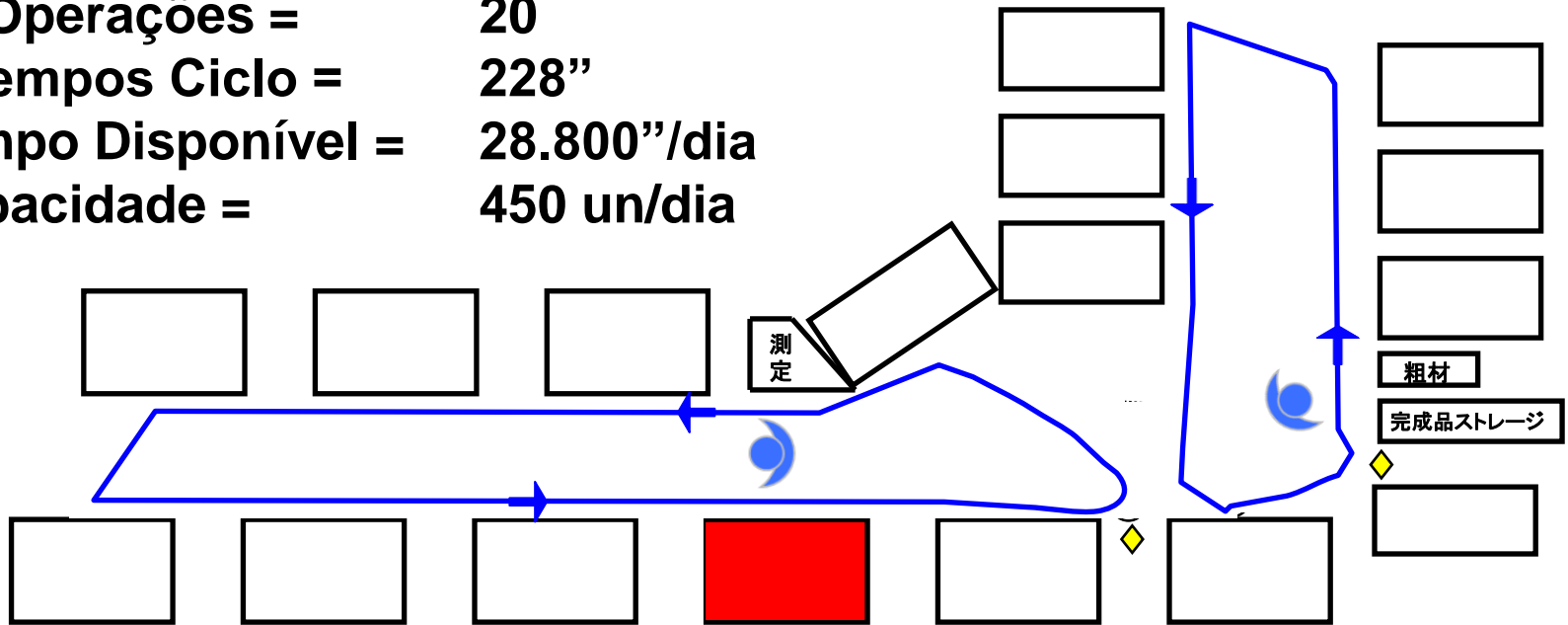
Célula de Manufatura



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Takt Time (s)	Nº Mínimo Operadores	Nº Real Operadores	Eficiência Balanceamento (%)
300	96	2,38	3	79,2
200	144	1,58	2	79,2
400	72	3,17	4	79,2
100	288	0,79	1	79,2
160	180	1,27	2	63,3

