

**SERGIO LUIZ PEREIRA**

**PEA 5005**

**Ciência e Tecnologia da  
Automação e da Informação  
Aplicadas ao Desenvolvimento  
Sustentável**

**PARTE B**

# OBJETIVOS:

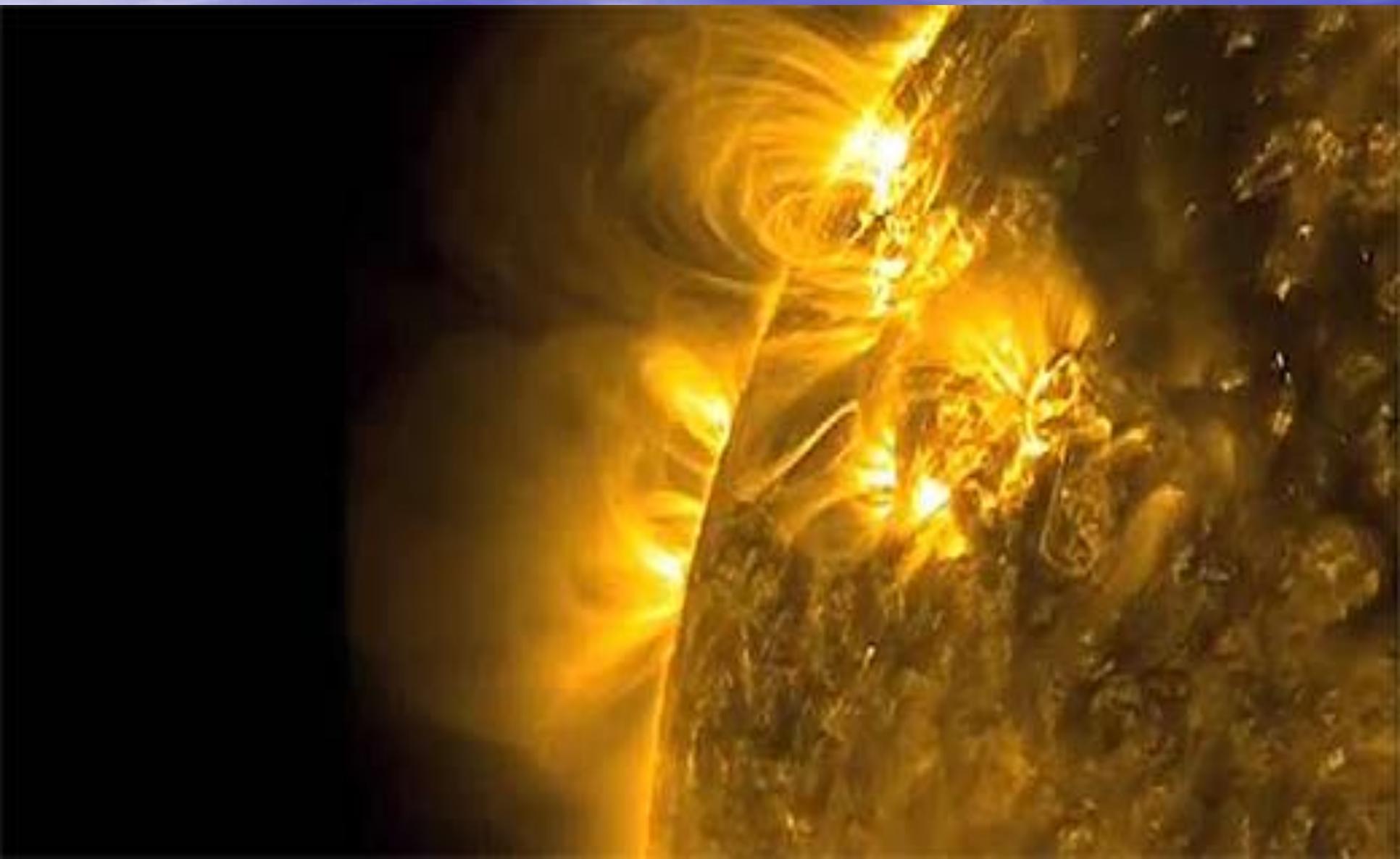
- **Conceituar, estudar e analisar como os modos produtivos ao longo da história interferiram e interferem no meio ambiente e conseqüentemente na qualidade de vida da humanidade.**
- **Demonstrar como a Ciência e a Tecnologia da Automação (TA) e da Informação (TI) podem ser empregadas como poderosas ferramentas para a mitigação dos impactos ambientais e também tornarem-se ferramentas para possibilitar o desenvolvimento econômico associado à inclusão social.**

**Aula**

**ENERGIA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA,  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS**



# ENERGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



## Fontes Primárias

### Renováveis

Hidráulica  
Solar  
Biomassa  
Eólica  
Geotérmica  
Gás  
Hidrogênio  
Mares

### Não Renováveis

Petróleo  
Gás Natural  
Carvão  
Mineral  
Urânio



Extração,  
Tratamento  
e  
Tecnologia  
de  
Conversão



## Energia Secundária

Eletricidade  
de  
Etanol  
Biodiesel  
Gasolina  
Calor



Tecnologia  
de  
Conversão  
Para  
Uso Final



## Uso Final

Iluminação  
Força motriz  
Aquecimento  
Aquecimento  
Refrigeração  
Lazer  
Climatização  
Cocção  
Informática  
Eletroquímica  
Etc

# ENERGIA E MEIO AMBIENTE



<http://pt.wikipedia.org/wiki/FLORESTA> 02/02/2007



**Em 400 A.C. o filósofo Platão lamentou as florestas perdidas que cobriam as montanhas da Grécia. Estas florestas eram descritas por Homero e foram derrubadas para a construção de navios e armas. (Goldemberg)**

**Meio ambiente é o conjunto de forças e condições que cercam e influenciam os seres vivos e as coisas em geral. Os constituintes do meio ambiente compreendem clima, iluminação, pressão, teor de oxigênio, condições de alimentação, modo de vida em sociedade e para o homem, educação, companhia, etc. ([http://pt.wikipedia.org/wiki/Meio\\_ambiente](http://pt.wikipedia.org/wiki/Meio_ambiente))**

<http://www.itaiputranspesa.com.br/fotos.htm> 02/02/2008

**Biosfera** (do grego *βίος*, *bíos* = vida; e *σφαῖρα*, *sfaira* = esfera; esfera da vida) é o conjunto de todos os ecossistemas da Terra. A biosfera compreende desde o topo das mais altas montanhas até as profundezas dos oceanos, ela é delimitada de acordo com a presença de seres vivos. Até onde se sabe a Biosfera no planeta Terra começa em torno de 7000m de altitude e vai até 11.000 m de profundidade. **Faixa de aproximadamente, 18 Km.**

**Hidrosfera:** espaço ocupado por água (hidro). Os oceanos, mares, lagos, rios e lençóis freáticos.

**Litosfera:** espaço formado por solo, rochas (litos).

**Atmosfera:** espaço formado por gás (atmos). É constituída por nitrogênio (78%), oxigênio (21%), gás carbônico (0,03%), gases nobres e vapor d'água. a.era compreende desde o



Fonte; <http://br.photaki.com/pictures-biosfera-p7> Acesso 21/01/2014



Fonte; <http://br.photaki.com/pictures-biosfera-p7> Acesso 21/01/2014

# TRABALHO, ENERGIA E LEIS FUNDAMENTAIS DA TERMODINÂMICA

«Em geral, o **conceito** e uso da palavra energia se refere "ao potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação". A **palavra** é usada em vários contextos diferentes. O uso **científico** tem um significado bem definido e preciso enquanto muitos outros não são tão específicos.

**ENERGIA ASSOCIADO AO MOVIMENTO DE UM CORPO É DENOMINADA ENERGIA CINÉTICA.**



Fonte: <http://www.fotosearch.com.br/fotos-imagens/avi%C3%A3o.html>

**ENERGIA ASSOCIADO À POSIÇÃO DE UM CORPO É DENOMINADA ENERGIA POTENCIAL.**



Fonte: <http://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/alpinista>

## Conceito de energia - Evolução com o tempo

- Isaac Newton (1642-1727) formulou as leis do movimento e definiu as energias cinética e potencial
- Fahrenheit (F) e Celsius (C), criaram as escalas de temperatura – medição de quantidade de calor
- Thompson (1753-1814) conceituou a conversão de trabalho mecânico em calor
- Thomas Young (1773-1829) cunhou em 1807 o termo energia, a partir do grego *energeia* (em trabalho ou atividade) para unificar os aspectos observados
- James P. Joule (1818-1889) determinou a equivalência energética entre calor , trabalho e energia elétrica ( 1 caloria = 4,186 joules)
- Max Planck (1858-1947) explicou os aspectos energéticos da luz
- Albert Einstein desenvolveu a teoria da relatividade , unificando todas as formas de energia e dando lhe uma equivalência em massa (  $E= mc^2$ )

Assim, **Energia** pode ser definida como a capacidade de realizar **trabalho**. Trabalho, por sua vez, é o resultado de força sobre o deslocamento de um corpo

A energia pode ser:

- **Cinética** - a partir da força das ondas e dos ventos
- **Gravitacional** - a partir das quedas de água
- **Elétrica** - a partir das baterias, alternadores
- **Química** - obtida pelas reações exortérmicas como a combustão do diesel e gasolina
- **Térmica** - pela queima da madeira ou carvão
- **Radiante** - pela luz solar
- **Nuclear** - obtida pela fissão dos átomos de urânio ou fusão do núcleo de hidrogênio

**Isaac Newton ( 1642-1727)** - deu nome de força a qualquer agente capaz de produzir o movimento dos corpos e foi mais adiante , ao estabelecer a relação que diz qual a força necessária para provocar um determinado movimento.

**Força (f) = massa (m) x aceleração (a)**

Frequentemente não é suficiente aplicar uma força num corpo para que este entre em movimento. É necessário mantê-la enquanto ele se movimenta. Daí a necessidade de definir trabalho, que é o produto da força pela distância percorrida.

**Trabalho (W)= força (F) x deslocamento (d)**

Unidade comumente utilizada tanto para o trabalho quanto para a energia mecânica é o joule (J) =  $1\text{N}\cdot\text{m} = \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$

Energia mecânica = capacidade de realizar trabalho

A energia pode ser transformada de uma forma para outra, mas não pode ser criada nem destruída.

Sempre que se transforma energia ocorrem perdas

Calor (Q) é uma forma de energia que flui entre dois corpos devido a sua diferença de temperatura

Calor não pode ser armazenado nem criado a partir do nada, mas pode ser transferido através de condução, convecção ou radiação

**Potência** - representa o fluxo de energia por unidade de tempo ou a taxa em que se executa trabalho

No sistema internacional (SI) a potência se mede em Watts, que é igual a joule por segundo ( $1W=1j/s$ )

Outras unidades para potência:

- Horse Power (HP) - 746W
- Calorias /dia ou calorias/hora
- British thermal unit (BTU) /hora

# TRABALHO --- ENERGIA

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

$$1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ Joule} = \text{Nm}$$

$$\text{Trabalho} = \text{Força} \times \text{dist\~{a}ncia} = \omega = F \times d = \text{kgm}^2/\text{s}^2$$



**Trabalho é uma forma de transferir energia a um corpo.**

**1 Joule é o trabalho realizado por uma força de 1 Newton para produzir o deslocamento de 1 metro.**

**ENERGIA CINÉTICA (T) (EC) =  $T = \frac{1}{2} mv^2$**

**ENERGIA POTENCIAL (U) (EP) =  $U = mgh$**

**As variações de T ou U são o trabalho realizado.**

**ENERGIA MECÂNICA = TRABALHO**

**$E = \omega = mgh_1 + \frac{1}{2} mv_1^2$**

**(é a capacidade de produzir trabalho)**

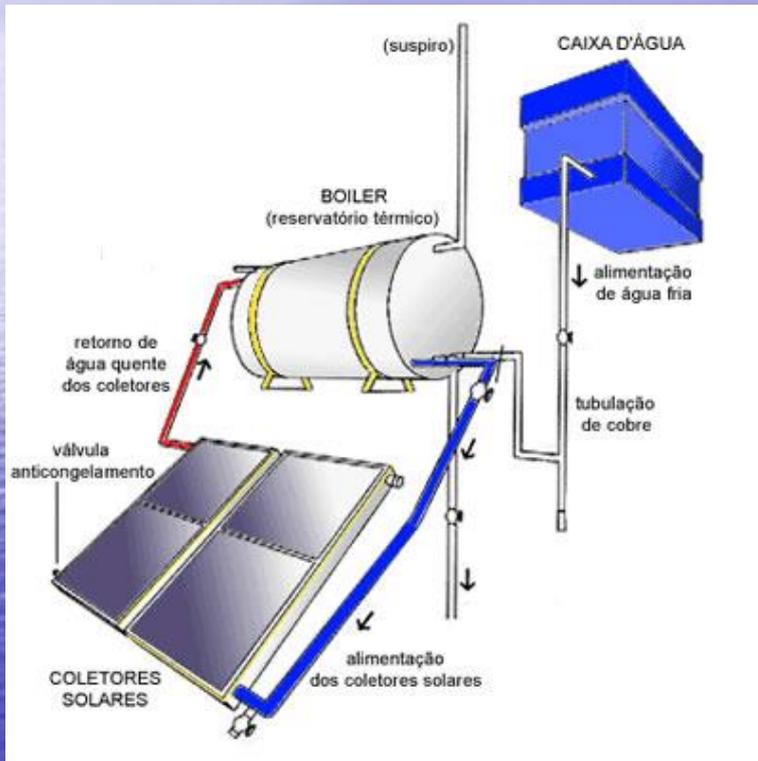


<http://www.fotosearch.com.br/fotos-imagens/guindaste.html#comp.asp?recid=57346398&xtra= acesso>  
20/01/2013

A primeira lei da Mecânica Clássica ou primeira Lei de Newton é a Lei da Inércia, a qual postula que: "Todo corpo mantém o seu estado de repouso ou de movimento uniforme seguindo uma linha reta, se não for compelido a mudar o seu estado por forças nele."

A segunda Lei de Newton estabelece que: "A variação com o tempo da quantidade de movimento ( $p$ ) de um corpo é proporcional à força aplicada e tem a direção desta força". Newton também definiu que a quantidade de movimento de um corpo ( $p$ ) é dado pelo produto da sua massa pela velocidade.

# ENERGIA

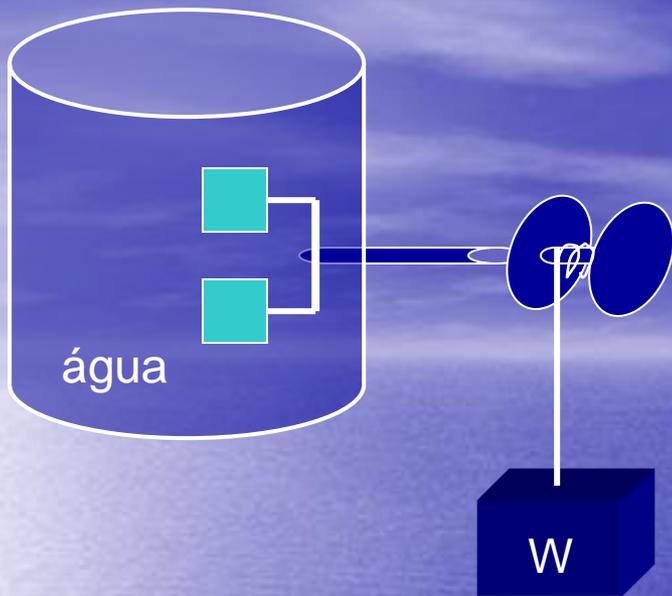


<http://www.brasilecola.com/fisica/aquecimento-agua-por-energia-solar.htm>  
acesso 20/01/2013

**1 caloria é a quantidade de energia necessária para elevar 1 grau centígrado um grama de água.  
(Energia Térmica (ET))**

**Obs. Lembrar que 1 caloria de alimento é na realidade 1 (cal alimento) = 1000 cal = 1 kcal = 1 Cal.**

**Em meados do século XIX, Joule mostrou que o trabalho mecânico podia ser transformado integralmente em calor, e que o calor mecânico equivalente é 4,1855 joules/caloria.**



Em meados do século XIX, o físico Inglês James Joule mostrou que o trabalho mecânico podia ser transformado integralmente em calor, e que o calor mecânico equivalente é 4,1855 joules/caloria

## 1º Lei da Termodinâmica:

$$\omega_{\text{sobre}} + Q_{\text{adicionada}} = \Delta (EC + Ep + ET) = \Delta E$$

$\omega_{\text{sobre}}$  = Trabalho realizado sobre um corpo

$\omega_{\text{pelo}}$  = Trabalho realizado por um corpo.

$$\omega_{\text{sobre}} = -\omega_{\text{pelo}}$$

No caso do experimento de Joule  $\omega_{\text{sobre}} = \Delta E =$  neste caso  $\Delta ET$

# **ALGUNS CONCEITOS FÍSICOS IMPORTANTES:**

**1 caloria é a quantidade de energia necessária para elevar 1 grau centígrado um grama de água.**

**Em meados do século XIX, Joule mostrou que o trabalho mecânico podia ser transformado integralmente em calor.**

$$**1 cal = 4,18 Joules**$$

**1 Joule é o trabalho realizado por uma força de 1 Newton.**

**Unidade de força (N) (Newton) é a força que produz a aceleração de 1 metro por segundo a cada segundo a um corpo de massa de 1 kg.**

# ENERGIA QUÍMICA (COMBUSTÃO)

**COMBUSTÃO (OU OXIDAÇÃO) É A REAÇÃO QUÍMICA NA QUAL O OXIGÊNIO É COMBINADO COM ALGUM OUTRO ELEMENTO.**

**A "OXIDAÇÃO" DO CARBONO PROCEDE ATRAVÉS DA SEGUINTE REAÇÃO QUÍMICA.**



**Por grama de carbono  
7,8 kcal.**

**A "OXIDAÇÃO" DO HIDROGÊNIO PROCEDE ATRAVÉS DA SEGUINTE REAÇÃO QUÍMICA.**



**Por grama de  
hidrogênio 34,2 kcal**

**Atualmente, a unidade (tpe) – Tonelada equivalente de petróleo- ou em Inglês (toe) “tonne of oil equivalent” é muito utilizada como medida do consumo energético mundial.**

**Um tep é definido como sendo a quantidade de energia (calor) liberada na combustão de uma tonelada de petróleo cru.**

**O valor energético do petróleo depende da composição química de cada poço ou mesmo de uma determinada fase de extração.**

**A IEA/OECD - International Energy Agency/Organisation for Economic Co-operation and Development – define um tep como sendo igual a 41.868 GJ ou mesmo igual a 11,63 MWh.**

**A Primeira Lei da Termodinâmica** estabelece que um sistema não pode gerar ou eliminar energia. Isto significa afirmar que a energia não pode ser criada ou destruída. Apenas pode ser armazenada, transferida ou mesmo convertida de uma forma para outra.

**A Segunda Lei da Termodinâmica** trata sobre o fluxo natural da energia e também sobre o rendimento das máquinas térmicas. Os dois enunciados centrais são respectivamente de Rudolf Julius Emanuel Clausius e de Kelvin-Planck:

a - “O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para um outro corpo de temperatura mais alta”

b - “É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.”

## A segunda Lei de Newton:

“A variação com o tempo da quantidade de movimento é proporcional à força aplicada e tem a direção desta força”

$$\vec{F} = \frac{D\vec{p}}{dt} = d \frac{(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

quantidade de movimento

Um meteoro de 6 kg está se movimentando no espaço. Qual será a aceleração do mesmo se ele for submetido a uma força líquida de 3N?

Resposta

$$R = \frac{F}{m} = \frac{3N}{6kg} = 0,5 \frac{m}{s^2}$$



**POTÊNCIA: É O TRABALHO O REALIZADO POR UMA UNIDADE DE TEMPO. É A TAXA COM QUE SE REALIZA UM TRABALHO OU A TAXA QUE A ENERGIA É “PRODUZIDA”, CONVERTIDA OU TRANSFERIDA.**

$$\text{Pot} = (\text{Trabalho realizado}) / (\text{Tempo gasto})$$

$$\text{Pot} = (\text{Energia utilizada}) / (\text{Tempo gasto})$$

$$P = w/t \quad W = \text{Watt é um Joule por segundo} = \text{J/s}$$

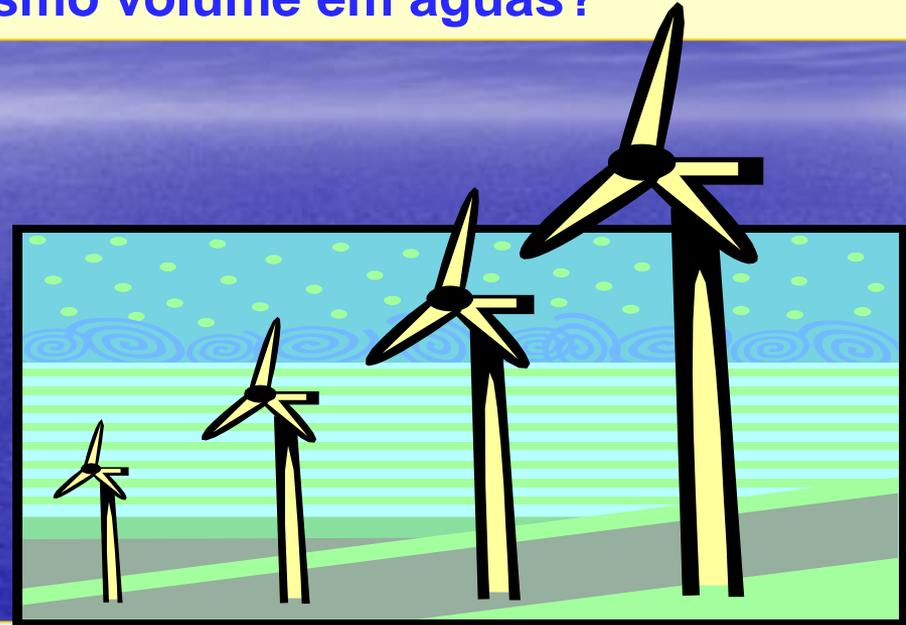
$$E = P \times t \quad \text{Energia} = \text{Potência} \times \text{tempo}$$

**1 HP = 746 W “aproximadamente a potência de 7,5 homens”**

1 (J) Joule	107 ergs
1 (W) Watt	1 J/s
1 HP	746 W
1 CV	736 W
1 cal	4,18 J
1 quilowatt-hora (kWh)	3.600.000 J
1 TEP (tonelada equivalente de petróleo)	10.000.000 kcal; 1,28 tonelada de carvão; 11.630 kWh
1 BTU – British Thermal Unity	252 cal
1 kW /ano	0,753 TEP/ano

## Exercício: Perguntas:

- a - Qual é a energia de 1 kg de ar(1m<sup>3</sup>) movendo-se a 15 m/s (54 km/h)?
- b – Toda essa energia pode ser aproveitada? (Justifique sucintamente)
- c - Qual seria a energia se fosse o mesmo volume em águas?



## Respostas:

a -  $EC = \frac{1}{2} m \times V^2 = \frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times (15 \text{ m/s})^2 = 112 \text{ J}$

b – Não, porque existe o rendimento da turbina e dos demais componentes do sistema. (*Obs. Pesquise a faixa de rendimento*)

c - Se fosse o mesmo volume de água a energia seria 1000 vezes maior. (densidade de energia)

No final do século XX o consumo de energia dos EUA foi de aproximadamente  $95 \times 10^{15}$  Btu/ano. Calcular:

a- A potência média despendida por pessoa morador nos EUA.

1 Btu = 252 cal e 1 cal = 4,18 J portanto 1 Btu = 1050 J

Portanto, aproximadamente  $E = 100 \times 10^{18}$  J / ano por pessoa.

$100 \times 10^{18}$  J / ano

O consumo de E por pessoa =  $\frac{100 \times 10^{18} \text{ J / ano}}{250.000.000 \text{ pessoas}} = 3,64 \times 10^{11}$  pessoa/ano

Como 1 ano =  $3,16 \times 10^7$  segundos e a Potência é E/t

$3,64 \times 10^{11}$  pessoa/ano

Potência média/pessoa aprox. Pot =  $\frac{3,64 \times 10^{11} \text{ pessoa/ano}}{3,16 \times 10^7 \text{ s / ano}} = 12$  KW/pessoa

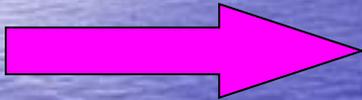
## **Tab. De calor produzido na combustão de um grama**

<b>Metano (gás natural)</b>	<b>13,2 kcal</b>
<b>Óleo</b>	<b>10 kcal</b>
<b>Lipídio (gordura)</b>	<b>9,1 kcal</b>
<b>Carbono (carvão)</b>	<b>7,8 kcal</b>
<b>Álcool etílico</b>	<b>7,1 kcal</b>
<b>Proteína</b>	<b>5,7 kcal</b>
<b>Glicose</b>	<b>4,1 kcal</b>

- **ATÉ ONDE SE SABE A ENERGIA PODE SER CONVERTIDA, PORÉM, NÃO PODE SER CRIADA OU DESTRUÍDA.**

## BALANÇO ENERGÉTICO DE UM SISTEMA

**ENERGIA  
CONSUMIDA**



**SISTEMA  
ENERGÉTICO**

**ENERGIA  
CONVERTIDA  
(ÚTIL)**



**ENERGIA  
PERDIDA**



# EFICIÊNCIAS DE DIVERSOS SISTEMAS DE CONVERSÃO

Sistema de conversão	Eficiência em %
Geradores mecânicos → elétricos	70 – 99
Motor elétrico	50 – 95
Fornalha a gás (química → térmica)	70 – 95
Turbina eólica (mecânica → elétrica)	35 – 50
Usina de combustível fóssil (química → térmica → mecânica → elétrica)	30 – 40
Usina nuclear (nuclear → térmica ~ ~ > elétrica)	30 – 35
Motor de automóvel (química → térmica ~ ~ > mecânica)	20 – 30
Célula fotovoltaica (solar → elétrica)	5 - 28

## Potência e rendimento de motores elétricos (valores típicos aproximados)

Potência nominal (CV)	Rotação do eixo em RPM	Rendimento	Fator de Potência
<b>1,0</b>	<b>1705</b>	<b>69%</b>	<b>0,66</b>
<b>5,0</b>	<b>1730</b>	<b>83%</b>	<b>0,80</b>
<b>25,0</b>	<b>1750</b>	<b>90%</b>	<b>0,84</b>
<b>125,0</b>	<b>1770</b>	<b>92%</b>	<b>0,88</b>
<b>500,0</b>	<b>1785</b>	<b>95%</b>	<b>0,91</b>

# EFICIÊNCIA DAS FONTES LUMINOSAS ELÉTRICAS



**ENERGIA ELÉTRICA**



**ENERGIA LUMINOSA**

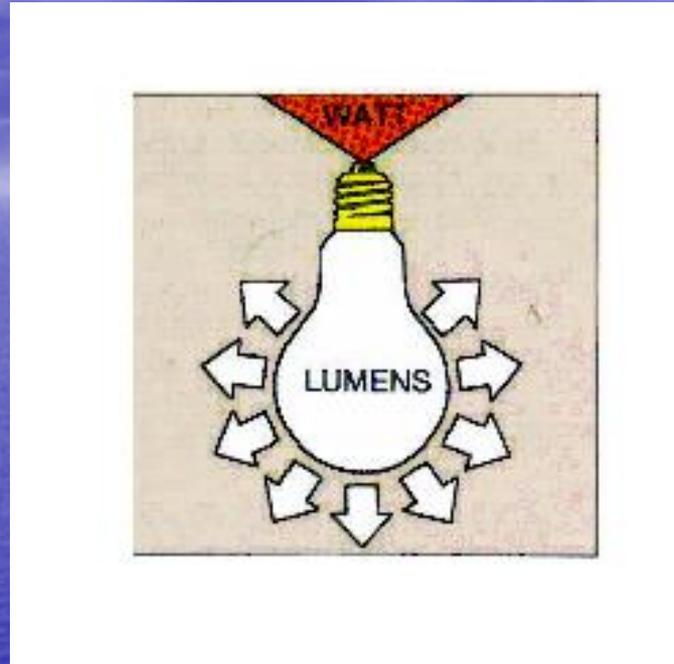


**ENERGIA ELÉTRICA**



**ENERGIA LUMINOSA**

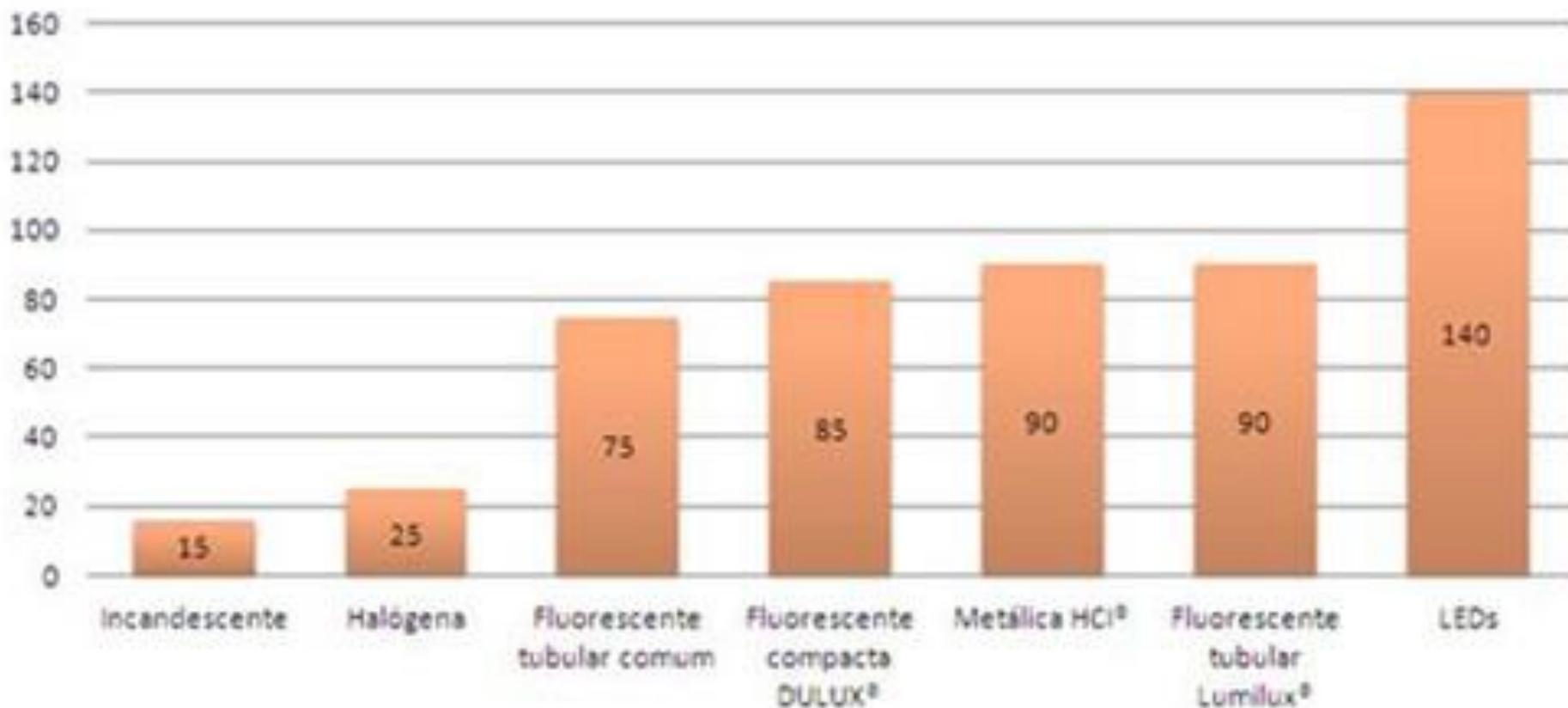
# EFICIÊNCIA DAS FONTES LUMINOSAS ELÉTRICAS



Fluxo luminoso (Lumen)

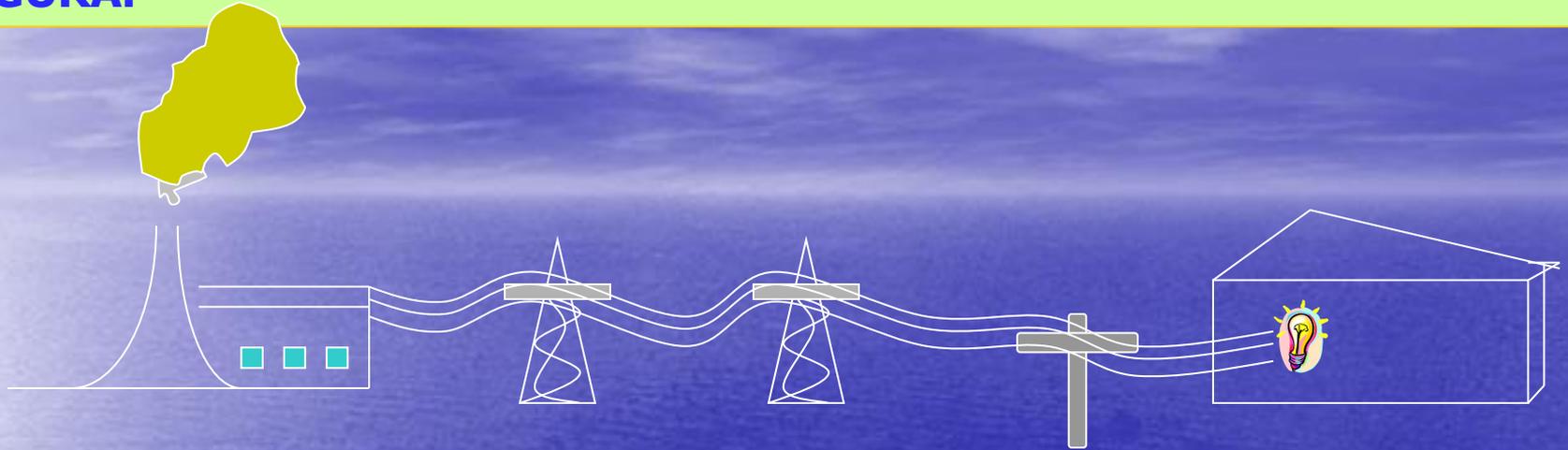
$$\eta = \frac{\text{Fluxo luminoso (Lumen)}}{\text{Potência (W)}}$$

## Máximo de eficiência energética possível para cada tipo de tecnologia (em lm/W)



Obs: no caso dos LEDs, 140 lm/W representa a eficiência já alcançada em vários tipos de LEDs em laboratório

**CALCULAR A EFICIÊNCIA GLOBAL DA CONVERSÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA EM ENERGIA LUMINOSA CONSIDERANDO O ESQUEMA DA FIGURA.**



**Usina  $E = 0,35$  Linhas de transmissão  $E = 0,90$  Iluminação  $E = 0,05$**

$$E_{\text{Global}} = E_{\text{usina}} \times E_{\text{linha}} \times E_{\text{iluminação}} = 0,35 \times 0,90 \times 0,05 = 0,016$$

**Ou seja:  $E_{\text{Global}} = 1,6\%$**

**Perguntas:**

**a - Como melhorar a eficiência global?**

**b - Onde o mesmo volume de investimento em R\$ trará mais retorno?**

**Fazer atividade classe.**

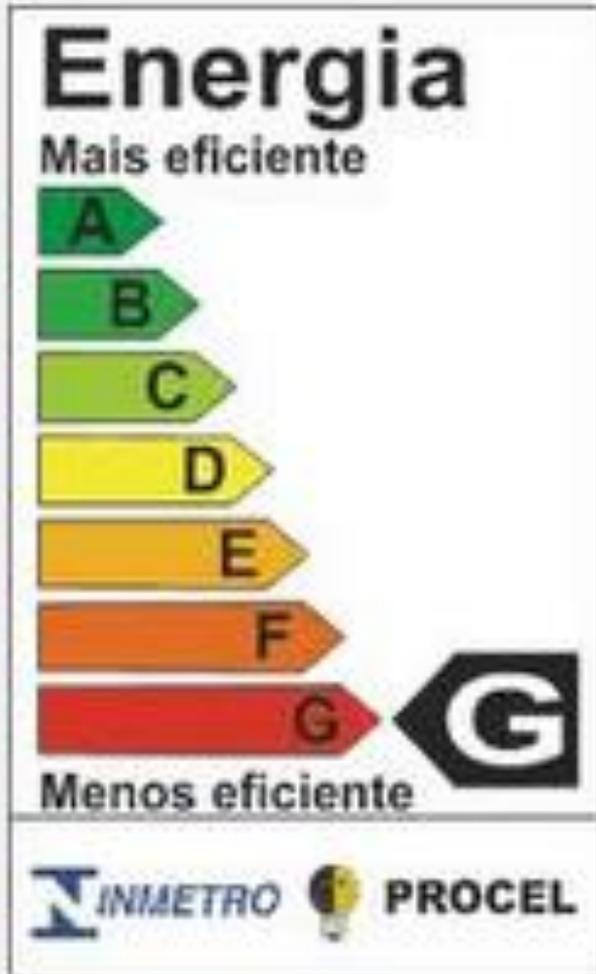
# BRASIL

## O PROCEL:

Programa sob do Ministério de Minas e Energia, conta, entre outros, com os seguintes subprogramas:

- PROCEL nas escolas
- Etiquetagem energética / Selo PROCEL
- Troca de lâmpadas de Iluminação Pública
- Treinamentos e Workshops
- Auditorias energéticas

[www.eletrobras.com.br/procel](http://www.eletrobras.com.br/procel)



[www.eletrabras.com.br/procel](http://www.eletrabras.com.br/procel)

**MEIO AMBIENTE**

**SOCIEDADE HUMANA**

**ATIVIDADE ECONÔMICA**

**SETORES: PRIMÁRIO, SECUNDÁRIO E TERCIÁRIO**

**VARIÁVEIS DE SUSTENTABILIDADE**

**EFEITOS DE SUSTENTABILIDADE**

**ENERGIA**

**MATÉRIAS-PRIMAS**

**RECURSOS  
HUMANOS**

**TECNOLOGIA**

**DECISÕES**

**DISTÚRBIOS**

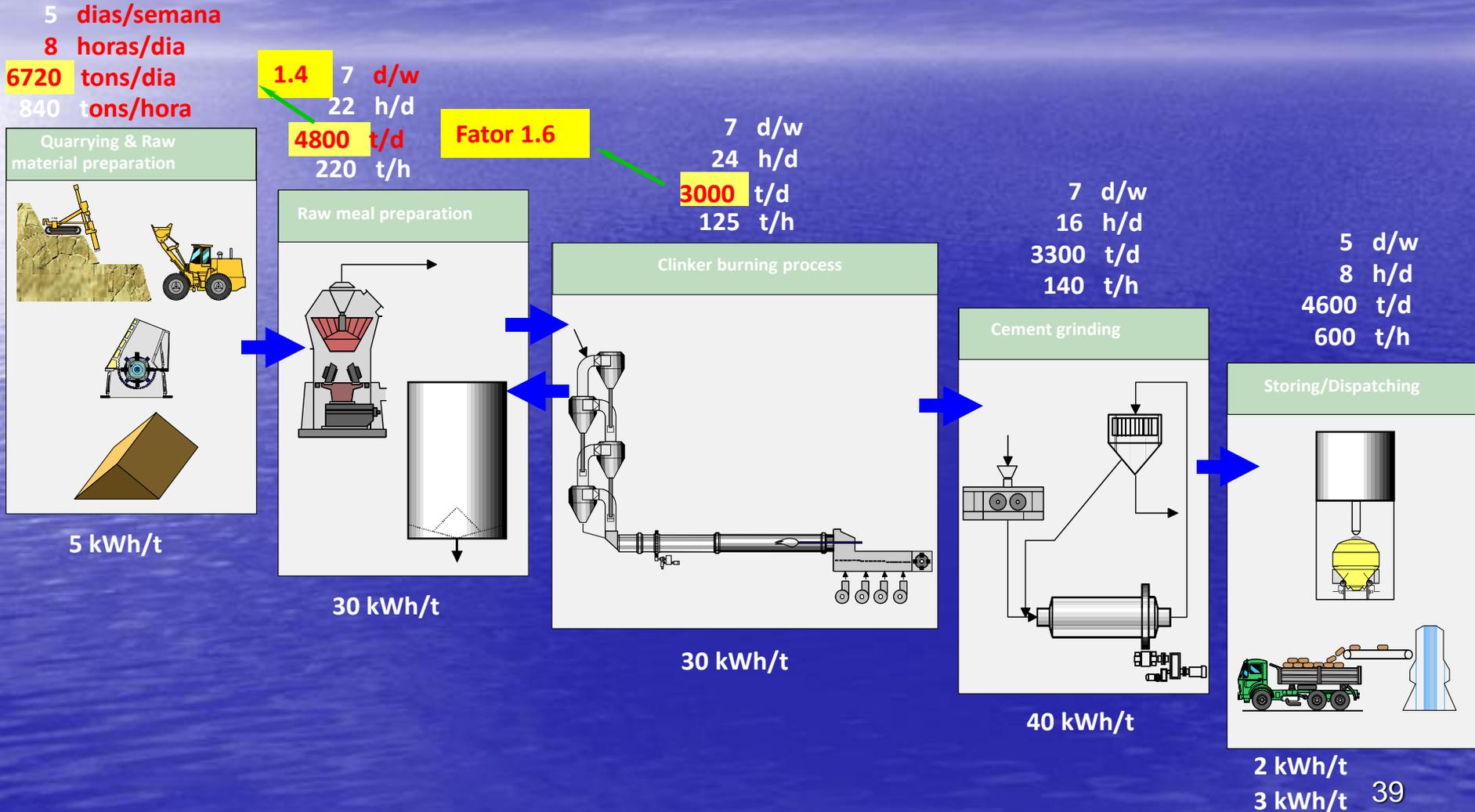
**PROCESSO  
PRODUTIVO**

**PRODUTO OU  
SERVIÇO**

**SUCATA**

**LIXO**

# Energia Gasta na Produção de Cimento e Concreto por cada Fase (Fonte Holcin)



**Em 1998**

**Consumo anual per capita dos países industrializados  $\approx$  5,20 TEP**

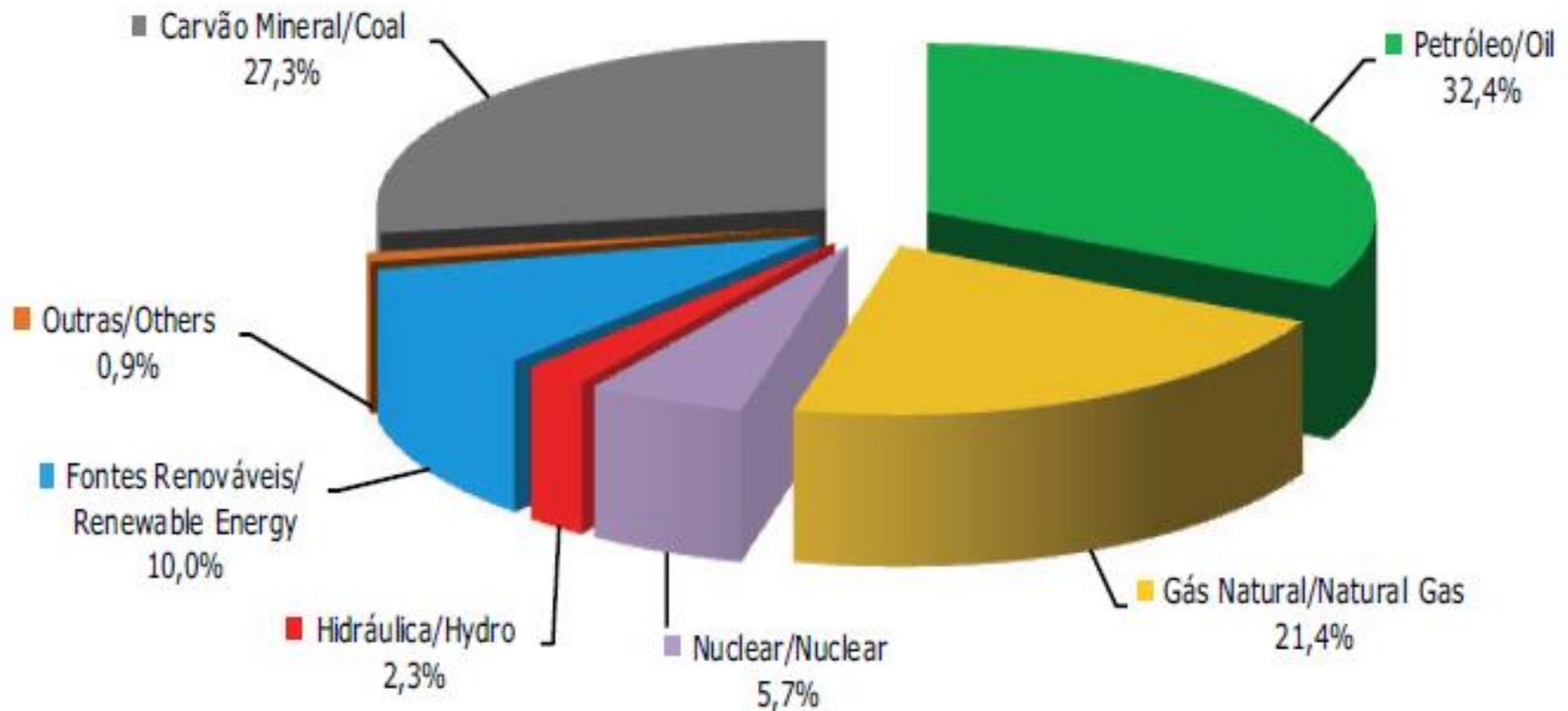
**Consumo anual per capita dos países em desenvolvimento  $\approx$  0,85 TEP  
(75% da população)**

**Consumo total de energia pela humanidade  $\approx$**

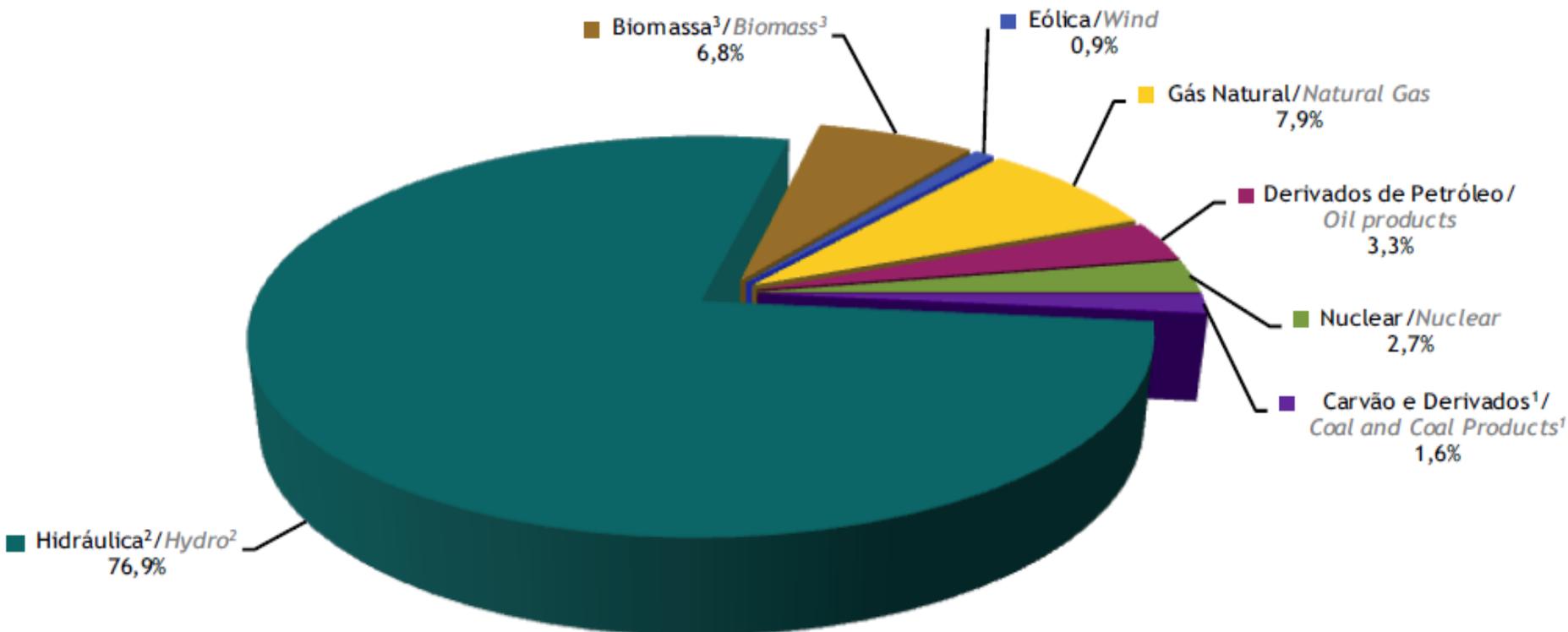
**$10,56 \times 10^6$  TEP**

# Oferta Mundial de Energia por Fonte - 2010

$12,717 \times 10^6$  TEP



# Matriz Energética Brasileira - 2012

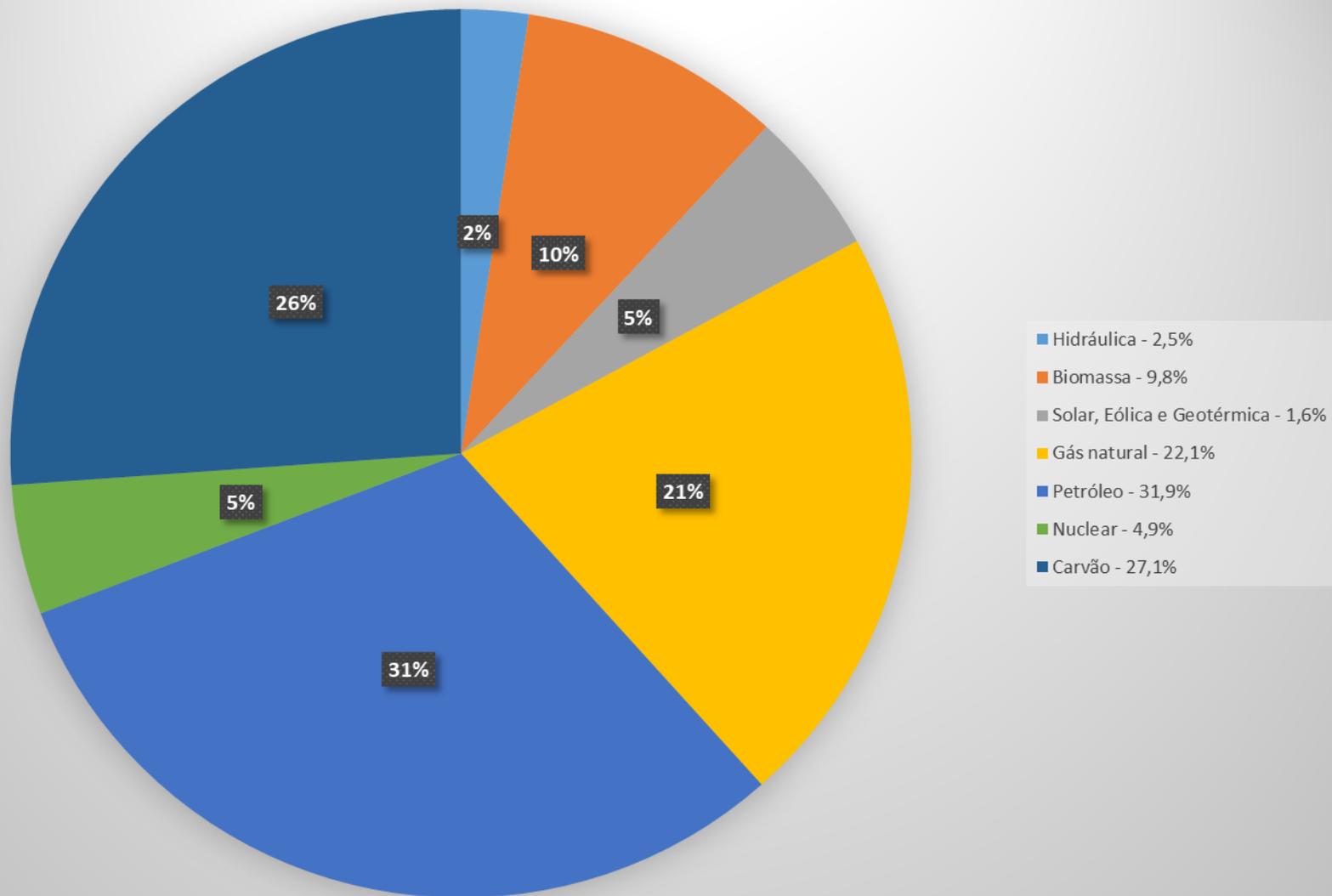


Notas/ Notes:

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria/ Includes coke oven gas

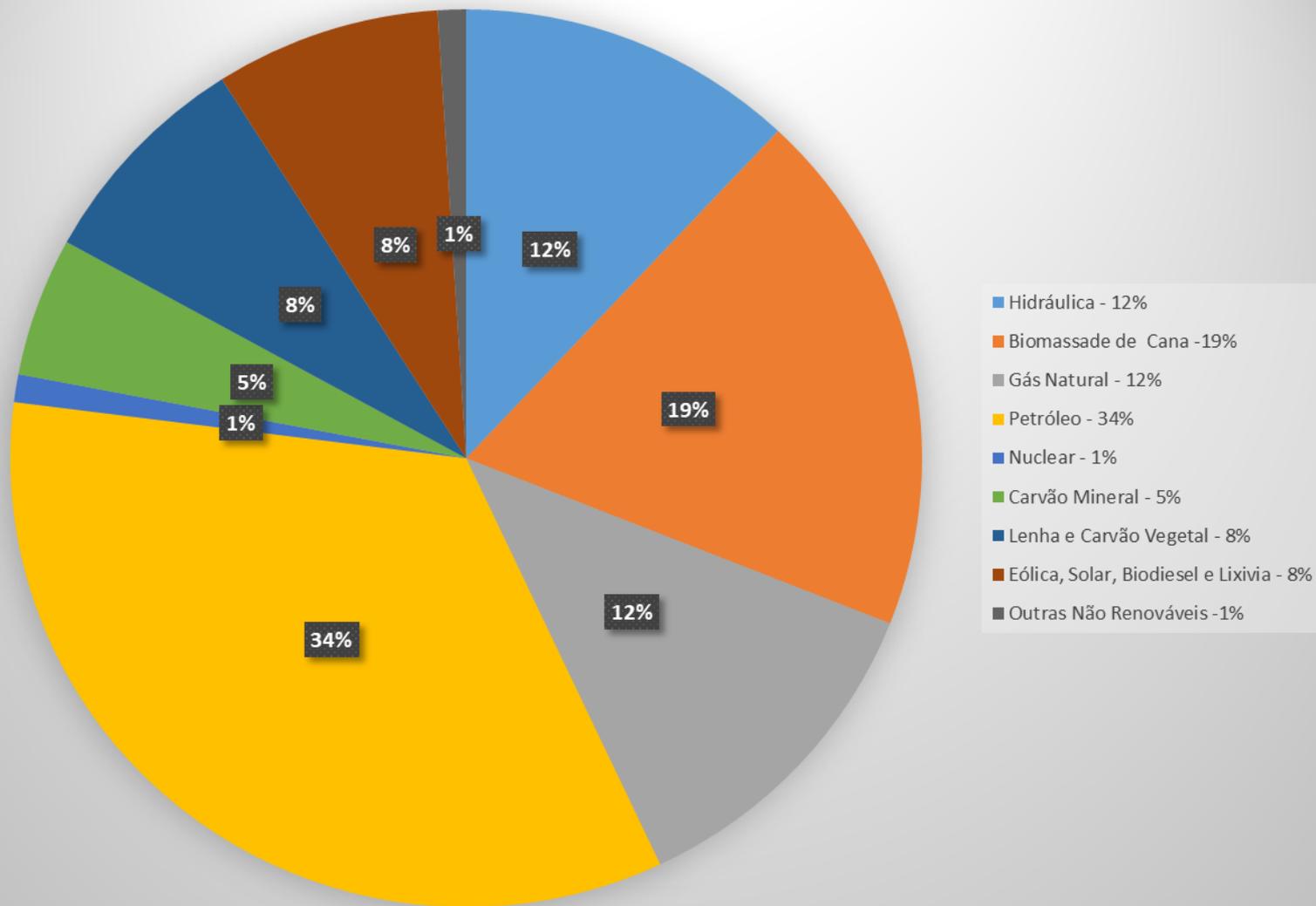
<sup>2</sup> Inclui importação de eletricidade/ Includes electricity imports

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações/ Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources



## Oferta mundial de Energia por Fonte em 2016 (%).

Fonte: IEA, 2018. Matriz Energética e Matriz Elétrica. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 18 ago. 2019.



## Oferta interna de energia no Brasil em 2019 (%).

Fonte: EPE Disponível em:<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-422/PDE%202029.pdf>.

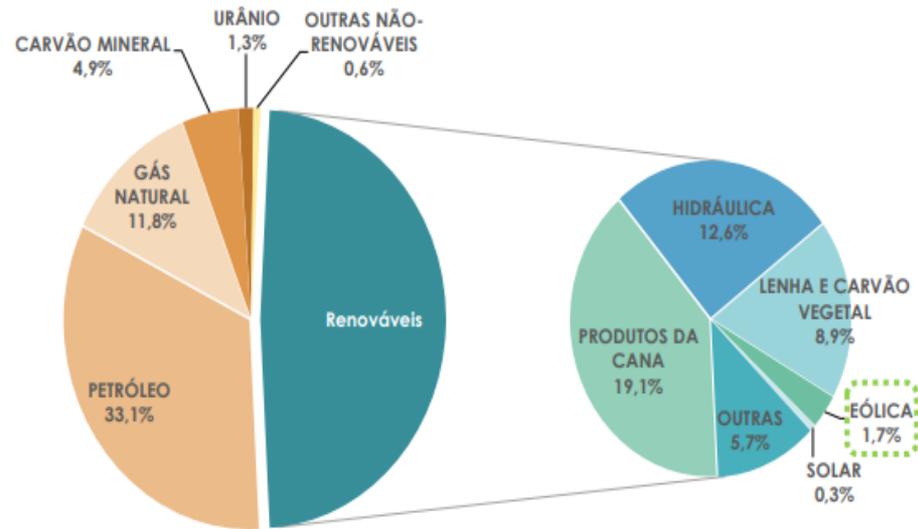
Acesso em: 19 mar. 2020.

# Matriz energética Brasileira (%)

Oferta Interna de Energia

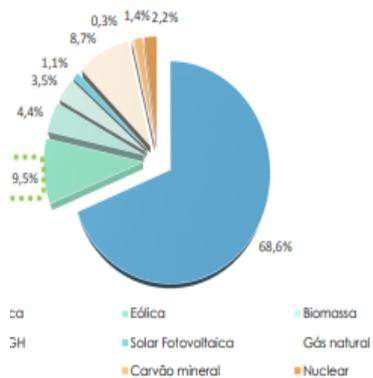
48% Renovável

52% Não Renovável



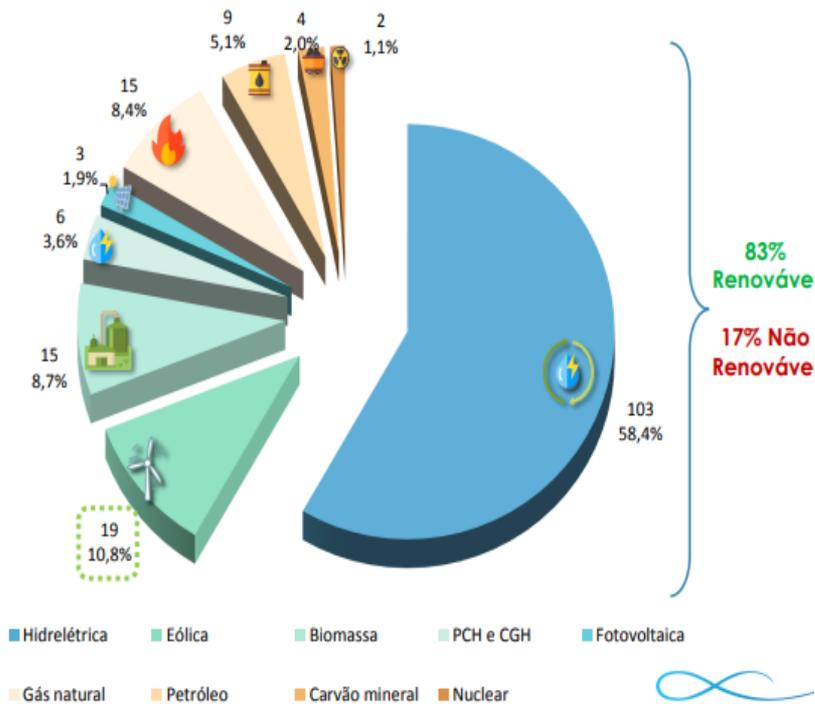
Fonte: Balanço Energético Nacional 2021 (ano base 2020) | ABEEólica

Matriz de Geração (% de MW médios)



Fonte: CCEE (Abril, 2021) | ABEEólica

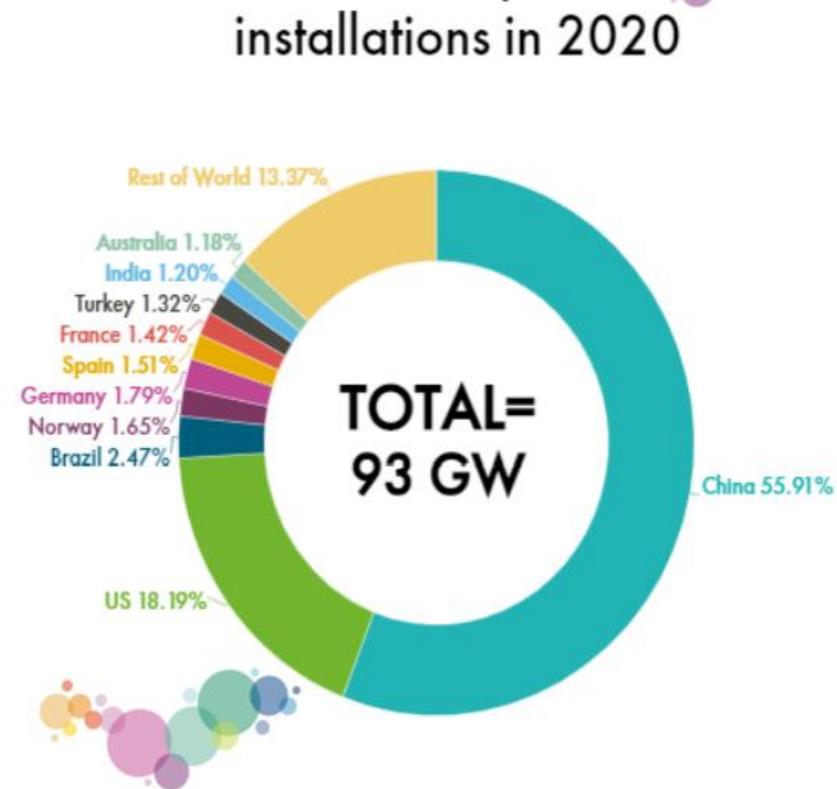
## Matriz Elétrica Brasileira (GW)



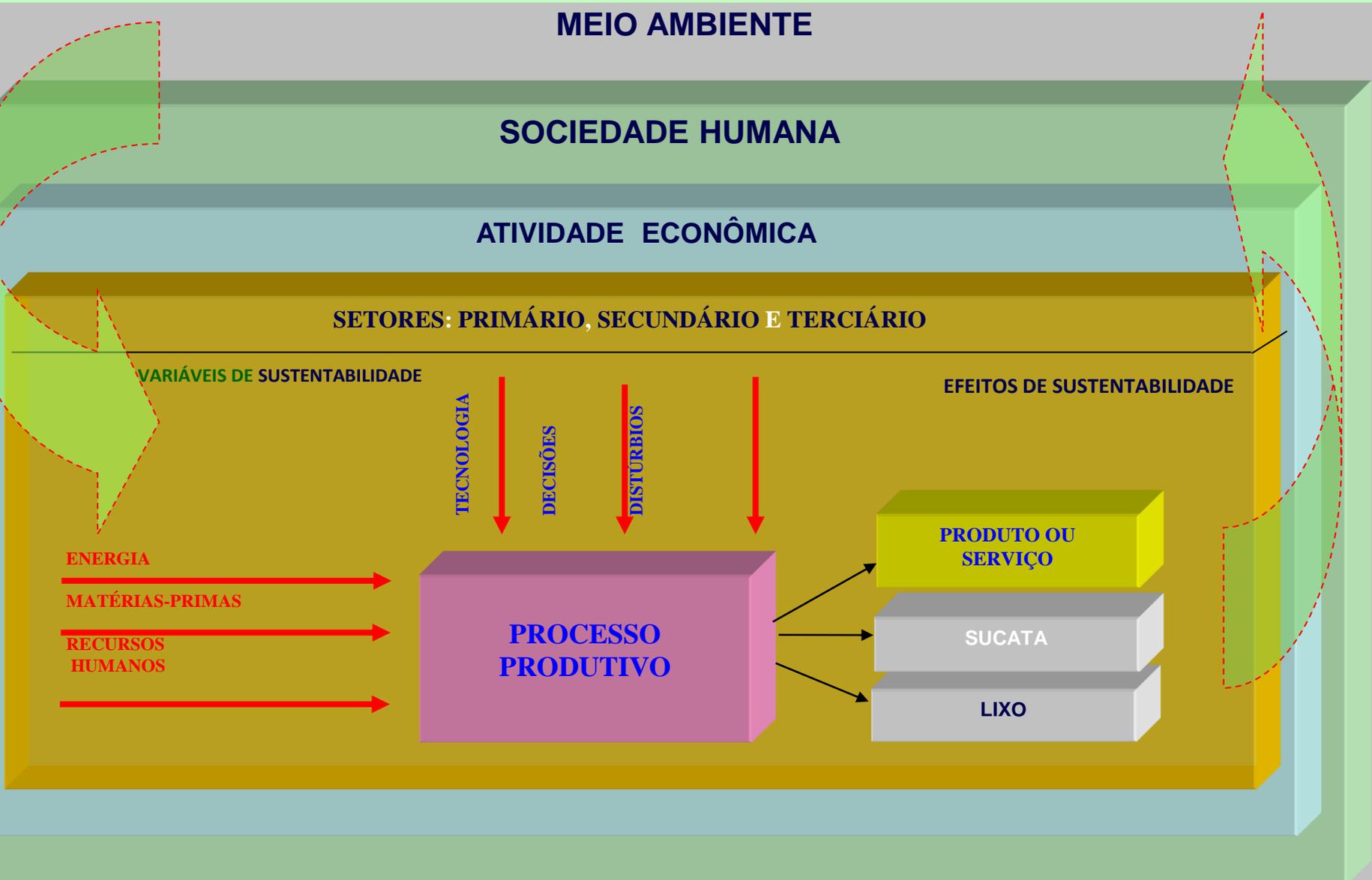
Fonte: ANEEL (Junho, 2021) | ABEEólica  
A matriz considera os dados das usinas eólicas em operação e em testes liberadas pela ANEEL

# Crescimento da Energia Eólica em 2020

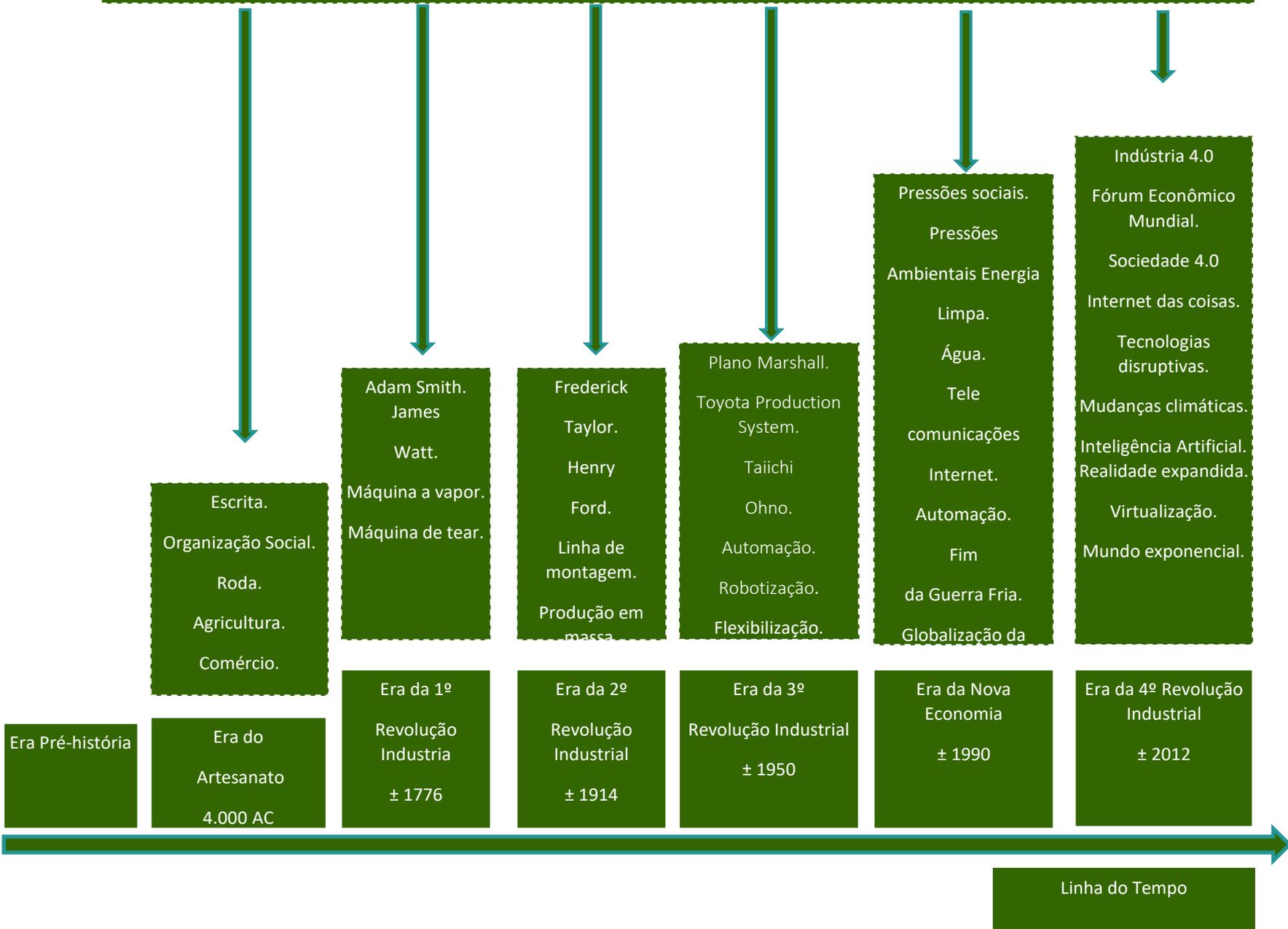
- **93 GW** de nova capacidade de energia eólica foram instalados em 2020;
- Estados Unidos e China representam cerca de 74,1% das novas instalações;
- A Energia Eólica teve um crescimento global de **53%** em relação ao ano de 2019 – **Capacidade Nova Instalada**;
- 86,9 GW - **Energia Eólica Onshore**;
- 6,1 GW – **Energia Eólica Offshore**;



# Conceituação de processo produtivo e termos afins (Necessidade de uma terminologia comum)



# Principais atores, fatores e desenvolvimentos tecnológicos

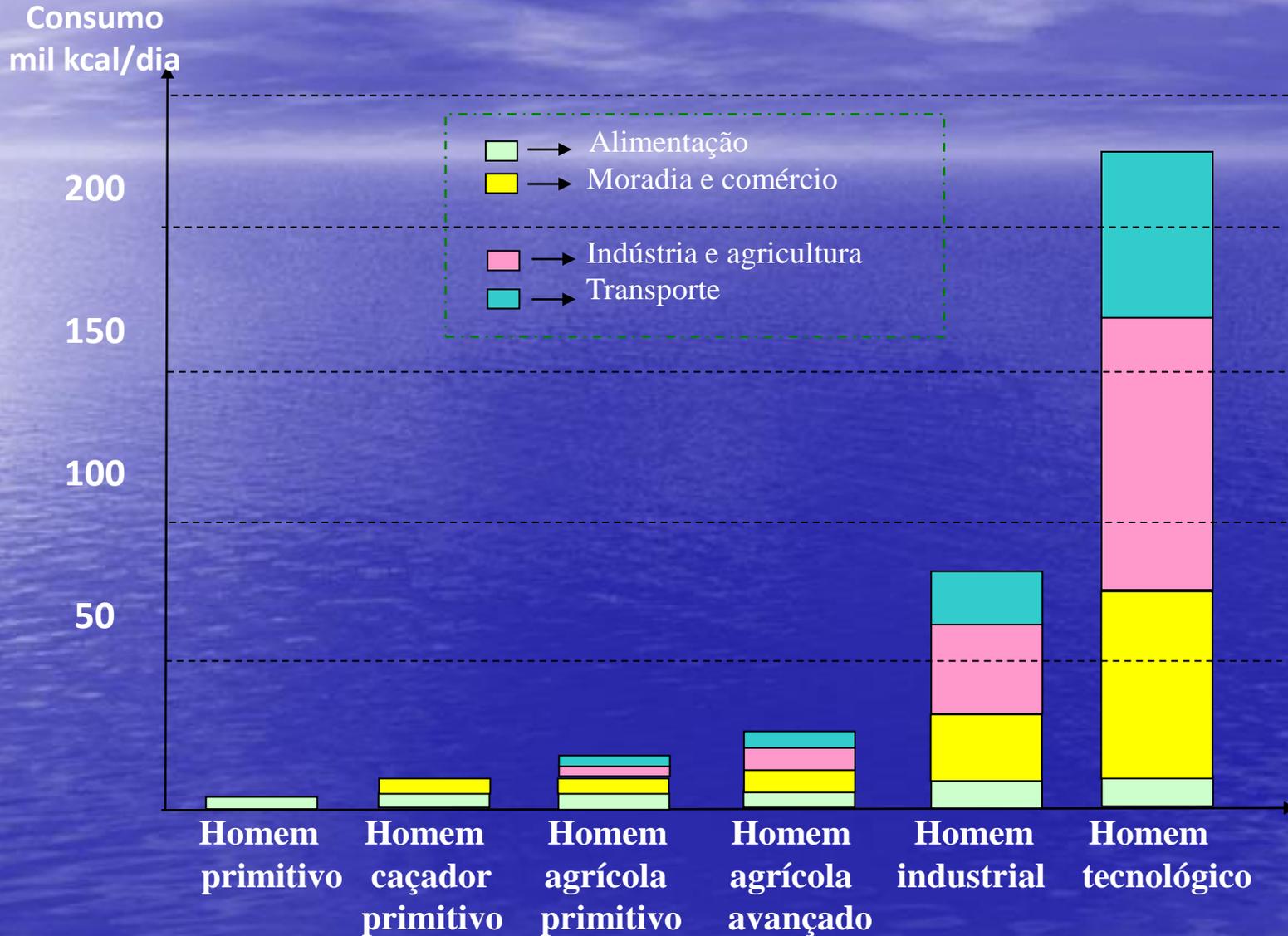


Linha do Tempo

# HIERARQUIA DAS NECESSIDADES HUMANAS SEGUNDO MASLOW ESTENDIDA PARA AS SOCIEDADES



# Consumo per capita de kcal por dia nas diversas fases do desenvolvimento humano



Fonte: Goldemberg, Villanueva (2003)

# Antarctic Ice Core Data 1

— Temperature Variation — CO2 Concentration

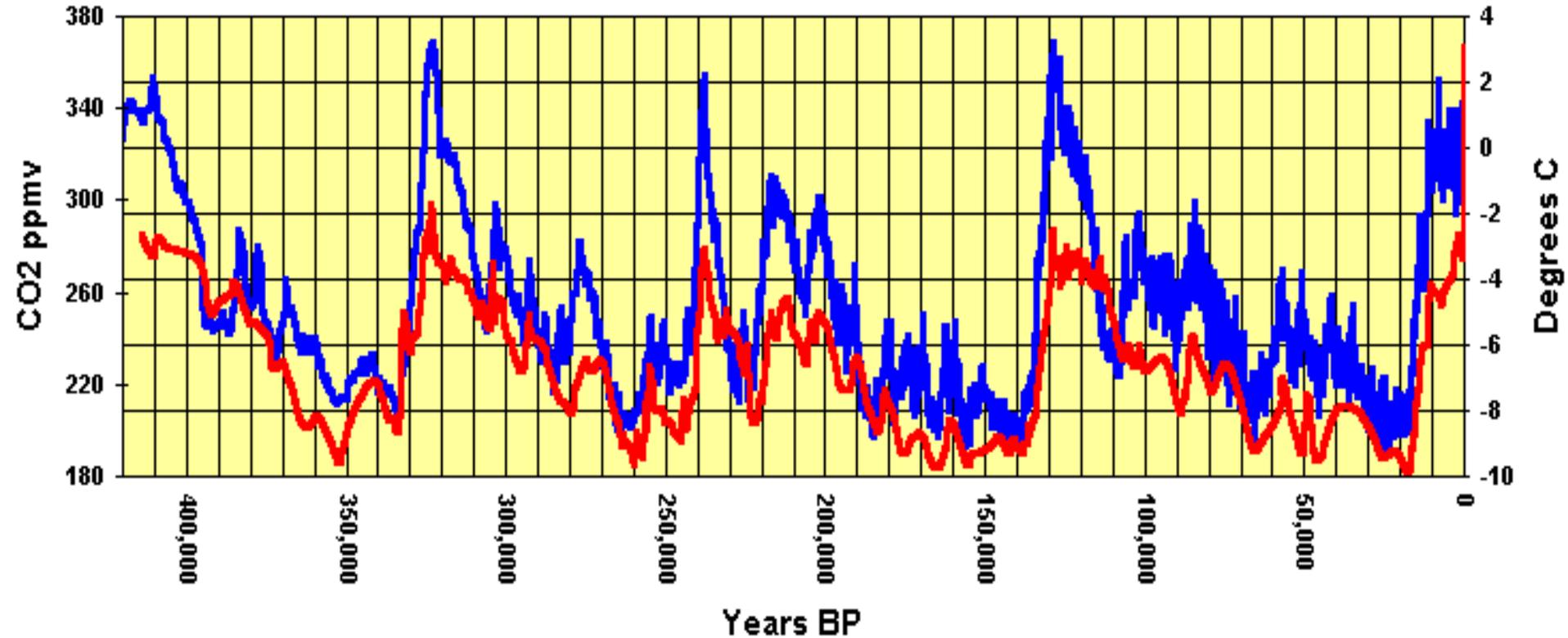
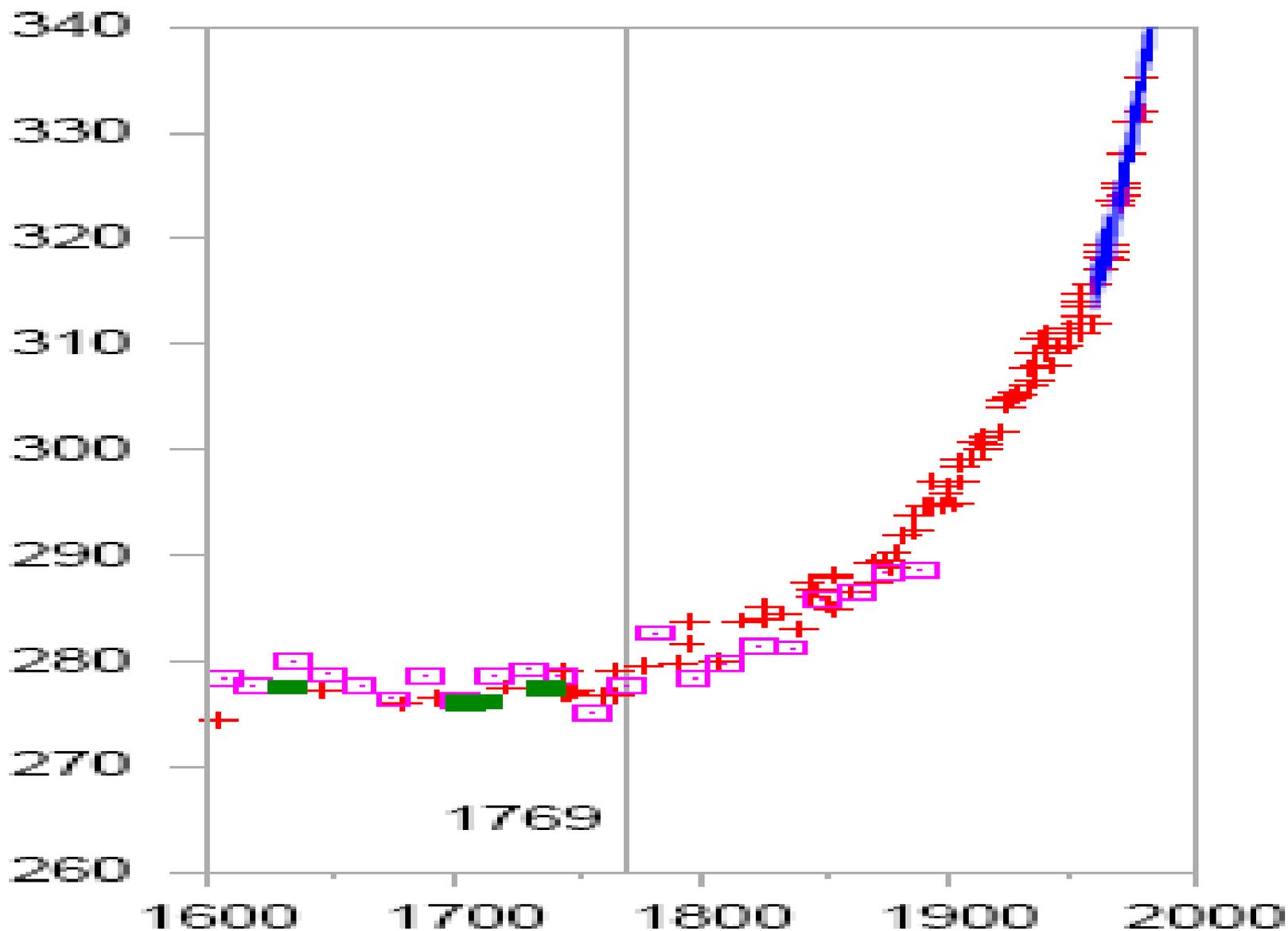


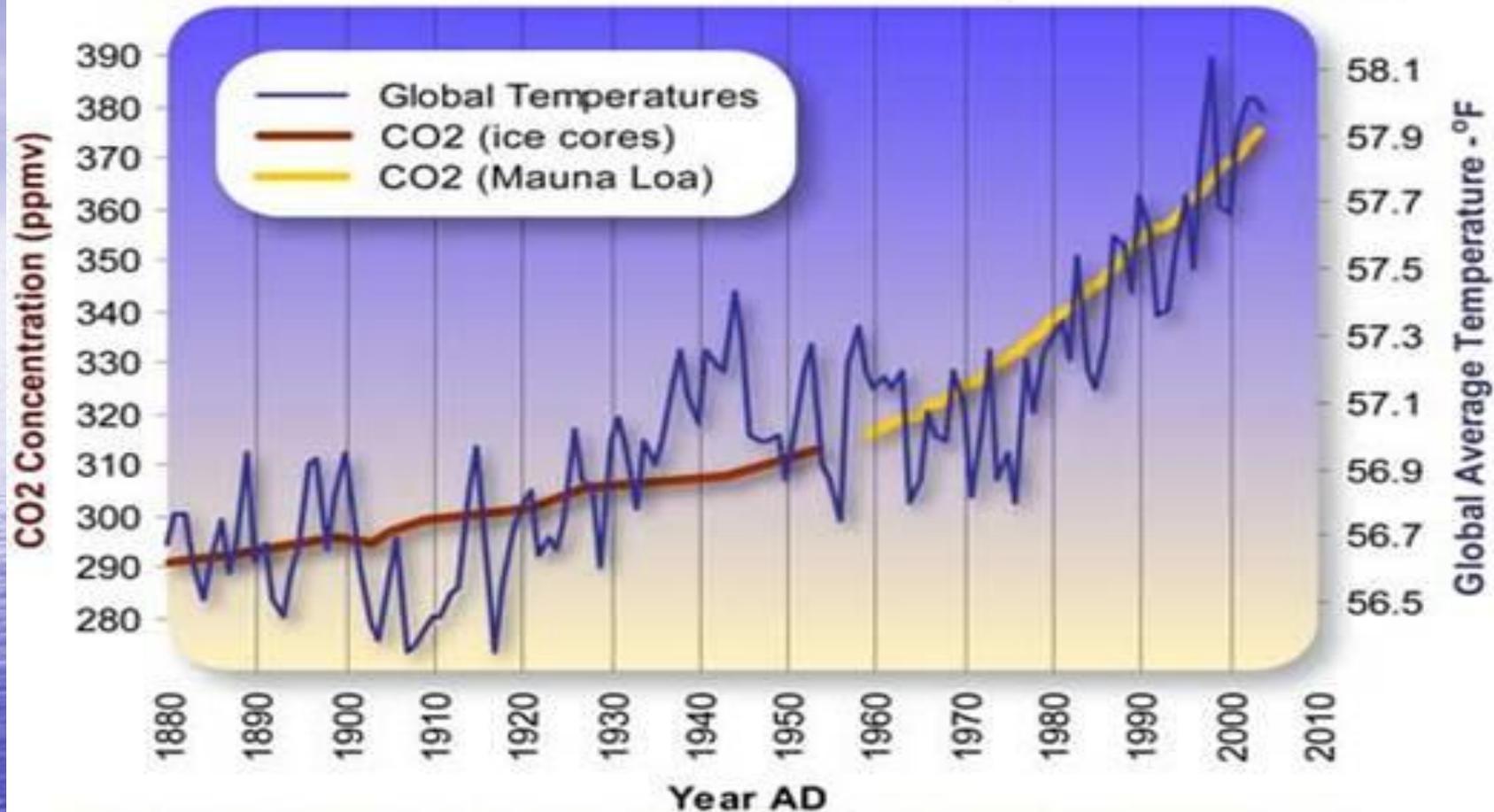
Gráfico histórico da variação de temperatura e da variação dos níveis de CO2 na atmosfera. Fonte: Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement du CNRS. Disponível <<http://www-igge.ujf-grenoble.fr/>> Acesso em 07 de junho de 2007

CO<sub>2</sub> concentration (ppm)



**Gráfico da variação do nível CO<sub>2</sub> na atmosfera desde 1500 a 2000.  
Fonte: Adaptado de MACKAY 2009**

# Global Average Temperature and Carbon Dioxide Concentrations, 1880 - 2004



Data Source Temperature: [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/annual\\_land\\_and\\_ocean.ts](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/annual_land_and_ocean.ts)

Data Source CO2 (Siple Ice Cores): <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/co2/siple2.013>

Data Source CO2 (Mauna Loa): <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/co2/maunaloa.co2>

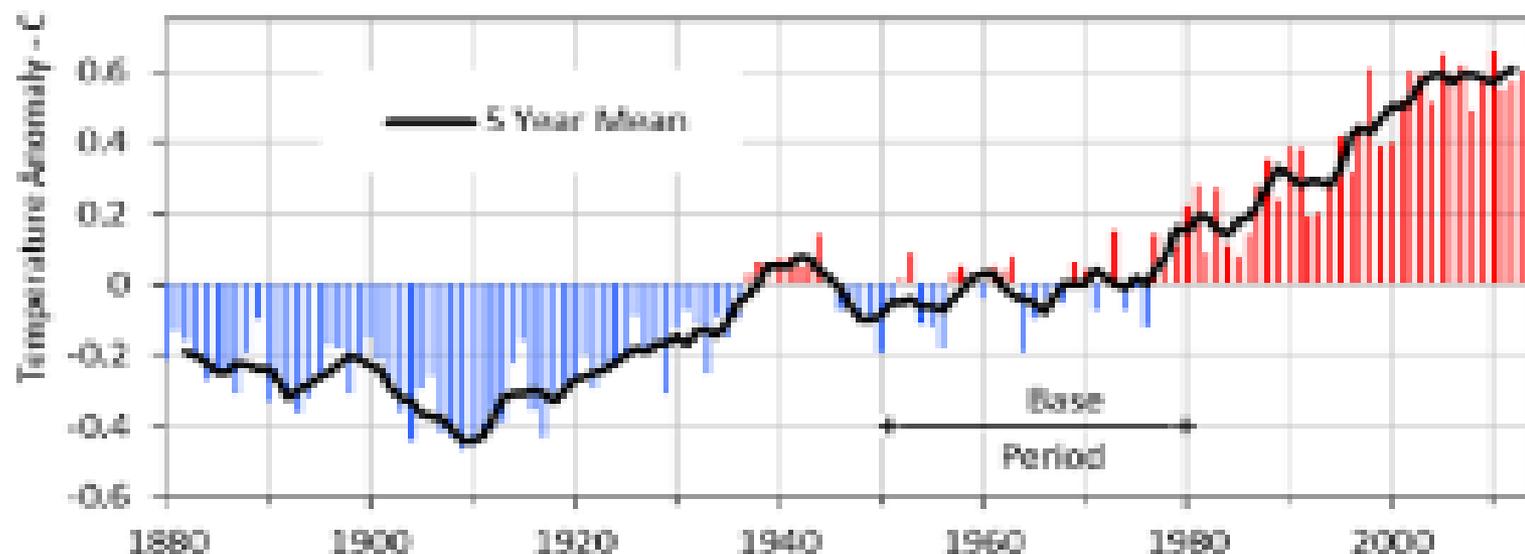
Graphic Design: Michael Ernst, The Woods Hole Research Center



Gráfico da temperatura média global e da concentração de Dióxido de Carbono na atmosfera.  
Fonte: Woods Hole Research Center. Disponível <<http://www.whrc.org/>> Acesso em 07 de junho de 2007

# Global Temperature, 1880 - 2014

Land - Ocean Index: 1951-1980 Base



Source: Goddard Institute for Space Studies (GISS) and Climate Research Unit (CRU), prepared by ProcessTrends.com, updated by globalissues.org

Gráfico da temperatura global entre 1880 e 2014. Disponível em: [https://www.google.com/search?q=michael+ernst+graphic+co2&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=XG5JEhO83bHacM%253A%252C4glULVZcEzmySM%252C\\_&vet=1&usg=AI4\\_-kT4g7qNjz5cTli5qSuxnGBNw-kfeQ&sa=X&ved=2ahUKEwiotIPcg9PjAhUeGLkGHZFnBv8Q9QEwAnoECAUQDA#imgdii=hF1Ywx2reuS60M:&imgsrc=Bwzl\\_76Y-LGI2M:&vet=1](https://www.google.com/search?q=michael+ernst+graphic+co2&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=XG5JEhO83bHacM%253A%252C4glULVZcEzmySM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kT4g7qNjz5cTli5qSuxnGBNw-kfeQ&sa=X&ved=2ahUKEwiotIPcg9PjAhUeGLkGHZFnBv8Q9QEwAnoECAUQDA#imgdii=hF1Ywx2reuS60M:&imgsrc=Bwzl_76Y-LGI2M:&vet=1). Acesso em: 25 jun. 2019.