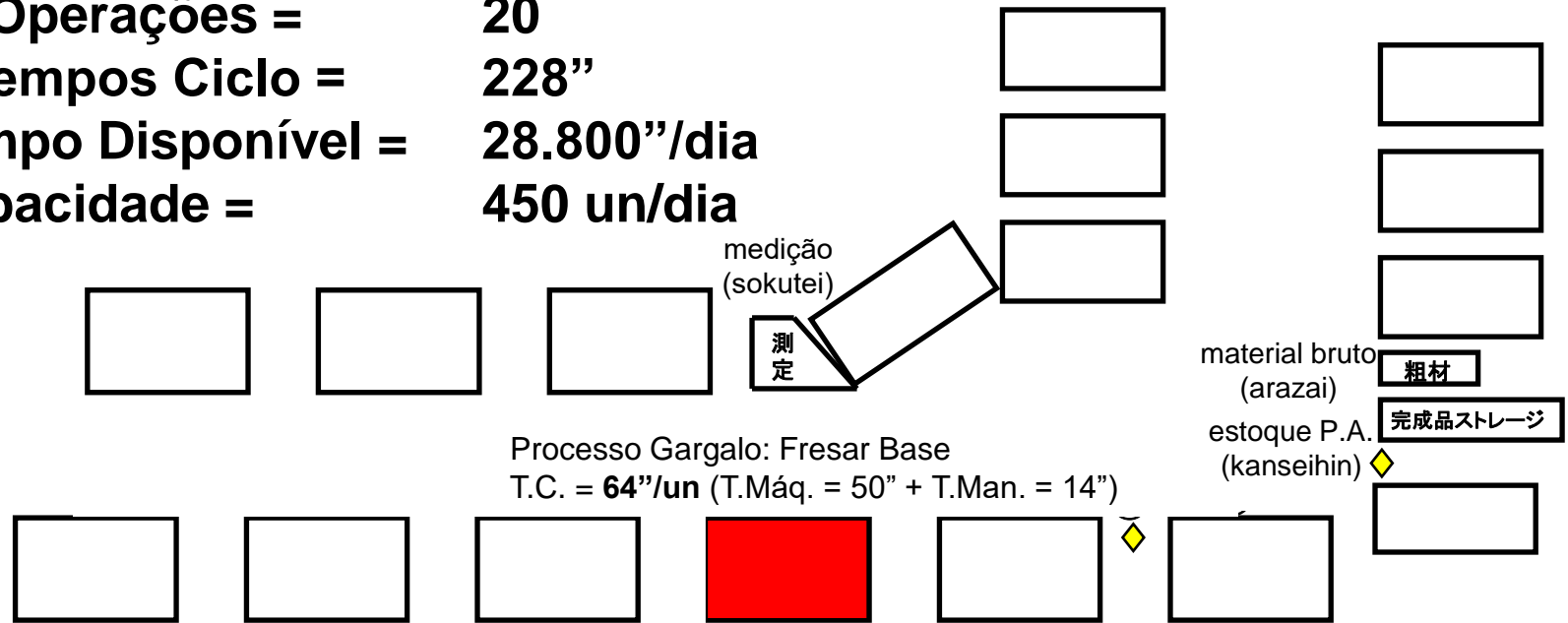
Nº Operações = 20
 Σ Tempos Ciclo = 228"
Tempo Disponível = 28.800"/dia
Capacidade = 450 un/dia



Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Takt Time (s)	Nº Mínimo Operadores	Nº Real Operadores	Eficiência Balanceamento (%)
300	96	2,38	3	79,2
200	144	1,58	2	79,2
400	72	3,17	4	79,2
100	288	0,79	1	79,2
160	180	1,27	2	63,3

Nº Operações = 20
 Σ Tempos Ciclo = 228"
Tempo Disponível = 28.800"/dia
Capacidade = 450 un/dia



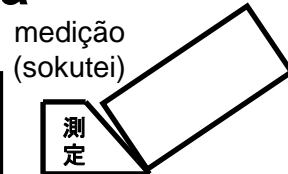
Shōninka: Enfrentando a Variação de Demanda

Demanda (un/dia)	Takt Time (s)	Nº Mínimo Operadores	Nº Real Operadores	Eficiência Balanceamento (%)
185	156	1,46	2	73,2
220		1,74	2	87,0
264		2,09	3	De 3 p/2 - 10" (-4,4%) 69,7 100%
300		2,38		79,2
395	73	3,12		De 4 p/3 - 9" (-3,9%) 78,1 100%

Kaizen do Trabalho!!!
Alvo: 10" de 20 operações!!!