## Atmospheric CO<sub>2</sub>

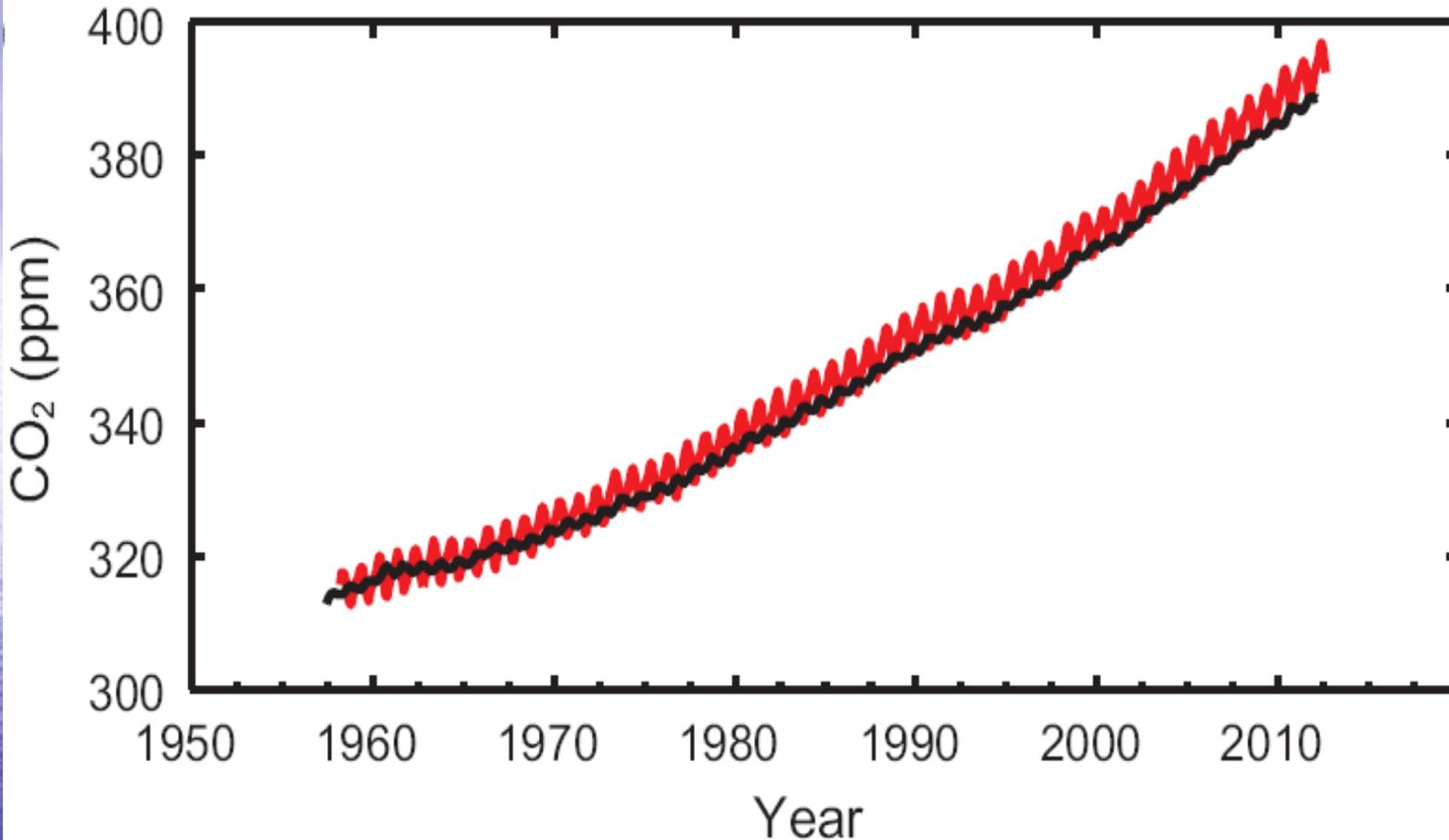


Gráfico da variação do nível CO<sub>2</sub> na atmosfera desde 1950 a 2012. Fonte: IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Acesso em: 12 out. 2016.

# **BIZZOTTO - ONU prevê secas e falta de água para mais de um bilhão.**

(2007). Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/bbc/ult272u61801.shtml>,>  
Acesso em 06/04/2007.

# **CANÔNICO - Aquecimento pode custar 20% do PIB global até 2050.**

(2006). Disponível em <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=42013>> Acesso em 09/12/2008.

# **UOL Notícias - População idosa será maior que a de crianças pela primeira vez na história em 2050.**

(2007). Disponível em <<http://noticias.uol.com.br/ultnot/efe/2007/04/11/ult1766u21157.jhtm>.> Acesso em 09/12/2008.

# Algumas das principais conclusões do IPCC Technical Paper VI Climate Change And Water de junho de 2008

**Aquecimento global das últimas décadas e no século XXI**

**Modificações já ocorridas no ciclo hidrológico**

**Impactos negativos na disponibilidade aliment**

**Diminuição da distribuição de água fornecida pelas geleiras e pelas coberturas de neve**

**Alterações da flora e da disponibilidade de água doce nas áreas tropicais e subtropicais do**

**Aumento de inundações e secas: piora da qualidade da água disponível e potencialização dos efeitos da poluição**

**Impactos negativos na infra-estrutura relativa à água: represas, usinas hidrelétricas, diques de proteção, sistemas de drenagem e de irrigação etc**

**Impactos políticos, sociais e econômicos na agricultura e na indústria serão significativos**

# BBC Brasil.com - Aumento do nível do mar pode ser o dobro do previsto, diz estudo..(2007).

Disponível em

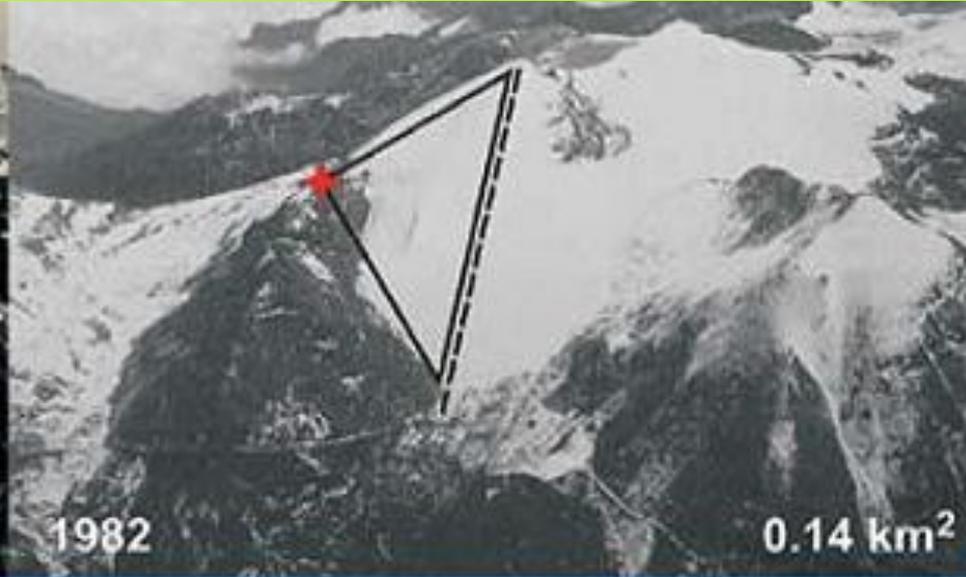
<[http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/12/071217\\_nivelmaraumentafn.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/12/071217_nivelmaraumentafn.shtml)> Acesso em 12/07/2008.



O GLOBO - Mar em Veneza atinge maior nível em 22 anos e inunda cidade. (2008) Disponível em <[http://oglobo.globo.com/mundo/mat/2008/12/01/mar\\_em\\_veneza\\_atinge\\_maior\\_nivel\\_em\\_22\\_anos\\_inunda\\_cidade-586782414.asp](http://oglobo.globo.com/mundo/mat/2008/12/01/mar_em_veneza_atinge_maior_nivel_em_22_anos_inunda_cidade-586782414.asp)> Acesso em 11/12/2008



**Fotografias do glacial Chacaltaya na Bolívia. Fonte: Climate Change And Water. Technical Paper of Intergovernamental Panel on Climate Change - IPCC (2008).**



# GRANDE CHEIA DO AMAZONAS EM 2009 PODERÁ ATINGIR 29,68 M Amazonas pode ter este ano a segunda maior cheia dos últimos 100 anos

Amanda Mota Repórter da Agência Brasil - 31/03/2009



**Cheia Manaus 2009 – Ponta Negra**

<http://xicobranco.blogspot.com.br/2009/06/cheia-manaus-2009-ponta-negra.html>

**Imagem de 15 de outubro de 2010 mostra a seca na igarapé do Tarumã, um afluente do rio Negro, nos arredores de Manaus.**



[http://noticias.uol.com.br/album/101022rios\\_album.jhtm?abrefoto=5#fotoNav=4](http://noticias.uol.com.br/album/101022rios_album.jhtm?abrefoto=5#fotoNav=4)

**Manaus, 16 de Maio de 2012 Amazonas registra a maior cheia em 110 anos**

**O nível do rio Negro subiu três centímetros em um dia, chegando à marca de 29,78 metros.**



# Nível do rio Madeira sobe para 19,09 metros e mais de 2.400 famílias continuam afetadas pelas cheias em RO



**NORTE ALAGADO**

**COBERTURA COMPLETA**

<http://noticias.r7.com/cidades/nivel-do-rio-madeira-sobe-para-1909-metros-e-mais-de-2400-familias-continuam-afetadas-pelas-cheias-em-ro-12032014>

**3/4/2014 às 10h14 (Atualizado em 3/4/2014 às 10h35)**

**Nível do Sistema Cantareira 13,3%.  
Pior da história do reservatório.**



<http://veja.abril.com.br/multimedia/galeria-fotos/sistema-cantareira-2014?gclid=CJ7SpeLGx70CFa1j7Aodm2cAjQ>

# Vaca fica em cima de poste após enchente baixar no Rio Grande do Sul em São Borja

Por **iG São Paulo** | 08/07/2014 13:47 - Atualizada às 08/07/2014 13:50



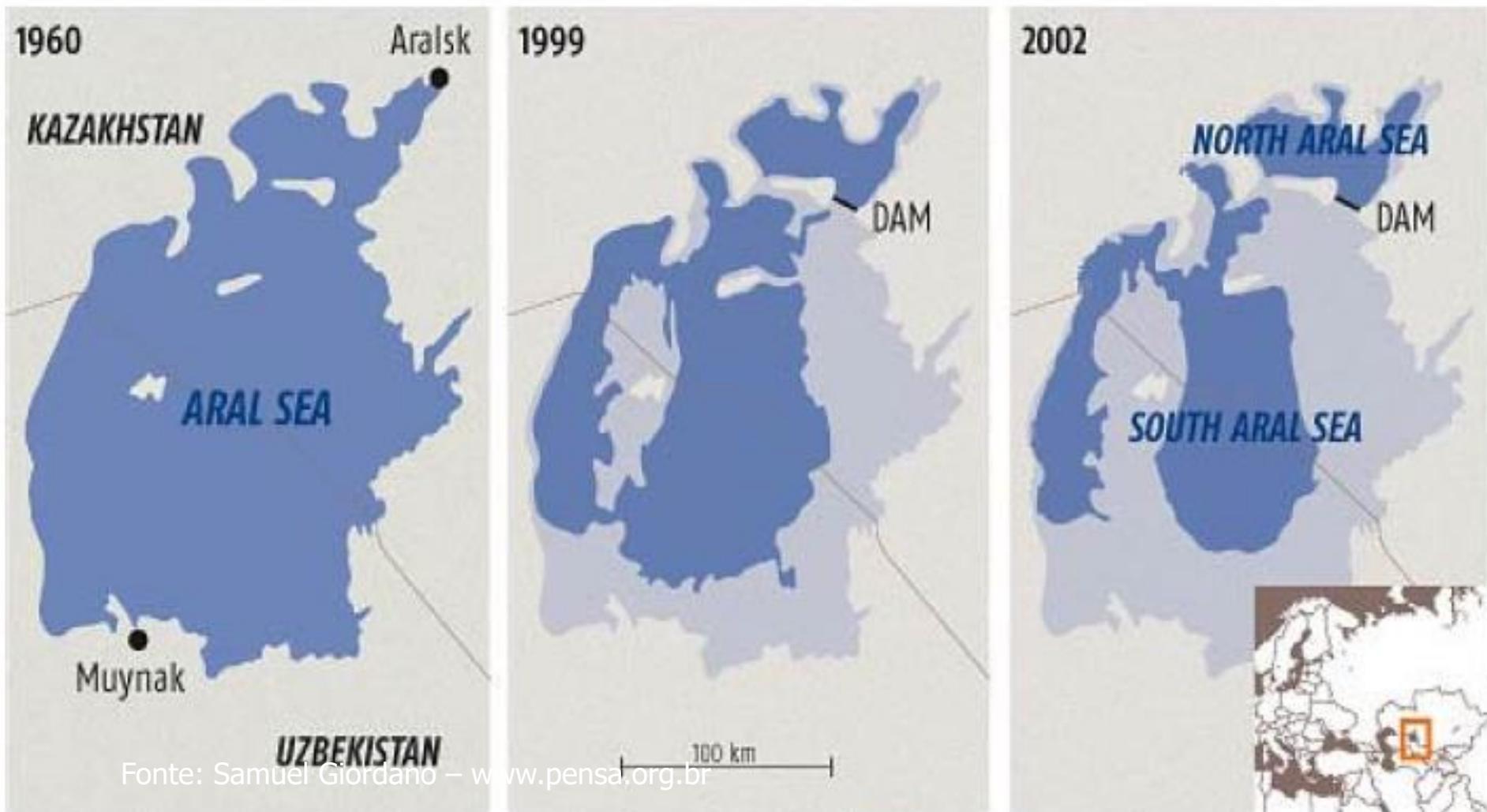
**Segundo a Defesa Civil Estadual, 20.436 pessoas continuam fora de casa devido a enxurradas e alagamentos**

<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/rs/2014-07-08/vaca-fica-em-cima-de-poste-apos-enchente-baixar-no-rio-grande-do-sul.html>

# Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

## Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa

The changed shape of the Aral Sea since 1960



# Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

## Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa



Fonte: Samuel Giordano – [www.pensa.org.br](http://www.pensa.org.br)

# Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

## Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa

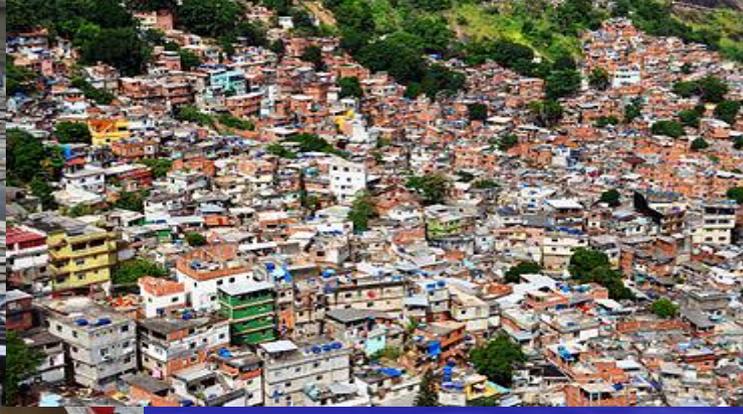


Fonte: Samuel Giordano – [www.pensa.org.br](http://www.pensa.org.br)

**AULA**  
**DESENVOLVIMENTO**  
**SUSTENTÁVEL E OS DESAFIOS**  
**AOS DIREITOS COLETIVOS E**  
**CIDADES DIGITAIS**



[https://www.google.com.br/search?q=foto+do+homem+pr%C3%A9+hist%C3%B3rico&rlz=1C1CHZL\\_pt-BRBR747BR747&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=W0S3jUU6XF70rM%253A%252CGFzapeWRcUZXLM%252C\\_&usg=\\_\\_8qgnIcDNT8\\_AajcwiKwKDfbFp9k%3D&sa=X&ved=0ahUKEwjew\\_jhl73bAhXN2FMKHbX6Ak4Q9QEIPjAK&biw=1706&bih=882#imgrc=7QPX5DYRnUIQvM](https://www.google.com.br/search?q=foto+do+homem+pr%C3%A9+hist%C3%B3rico&rlz=1C1CHZL_pt-BRBR747BR747&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=W0S3jUU6XF70rM%253A%252CGFzapeWRcUZXLM%252C_&usg=__8qgnIcDNT8_AajcwiKwKDfbFp9k%3D&sa=X&ved=0ahUKEwjew_jhl73bAhXN2FMKHbX6Ak4Q9QEIPjAK&biw=1706&bih=882#imgrc=7QPX5DYRnUIQvM)



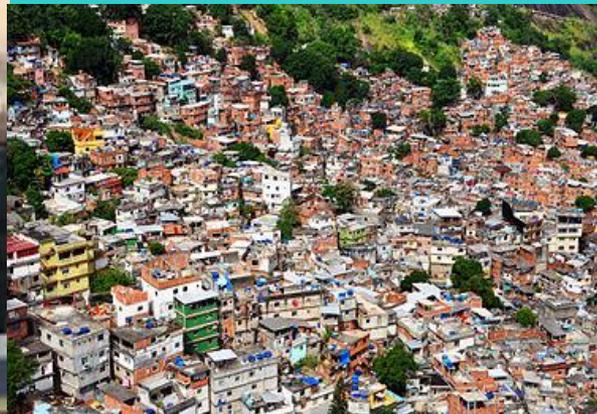
# HIERARQUIA DAS NECESSIDADES HUMANAS SEGUNDO MASLOW ESTENDIDA PARA AS SOCIEDADES



**PERGUNTAS:**

**COMO É, E COMO SERÁ NAS PRÓXIMAS DÉCADAS A SOCIEDADE 4.0?**

**COMO É, E COMO SERÁ NAS PRÓXIMAS DÉCADAS A SOCIEDADE EM UM MUNDO EXPONENCIAL?**



## **BREVE HISTÓRICO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**No latim “*sustentare*” significa "sustentar", "apoiar" e "conservar**

**“Foi em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Human (United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE), realizada na Suécia, na cidade de Estocolmo, que o conceito de sustentabilidade começou a ser delineado para a sociedade mundial. Um dos resultados desta Conferência foi a Declaração de Estocolmo, que define princípios de preservação do meio ambiente e a necessidade de apoio técnico e financeiro para as comunidades e países pobres.”**

# Histórico do desenvolvimento do conceito de desenvolvimento sustentável.

ANO	EVENTO
1972	“Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Human United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE), realizada na Suécia, na cidade de Estocolmo, que o conceito de sustentabilidade começou a ser delineado para a sociedade mundial. Um dos resultados desta Conferência foi a Declaração de Estocolmo, que define princípios de preservação do meio ambiente e a necessidade de apoio técnico e financeiro para as comunidades e países pobres.”
1972	“Instituído o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, em Inglês <i>United Nations Environment Programme - UNEP</i> . O PNUMA objetivava coordenar ações internacionais de proteção ao meio ambiente e da promoção do desenvolvimento sustentável.
1987	Relatório Brundtland. Nosso Futuro Comum ( <i>Our Common Future</i> )
1990	“A ONU introduziu o PNUD (Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento, que estabelece o Desenvolvimento Humano Sustentável (DHS), que considera que as políticas públicas devem também focar nas pessoas e não somente na acumulação de riquezas. São três os princípios postulados pelo PNUD”
1992	Na cidade do Rio de Janeiro, a ECO-92 (Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) produziu a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e apresentou o quarto princípio condicionante: “a proteção ambiental constituirá parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente deste.”

**Em 1990, o PNUD (Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento) “Desenvolvimento Humano Sustentável”**

## **PRINCÍPIOS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO SUSTENTÁVEL**

**Desenvolvimento das pessoas, por meio da ampliação das capacidades, oportunidades, potencialidades criativas e direitos de escolha individuais.**

**Desenvolvimento para as pessoas, levando a que a riqueza produzida por uma nação seja apropriada eqüitativamente por cada um de seus membros.**

**Desenvolvimento pelos pessoas, através da participação ativa dos indivíduos e das comunidades na definição do processo de desenvolvimento do qual são, ao mesmo tempo, sujeitos e beneficiários.**

# **Relatório Brundtland.** Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), de 1987

(No início da década de 1980, a ONU retomou o debate das questões ambientais. chefiada pela entidade, a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland,

## **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Atender às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras**

## Objetivos a Agenda 2030 da ONU Fonte:

<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/acesso> em 25/07/2019

<b>ODS número</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Descritivo</b>
<b>1</b>	<b>ERRADICAÇÃO DA POBREZA</b>	Erradicar a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares do mundo.
<b>2</b>	<b>FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL</b>	Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
<b>3</b>	<b>SAÚDE E BEM ESTAR</b>	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
<b>4</b>	<b>EDUCAÇÃO DE QUALIDADE</b>	Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
<b>5</b>	<b>IGUALDADE DE GÊNERO</b>	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
<b>6</b>	<b>ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO</b>	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
<b>7</b>	<b>ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL</b>	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
<b>8</b>	<b>TRABALHO EXCELENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO</b>	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
<b>9</b>	<b>INDÚSTRIA INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA</b>	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

**Continuação: Objetivos a Agenda 2030 da ONU Fonte:**  
**<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/acesso> em 25/07/2019**

<b>10</b>	<b>REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES</b>	<b>Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles</b>
<b>11</b>	<b>CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS</b>	<b>Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.</b>
<b>12</b>	<b>CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS</b>	<b>Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.</b>
<b>13</b>	<b>AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA</b>	<b>Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.</b>
<b>14</b>	<b>VIDA E ÁGUA</b>	<b>Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.</b>
<b>15</b>	<b>VIDA TERRESTRE</b>	<b>Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.</b>
<b>16</b>	<b>PAZ JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES</b>	<b>Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.</b>
<b>17</b>	<b>PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.</b>

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO

MEIO  
AMBIENTE

DESENVOLVIMENTO  
HUMANO

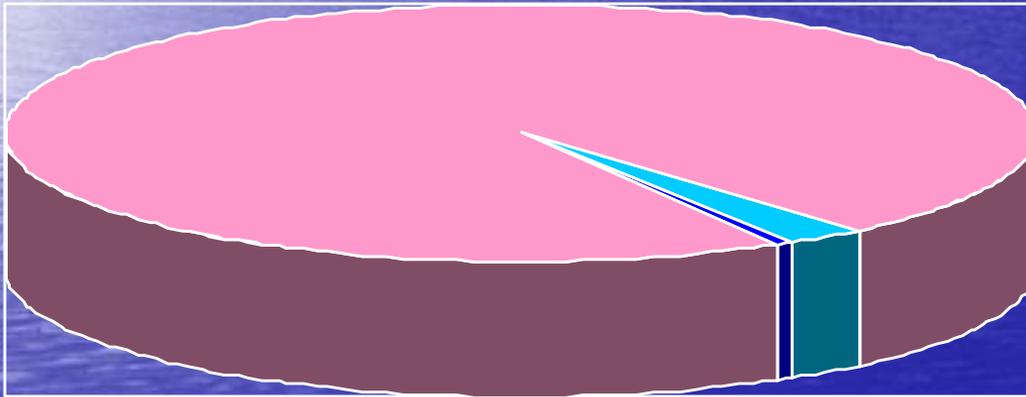


**OS DIREITOS COLETIVOS AO  
MEIO AMBIENTE SAUDÁVEL  
NECESSARIAMENTE ESTÁ  
INTERLIGADO COM A JUSTIÇA  
ENTRE GERAÇÕES**

A background image featuring a clear blue sky with wispy white clouds at the top, transitioning into a deep blue ocean. A bright sun is visible on the left side, creating a shimmering reflection on the water's surface.

**ÁGUA**

# O volume de água do planeta Terra é aproximadamente $28 \times 10^{20}$ litros

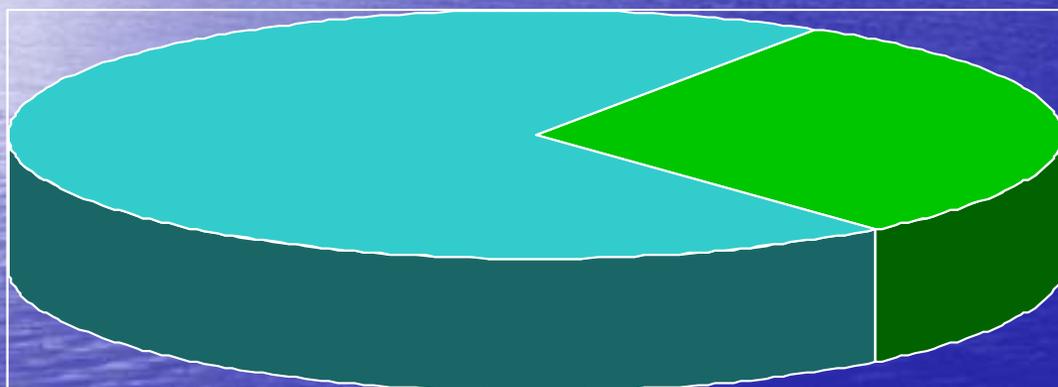


■ 97,5% de  
Água salgada

■ 2,5% de Água  
doce

■ 0,007% de  
água  
disponível  
para consumo

# O Brasil detém 11,6% da água doce superficial do mundo



- 70% na Amazônia (7% da população)
- 30% no restante do país (93% da população)

**O consumo per capita de água vem aumentando**

**MINÉRIOS**

# RECURSOS MINERAIS

Consumo  
per capita  
anual

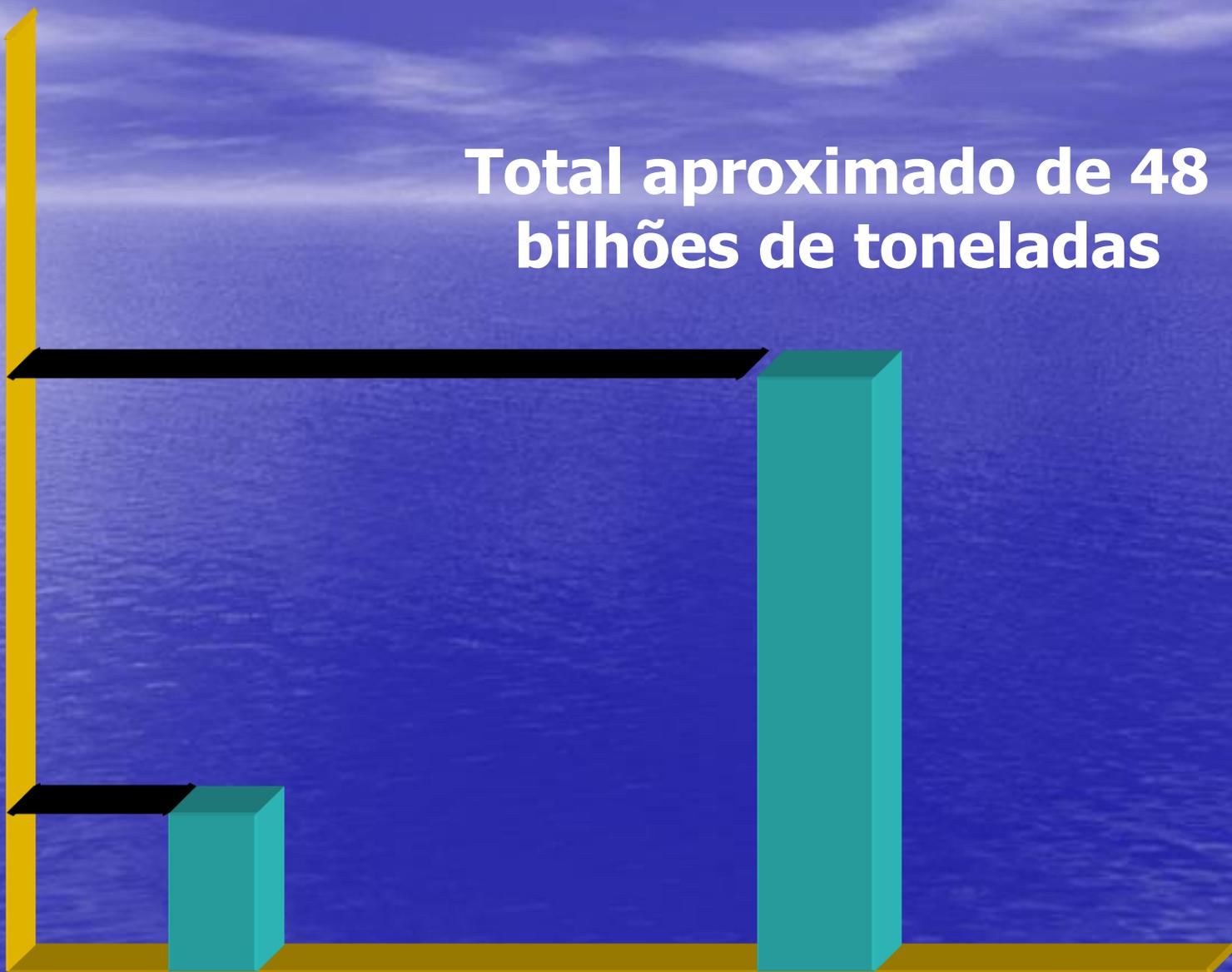
Total aproximado de 48  
bilhões de toneladas

8 toneladas

2 toneladas

Início do século XX

Início do século XXI





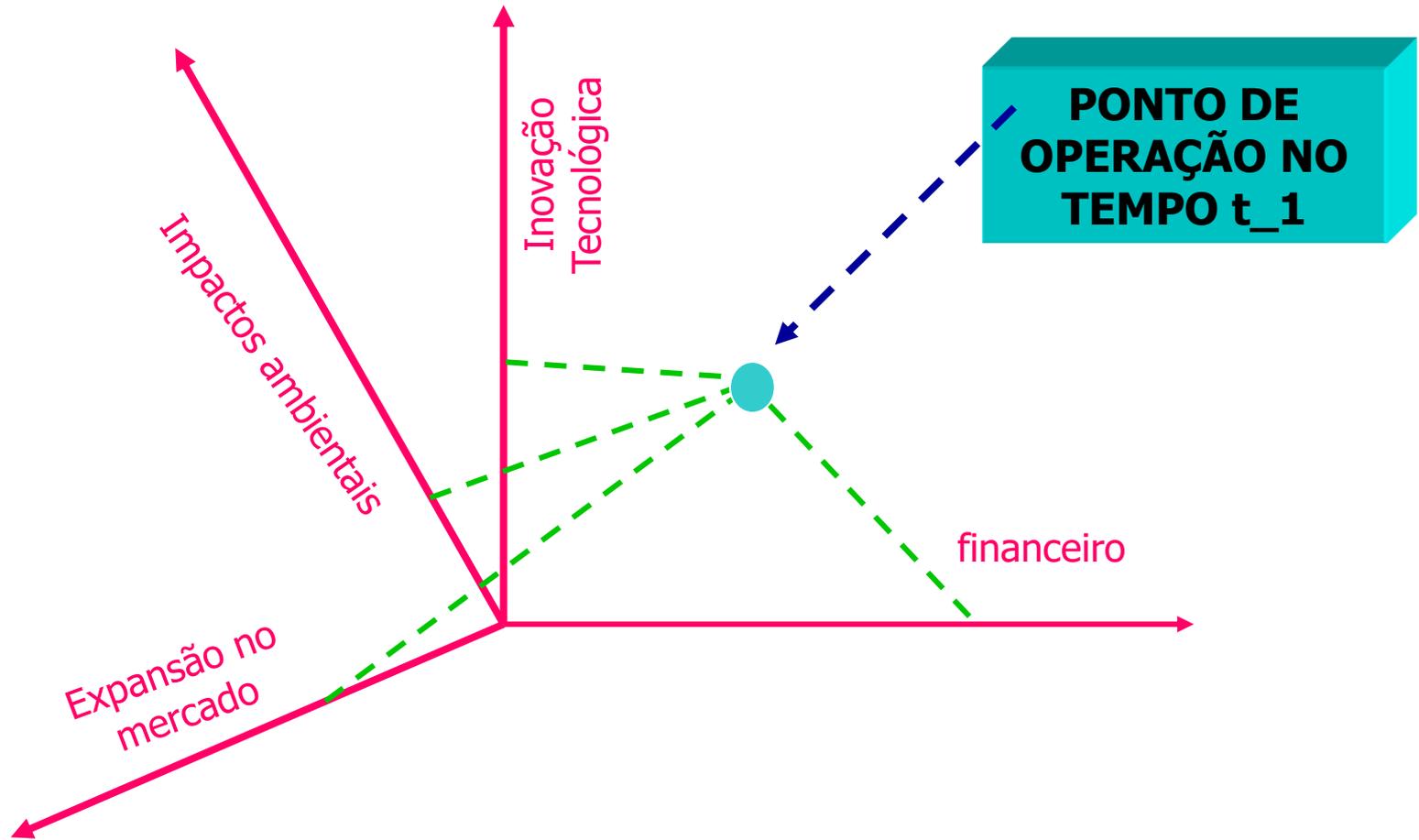
# SEGURANÇA ALIMENTAR



# Justiça Social

## Gestão empresarial moderna

### Indicadores, além dos econômicos





# UMA CIDADE INTELIGENTE:

- **INCLUSÃO SOCIAL**
- **UMA URBANIZAÇÃO INTELIGENTE**
- **USO RACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS**
- **MOBILIDADE INTELIGENTE**
- **GERAÇÃO E USO RACIONAL DA ENERGIA**

- **CIDADES DIGITAIS**
- **CIDADES INTELIGENTES**
  - **SOCIEDADE DIGITAL**
- **INTERNET DAS COISAS**
  - **ENERGIA LIMPA**
- **MODAIS DE TRANSPORTE**

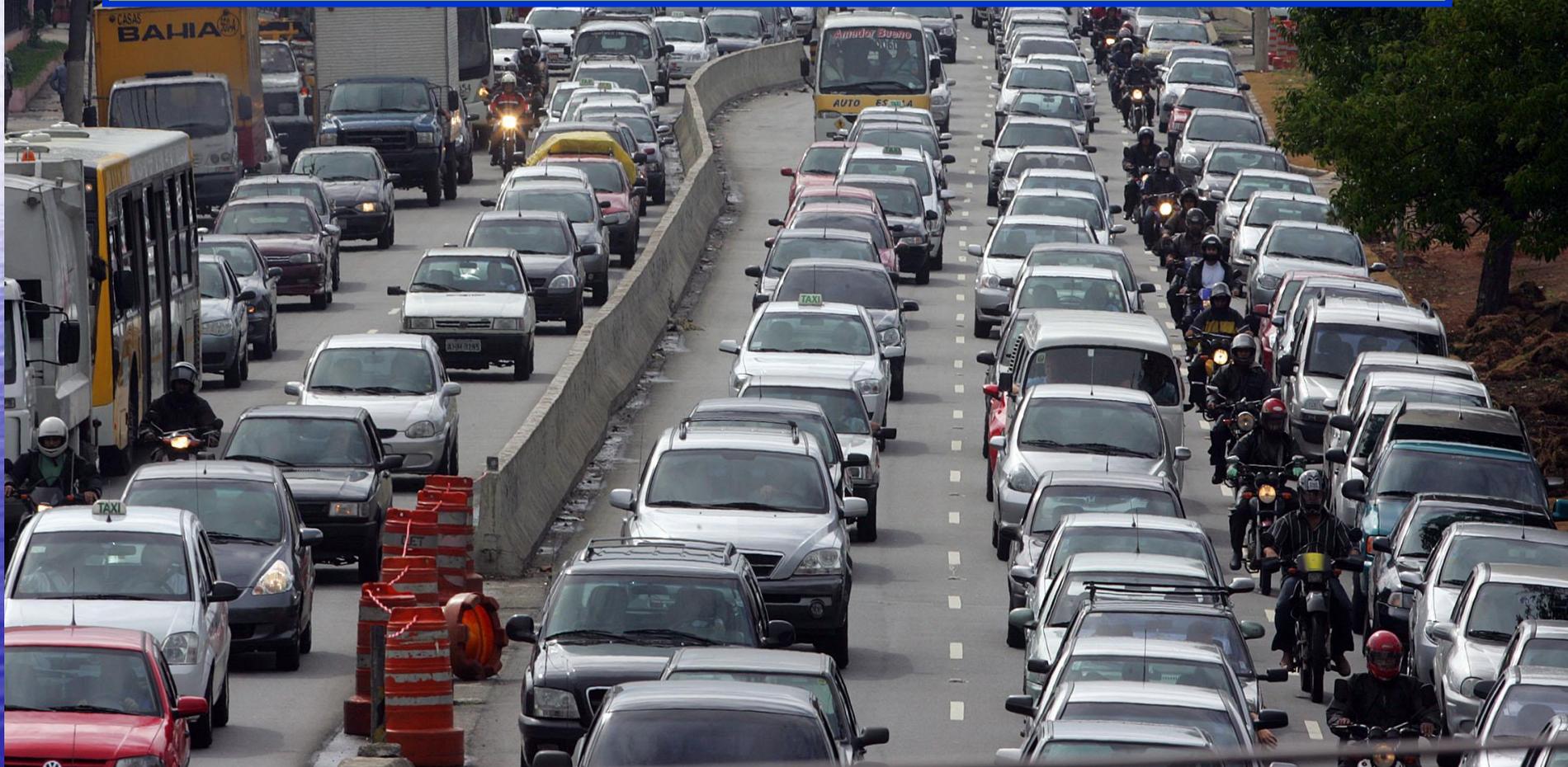
# Alucinações sobre a água.

*Uma ponte ? Ou uma auto-estrada inundada ?*



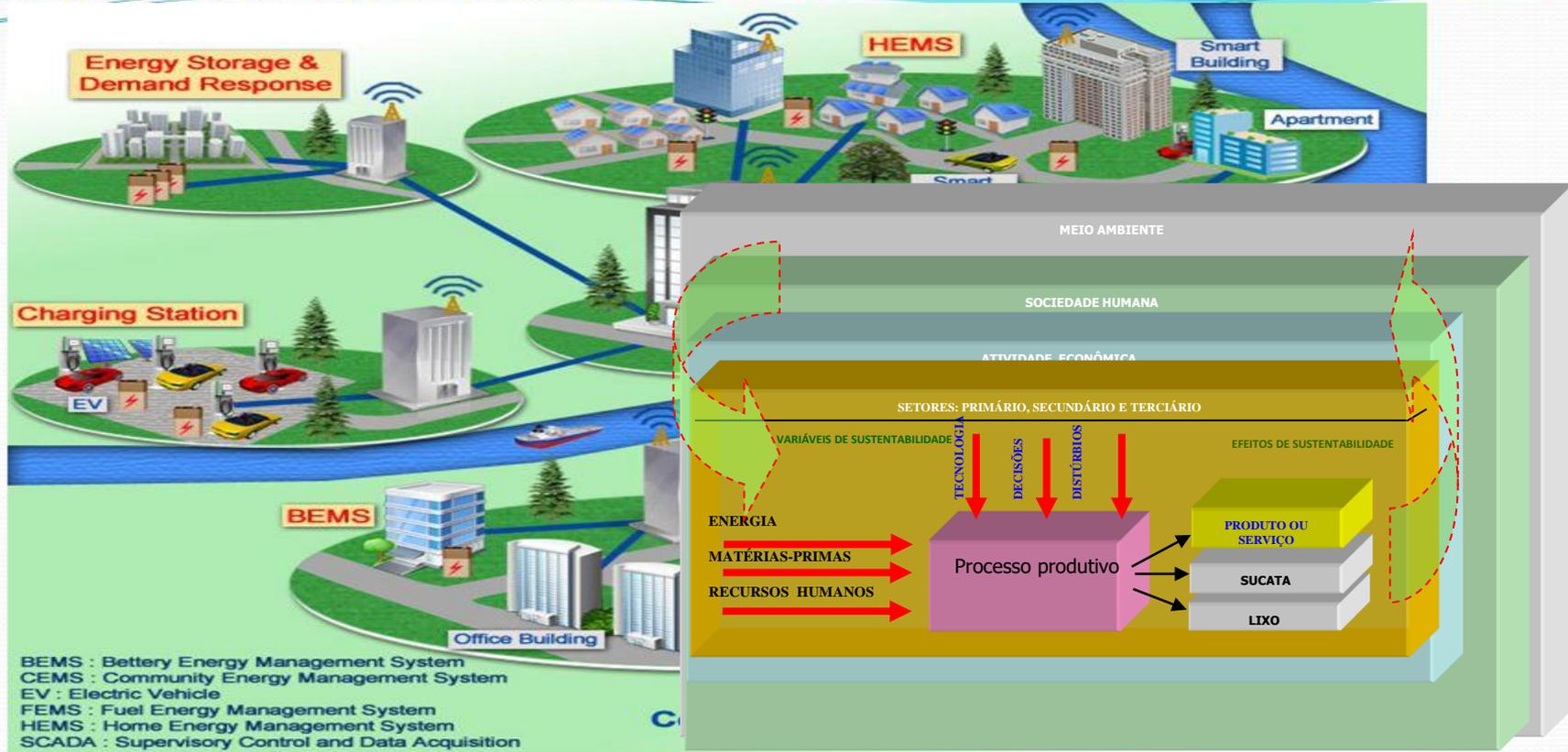
***Ponte de Magdeburg (na Alemanha . um quilômetro e 32 metros de largura,) (500 milhões de Euros e seis anos)***

**COM CERTEZA ISSO NÃO É  
INTELIGENTE**



Segundo a união Européia, *Smart Cities* são sistemas de pessoas interagindo e usando energia, materiais, serviços e financiamento para catalisar o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida.

## Different looks of SMART CITY



....to be continued 8

Source: Toshiba Group

[https://www.google.com.br/search?btn=isch&tbs=rimg%3ACSKB-R5SEgyE1jnpKktMpv751n687LH2XCVSWQjM6-ANGZktIRx5DTf55aIvLmu4CiD0xW\\_1nNiDh35rmOgUM6tXfCoSCWkoq0ym\\_1vnWESsamyulqXNVKhIJHrzsfzdxVIR8sxbqAppayEqEgnBB8zr4A0ZkhH3eP14WKhRCSoSca2VHHkNN\\_1nIEVZ5plQcg\\_1WUKhIjoi8ua7gKKUMRG7MKPBas1HYqEgnTFb-c2IOHfhFzb9mqrUaWNioSCWuY6BQzq1d8Eb3sxUIidJx9&q=fotografia%20de%20cidade%20inteligente&ved=0ahUKEwikka6X1qjNAhWBCpAKHdCFDIAQ9C8ICQ&dpr=1&biw=1024&bih=677#imgrc=KQH5HIISDIPiM%3A](https://www.google.com.br/search?btn=isch&tbs=rimg%3ACSKB-R5SEgyE1jnpKktMpv751n687LH2XCVSWQjM6-ANGZktIRx5DTf55aIvLmu4CiD0xW_1nNiDh35rmOgUM6tXfCoSCWkoq0ym_1vnWESsamyulqXNVKhIJHrzsfzdxVIR8sxbqAppayEqEgnBB8zr4A0ZkhH3eP14WKhRCSoSca2VHHkNN_1nIEVZ5plQcg_1WUKhIjoi8ua7gKKUMRG7MKPBas1HYqEgnTFb-c2IOHfhFzb9mqrUaWNioSCWuY6BQzq1d8Eb3sxUIidJx9&q=fotografia%20de%20cidade%20inteligente&ved=0ahUKEwikka6X1qjNAhWBCpAKHdCFDIAQ9C8ICQ&dpr=1&biw=1024&bih=677#imgrc=KQH5HIISDIPiM%3A)

**JAPÃO: Uma Cidade toda com Energia Solar Fotovoltaica**  
A recém-inaugurada Fujisawa Sustainable Smart Town, ou simplesmente Fujisawa SST, no leste do Japão. Localizada a cerca de 50 km da capital Tóquio, a cidade inteira funciona de forma inteligente, consumindo menos





**Escola Internacional em Copenhague.**

**Foto: Håvard Solerød, 2020.**



**Detalhe fachada da Escola Internacional em Copenhague. Foto: Håvard Solerød, 2020.**

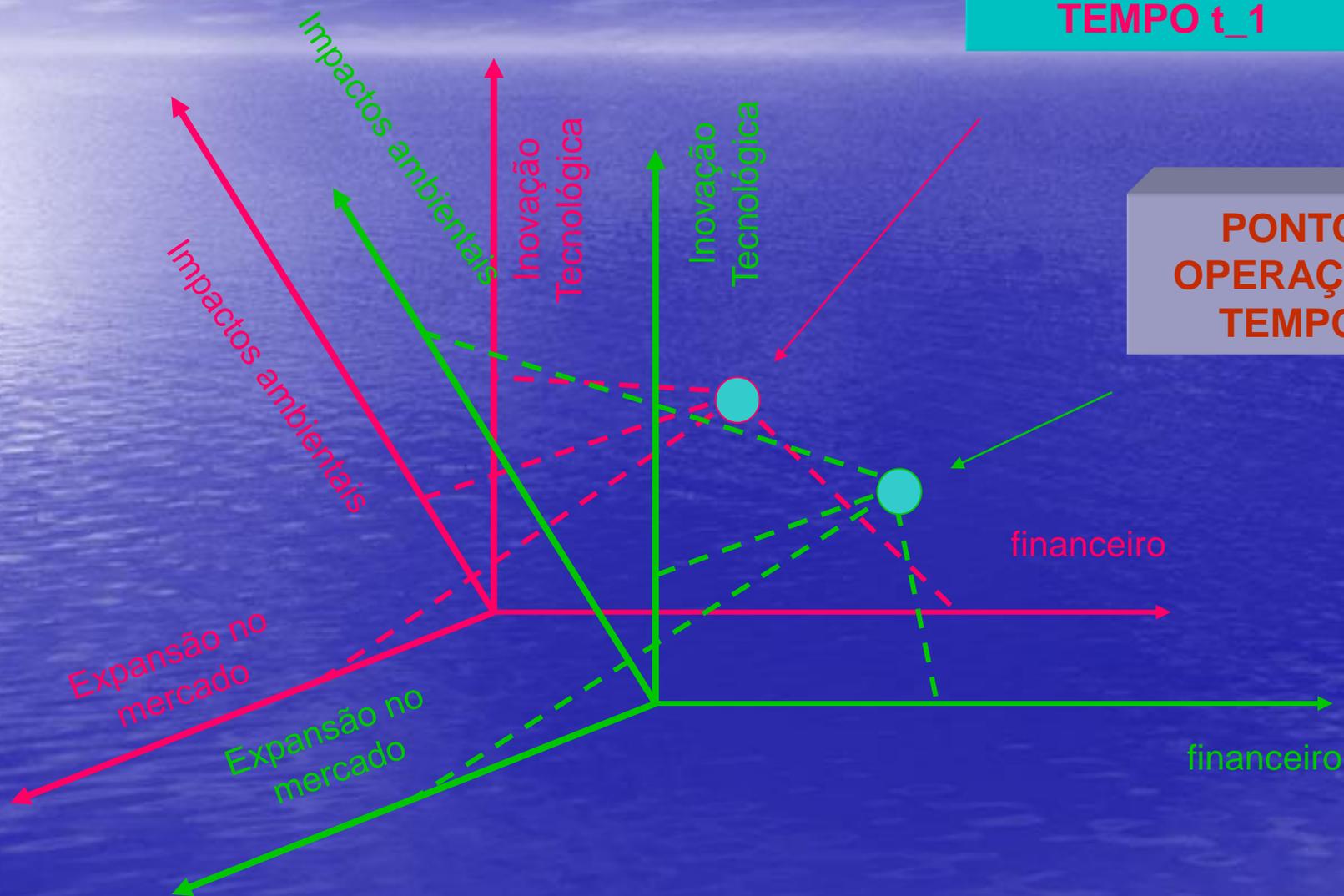
**Um dos segmentos que mais cresce na energia solar são os sistemas de energia fotovoltaica aplicados aos edifícios, conhecido pela sigla em inglês BAPV (Building-Applied Photovoltaics).**

# A GESTÃO DEVE ANALISAR OS INDICADORES AO LONGO DO TEMPO.

## ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DE DESEMPENHO AO LONGO DO TEMPO

PONTO DE OPERAÇÃO NO TEMPO  $t_1$

PONTO DE OPERAÇÃO NO TEMPO  $t_2$



**AS NOVAS PESQUISAS  
CADA VEZ MAIS ENVOLVEM  
AS CIÊNCIAS EXATAS E  
HUMANAS**

## **Binômio:**

- Evolução científica e tecnológica
- Evolução da organização social

## **Engenharia:**

Leis físicas descobertas nos séculos XVIII e XIX → produtos e serviços no XX

Leis bioquímicas e biofísicas descobertas no século XX → produtos e serviços no XXI



**Século XXI:**

**Interferência voluntária da humanidade  
no próprio processo evolucionário e no  
das demais espécies (Conseqüências?)**

**Ampliação da expectativa de vida e  
maior pressão nos sistemas previdenciários**

**Necessidade de ocupação  
da mão-de-obra com mais idade**

**Os avanços científicos e sociais sempre trazem a gênese de novos avanços científicos e sociais. Porém, somente serão sustentáveis se mitigarem os impactos ambientais e se também beneficiarem toda a humanidade**

**Embora possa parecer uma utopia, a humanidade poderá desenvolver um modelo de sociedade ambientalmente responsável e mais fraterno que o atual**

**A Ciência e a Engenharia de Automação podem contribuir significativamente para que a humanidade atinja tais objetivos**

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

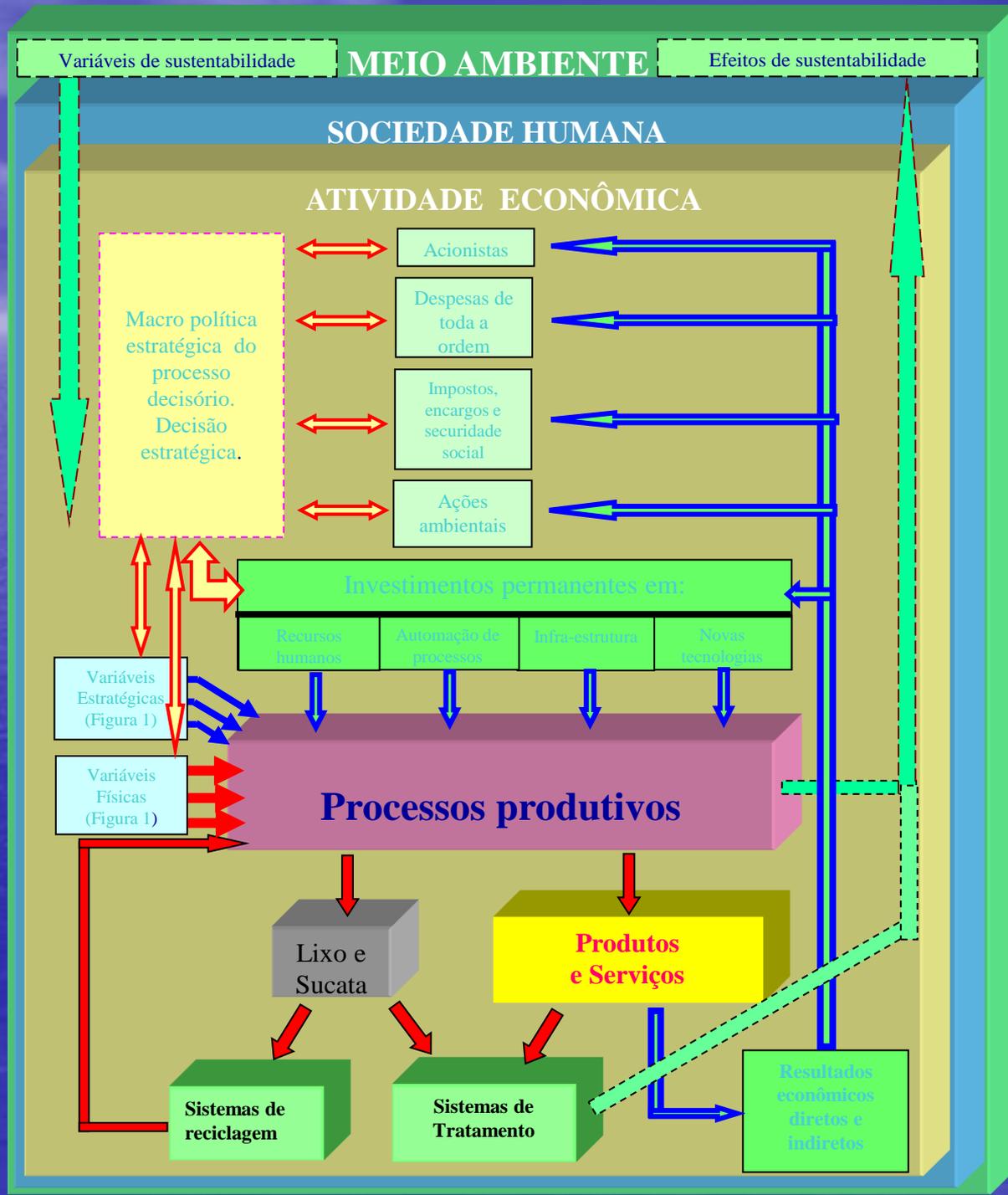
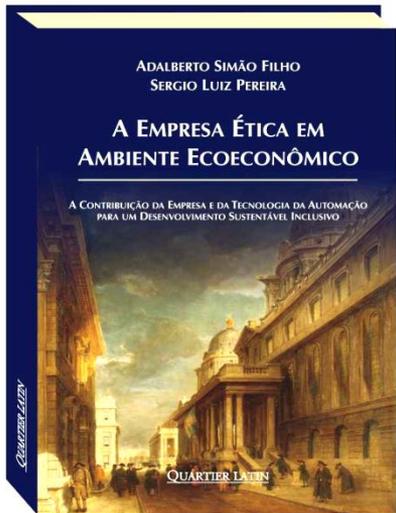
Hardware, Software e principalmente  
"Humanoware"



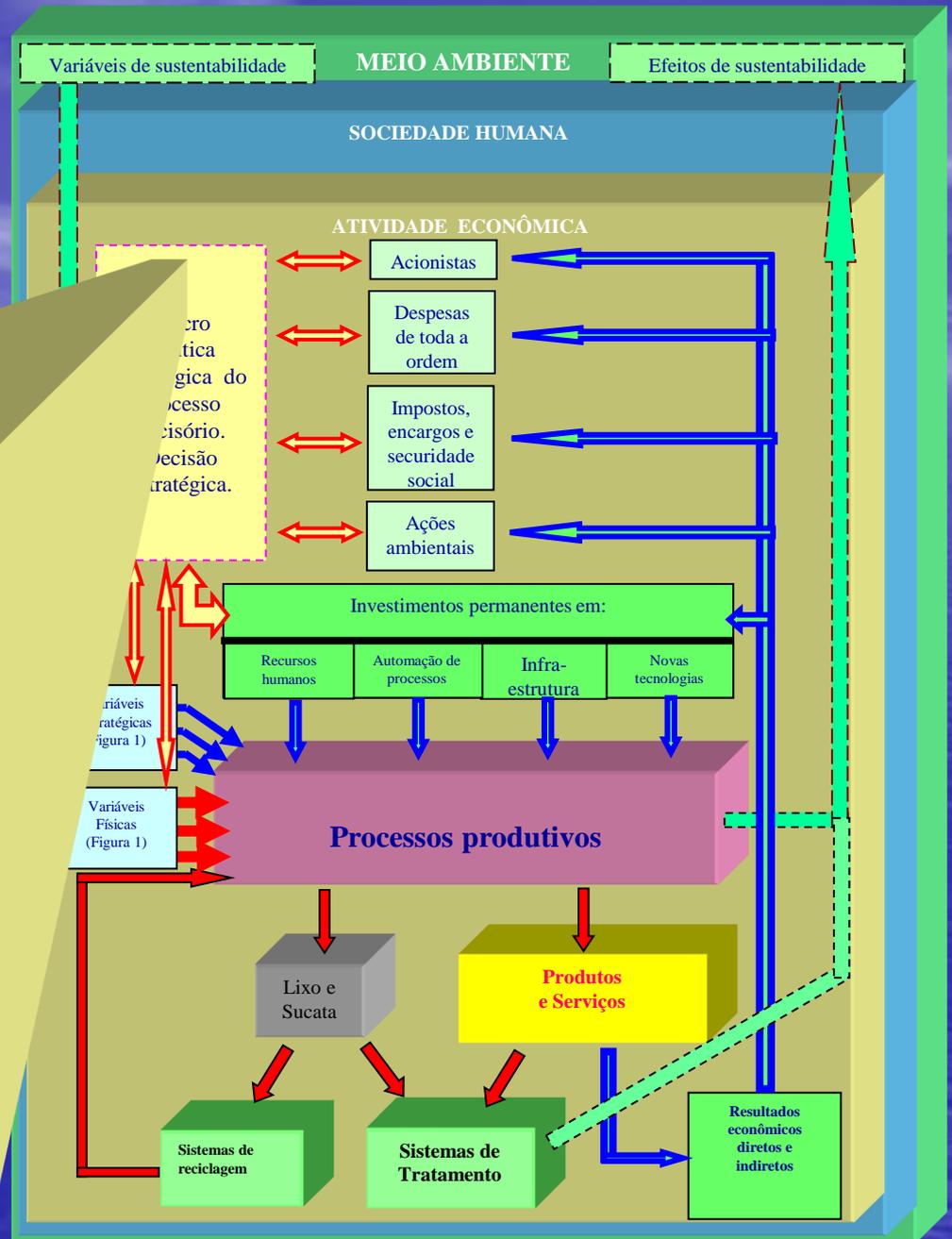
[http://www.terra.com.br/istoedinheiro/300/negocios/300\\_vinganca\\_humanos.htm](http://www.terra.com.br/istoedinheiro/300/negocios/300_vinganca_humanos.htm)

**Parceria homem/máquina = parte dos ganhos obtidos com a automação aplicados na sociedade = OS DIREITOS COLETIVOS**

**Modelo**  
operacional  
da  
**Ecoeconomia**  
**Tecnológica**  
**Cooperativa.**



Macro política  
estratégica do  
processo  
decisório.  
Decisão  
estratégica  
(multidisciplinar)



## **Binômio:**

- **Evolução científica e tecnológica**
- **Evolução da organização social**



**Embora possa parecer uma utopia, a humanidade  
poderá desenvolver um modelo de sociedade  
ambientalmente responsável e mais fraterno que o  
atual**

# A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA DA AUTOMAÇÃO SÃO PODEROSAS FERRAMENTAS PARA:

- Desenvolvimento de processos produtivos mais eficientes
- Desenvolvimento de processos com menor quantidade possível de lixo e sucata
- Combate ao desperdício (melhoria da gestão dos sistemas logísticos e de infra-estrutura)
- Melhor gestão do consumo
- Desenvolvimento e aprimoramento de sistemas de reciclagem e de coogeração
- Geração de energia limpa ou de fontes renováveis

# NOVAS PESQUISAS



## **Binômio:**

- **Evolução científica e tecnológica**
- **Evolução da organização social**

## **Engenharia:**

**Leis físicas descobertas nos séculos XVIII e XIX → produtos e serviços no XX**

**Leis bioquímicas e biofísicas descobertas no século XX → produtos e serviços no XXI**

**Os avanços científicos e sociais sempre trazem a gênese de novos avanços científicos e sociais. Porém, somente serão sustentáveis se mitigarem os impactos ambientais e se também beneficiarem toda a humanidade**

**Embora possa parecer uma utopia, a humanidade poderá desenvolver um modelo de sociedade ambientalmente responsável e mais fraterno que o atual**

**A Ciência e a Engenharia de Automação podem contribuir significativamente para que a humanidade atinja tais objetivos**

# AULA

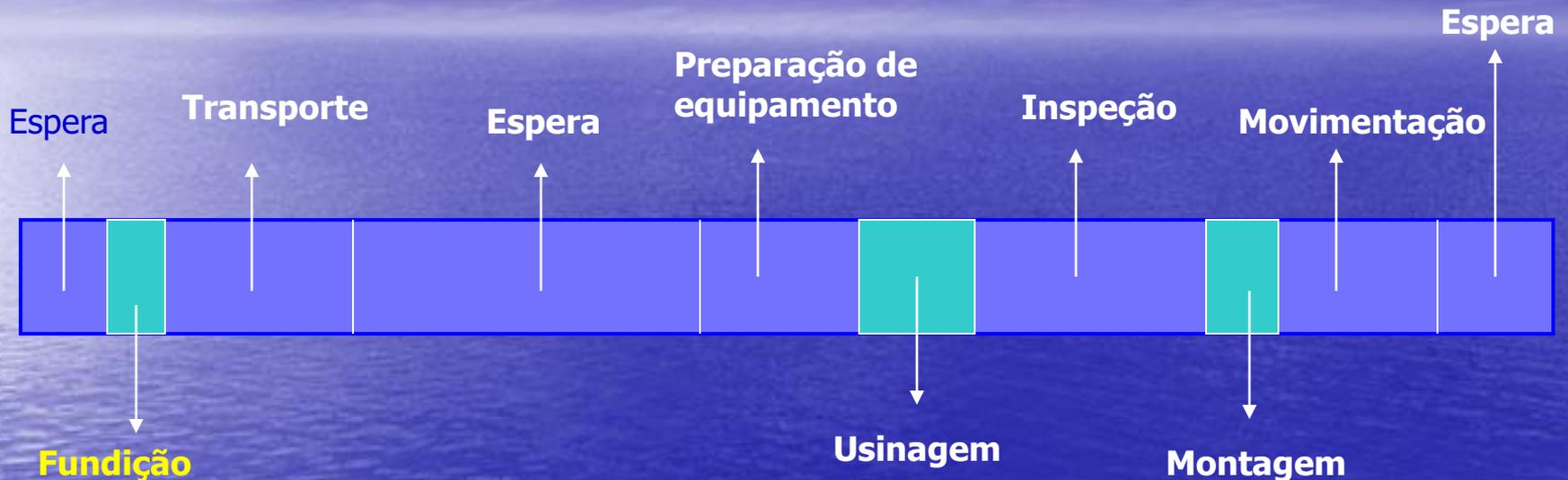
## **TECNOLOGIA DE PROCESSOS LAY-OUTS PRODUTIVOS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO E FABRICAÇÃO (CNC) (ROBÔS) (CIM) (FMS)**

**Cadeia de Suprimentos. Cadeia de Suprimentos Sustentável. Fundamentos e Projeto de Cadeia Produtiva. Cadeia Logística Reversa. Impactos dos Lay-outs e das Localizações nos Indicadores de Sustentabilidade das**

**Plantas produtivas. Modelos de relatórios de Sustentabilidade.**

**TECNOLOGIA DE PROCESSOS  
LAY-OUTS PRODUTIVOS  
EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO E  
FABRICAÇÃO (CNC) (ROBÔS) (CIM) (FMS)**

# Mapa de Valor Agregado

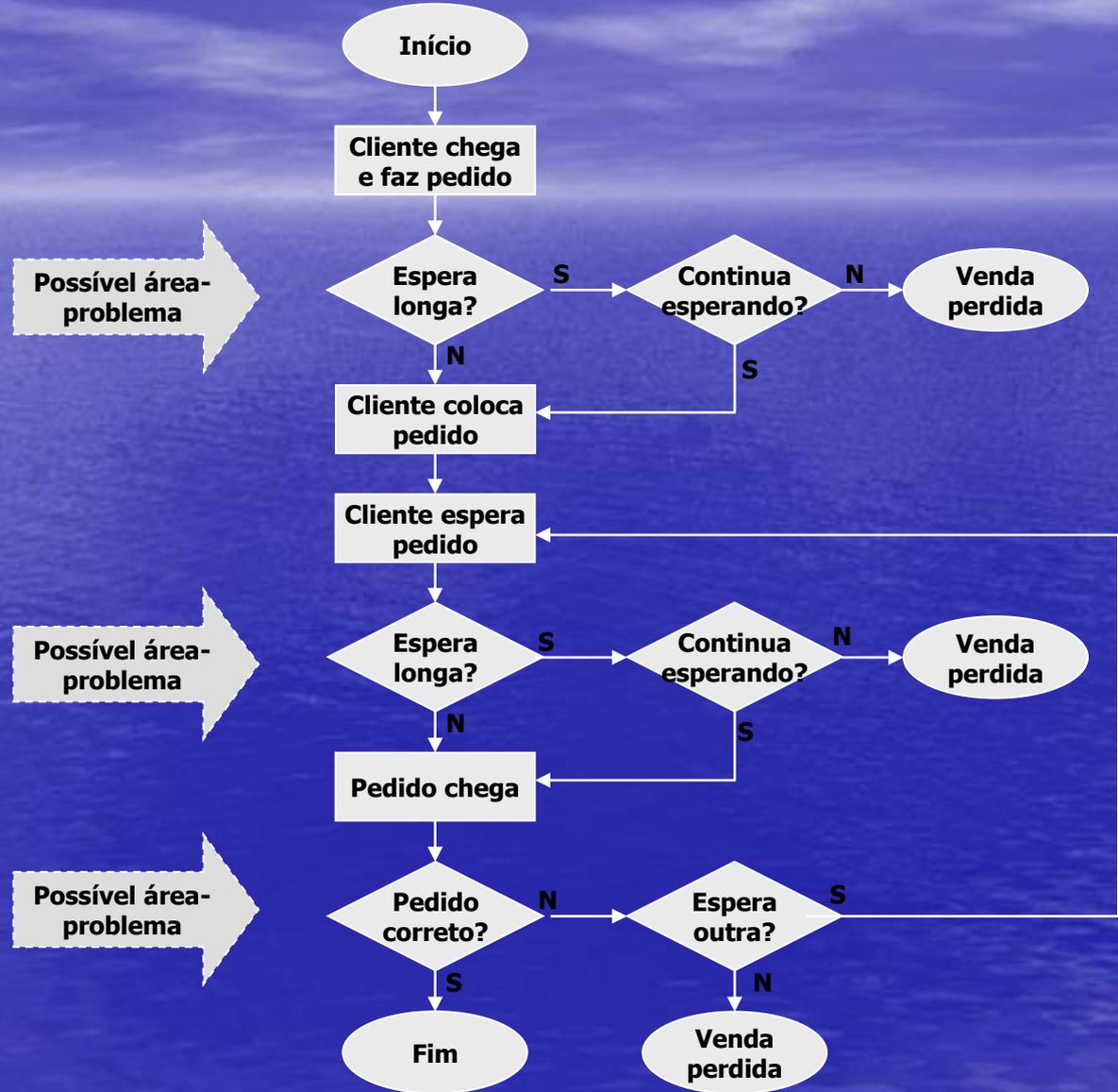


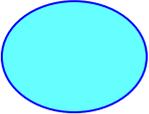
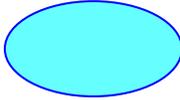
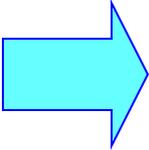
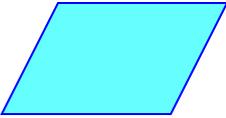
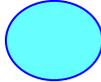
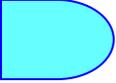
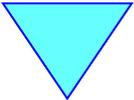
 Tempo com agregação de valor

 Tempo sem agregação de valor (**desperdício**  
(**obs. as vezes necessário**))

# Definição do Processo: Fluxograma

“Os fluxogramas são utilizados para identificar os principais atividades de um processo com indicação das decisões (SIM ou NÃO) e suas conseqüências”



Símbolos de Mapeamento de Processos Derivados da Administração Científica		Símbolos de Mapeamento de Processos Derivados da Análise de Sistemas		Símbolos de Mapeamento de Processos Simplificados	
	<b>Operação que agrega valor</b>		<b>Início ou fim do Processo</b>		<b>Início do Processo</b>
	<b>Operação de Checagem</b>		<b>Atividade</b>		<b>Atividade</b>
	<b>Transporte (movimentação de algo)</b>		<b>Entrada ou Saída do Processo</b>		
	<b>Atraso (espera)</b>		<b>Direção do Fluxo</b>		<b>Direção do Fluxo</b>
	<b>Estoque</b>		<b>Decisão</b>		<b>Decisão</b>

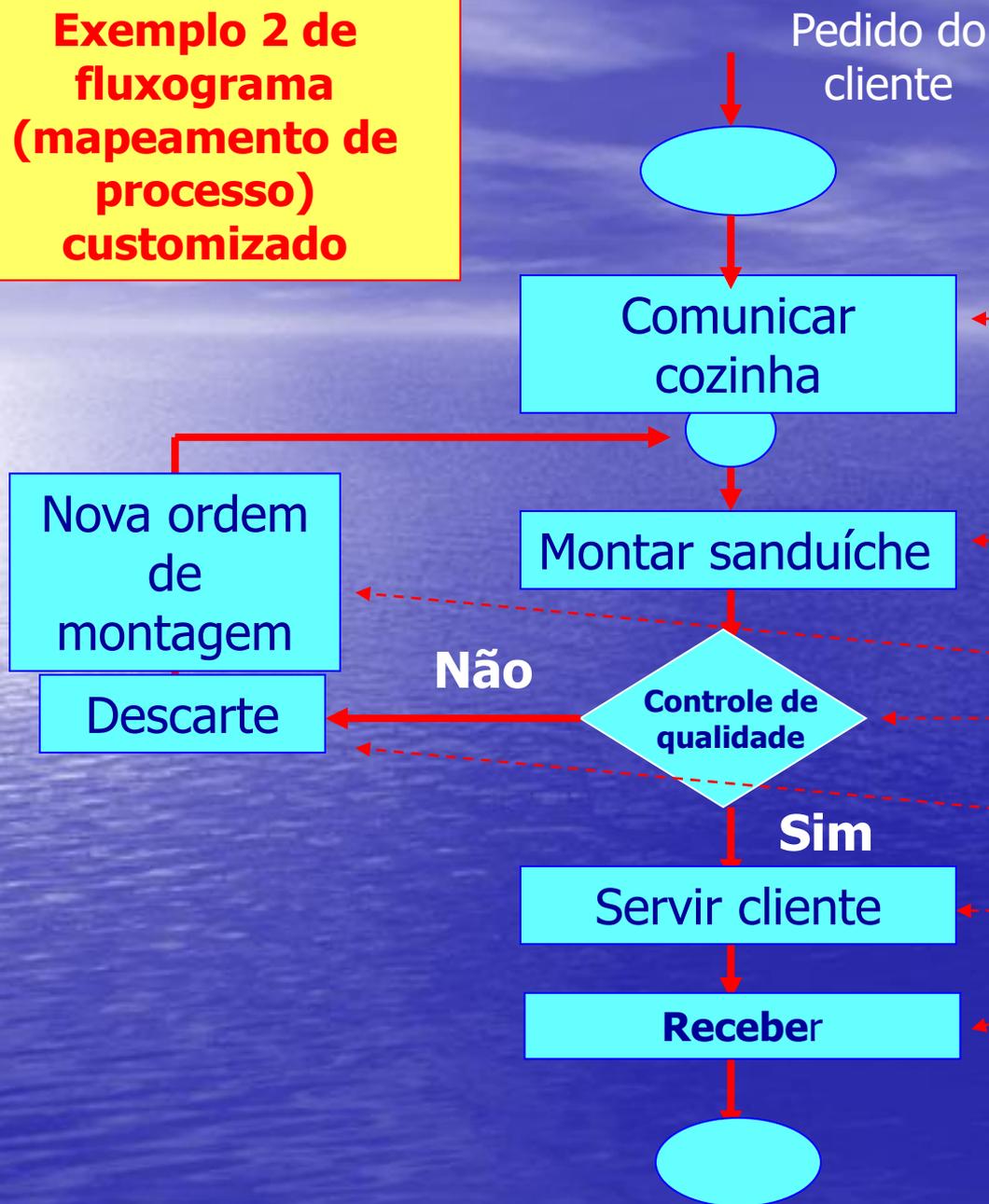
## Exemplo de fluxograma (mapeamento de processo) se sanduíche padrão



## Exemplo de fluxograma (mapeamento de processo) customizado



**Exemplo 2 de fluxograma (mapeamento de processo) customizado**



**Importantíssimo definir, conhecer, e saber a capacidade dos recursos de hardware, software e humanos para cada etapa**

# Exemplo da Arquitetura ou diagrama de blocos (diagrama funcional) de um processo de um restaurante de luxo



# **ARRANJO FÍSICO DAS INSTALAÇÕES**

# ARRANJO FÍSICO DAS INSTALAÇÕES (layout)

*É assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores, que constituem o processo na operação, dominam a decisão sobre o arranjo físico.*

**Tem como características:**

- flexibilidade para atender as mudanças;
- alto volume de material em processo;
- tempo elevado de produção;
- atende a produtos diversificados;
- operários especializados;
- trabalho intensivo, etc.

**ex: usinagem de peças, hospital, supermercado, etc.**

# **Os tipos de arranjos físicos "layout" são:**

***a - em linha ou por produto (flow shop);***

***b - por processo ou funcional (job shop);***

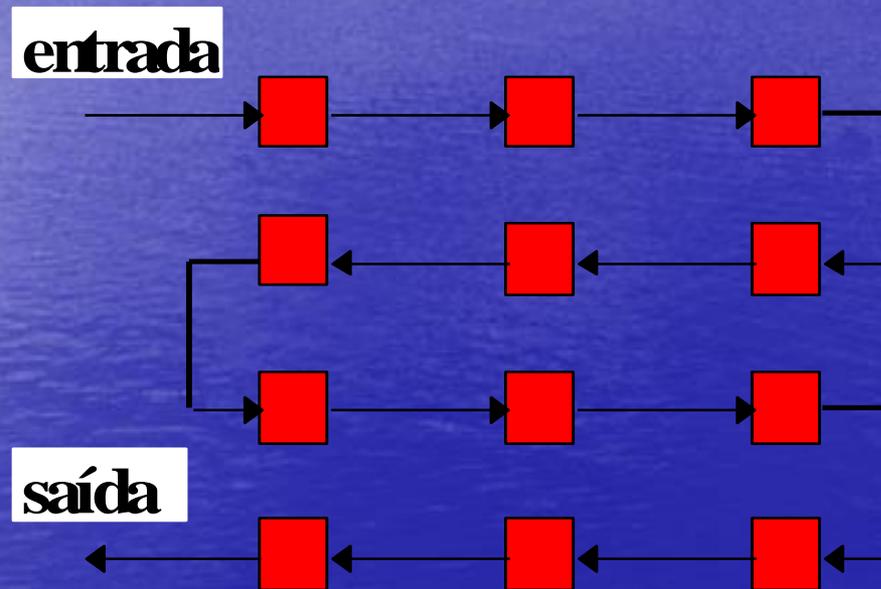
***c - celular; por processo ou funcional (job shop);***

***d - posicional ou posição fixa (project shop);  
celular;***

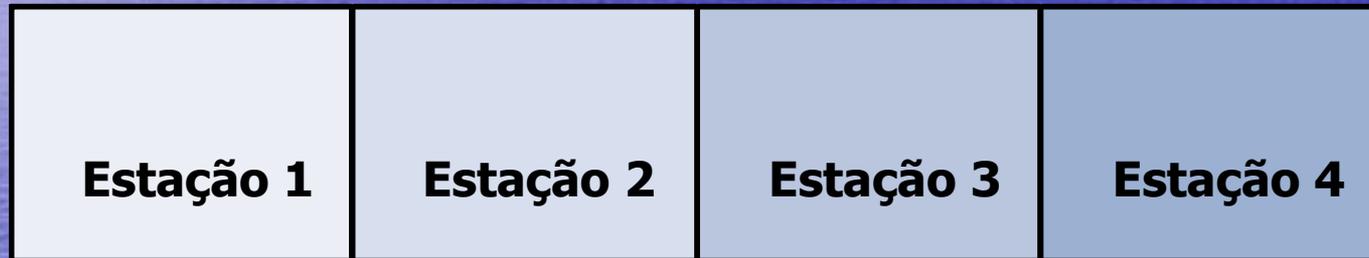
***e - misto ou híbrido.***

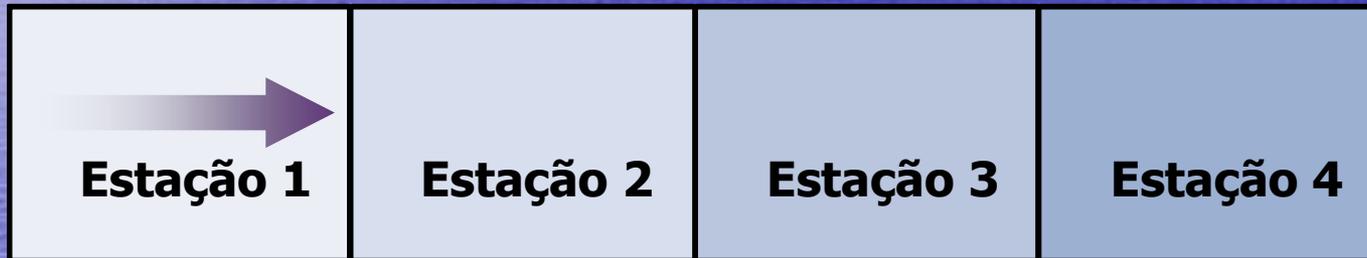
# ARRANJO FÍSICO EM LINHA OU POR PRODUTO

Os recursos transformadores se localizam segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.