Kaizen do Trabalho!!!
Alvo: 9" de 20 operações!!!

Nº Operações = 20
Σ Tempos Ciclo = 228"
Tempo Disponível = 28.800"/dia
Capacidade = 450 un/dia



測定



material bruto (arazai)

粗材

estoque P.A. (kanseihin)

完成品ストレージ


Processo Gargalo: Fresar Base
T.C. = 64"/un (T.Máq. = 50" + T.Man. = 14")




Shōjinka: Reagindo aos Diferentes Cenários

Demanda (un/dia)	Takt Time (s)	Nº Mín. Operadores	Nº Real Operadores	Efic Máx. Balanc. (%)	Vol. Real (un/dia)	Atendimento Demanda (%)	Efic. Real Linha (%)
220	131	1,74	2	87,0	220	100	87,0


**CUIDADO c/Balanceamento:
Qualidade Intrínseca RUIM +
FOLGAS**


 $TC_1 = 131'' / \text{Folgas} = 0''$


 $TC_2 = 97'' / \text{Folgas} = 34''$

**SEMPRE buscar
ENXERGAR isso!!!**


220	131	1,74	3	58,0	209	95,0	55,1
-----	-----	------	---	------	-----	------	------


 $TC_1 = 80''$


 $TC_2 = 78''$

 $TC_3 = 70''$

**Ainda que o REAL
seja isso...**

 $TC_1 = 131'' / \text{Folgas} = 0''$

 $TC_2 = 97'' / \text{Folgas} = 34''$

 $TC_3 = 0'' / \text{Folgas} = 131''$

**SEMPRE buscar
ENXERGAR isso!!!**

395	73	3,13	5	62,6	327	82,8	51,8
-----	----	------	---	------	-----	------	------

395	73	2,88	3	96,0	376	95,2	91,4
-----	----	------	---	------	-----	------	------

ALVO:

1º) Reduzir INSTABILIDADE:

Atend. de 82,8% p/ >95%

2º) Reduzir FOLGA: 5 p/ 4

3º) Reduzir ΣTC em 9'' (-4%)

**Produtividade (un/h.h):
De 8,2 Para 15,7
+91,5%!!!**

Custo MOD (R\$ 15,00/h):

De: R\$ 600,00/327un > R\$ 1,83/un

Para: R\$ 360,00/376un > R\$ 0,96/un

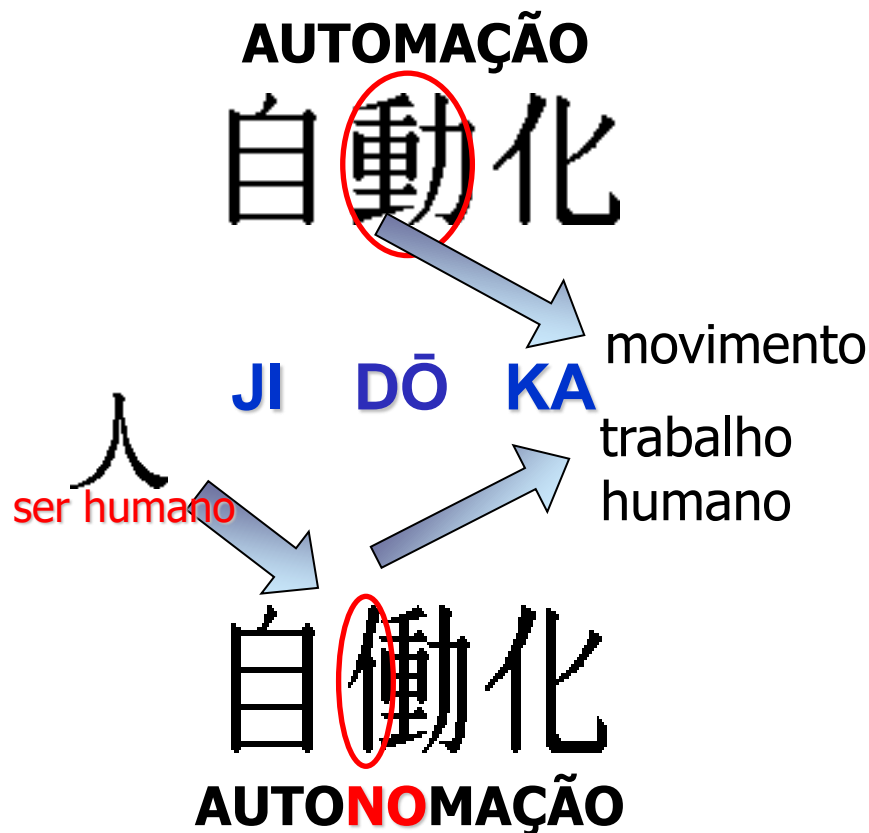
- 47,5% no custo MOD!!!