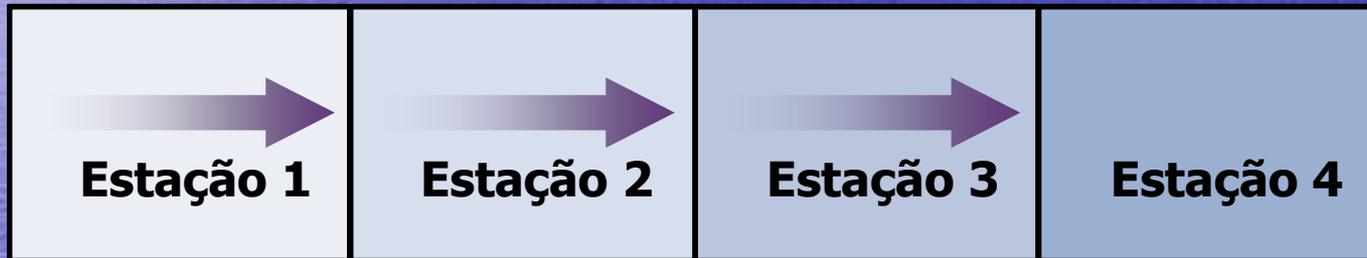


# *Layout em linha ou por produto (flow shop)*



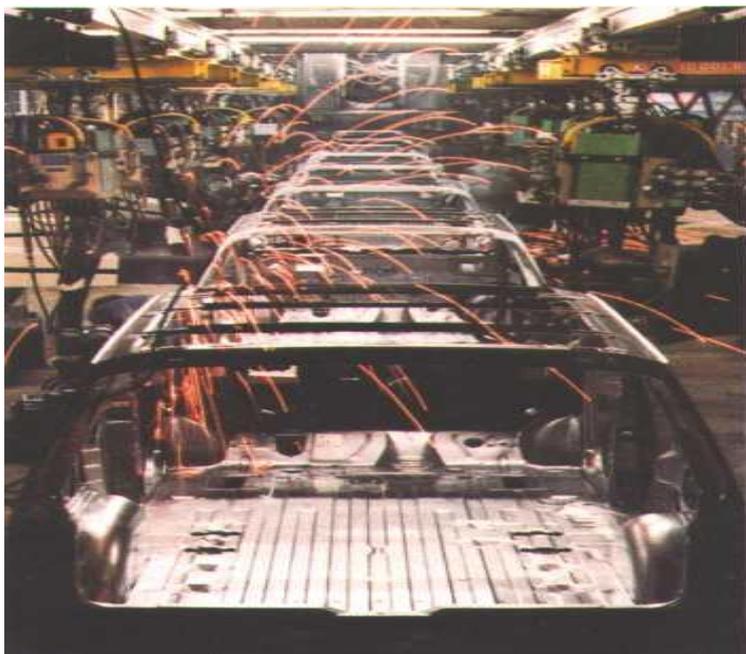








# EXEMPLOS DE ARRANJOS FÍSICOS EM LINHA OU POR PRODUTO



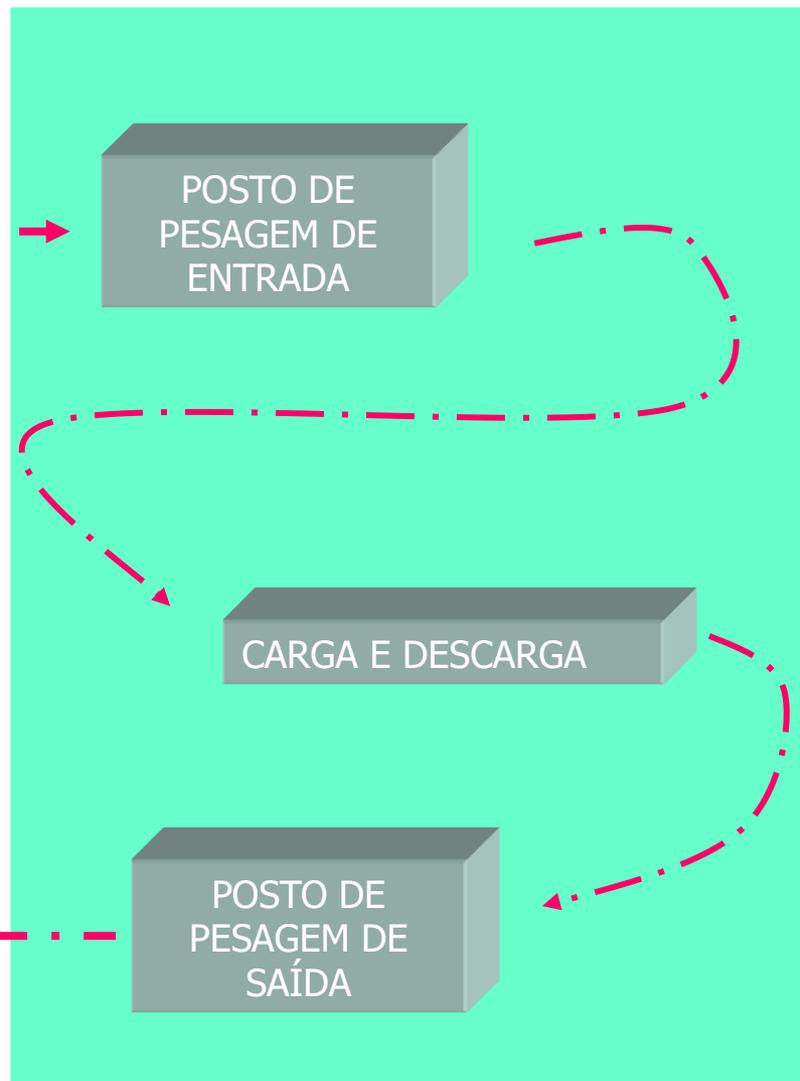
**LINHA DE MONTAGEM DE UMA MONTADORA DE VEÍCULOS**



**ENTRADA DE CAMINHÕES**

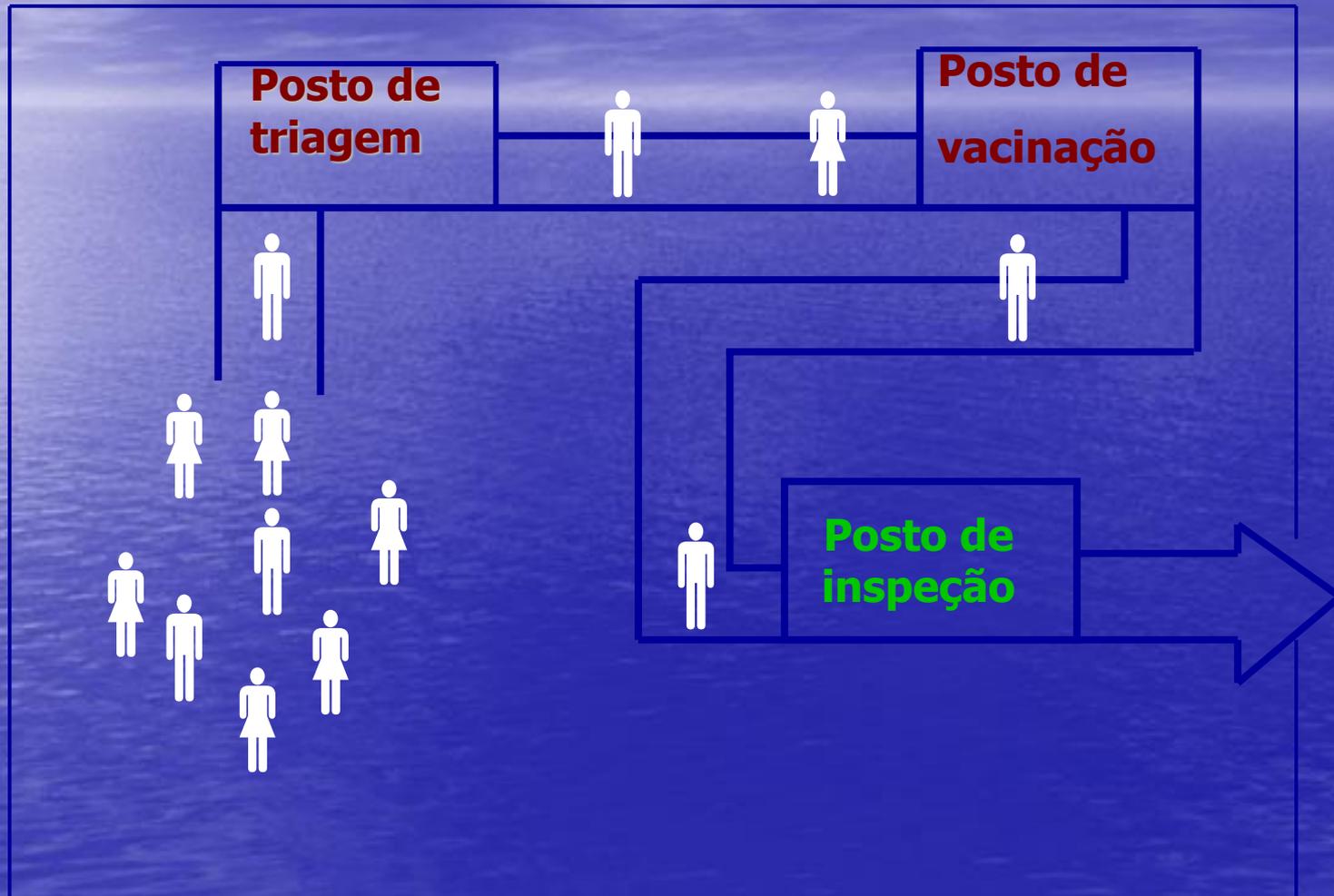


**SAÍDA DE CAMINHÕES**



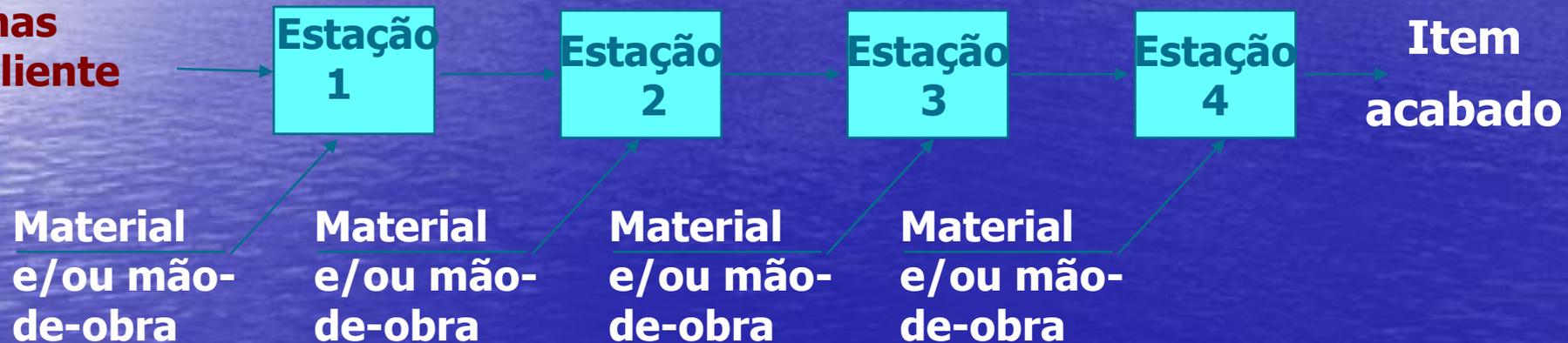
**ÁREA DE CONTROLE DE CARGA E DESCARGA RODOVIÁRIA DE UM TERMINAL DE CARGAS PORTUÁRIO**

# ARRANJO FÍSICO EM LINHA VACINAÇÃO EM MASSA



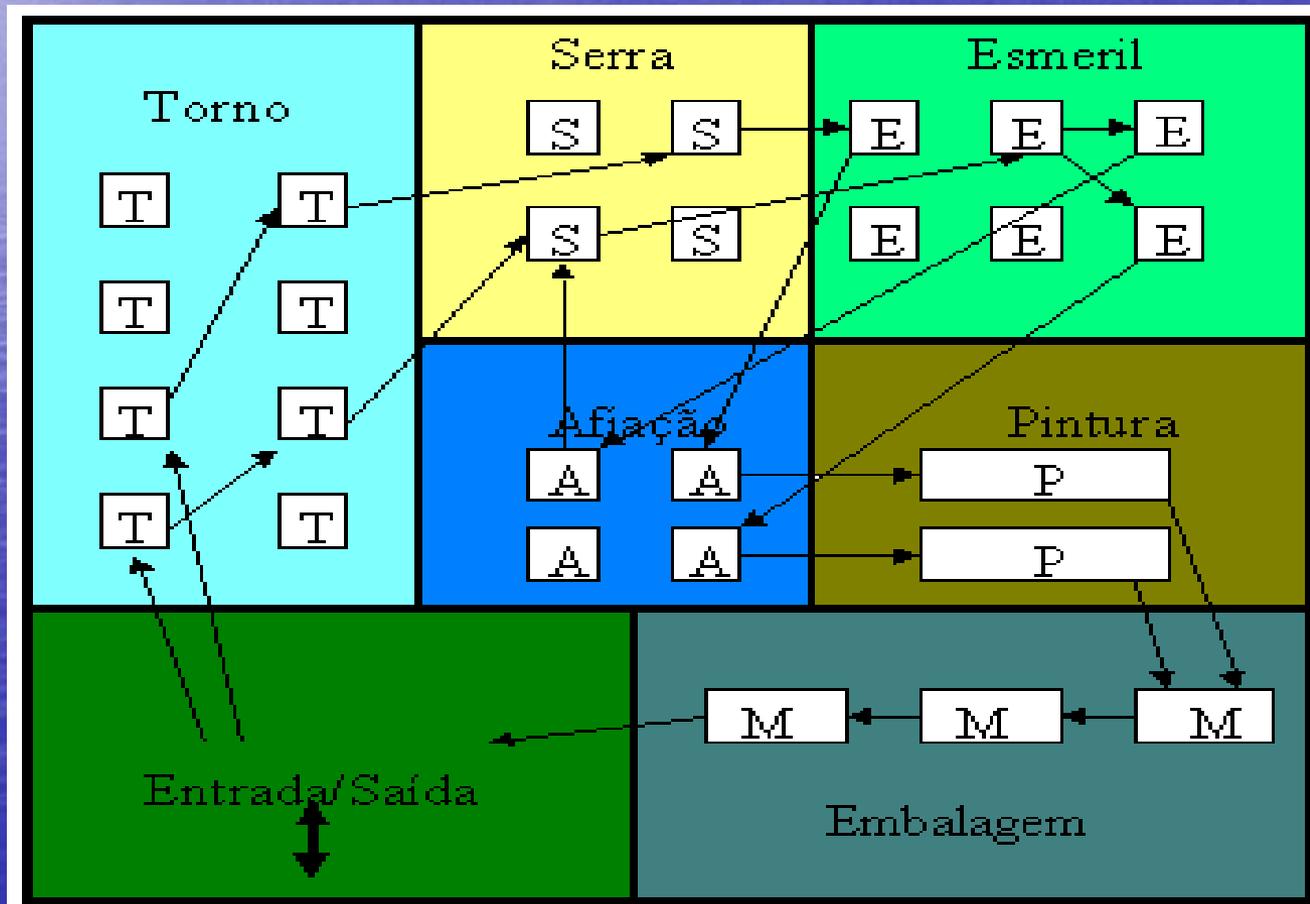
# Linha de Fluxo de Trabalho Industrial ou de Serviços

**Matérias-primas ou cliente**



# ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO OU FUNCIONAL

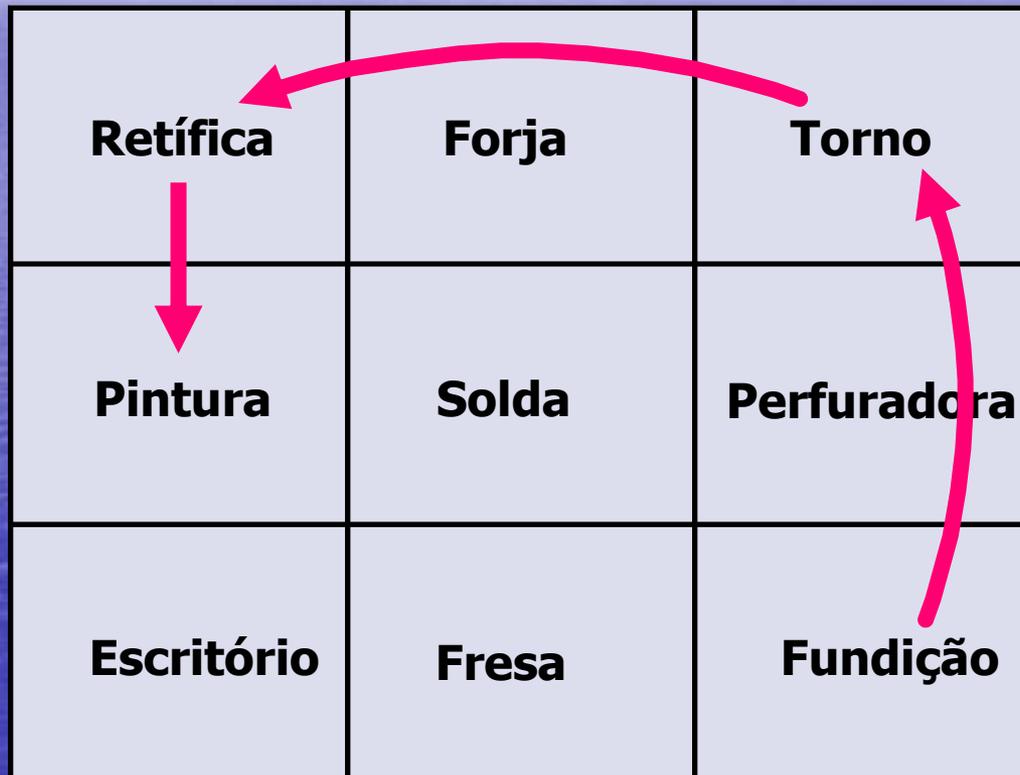
Os centros de trabalho são agrupados de acordo com o processo (função) que desempenham. Os materiais ou as pessoas movem-se de um centro a outro de acordo com a necessidade. (Ex.: bancos, escolas, hospitais, clínicas etc).



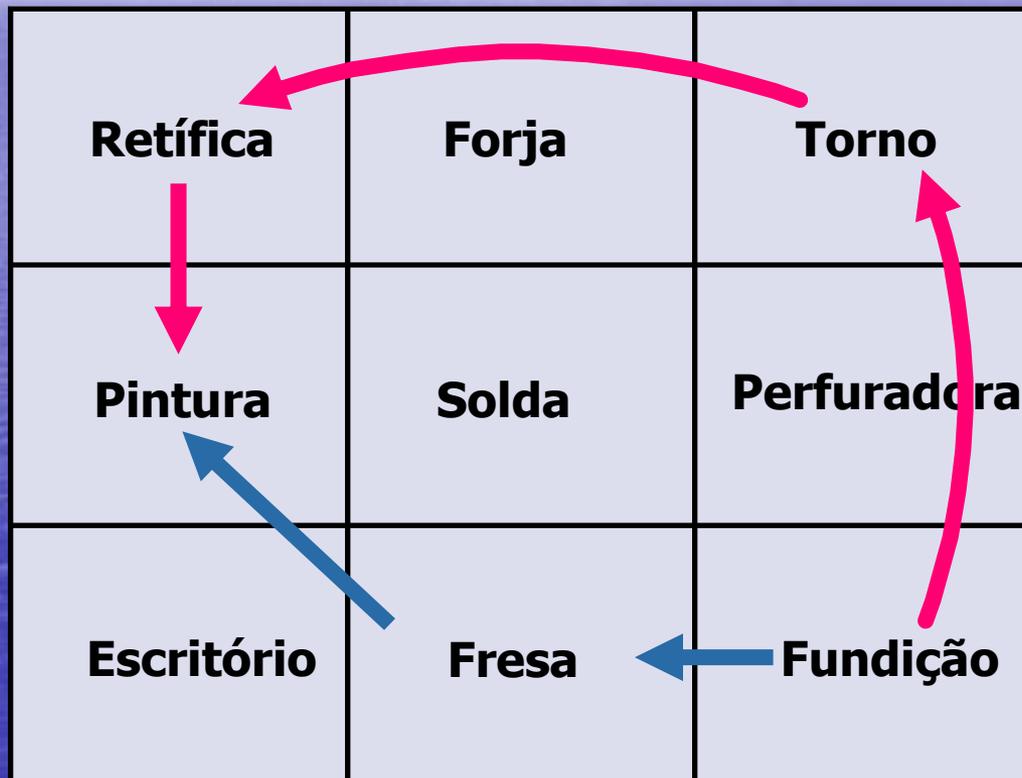
# *Exemplo de layout por processo (funcinal)*

<b>Retífica</b>	<b>Forja</b>	<b>Torno</b>
<b>Pintura</b>	<b>Solda</b>	<b>Perfuradora</b>
<b>Escritório</b>	<b>Fresa</b>	<b>Fundição</b>

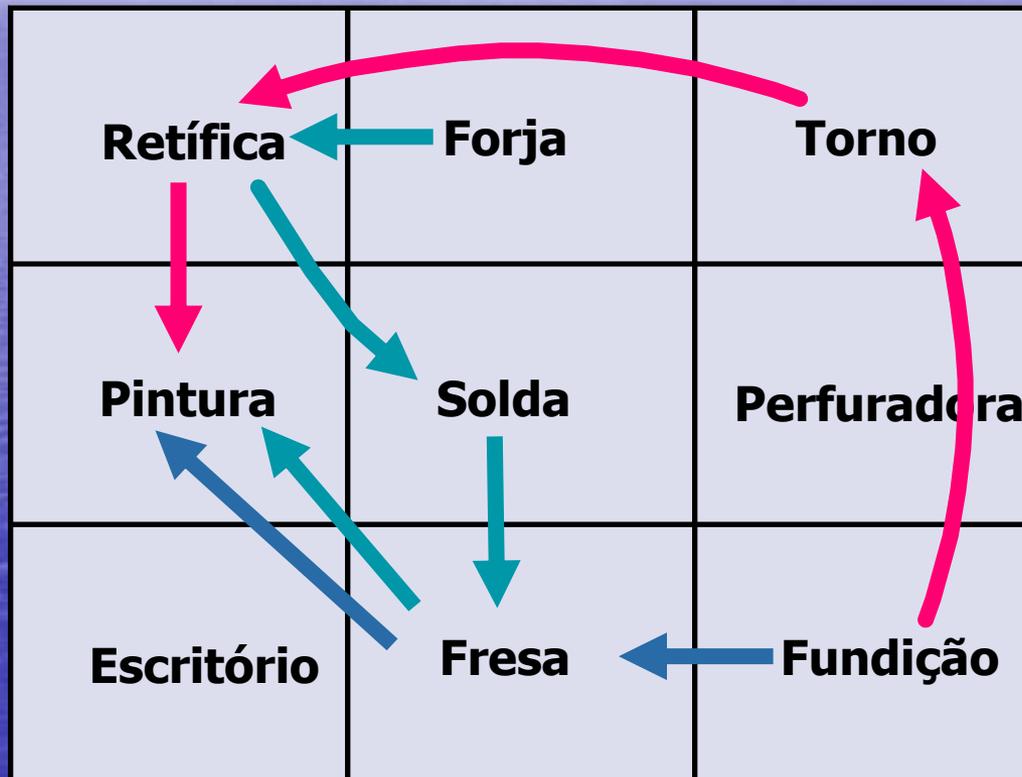
*Layout de uma oficina*



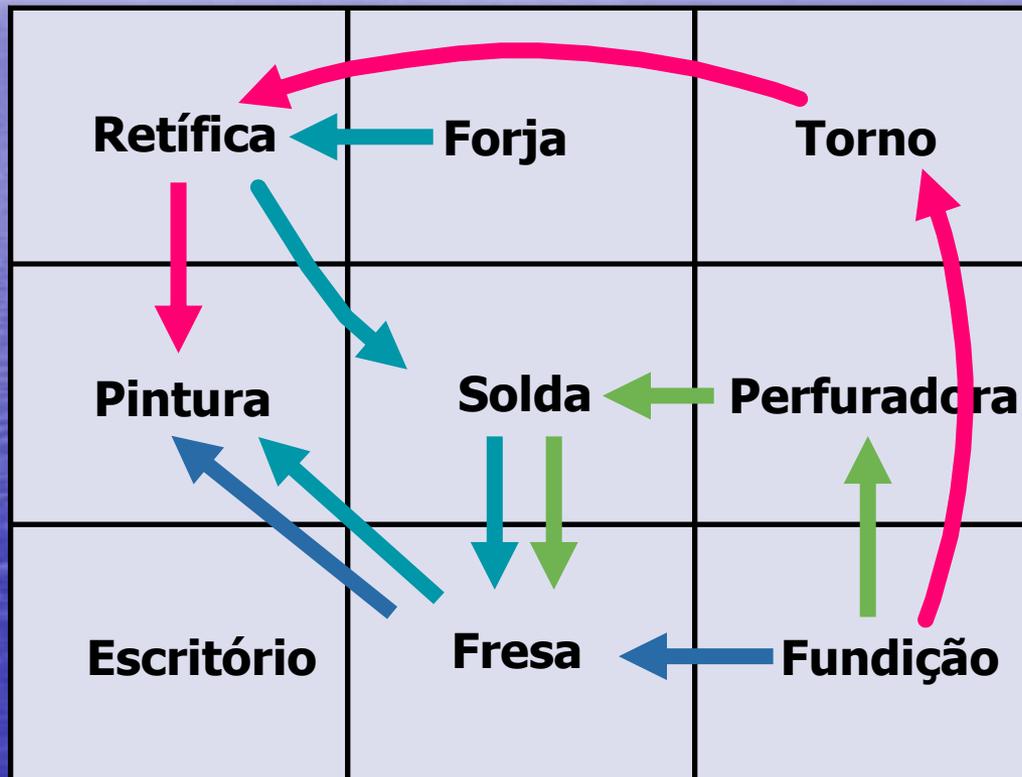
*Layout de uma oficina*



*Layout de uma oficina*

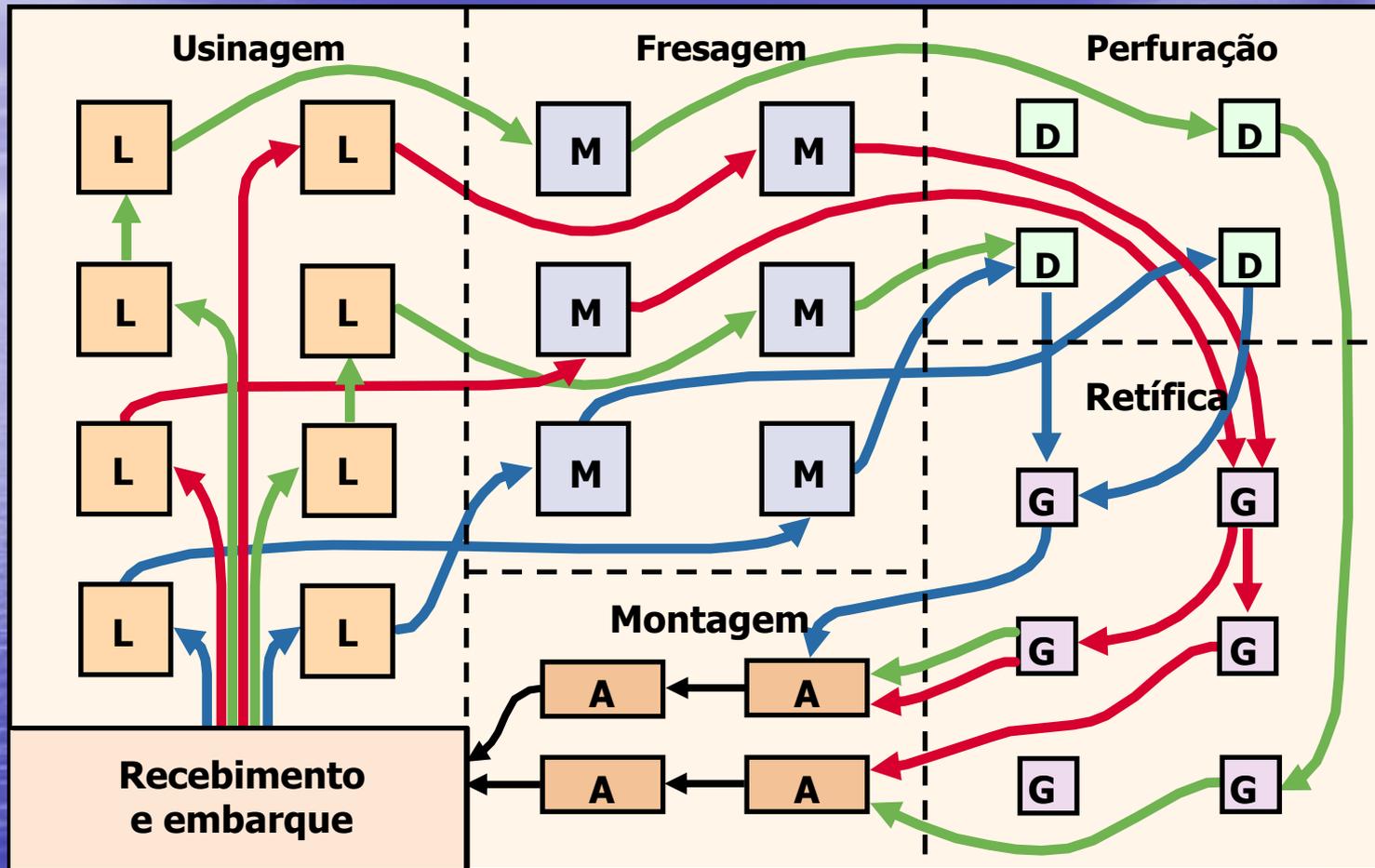


*Layout de uma oficina*



*(Layout de uma oficina*



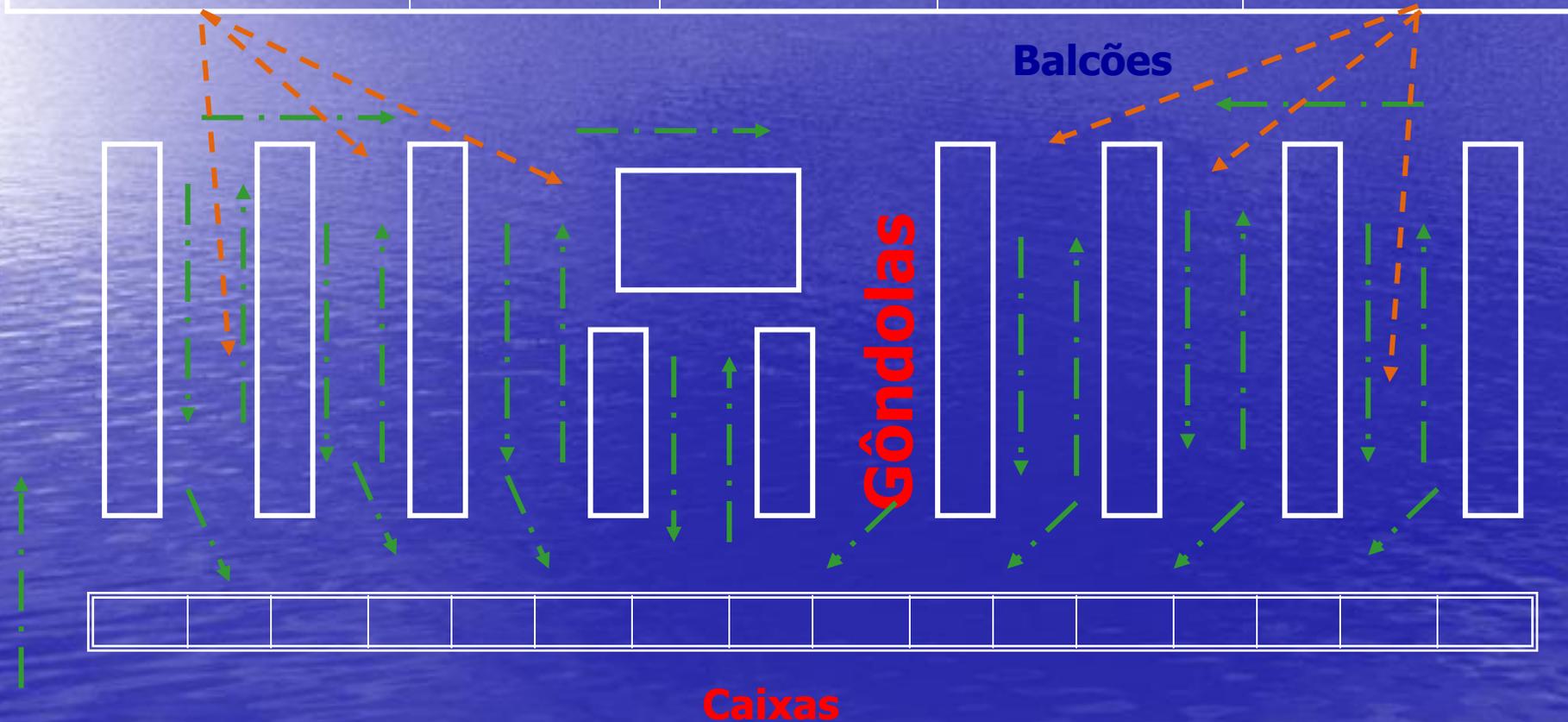


## Fluxos desordenados em uma oficina sem células TG

Fonte: Source: Mikell P. Groover. *Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541. Used by permission.

# EXEMPLO DE ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO INSTALAÇÕES de SUPERMERCADO

ENTRADA DE MERCADORIAS



# **ARRANJO FÍSICO CELULAR**

**Os recursos a serem transformados, quando entram no processo, são selecionados no sentido de se movimentarem na direção de uma parte específica da operação (célula), local onde se encontram todos os recursos transformadores necessários para atender suas necessidades de processamento.**

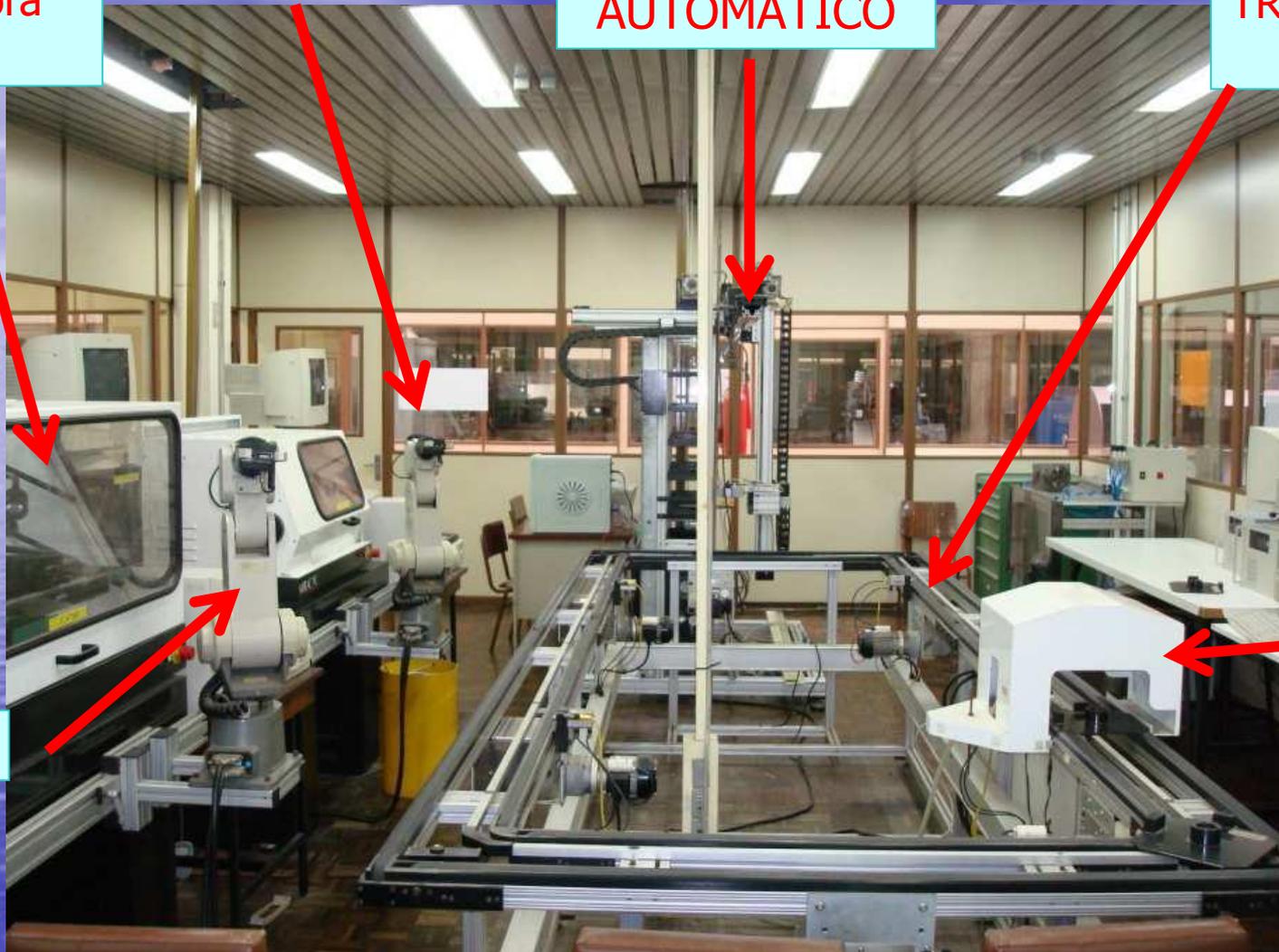
**O Arranjo Celular é um tipo híbrido, que possui características dos Arranjos em Função do Produto e do Processo.**

ROBÔ 1

ARMAZEM  
AUTOMÁTICO

ESTEIRA  
TRANSPORTAD  
ORA

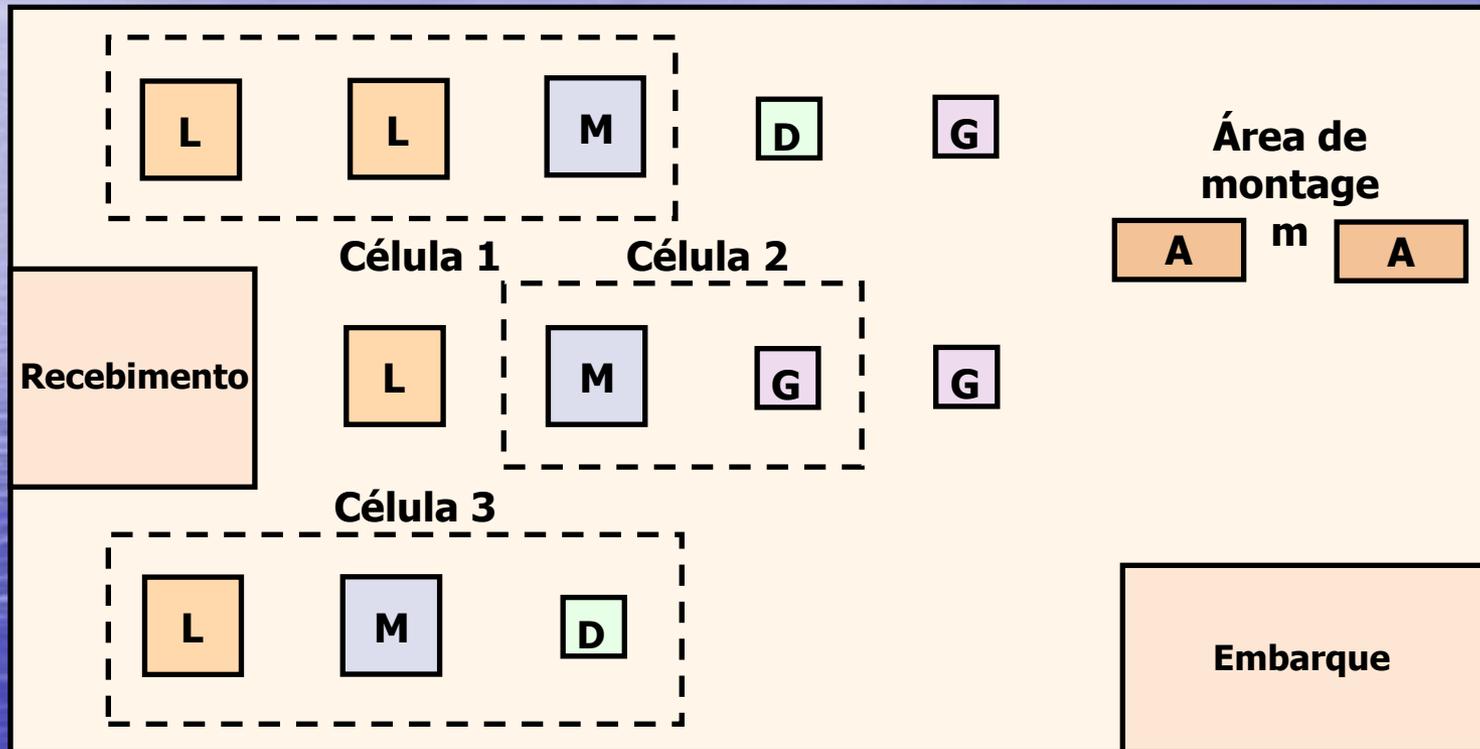
Fresadora  
CNC



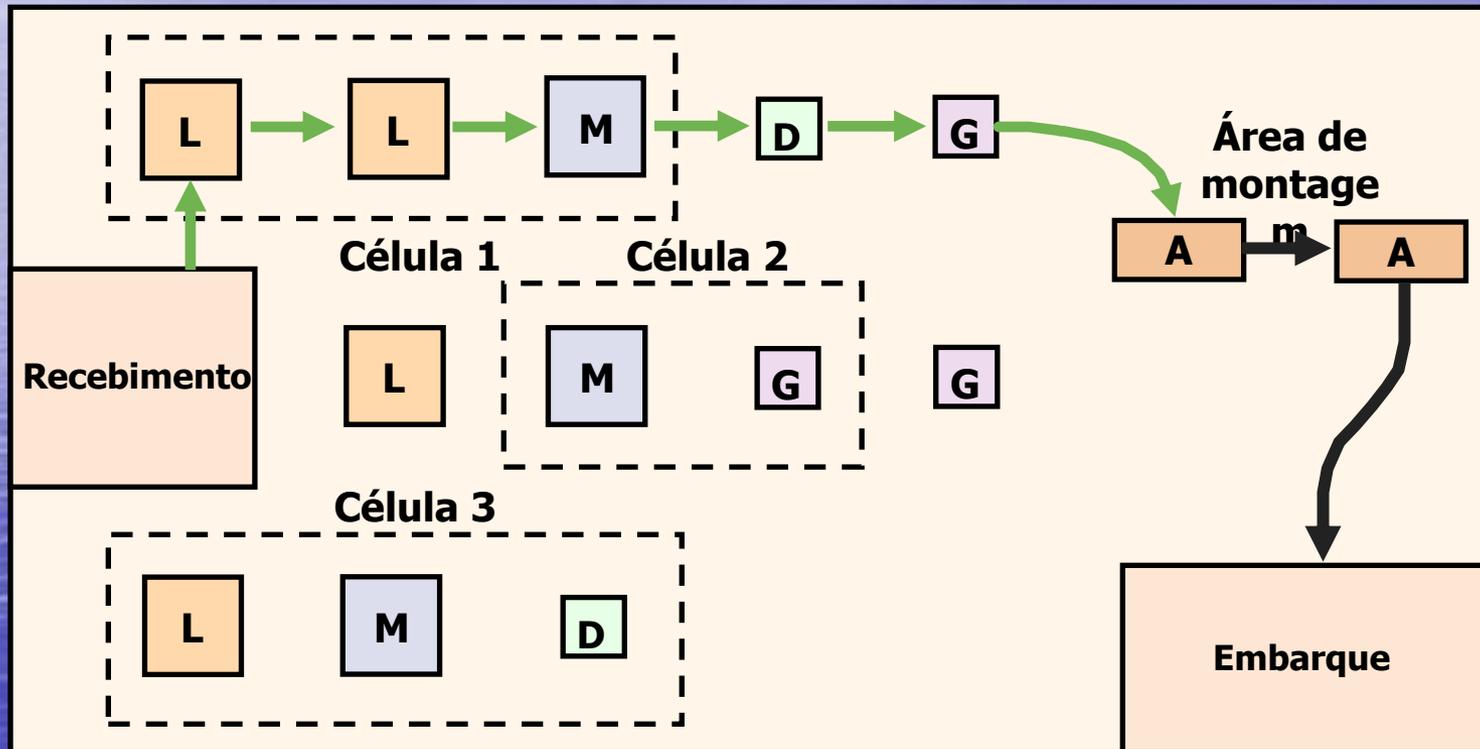
SISTEMA  
DE VISÃO

ROBÔ 2

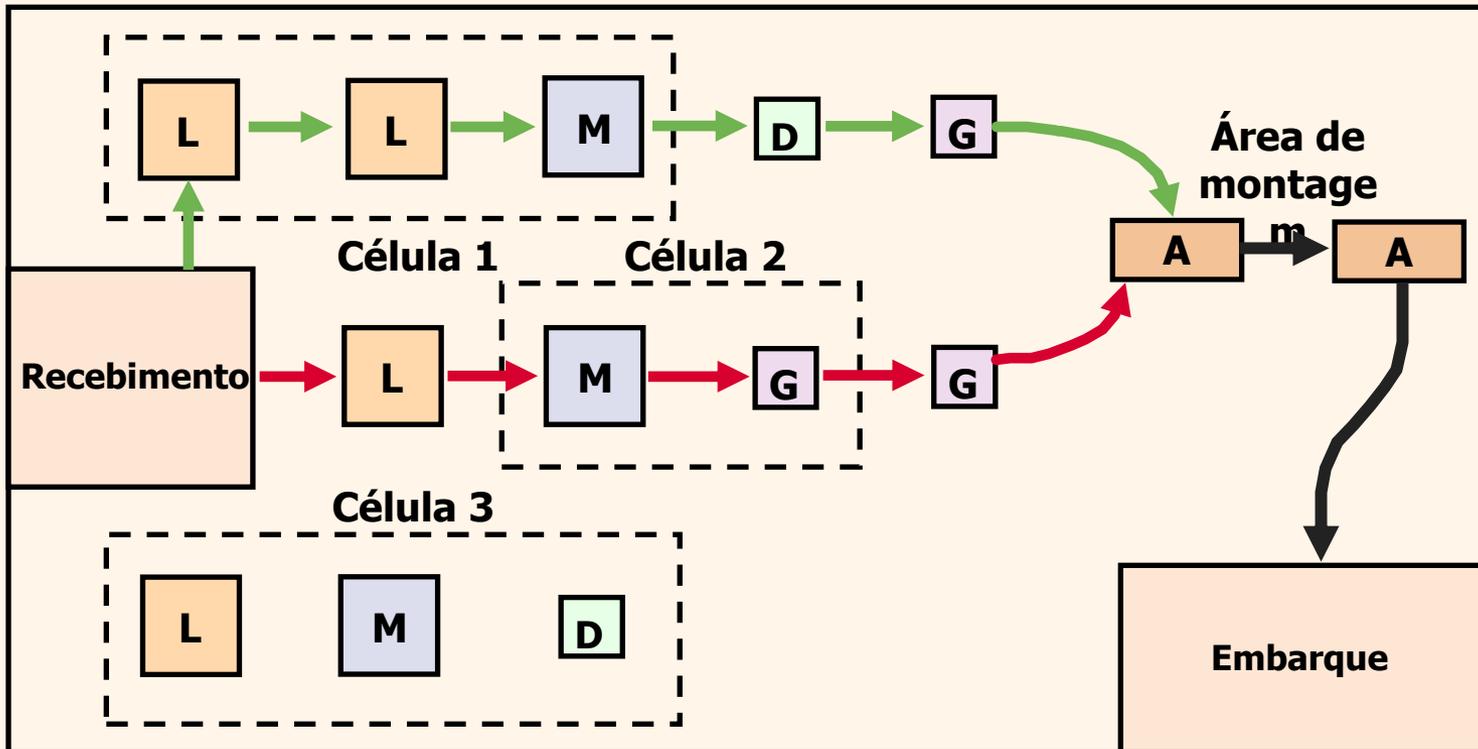
Fonte: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgem/banco-teses/dissertacoes/2010/TAKANOMauricioIwama.pdf> acesso 22/07-2015



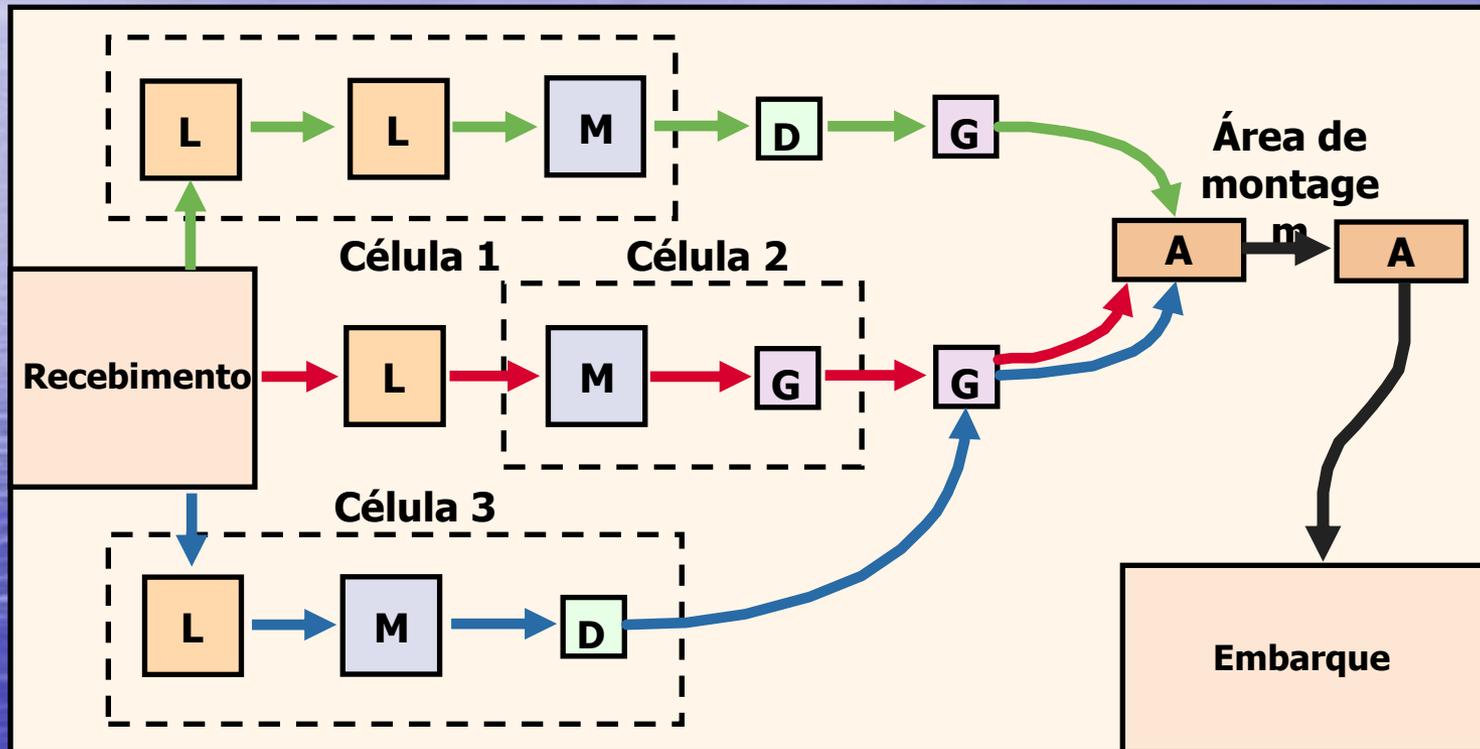
**Fluxos em linha em uma oficina com três células TG**



**Fluxos em linha em uma oficina com três células TG**



**Fluxos em linha em uma oficina com três células TG**



## Fluxos em linha em uma oficina com três células TG

# ARRANJO FÍSICO POSICIONAL

*Os recursos a serem transformados permanecem fixos numa determinada posição. Os recursos transformadores se deslocam até a posição, e executam as operações necessárias.*

**A razão para isso pode ser que o produto ou o sujeito do serviço sejam muito grandes, muito delicados ou ainda podem objetar-se a serem movimentados.**

**Tem como características:**

- produto único;
- não repetitivo.

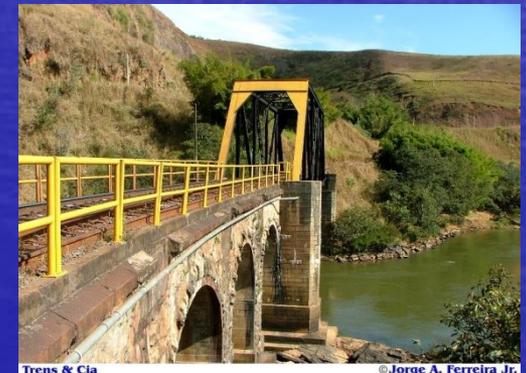
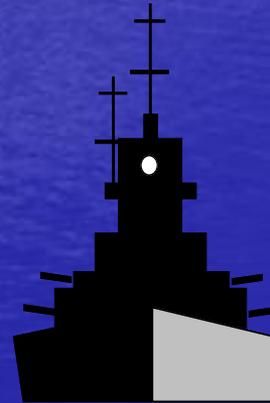
**ex: construção de uma ferrovia, operação do coração, estaleiro, manutenção de computador de grande porte, etc.**

# ARRANJO FÍSICO POSICIONAL OU POSIÇÃO FIXA

Os recursos a serem transformados permanecem fixos numa determinada posição. Os recursos transformadores se deslocam até a posição e executam as operações necessárias.



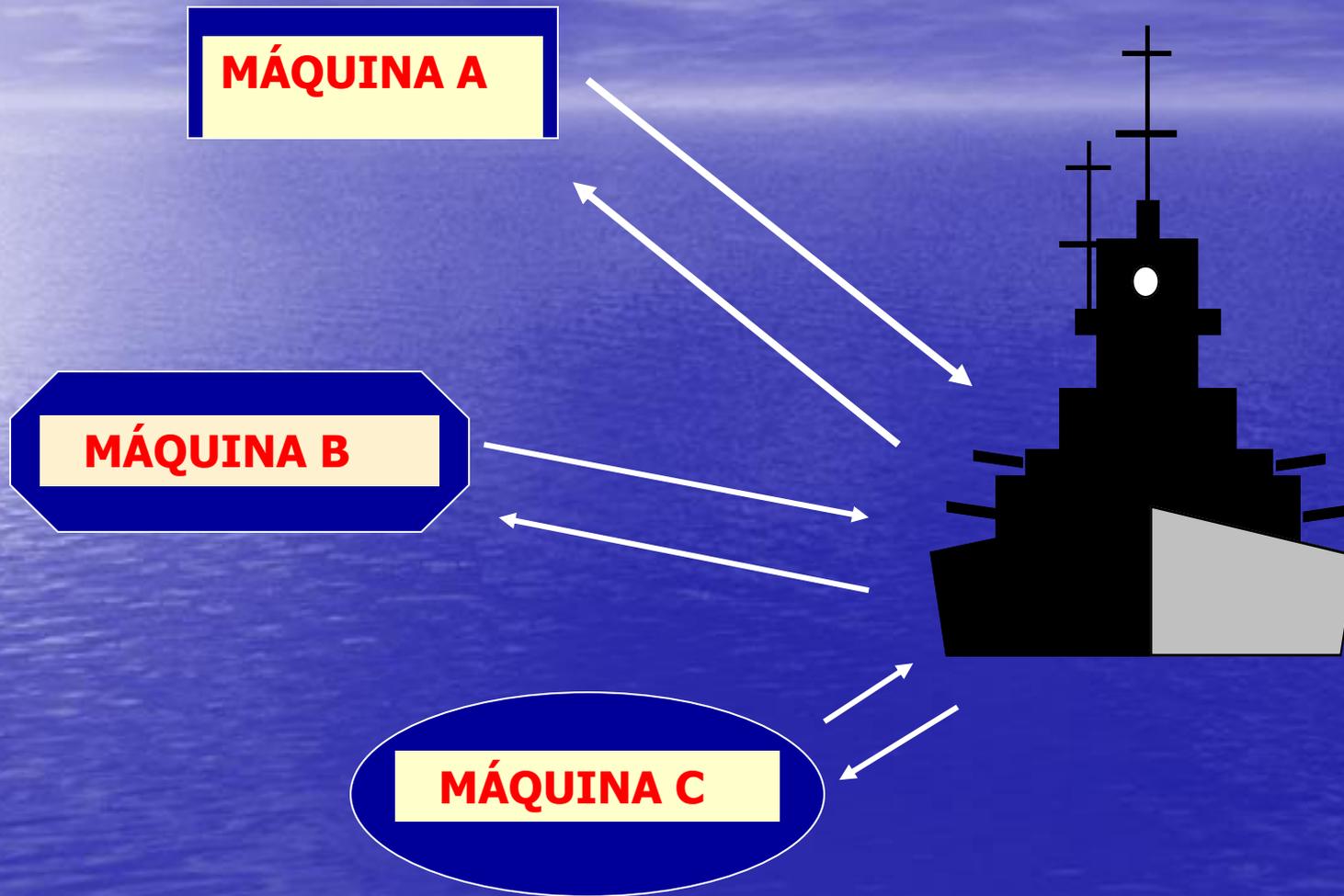
[http://www.segurancaedefesa.com/Sub\\_Nucleares.html](http://www.segurancaedefesa.com/Sub_Nucleares.html)



<http://trensecia.fotopages.com/>

# ARRANJO FÍSICO POSICIONAL

ESTALEIRO





[http://pt.wikipedia.org/wiki/Airbus\\_A380](http://pt.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380)

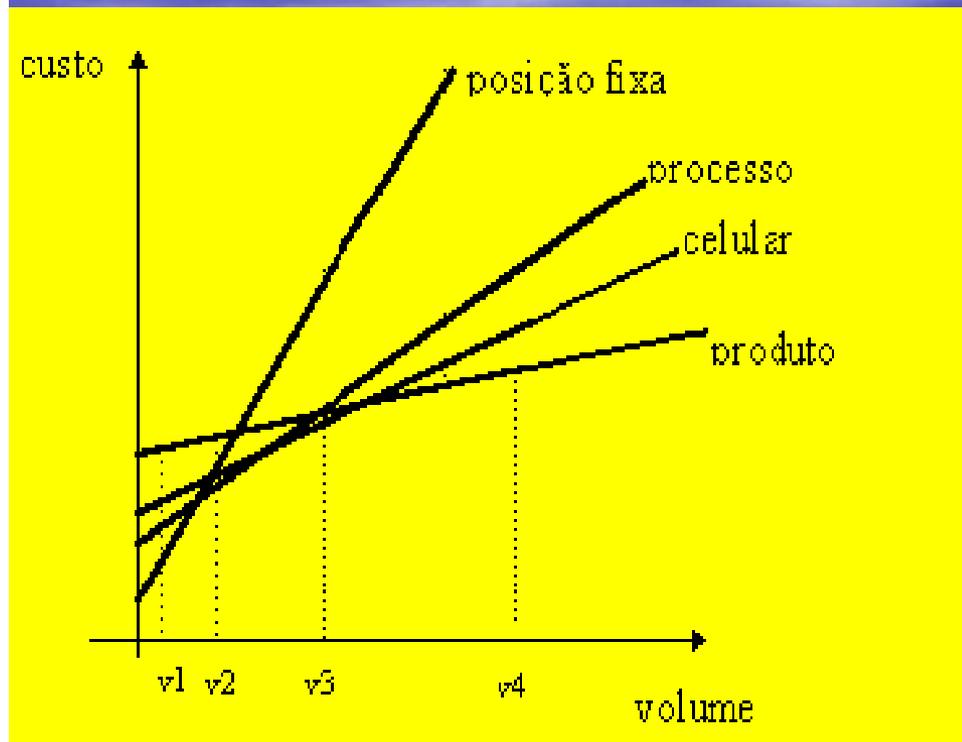
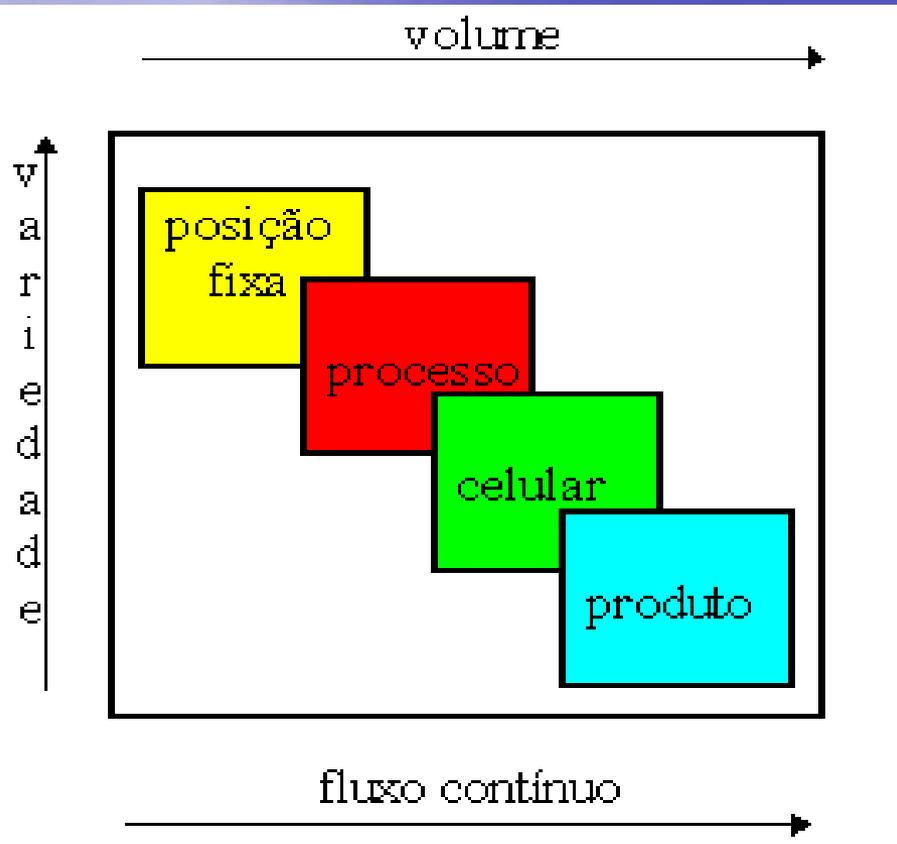
<b>Tipo</b>	<b>Avião comercial</b>
<b>Fabricante</b>	<b>Airbus</b>
<b>Primeiro voo</b>	<b>27 de Abril de 2005</b>
<b>Capacidade</b>	<b>de 555 a 845 passageiros</b>
<b>Custo unitário</b>	<b>290 milhões de dólares</b>
<b>Comprimento</b>	<b>72,75m metros</b>
<b>Envergadura</b>	<b>79,80m metros</b>
<b>Altura</b>	<b>24,08m metros</b>
<b>Velocidade máxima</b>	<b>970 km/h</b>
<b>Peso máx. decolagem</b>	<b>560.000kg kg</b>

# Tipos de Arranjo Físico: Seleção Qualitativa

LAYOUT	VANTAGENS	DESVANTAGENS
POSICIONAL	Flexibilidade de mix e mudanças, mantendo o produto ou cliente fixo.	Custos unitários elevados, programação de espaço e movimentação complexa.
PROCESSO	Boa flexibilidade de mix de produto e flexível à interrupção de etapas.	Baixa utilização de recursos, possível estoques em processo e difícil programação.
CELULAR	Rapidez no processo, visão integrada com equilíbrio entre custo e flexibilidade.	Requer capacidade adicional de equipamentos e de MO, com baixa utilização.
PRODUTO	Baixos custos unitários para volumes elevados, com bom fluxo do cliente ou produto.	Muito baixa flexibilidade de mix e pouco robusto contra qualquer interrupção.

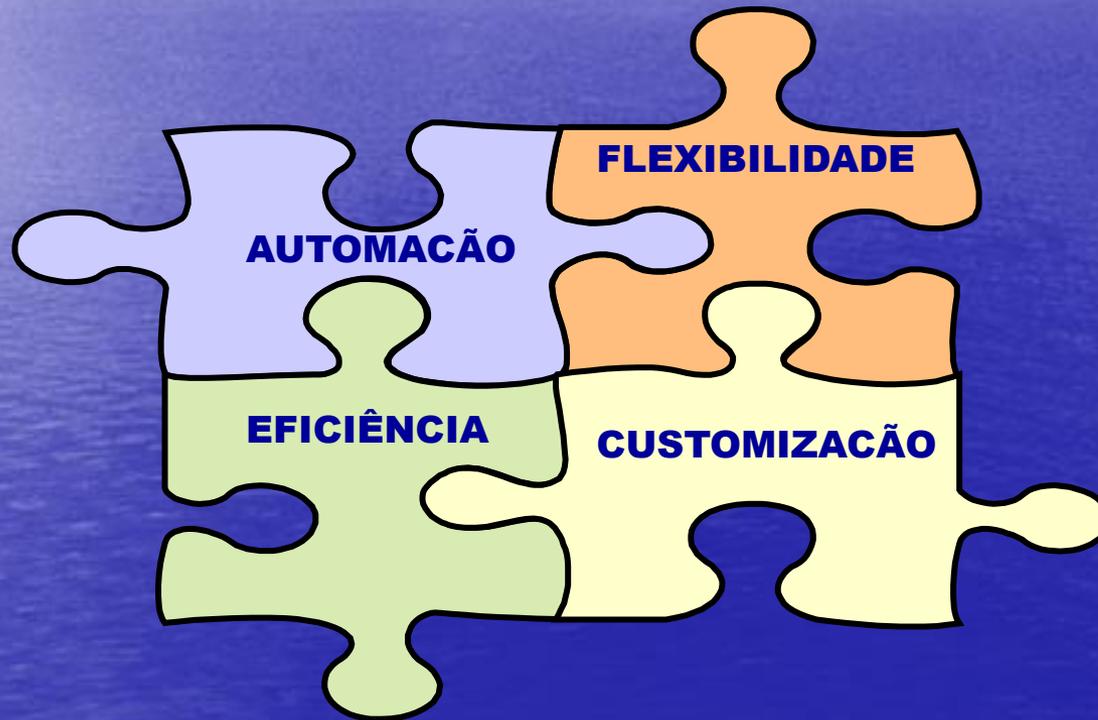
# Adequação dos layouts aos Tipos de Processo

VOL	PROCESSOS DE MANUFATURA	TIPOS DE ARRANJO	PROCESSOS DE SERVIÇOS	VAR
	PROCESSO POR PROJETO	POSICIONAL	SERVICOS CUSTOMIZADOS	
	PROCESSO POR TAREFA	FUNCIONAL		
	PROCESSO POR LOTES		CELULAR	LOJA DE SERVICOS
	PROCESSO EM LINHA	LINHA		SERVICOS DE MASSA
	PROCESSO CONTÍNUO			



# Tecnologia de Processo

“A tecnologia de processos fabris tem permitido obter flexibilidade com eficiência, ou seja, volume com variedade”



# Máquinas de Controle Numérico (CNC)



- Usadas para furar, torneiar, fresar, diferentes tipos de peças, com o Computador determinando a seqüência de operações, monitorando a posição da ferramenta para controle dimensional e reduzindo o tempo de preparação, o que permite uma maior flexibilidade.

# Máquinas de Controle Numérico (CNC)

**O QUE FAZ?**

**Desempenha os mesmos tipos de corte de metal e operações do que as máquinas manuais, somente que programadas por computador**

**COMO FAZ?**

**Instruções reprogramadas são lidas com base em disquete ou fita por um computador que ativa o sistema de controle físico na máquina-ferramenta**

**QUE VANTAGENS OFERECE?**

**Precisão, acurácia e uso otimizado das ferramentas que maximizam sua vida útil e aumento de produtividade do trabalho (um operador trabalha com várias máquinas)**

**QUE RESTRIÇÕES IMPÕE?**

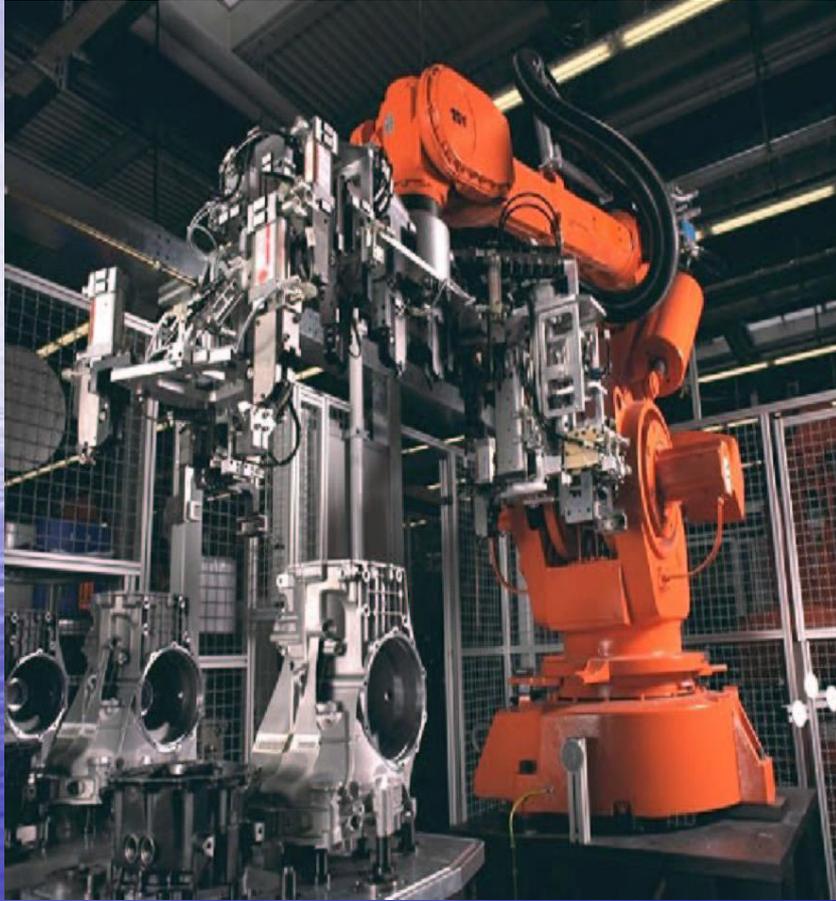
**Custo de capital maior do que a tecnologia manual e requer funcionários capacitados para sua operação**

# *Machine Centers*



- Além das funções do CNC, permite a inclusão de várias ferramentas que podem ser trocadas automaticamente realizando várias operações em um único equipamento, além de abastecer as peças automaticamente o que permite longos períodos de produção sem intervenção do operador.

# Robôs Industriais

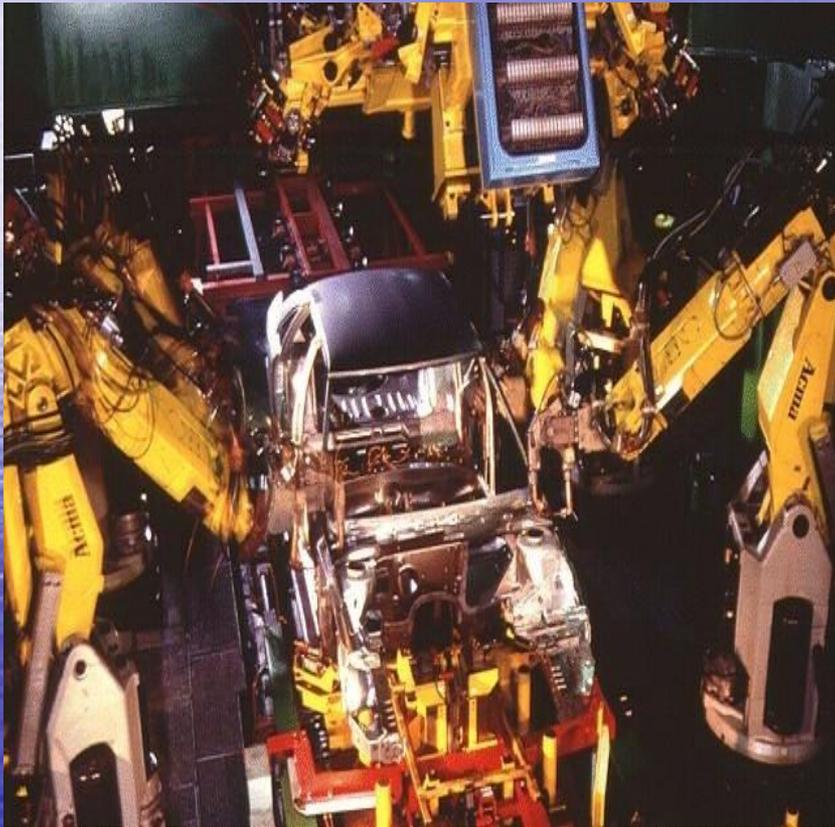


- São usados para substituir pessoas em atividades repetitivas ou perigosas, podendo executar tarefas como montar, pintar, soldar, em várias seqüências, de dimensão e peso elevados, com grande precisão.

# Robôs Industriais

<b>O QUE FAZ?</b>	<b>Move e manipula produtos, peças e ferramentas</b>
<b>COMO FAZ?</b>	<b>Opera por meio de um braço programável e controlado por computador ( muitas vezes com múltiplas funções) com uma peça final que varia conforme as tarefas a serem desempenhadas.</b>
<b>QUE VANTAGENS OFERECE?</b>	<b>Pode ser usado em situações perigosas ou desconfortáveis para humanos,ou em tarefas extremamente repetitivas. Desempenha tarefas repetitivas a custo menor que os humanos e oferece maior precisão e capacidade de repetição.</b>
<b>QUE RESTRIÇÕES IMPÕE?</b>	<b>Não pode executar funções que necessitem de resposta sensorial delicada ou julgamento sofisticado.</b>

# *Flexible Manufacturing System (FMS)*



- Composto de vários *Machining Centers* que circundam um robô industrial, criando uma célula autônoma que permite realizar tarefas completas e independente da intervenção humana em meio ambiente da produção.

# *Flexible Manufacturing System*

## (FMS)

<b>O QUE FAZ?</b>	<b>Produz completamente uma gama de componentes(ocasionalmente, produtos simples completos) sem intervenção humana significativa durante o processo.</b>
<b>COMO FAZ?</b>	<b>Integrando tecnologias programáveis como máquinas-ferramentas, dispositivos de manuseio de materiais e robôs através de controle centralizado por computador.</b>
<b>QUE VANTAGENS OFERECE?</b>	<b>Tempos de atravessamentos mais rápidos, maior utilização do equipamento de capital, menor estoque em processo, maior consistência de qualidade, maior flexibilidade de produto a logo prazo.</b>
<b>QUE RESTRIÇÕES IMPÕE?</b>	<b>Custos de capital muito altos com retorno incerto, requer habilidades de programação e pode ser vulnerável a quebras(o que pode fazer parar todo o sistema).</b>

# *Automatically Guided Vehicles (AGV)*



- **Robôs programáveis que são guiados por faixas magnéticas no chão da planta que melhoram a eficiência no transporte e movimentação de materiais nos centros produtivos.**

# ***Automatically Guided Vehicles (AGV)***

<b>O QUE FAZ?</b>	<b>Move material entre operações.</b>
<b>COMO FAZ?</b>	<b>Veículos com energia independente guiados por cabos alternados e controlados por computador.</b>
<b>QUE VANTAGENS OFERECE?</b>	<b>Movimento independente, flexibilidade de rota e flexibilidade de uso a longo prazo.</b>
<b>QUE RESTRIÇÕES IMPÕE?</b>	<b>Custo de capital consideravelmente maior que os sistemas alternativos (esteiras transportadoras)</b>

# Computer Integrated Manufacturing (CTM)



# *Computer Integrated Manufacturing (CIM)*

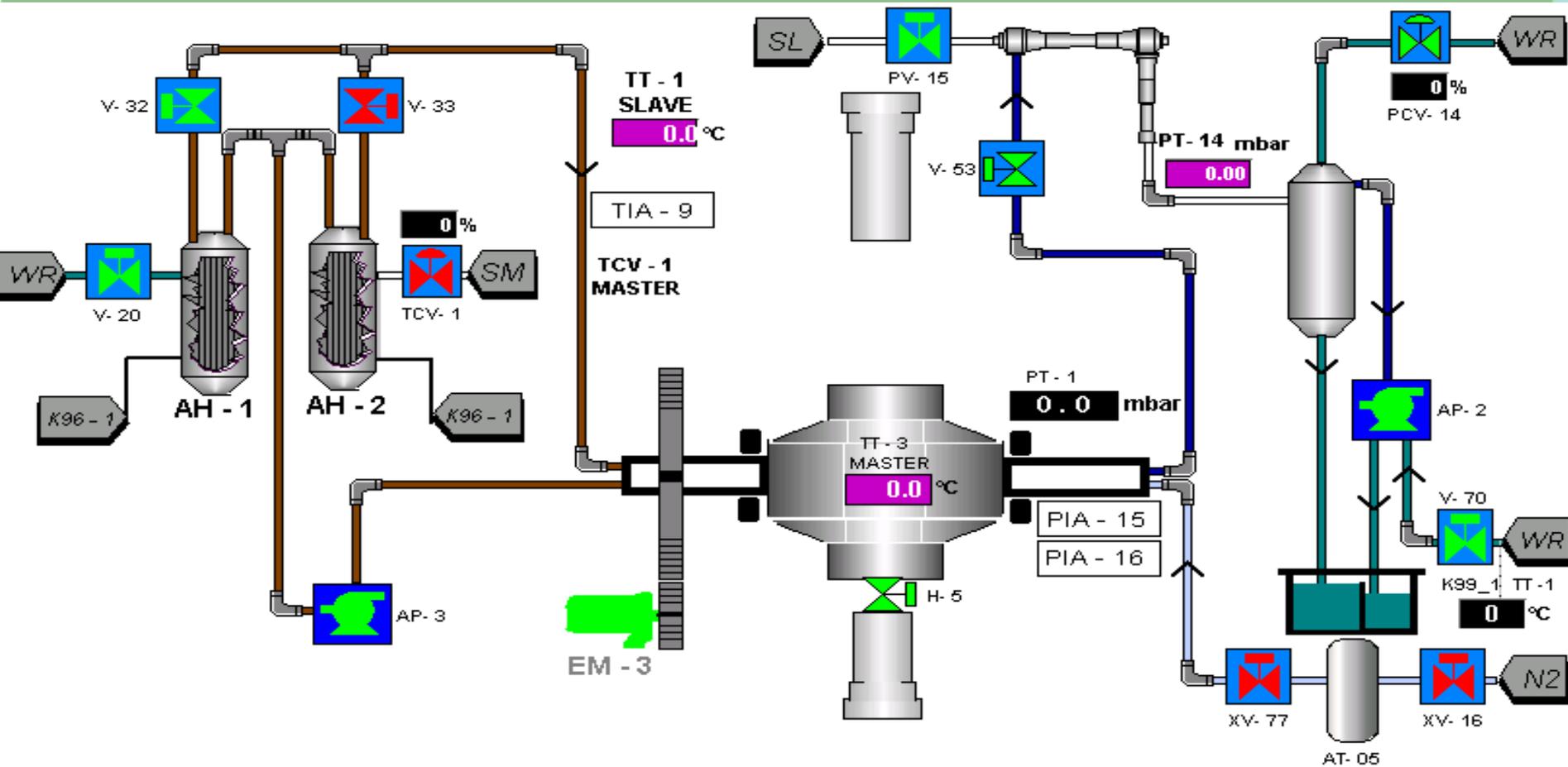
<b>O QUE FAZ?</b>	<b>Coordena o processo manufatura de uma peça, componente ou produto.</b>
<b>COMO FAZ?</b>	<b>Conecta e integra a tecnologia de informação que forma a fundação da tecnologia do projeto(CAD), tecnologia de manufatura(FMC ou FMS), manuseio de materiais (AGVs ou robôs) e a gestão imediata dessas atividades (programação, carregamento, monitoramento)</b>
<b>QUE VANTAGENS OFERECE?</b>	<b>Tempos de atravessamentos mais rápidos, flexibilidade quando comparado com outras tecnologias <i>hard</i> e potencial para produção não supervisionada.</b>
<b>QUE RESTRIÇÕES IMPÕE?</b>	<b>Custos de capital extremamente altos, grandes problemas técnicos de comunicação entre diferentes partes do sistema, além de alguma vulnerabilidade a falhas e quebras.</b>

# O CONCEITO DA PALAVRA AUTOMAÇÃO DE (SISTEMAS, PROCESSOS OU PLANTAS) AMPLIA-SE JUNTAMENTE COM A SUA EVOLUÇÃO

**AUTOMAÇÃO** -----> CIÊNCIA QUE ESTUDA E APLICA METODOLOGIAS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS OBJETIVANDO DEFINIR QUANDO E COMO CONVERTER O CONTROLE DO PROCESSO MANUAL EM AUTOMÁTICO. TAMBÉM POSSIBILITA A COLETA METODOLÓGICA E PRECISA DE DADOS QUE POR SUA VEZ PODEM SER EMPREGADOS PARA SE OBTER A **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO.**

MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS DEPENDEM PRINCIPALMENTE DE PROJETOS E DE PROCESSOS.

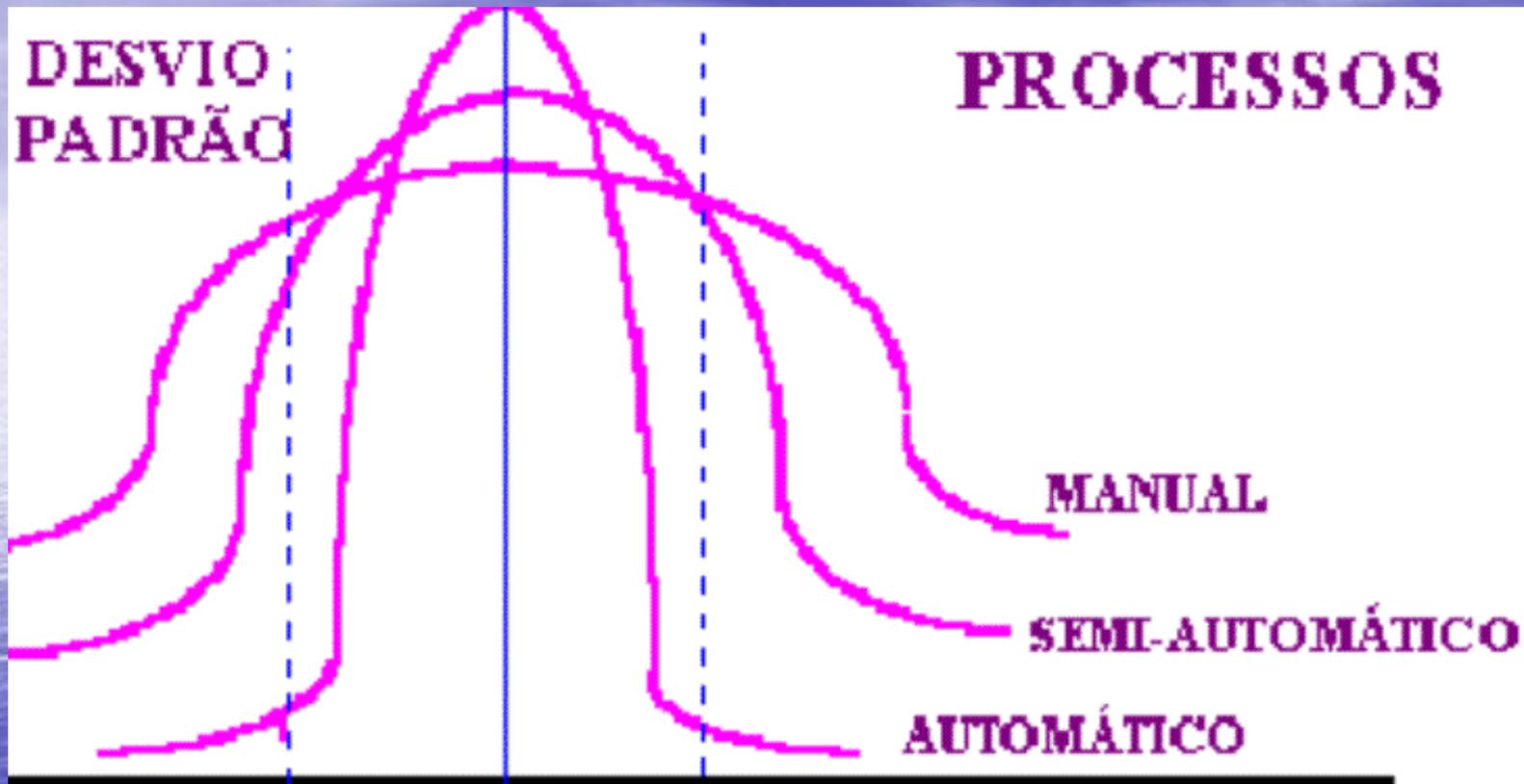
MODULARIZAÇÃO DE PROCESSOS DEPENDEM DE MÉTODOS E DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS.



# **AS VANTAGENS SOBRE O CONTROLE HUMANO PODEM SER AGRUPADAS EM SETE CLASSIFICAÇÕES:**

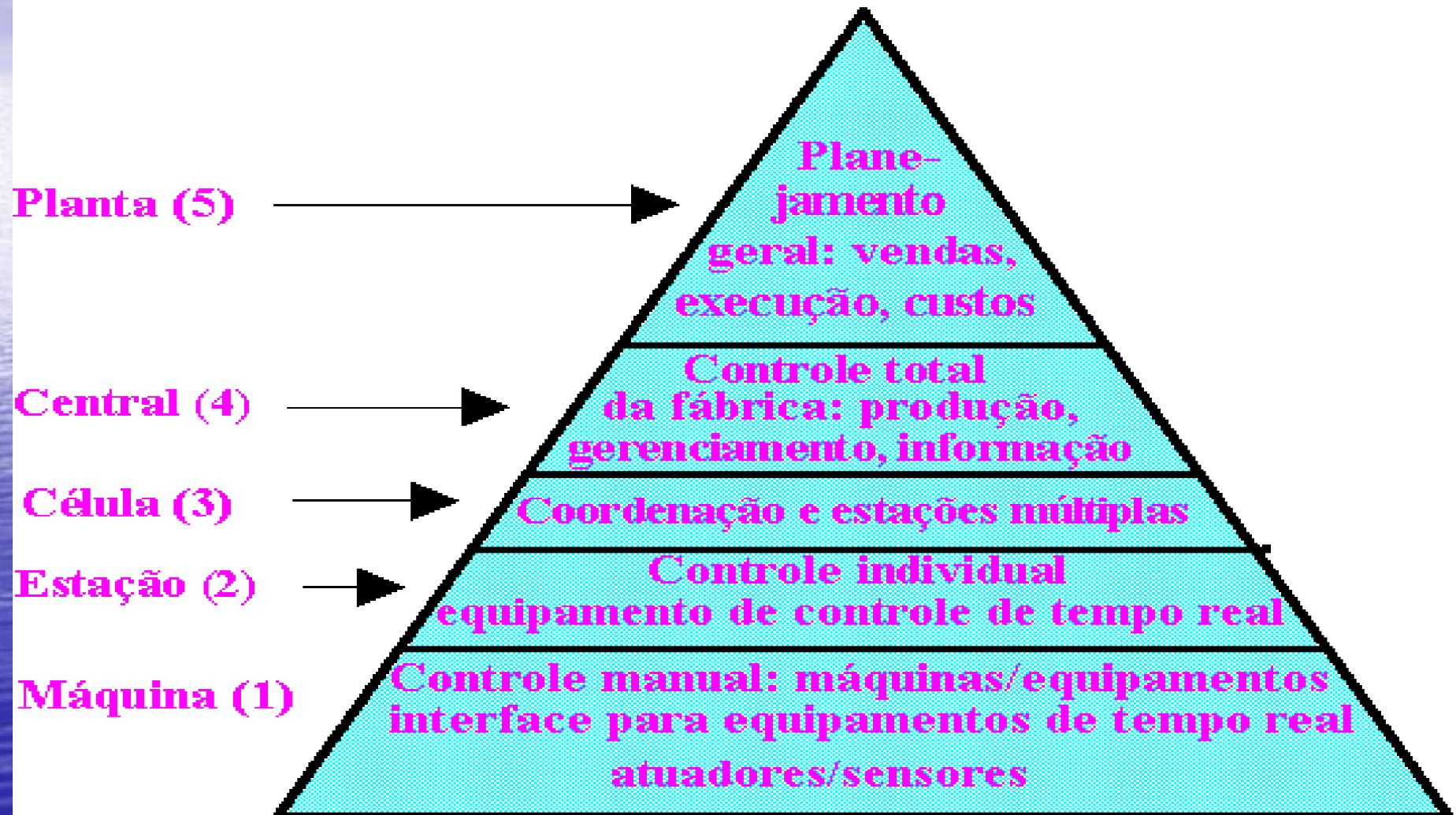
- 1 - REDUÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO.**
- 2 - CAPACIDADE COMPUTACIONAL DISPONÍVEL.**
- 3 - RÁPIDA RESPOSTA.**
- 4 - REDUÇÃO DO TAMANHO E CUSTO DO EQUIPAMENTO.**
- 5 - SEGURANÇA AMBIENTAL E SEGURANÇA HUMANA.**
- 6 - RECONHECIMENTO E REAÇÃO IMEDIATA EM SITUAÇÃO EMERGENCIAL.**
- 7 - GARANTIA DA QUALIDADE.**

# GARANTIA DA QUALIDADE



# NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E TIPOS DE PROCESSOS

## NÍVEIS



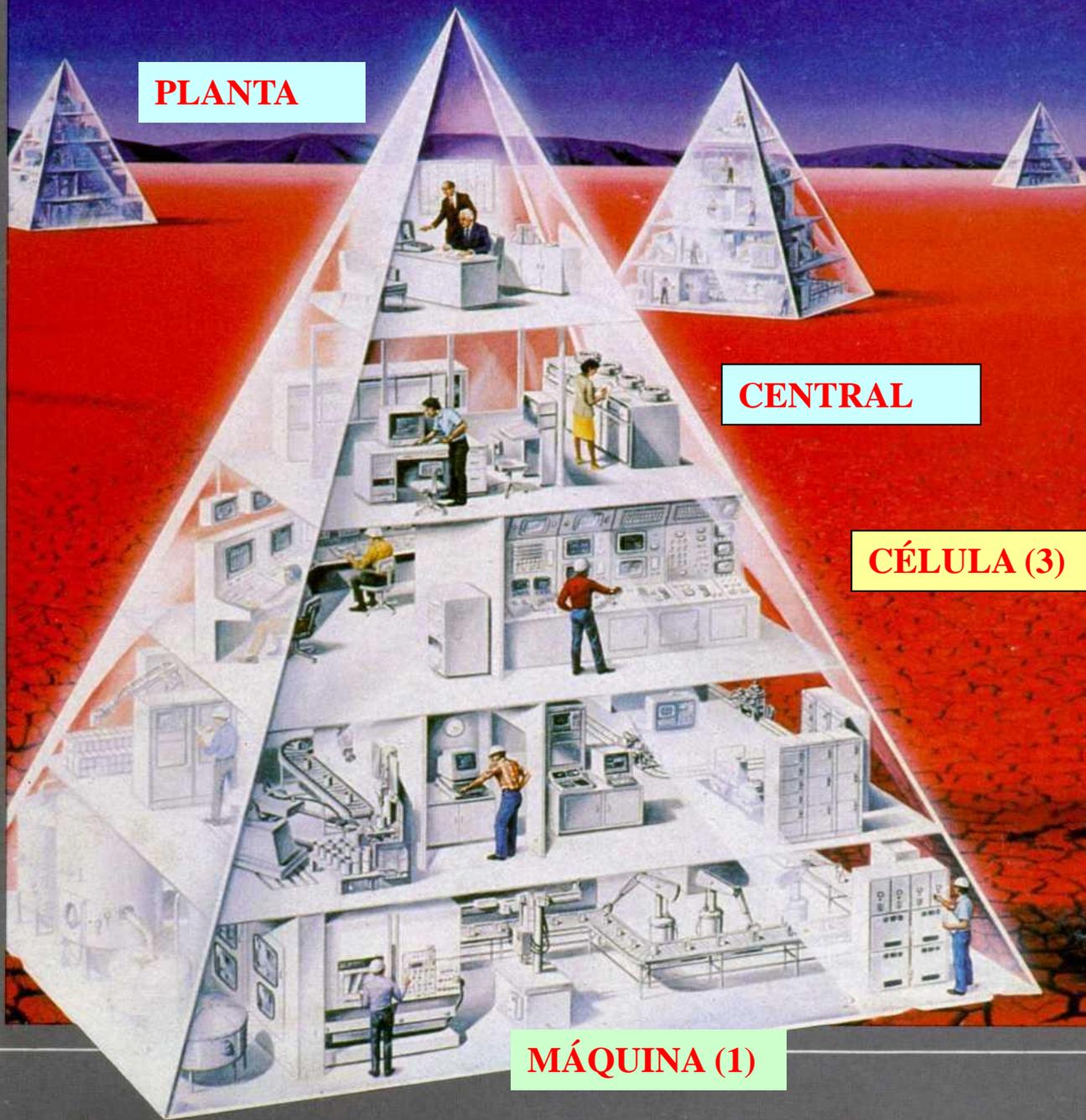
**PLANTA**

**CENTRAL**

**CÉLULA (3)**

**MÁQUINA (1)**

**CONCEITO  
DA  
PIRÂMIDE**

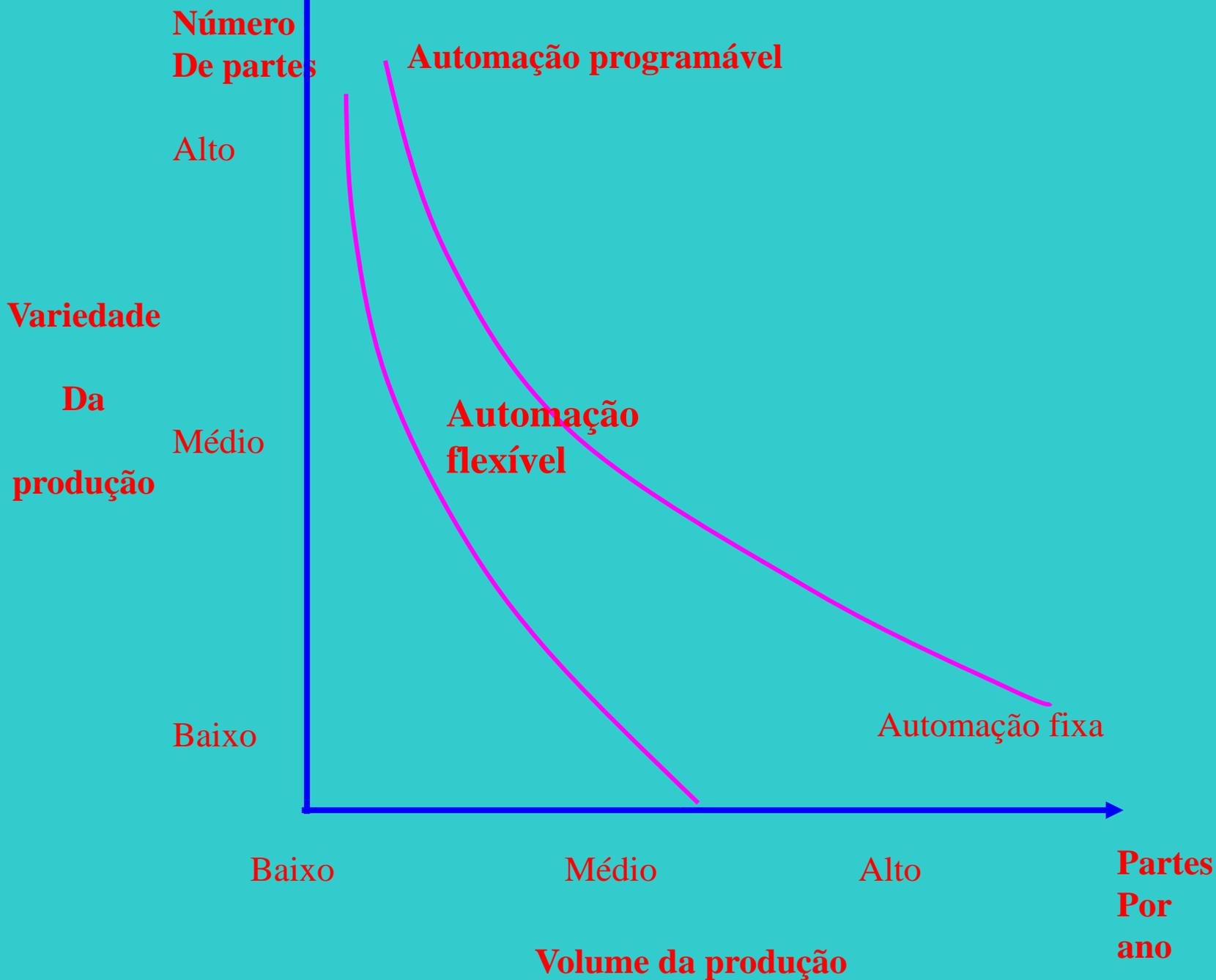


# **AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS**

**- PODE SER DIVIDIDA EM DUAS OU TRÊS CATEGORIAS**

**a ) AUTOMAÇÃO FIXA: O Equipamento é fixo e produz uma parte do produto ou o próprio produto em grande quantidade. Ex: Máquina de transferência, máquina dedicada ou linha de produção. (Mecânica, pneumática, elétrica).**

**b) AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL: O equipamento é projetado para acomodar-se às mudanças do produto. A principal característica é a flexibilidade.**



Emprego de equipamentos eletrônicos e transmissão eletrônica de sinais.