Σ Tempos Ciclo

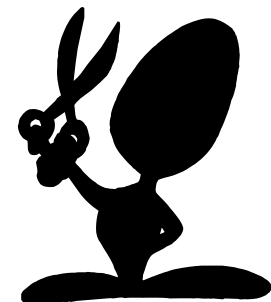
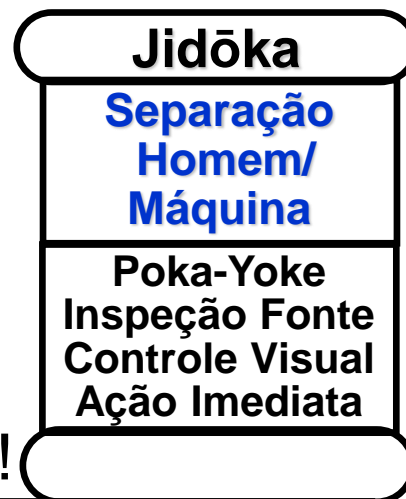
228''

Jidōka (Autonomação): Pilar do TPS

Dar **autonomia** ao operador ou à máquina para paralisar o processamento ao menor sinal de **anormalidade**.



A “Função Controle” precisava ser “transferida” do homem para a máquina!



Jidōka: O Conceito Tomando Forma...



Taiichi Ohno (1912-1990)
Vice-Presidente Toyota Motor Co.
Pai do *Toyota Production System*

O Problema de Ohno: Como aumentar a produtividade da mão-de-obra nas linhas de fabricação da Toyota?

Alternativa 1: Aumentar o volume de produção.

Restrição: Não havia demanda!!!

Alternativa 2: Reduzir o número de operadores.

Restrição: As máquinas não estavam preparadas para permitir que um operador pudesse operar mais do que uma máquina!!!

Karakuri: Automação de Baixo Custo



- A palavra “*karakuri*” (絡繰) significa “truque” ou “mecanismo”, mas aplica-se aos tradicionais bonecos mecanizados (autômatos) (絡繰人形) japoneses, populares entre os séculos XVII e XIX.

- No contexto da “Engenharia Industrial”, *Karakuri* designa os mecanismos de acionamento que valem-se das **leis básicas da física** (gravidade; ação-reação; etc.) para **automação do trabalho humano a baixo custo** – Low Cost Automation.



Aplicações Combinadas com: Poka-Yoke, Sistemas de Testes, Sistemas de Transporte, AGV



Para Concluir

- Shōjinka é o esforço para alocação flexível da mão de obra, focado em contínua busca pelo aumento da produtividade.
- Os requisitos para aplicação do Shōninka:
 - Microlayout (linha, célula) adequado
 - Operadores multifuncionais
 - Avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas
- Elementos Chave & Complementares na Promoção do Shōjinka:
 - Jidōka, Poka-Yoke, Karakuri

A hand is shown on the left side of the slide, with fingers slightly spread. The background is white with a blue vertical bar on the left. On the right side, there are several blue geometric shapes, including a diamond, a square, and various triangles, some of which are overlapping and creating a sense of depth and movement.

WWW.LEANWAY.COM.BR
consulting@leanway.com.br
ghinato@leanway.com.br
+55 11 96455 0773

São Paulo – Porto Alegre – Recife