Emprego de equipamentos eletromecânicos .

Criação das primeiras salas de controle baseadas em transmissão de sinais através de sistemas pneumáticos.

Medidas de pressão, fluxo, nível etc.

1922 - (Desenvolvimento inicial da teoria de análise da estabilidade e do desempenho de sistemas por meio de equações diferenciais).  
1932 – (Desenvolvimento da teoria de análise da estabilidade e do desempenho de sistemas por meio da resposta em frequência em malha aberta).  
1934 – (Surgimento do termo servo mecanismo).  
1950 – (Desenvolvimento da teoria de análise da estabilidade e do desempenho de sistemas pelo método do lugar das raízes).  
1970 - 2000– (Desenvolvimento da teoria de análise e do desempenho de sistemas por meio das Redes de Petri Net. Desenvolvimento da teoria de: Controle Robusto, Controle Adaptativo etc. Estudo, desenvolvimento e implementação de: Redes Neurais Artificiais, Lógica Nebulosa, Sistemas Especialistas, Inteligência Artificial. Visão Robótica, Ferramentas Computacionais para a Simulação de Performance de Sistemas, Ferramentas Computacionais para Gestão das Operações e Integração da Automação: MRP, MRPII, ERP, MES etc.)

1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

Equipamentos de Processamento de Dados, Controle Numérico.

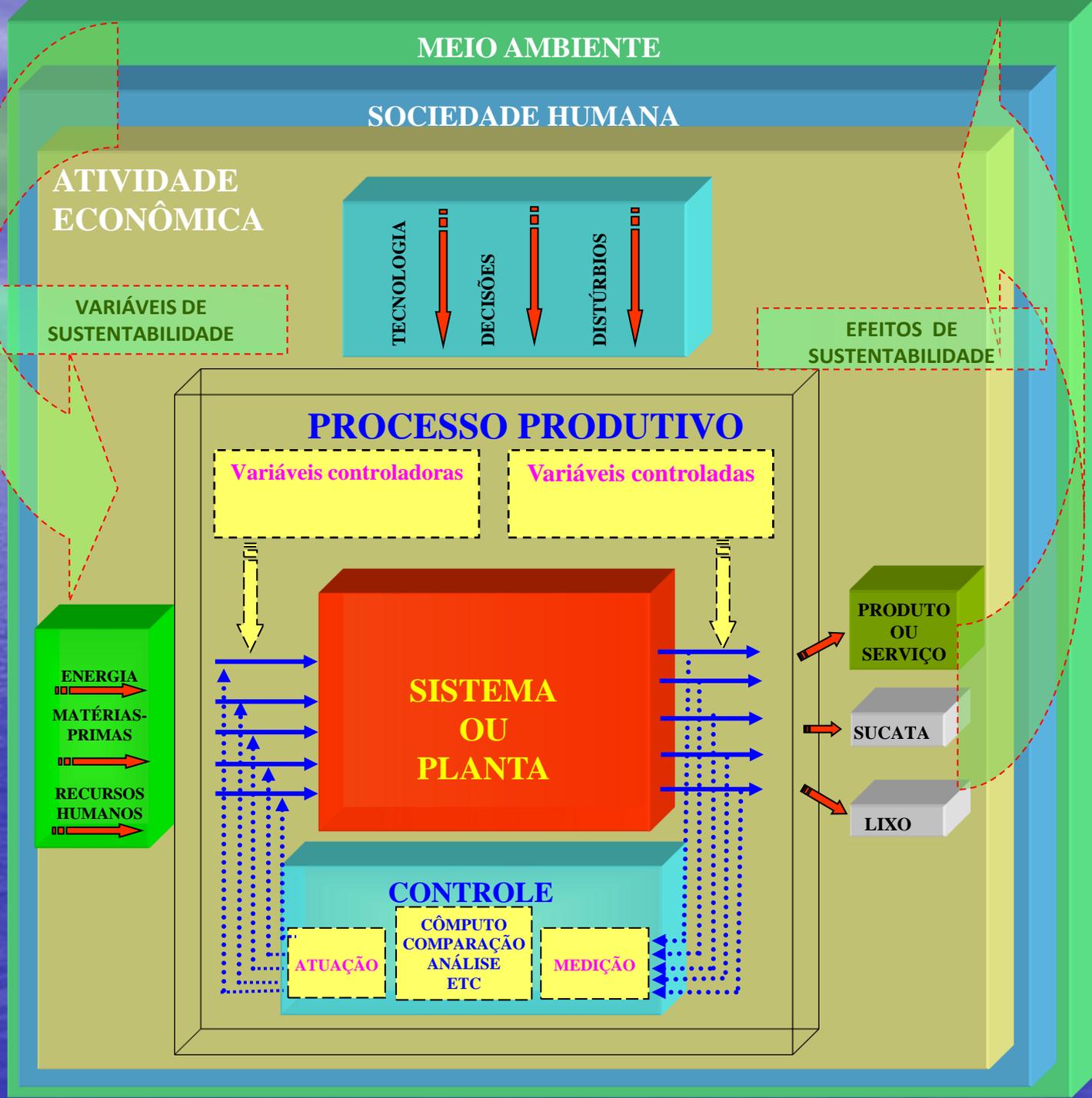
Transmissão Digital de Sinais, Micro Processadores, Robôs de Primeira Geração, CLPs.

Controle Distribuído, Controle Hierárquico, Redes de Automação Proprietárias, Computador Integrado à Manufatura, Sistemas Flexíveis de Manufatura.

Sensoriamento inteligente, Sistemas Abertos, Sistemas Globalizados de Produção.

Integração da Automação em Todos os Níveis, ERPs.

**Modelagem em diagrama de blocos da integração conceitual de processos produtivos e de sistemas**



# DEFINIÇÃO DO SUPPLY CHAIN



<http://www.terrageria.com/pictures-subjects/trains-and-railroad/picture.trains-and-railroad.alas37227.html>



Foto aérea do aeroporto.



<http://www.fotosearch.com.br/DGV045/73071756/>

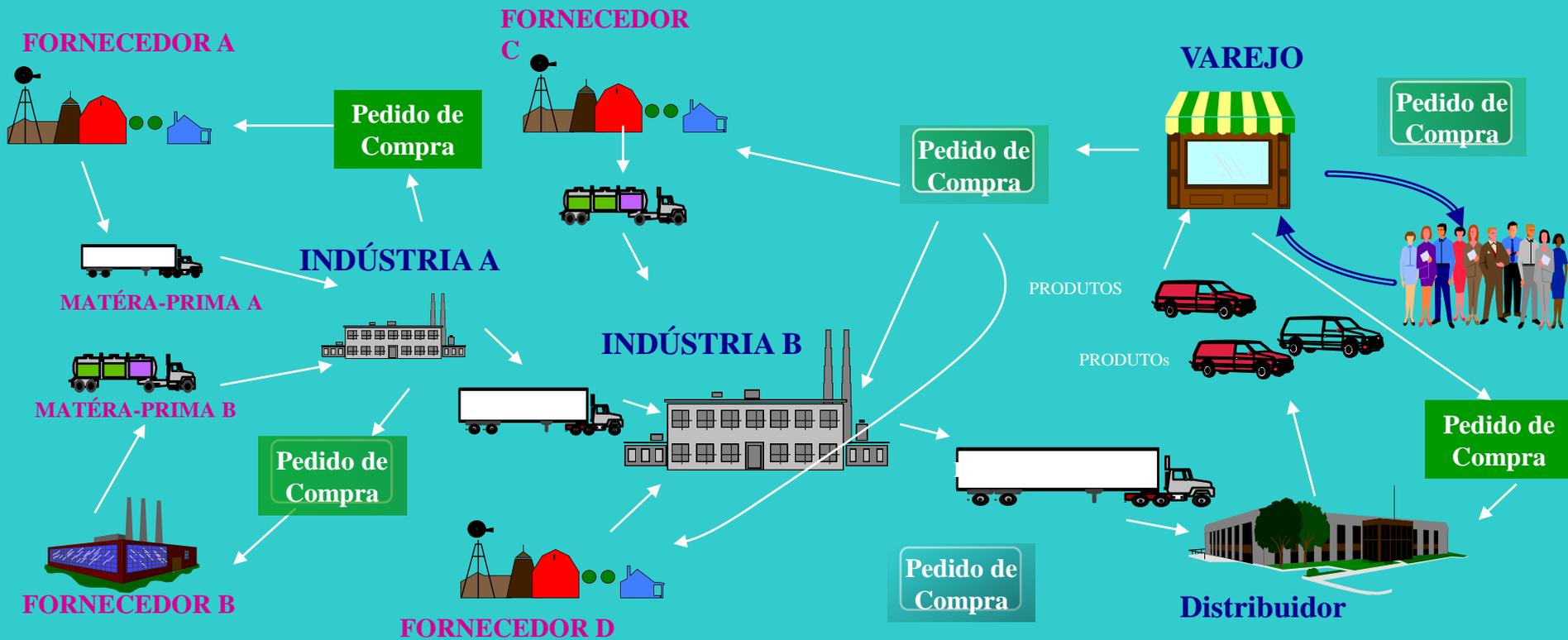


<http://www.transportes.gov.br/bit/portos/santos/psantos.htm>

Porto de Santos

# CADEIA DE SUPRIMENTOS

Engloba todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente. Inclui: fabricantes, fornecedores, transportadoras, depósitos, varejistas, clientes. Dentro da organização envolve: desenvolvimento de novos produtos, marketing, finanças, operações, serviço de atendimento ao cliente, pós-venda etc. (Chopra, Mendil 2001 Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos)

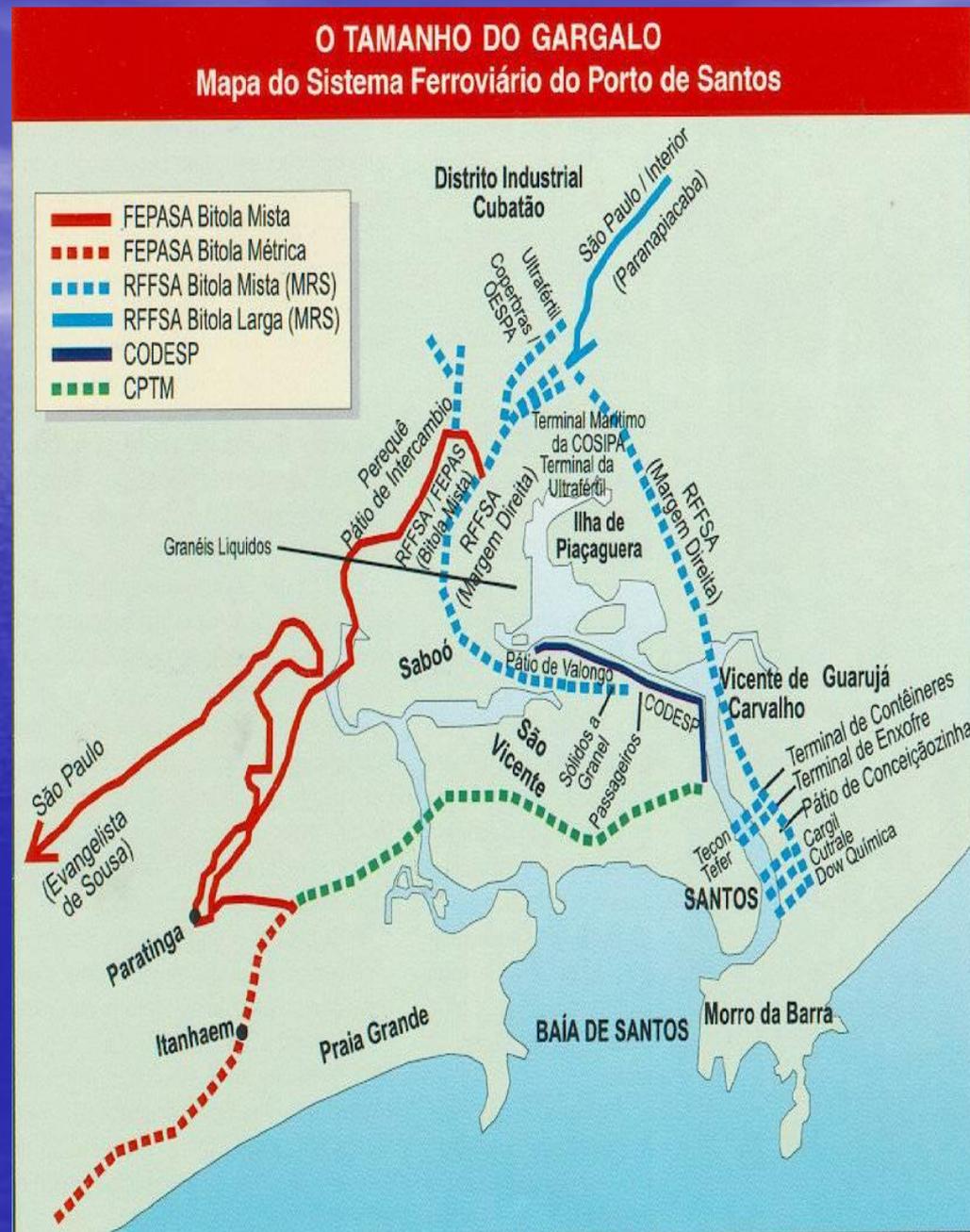


# CADEIA DE SUPRIMENTOS

É um conjunto interligado de elos entre os fornecedores de materiais e serviços que abrange os processos de transformação que convertem idéias e matérias-primas em produtos acabados e serviços. (Ritzman, Krajewski, 2004 – Administração da Produção e Operações)



O termo cadeia de suprimentos vem de uma representação de como as organizações estão vinculadas entre si do ponto de vista de uma empresa em particular... Muitas empresas estão alcançando uma vantagem competitiva significativa pela maneira como configuram e administram suas operações de cadeia de suprimentos. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2006 – Administração da Produção e Operações)



# ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS:

“é a atividade administrativa global, que abrange toda a seqüência de operações da cadeia de suprimentos (Supply Chain)”



# ESTRATÉGIA CORPORATIVA

## ESTRATÉGIA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

EFICIÊNCIA

RESPONSIVIDADE

### Estrutura da cadeia de suprimento

TRANSPORTE

ESTOQUE

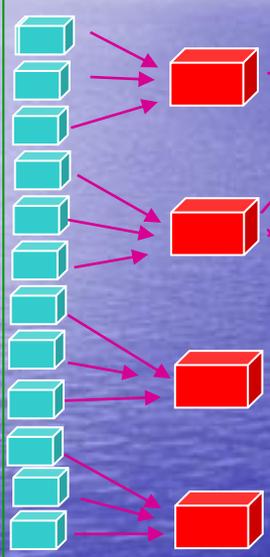
INSTALAÇÕES

INFORMAÇÃO

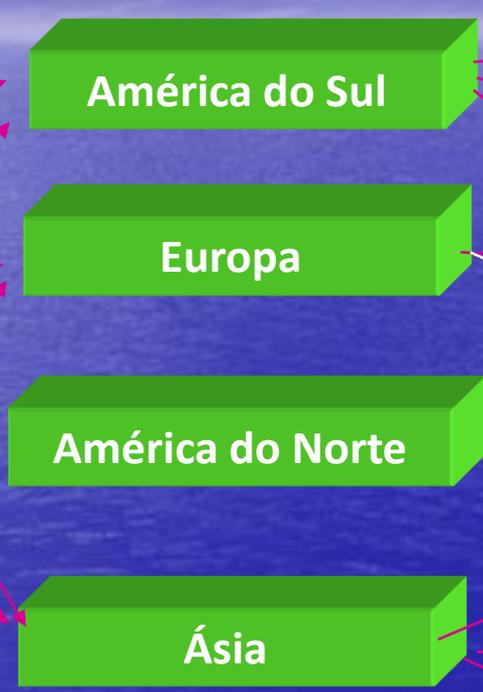
SERVIÇOS FORNECEDORES MANUFATURA DISTRIBUIÇÃO CLIENTES

REDE DE SUPRIMENTOS

INSUMOS



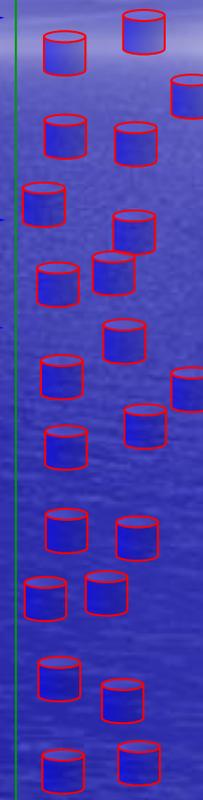
TRANSFORMAÇÃO



LOCALIZAÇÃO

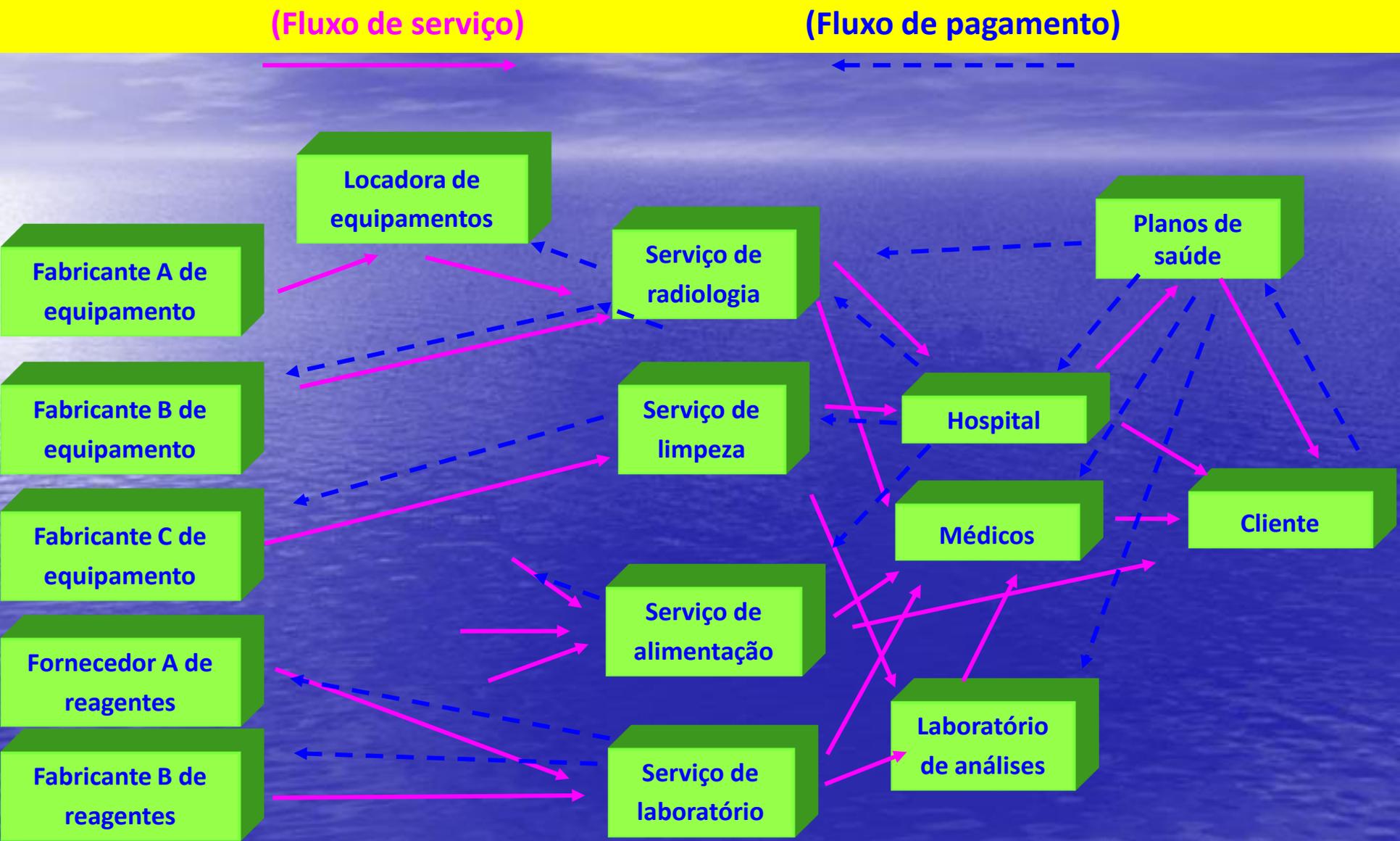


PRODUTOS



# ILUSTRAÇÃO SIMPLIFICADA DE UMA REDE DE SUPRIMENTOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

( CORREIA, CORREIA)



# ALGUNS DESAFIOS URGENTES DO SUPPLY CHAIN:

- COMO REDUZIR O CONSUMO ENERGÉTICO?
- COMO REDUZIR A EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA? (EM PARTICULAR CO<sub>2</sub>)
- COMO REDUZIR O CONSUMO DE ÁGUA?
- O QUE FAZER COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS?



# O QUE FAZER COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS?



[http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.portalmedquimica.com.br/images/noticias/31\\_10\\_2006\(2\)\\_lixo\\_1.jpg&imgref](http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.portalmedquimica.com.br/images/noticias/31_10_2006(2)_lixo_1.jpg&imgref)

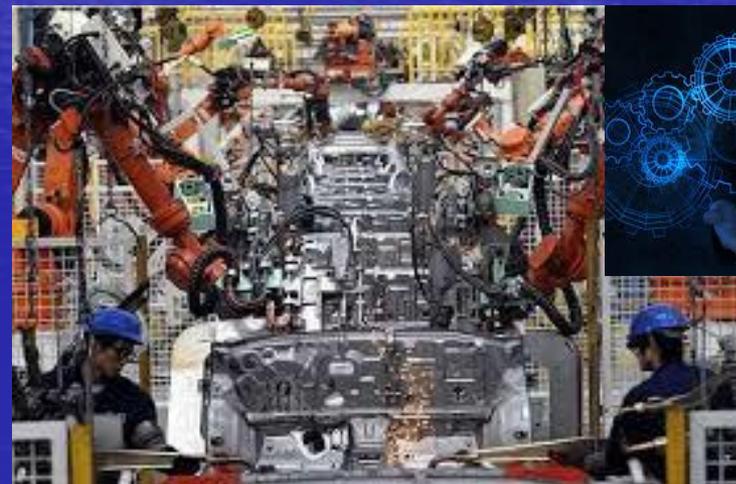
# CADEIA LOGÍSTICA REVERSA



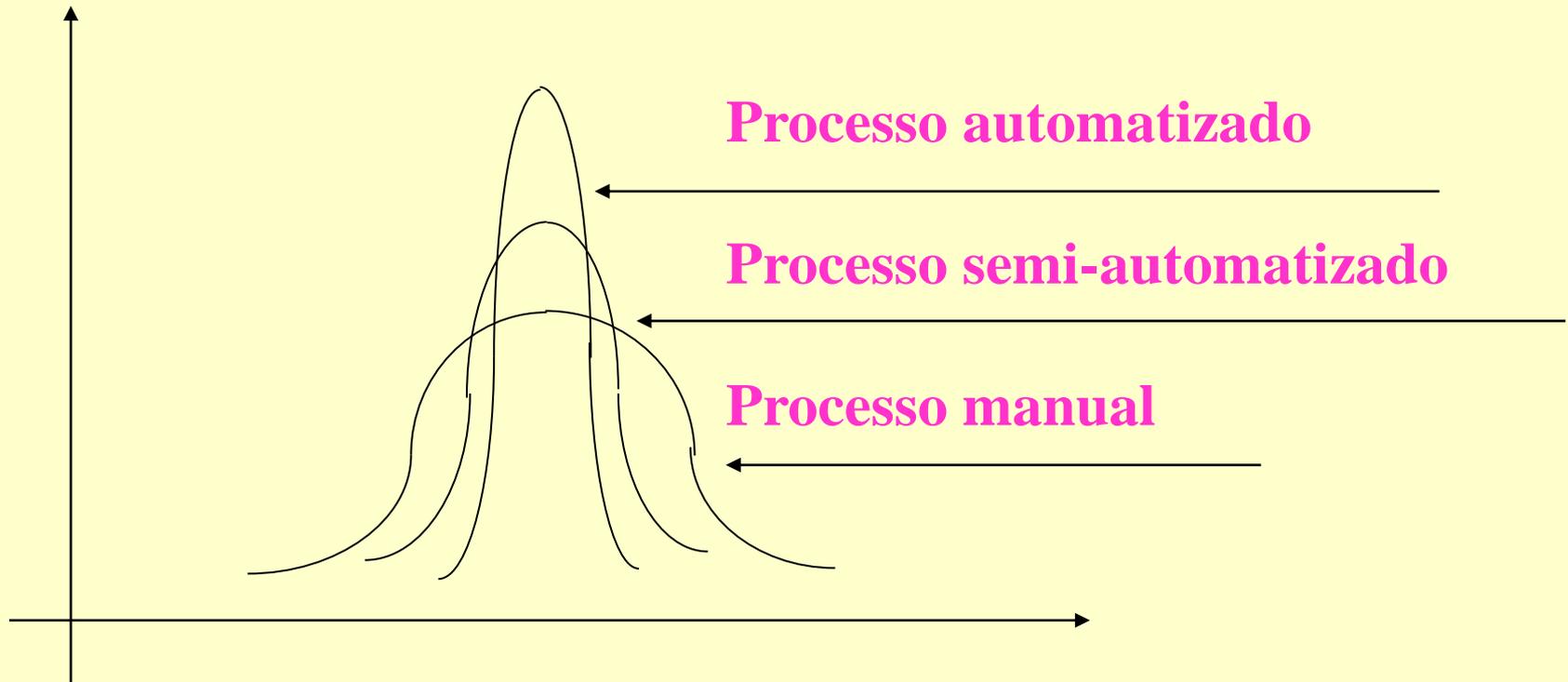
**AULA**

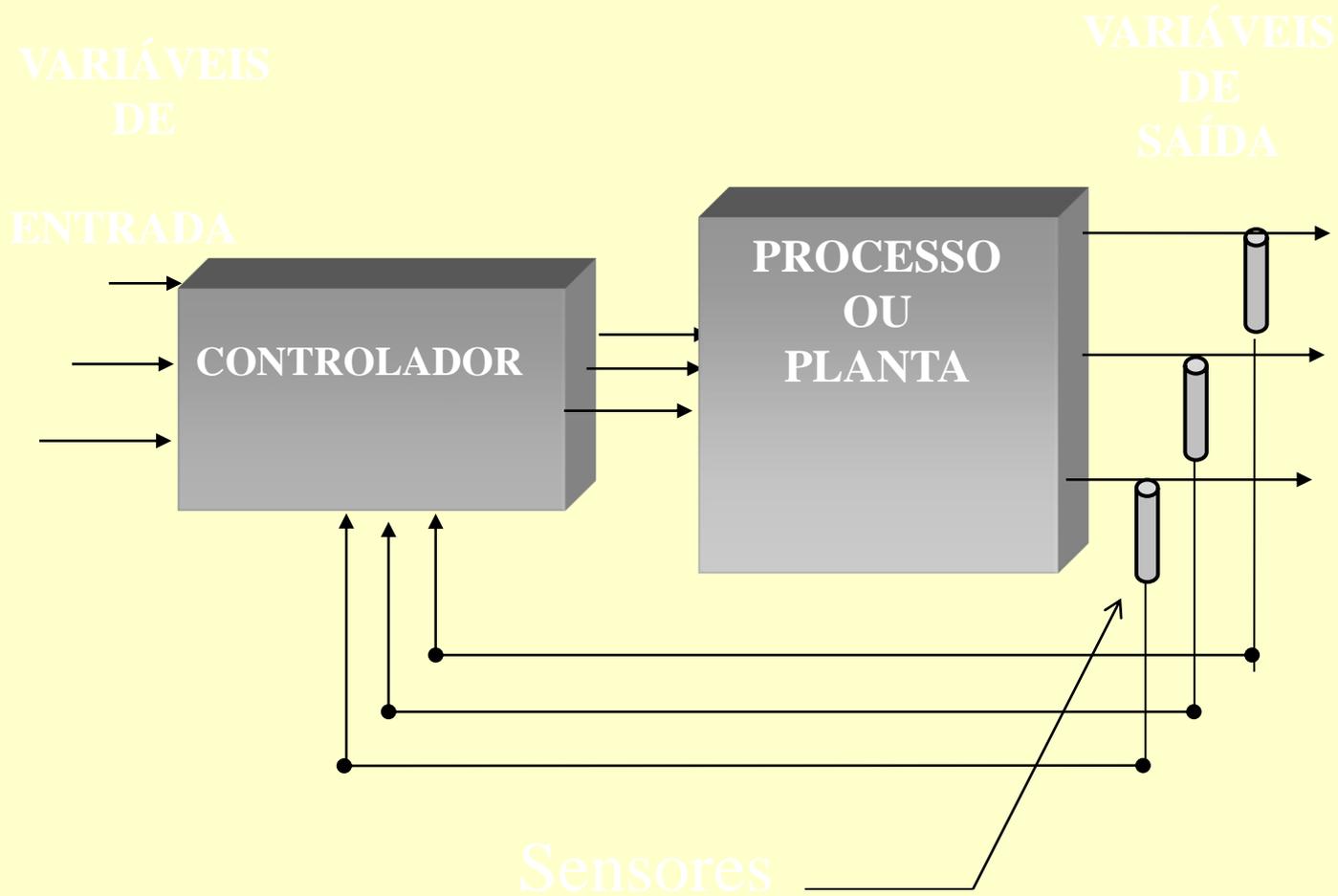
**CLP)**

# AUTOMAÇÃO E CLP



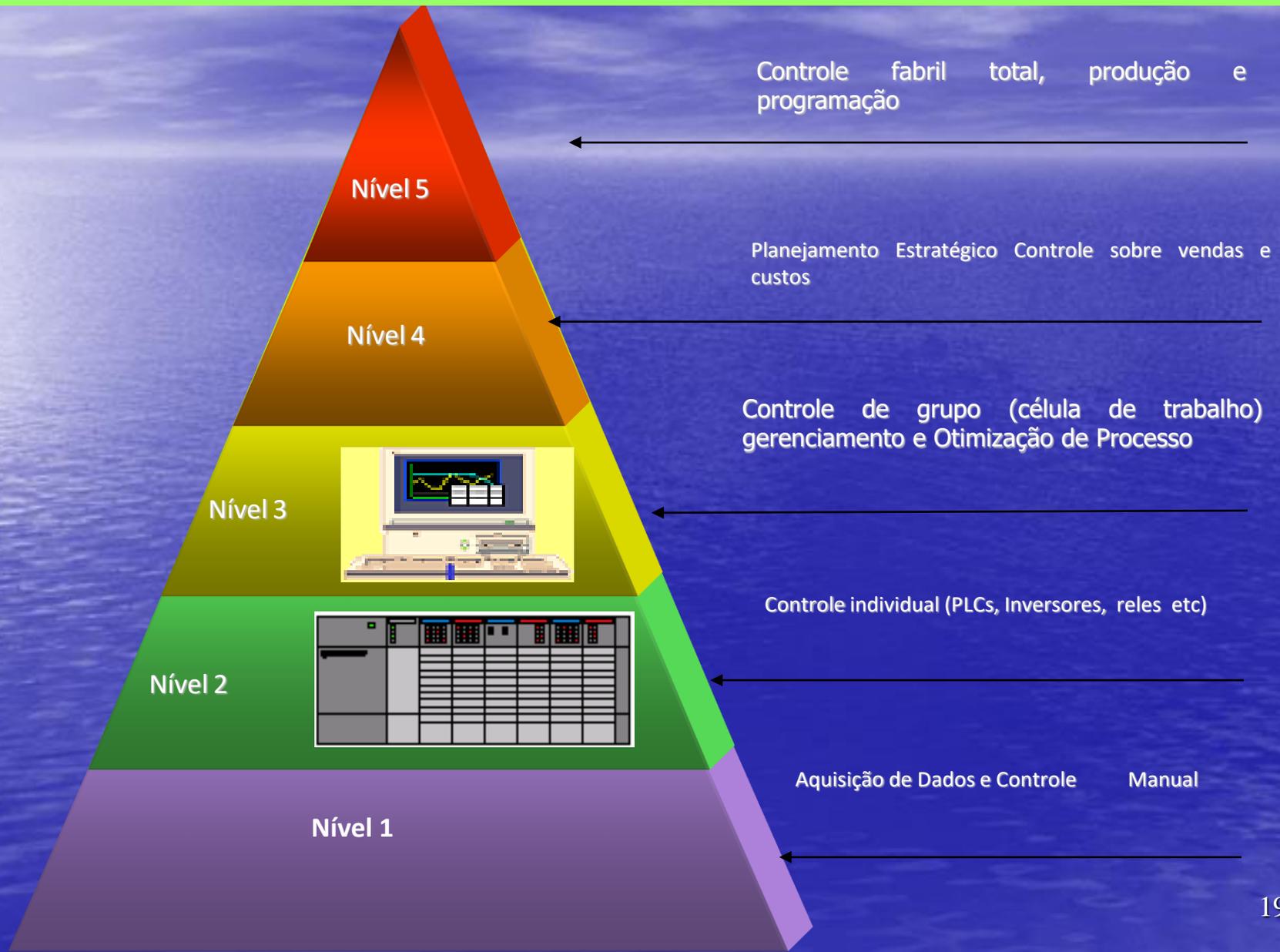
**Processos automatizados possuem uma série de vantagens em relação aos processos manuais. Uma delas é a garantia da qualidade.**

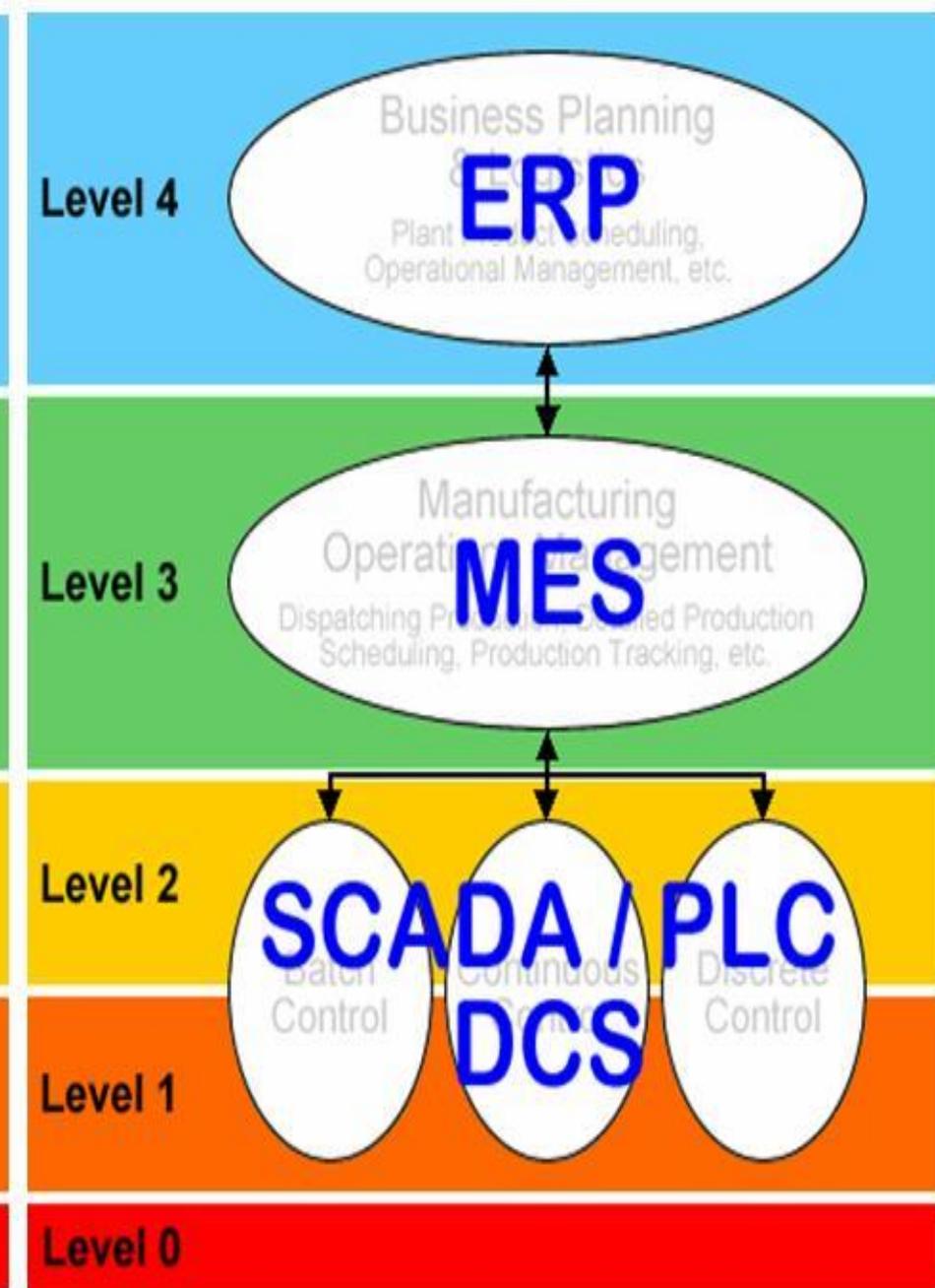
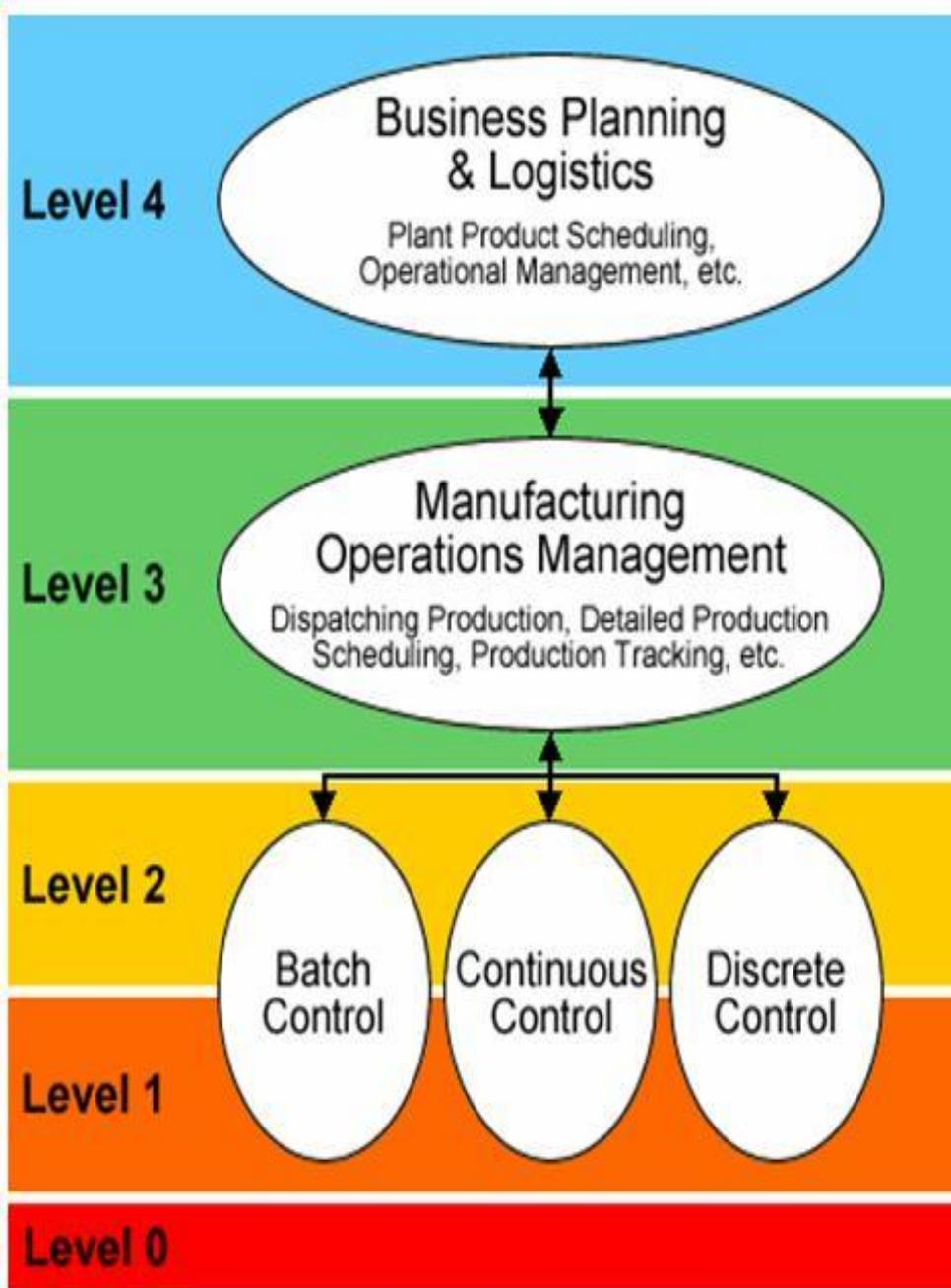


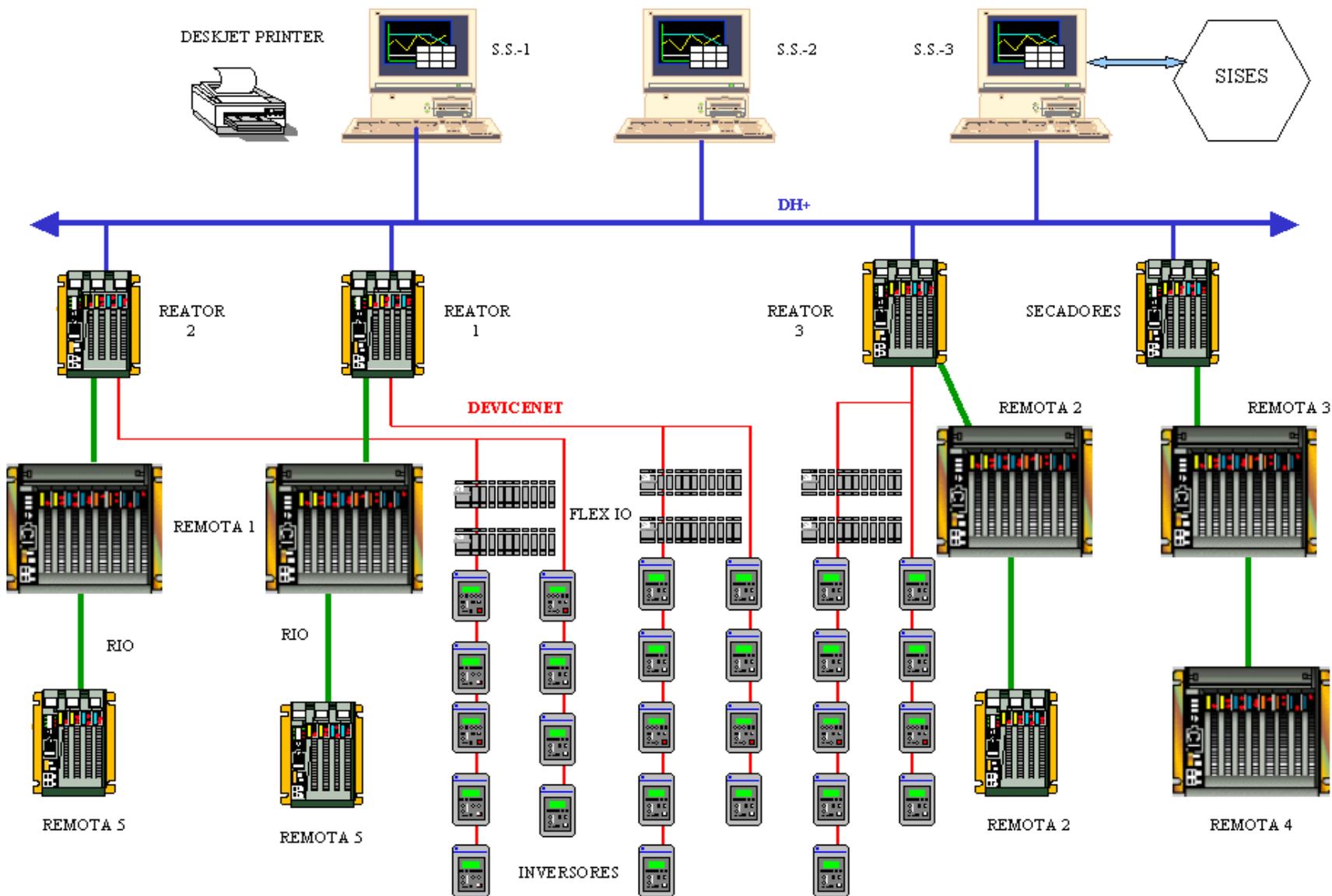


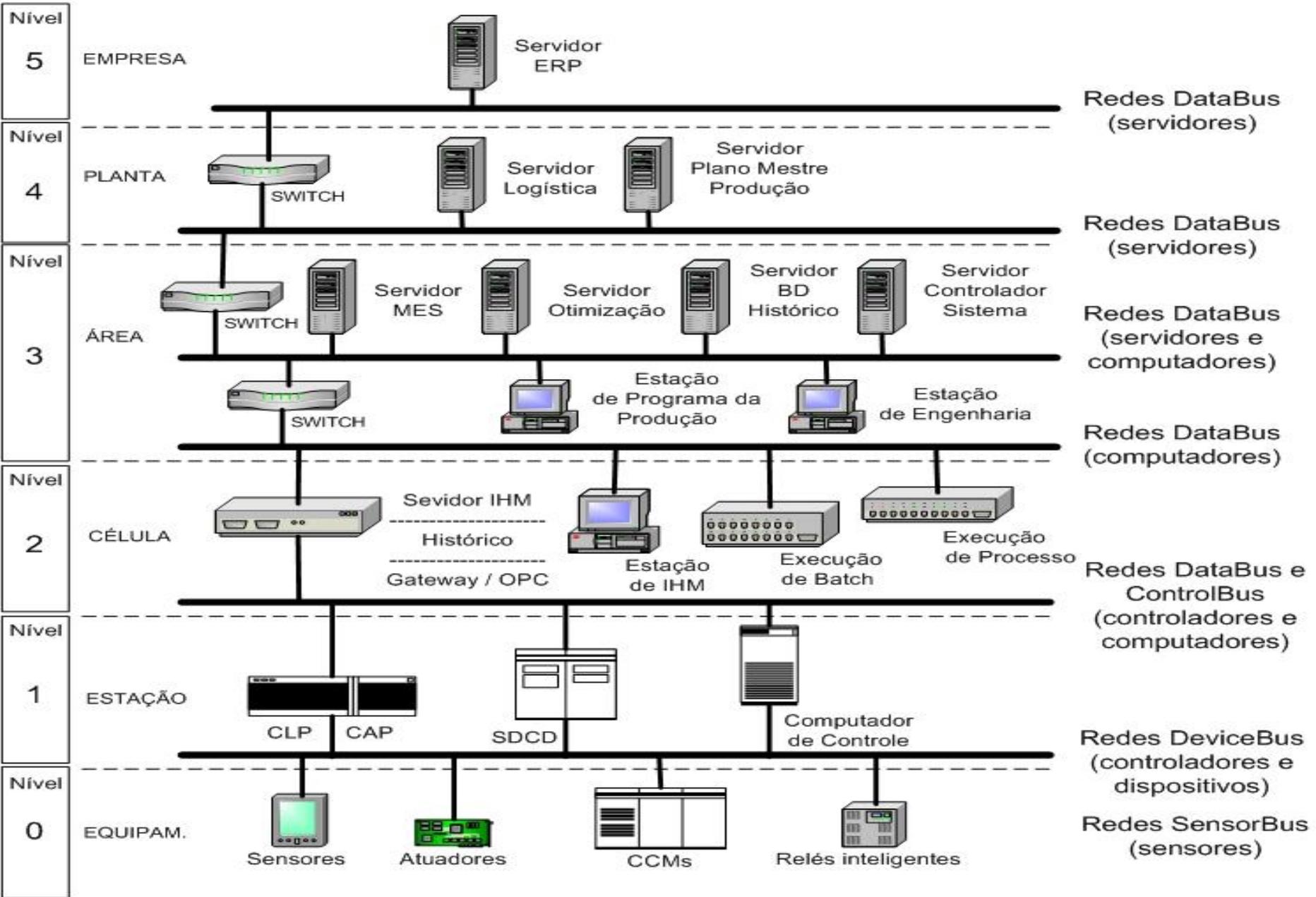
## Ex. de Processo Automatizado

# CLPs E OS NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E TIPOS DE PROCESSOS





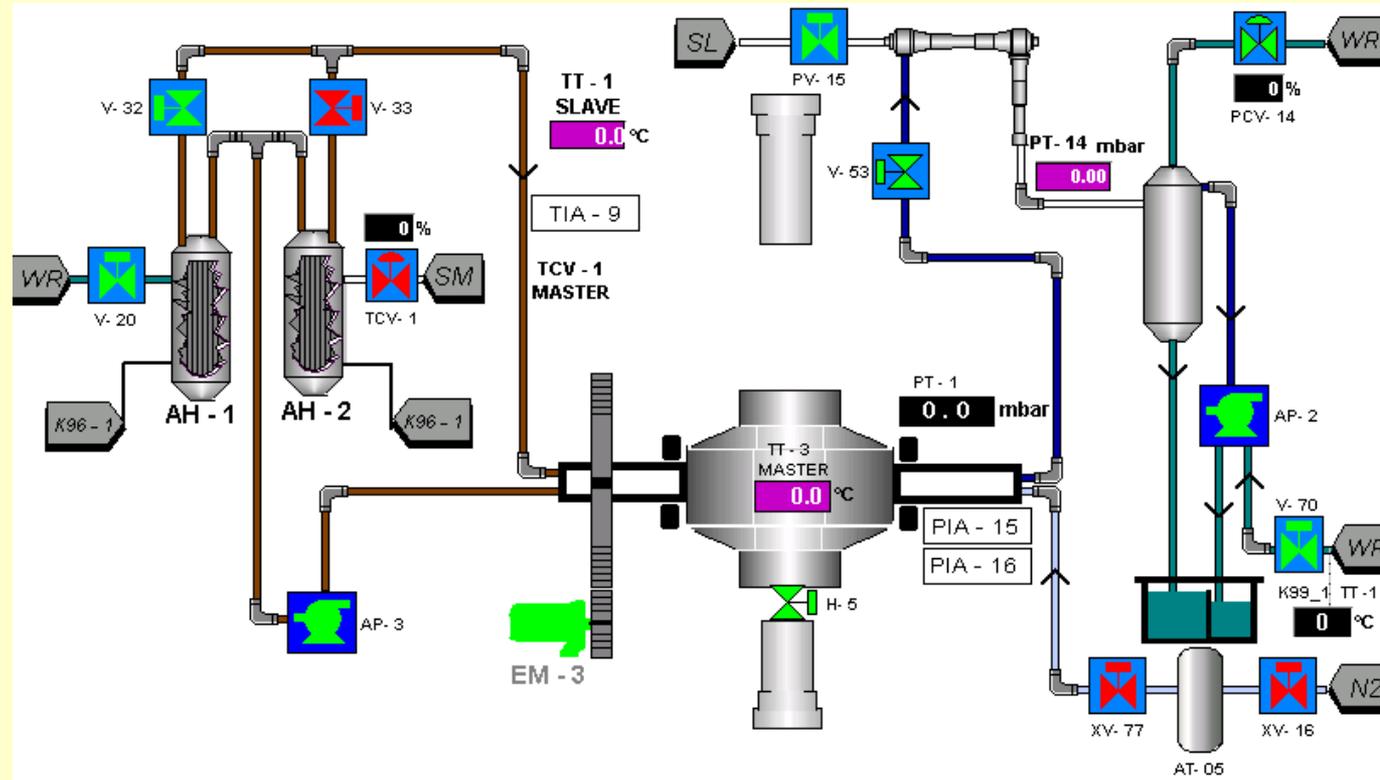




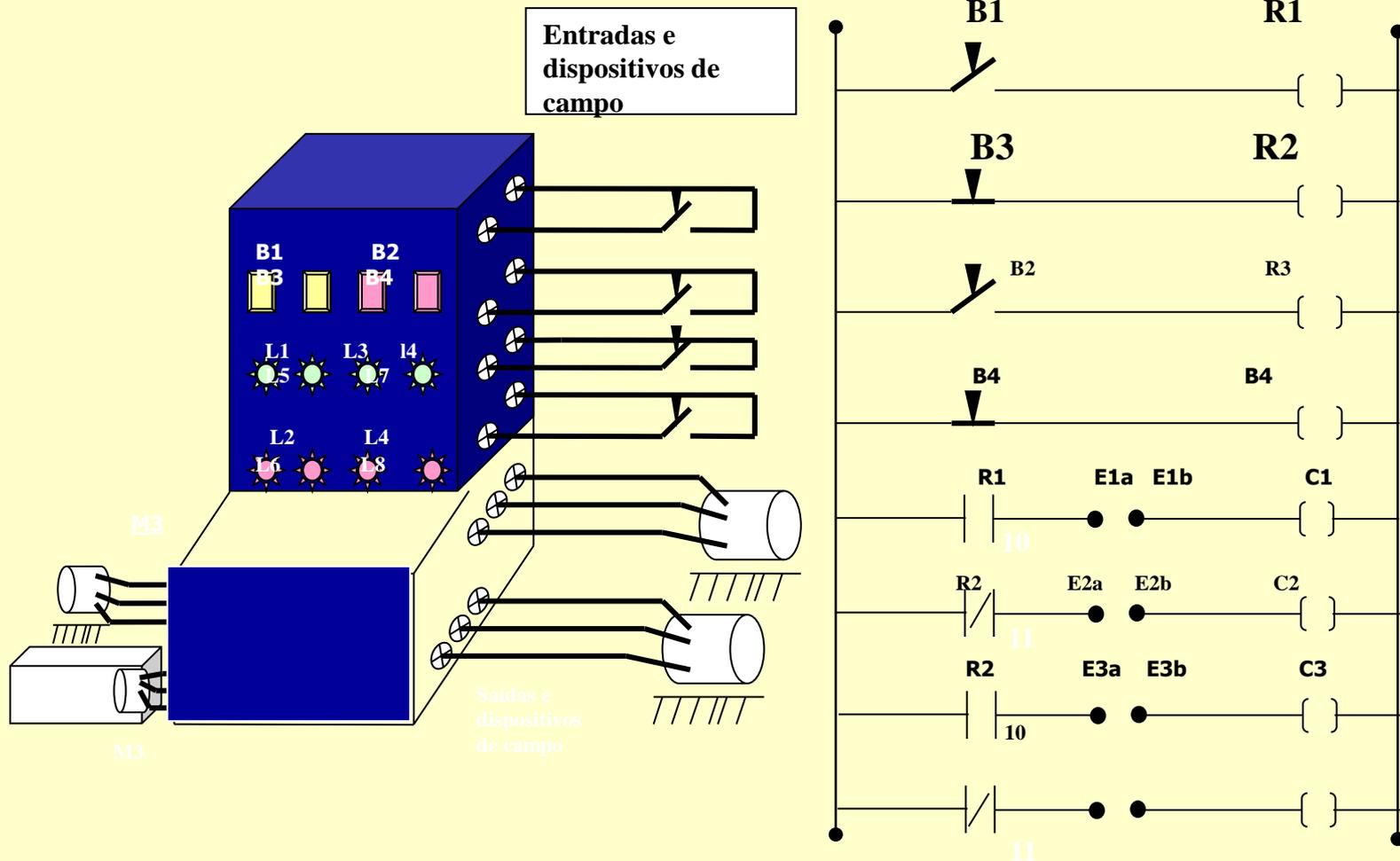
Arquitetura de hardware genérica dentro do modelo da pirâmide da automação.

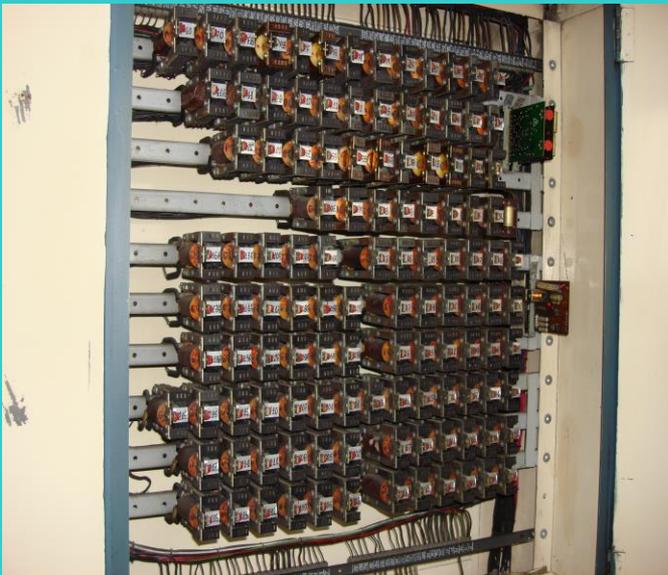
**MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS DEPENDEM PRINCIPALMENTE DE PROJETOS E DE PROCESSOS.**

**MODULARIZAÇÃO DE PROCESSOS DEPENDEM DE MÉTODOS E DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS.**

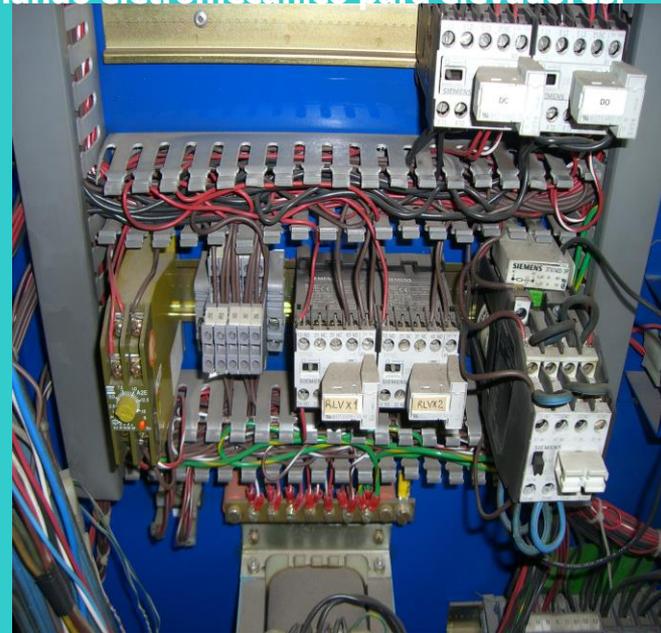


# Exemplo de um painel genérico de comando e de parte do seu circuito elétrico. ( Automação eletromecânica)



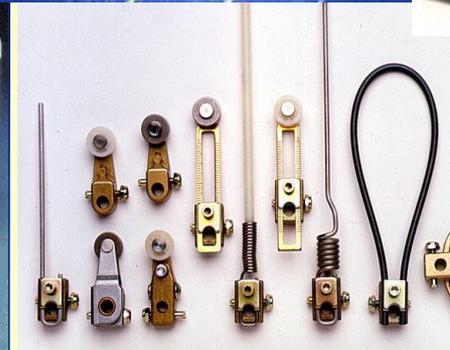


Fotografias de um painel de comando eletromecânico para elevadores.



Fotografias de um painel de comando eletromecânico e também micro processado que emprega inversor de frequência para o acionamento do motor do elevador.

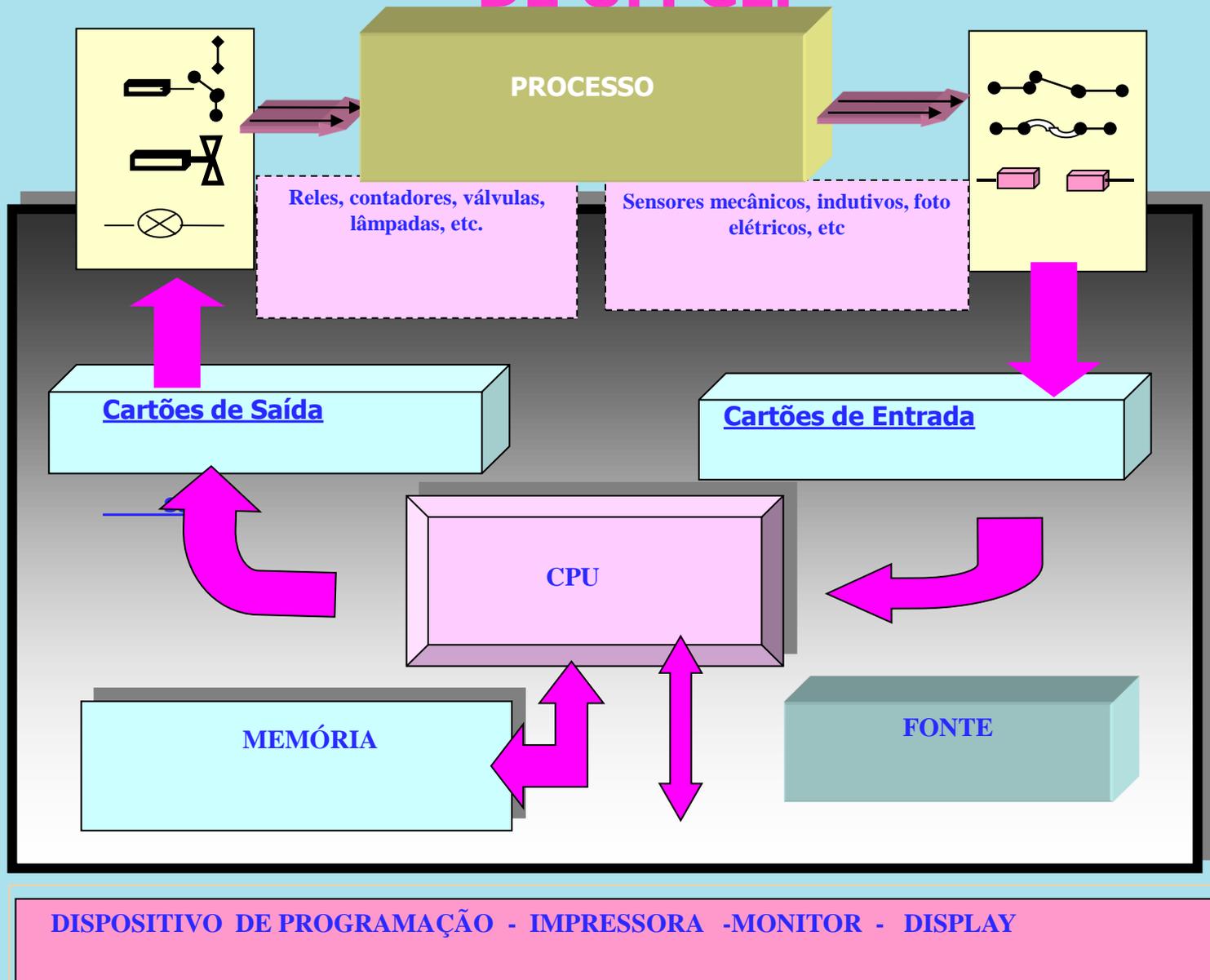
# Controladores Programáveis e dispositivos



# Histórico dos Controladores Lógicos Programáveis

**O desenvolvimento dos CLPs ( Controladores Lógicos Programáveis) ou CPs (Controladores Programáveis) começou por volta de 1968 quando a General Motors solicitou à indústria eletrônica uma alternativa para a lógica eletromecânica baseada em relés. Os sistemas de relés utilizados na manufatura, montagem, carregamento e controle de máquinas haviam se tornado muito grandes e complexos, aumentando os custos de manutenção e baixando a confiabilidade. Outro problema era a grande complexidade envolvida em qualquer mudança na planta industrial ou produtiva.**

# ARQUITETURA BÁSICA DE HARDWARE DE UM CLP



## **Fonte:**

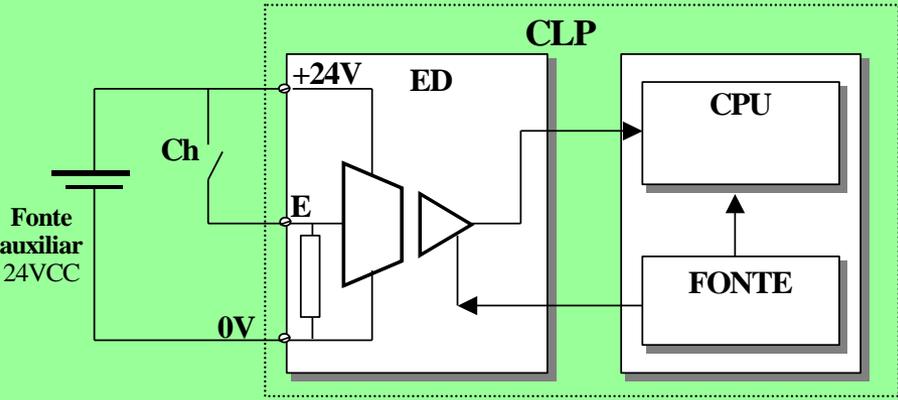
**Alimentada em CA ou CC fornece os níveis de tensão necessários à operação da CPU e das interfaces. Muitas vezes, oferece fonte auxiliar de 24VCC destinada à alimentação de transdutores, relés , módulos de interface, etc.**

## **Módulo de comunicação serial:**

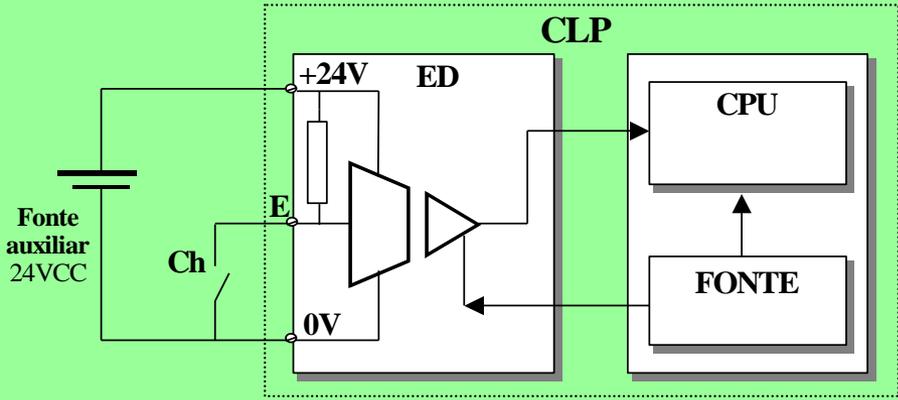
**Permite que o CLP se comunique serialmente com outros CLPs, com um computador encarregado de supervisionar todo o processo ou com sensores e atuadores de campo. Neste último caso apenas um par de fios torna-se capaz de captar as informações do processo e enviar as decisões de comando aos atuadores, proporcionando uma substancial simplificação na cablagem do sistema.**

## **Entrada Digital (ED)**

**Permite que sinais binários, do tipo “falso-verdadeiro” sejam armazenados pelo CLP. Alguns exemplos de dispositivos usualmente conectados às EDs são: botoeiras, chaves fim de curso, contatos de relés, pressostatos, termostatos, relés de proteção, cortinas de luz, sensores de presença, sensores de proximidade, encoders, etc. As entradas digitais dividem-se em duas categorias, as de corrente contínua com nível de tensão de 24V e as de corrente alternada com opções de 110V ou 220V.**

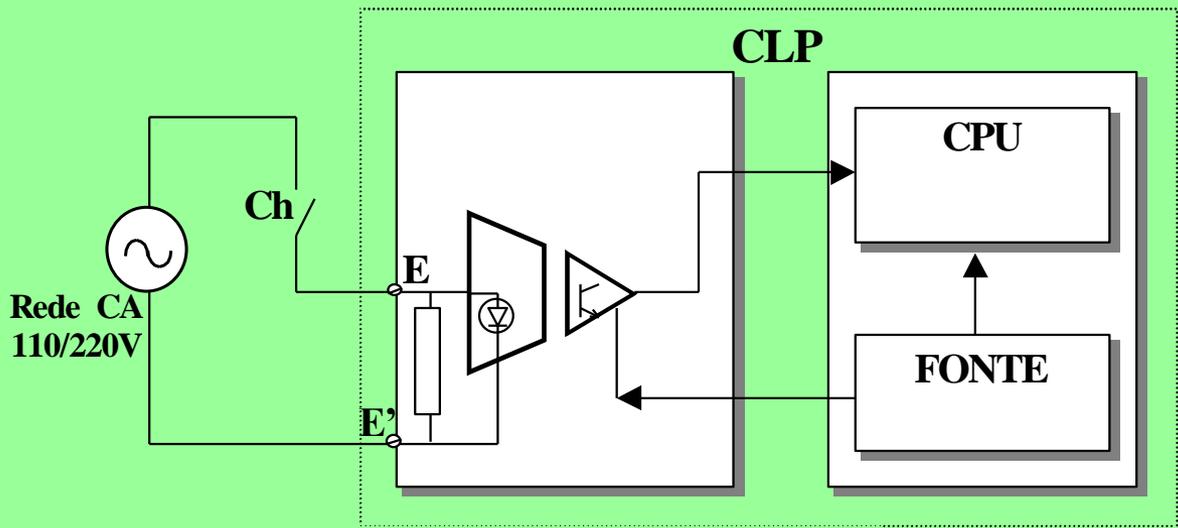


7a. ED positiva (sink)



7b. ED negativa (source)

## Entradas do tipo CC:



## Entrada Digital do tipo CA

Cartão de 16  
entradas

Sensor

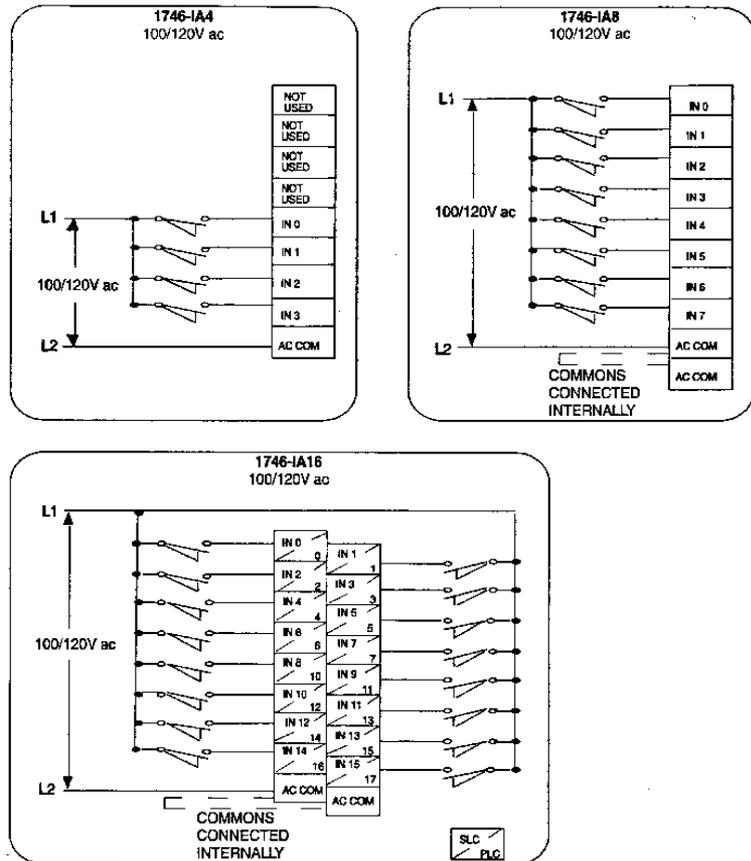
Imagem de entrada das Entradas de um CLP

0000 0000 0000 0001

(Obs. Exemplo com Word de 16 bits)

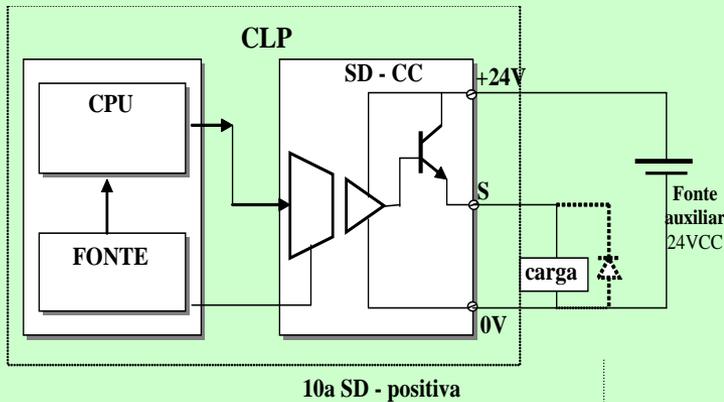
### Input Modules - ac

Figure 7: Wiring Diagrams (1746-IA4, -IA8, -IA16)

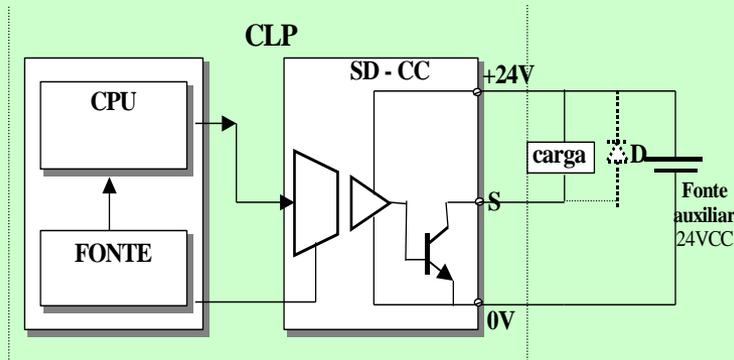


# Saídas Digitais

Basicamente são três as categorias de saídas digitais: corrente contínua, corrente alternada e a relé. As figuras 10a, 10b, 11 e 12 ilustram respectivamente: saída digital CC(positiva), saída digital CC(negativa), saída digital corrente alternada e saída digital a relé.



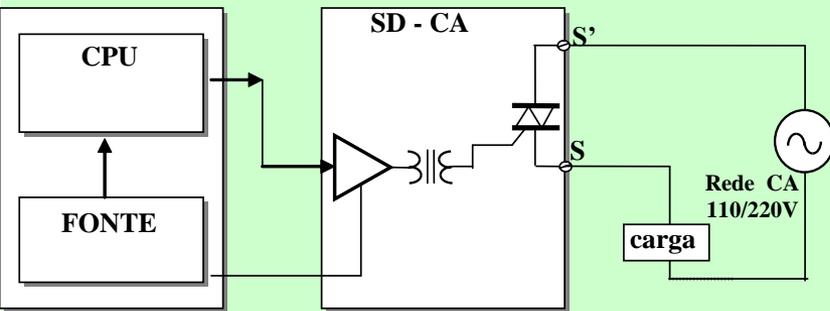
10a SD - positiva



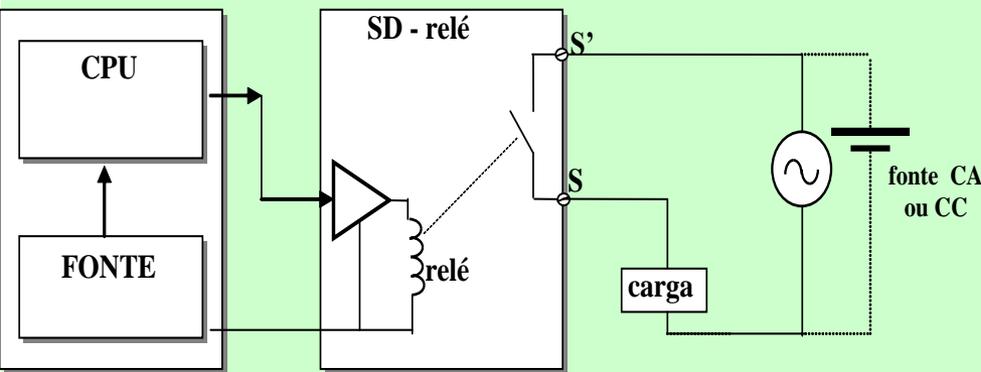
10b SD - negativa

Observe-se que na saída positiva, quando a UCP envia um sinal ao amplificador isolador, o transistor Q, passa a operar no modo de saturação. Assim os terminais “S” e “+24V” são interligados e portanto, a carga fica com uma tensão de 24V. Quando a UCP envia sinal nulo, o transistor opera tal como um circuito em aberto e a carga fica com tensão zero. A saída negativa opera de forma oposta da saída positiva.

Saídas do tipo CC



A operação é baseada em um TRIAC que recebe os pulsos da UCP via um transformador de isolamento. O TRIAC é um dispositivo semicondutor que inicia a condução ao receber um pulso em seu gatilho. Porém, só interrompe a condução quando a corrente se tornar nula.



Quando a UCP ativa a bobina de um micro-relé localizado dentro do módulo de saída. Um contato é então fechado. Normalmente o contato é dimensionado para comutar cargas em CC ou CA com tensões de até 250V todas de baixa corrente. Observe-se que um cartão com 16 saídas á rele possui 16 reles e 16 contatos que podem ou não estarem ligados em paralelo a um ponto comum.

## Saídas digital CA

entrada das Saídas de um CLP

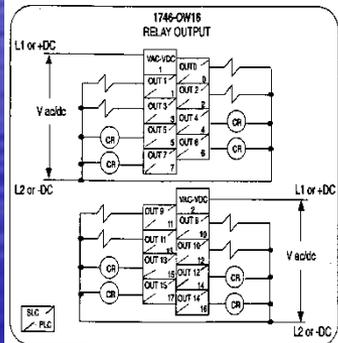
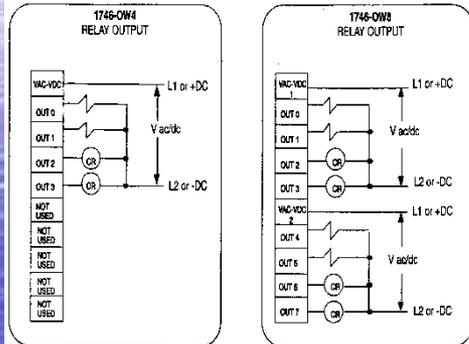
0000 0000 0000 0001

Cartão de 16 saídas

Carga

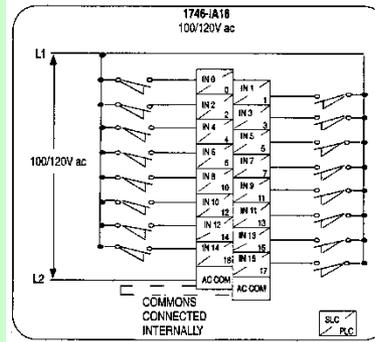
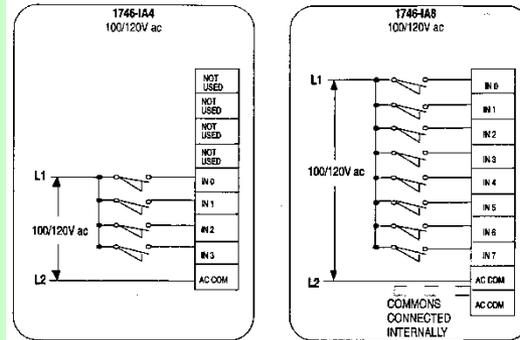
Relay Contact Output Modules

Figure 19: Wiring Diagrams (1746-OW4, -OW8, -OW16)



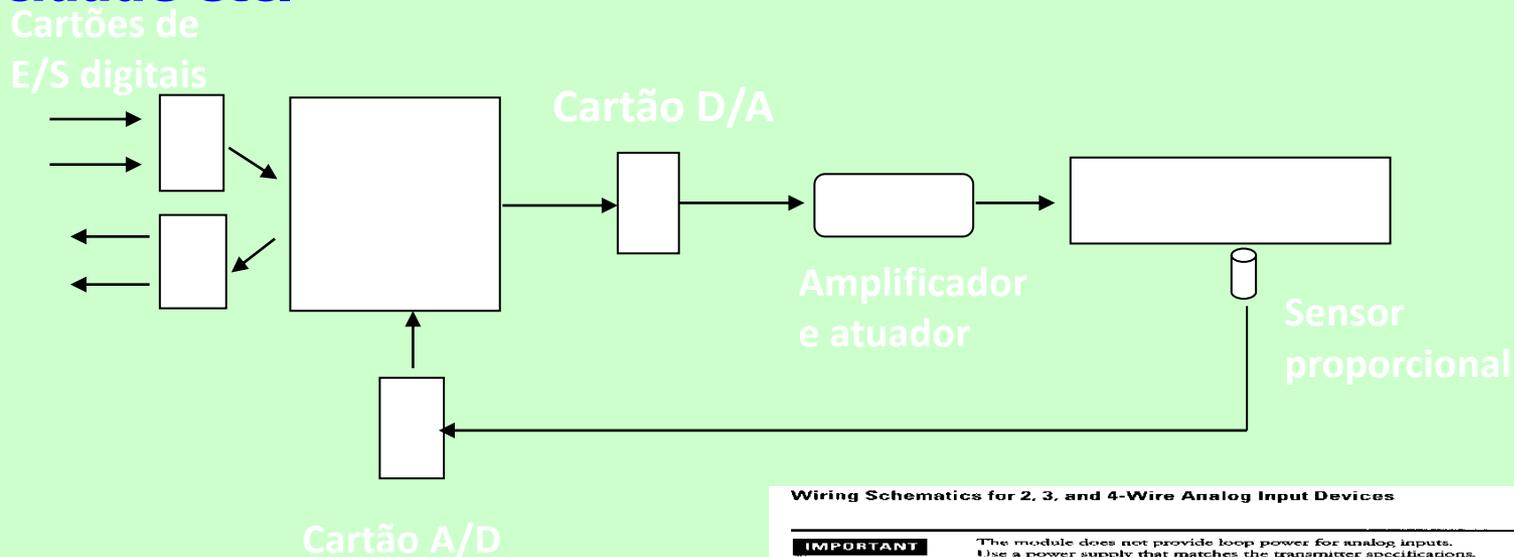
Input Modules - ac

Figure 7: Wiring Diagrams (1746-IA4, -IA8, -IA16)

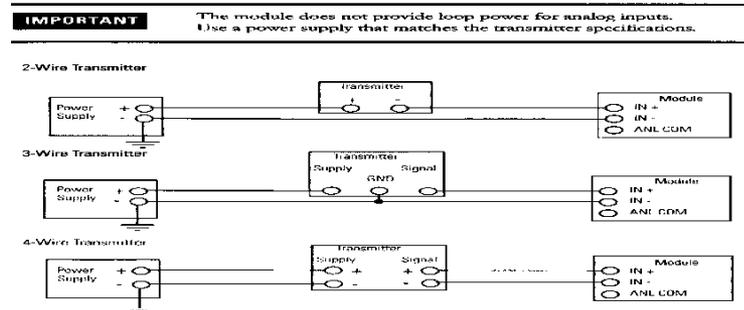


# Entradas e Saídas Analógicas

As entradas e saídas analógicas possibilitam que os CLPs também executem controle de malha por meio de ações de controle como: PID (Proporcional, Integral, Derivativo), controle Fuzzy etc. Permitem ainda que qualquer algoritmo de controle programado no CLPs tome decisões ou ações de controle baseado não somente em valores binários, mas também em valores proporcionais das grandezas do processo controladas como: temperatura, pressão, velocidade etc.

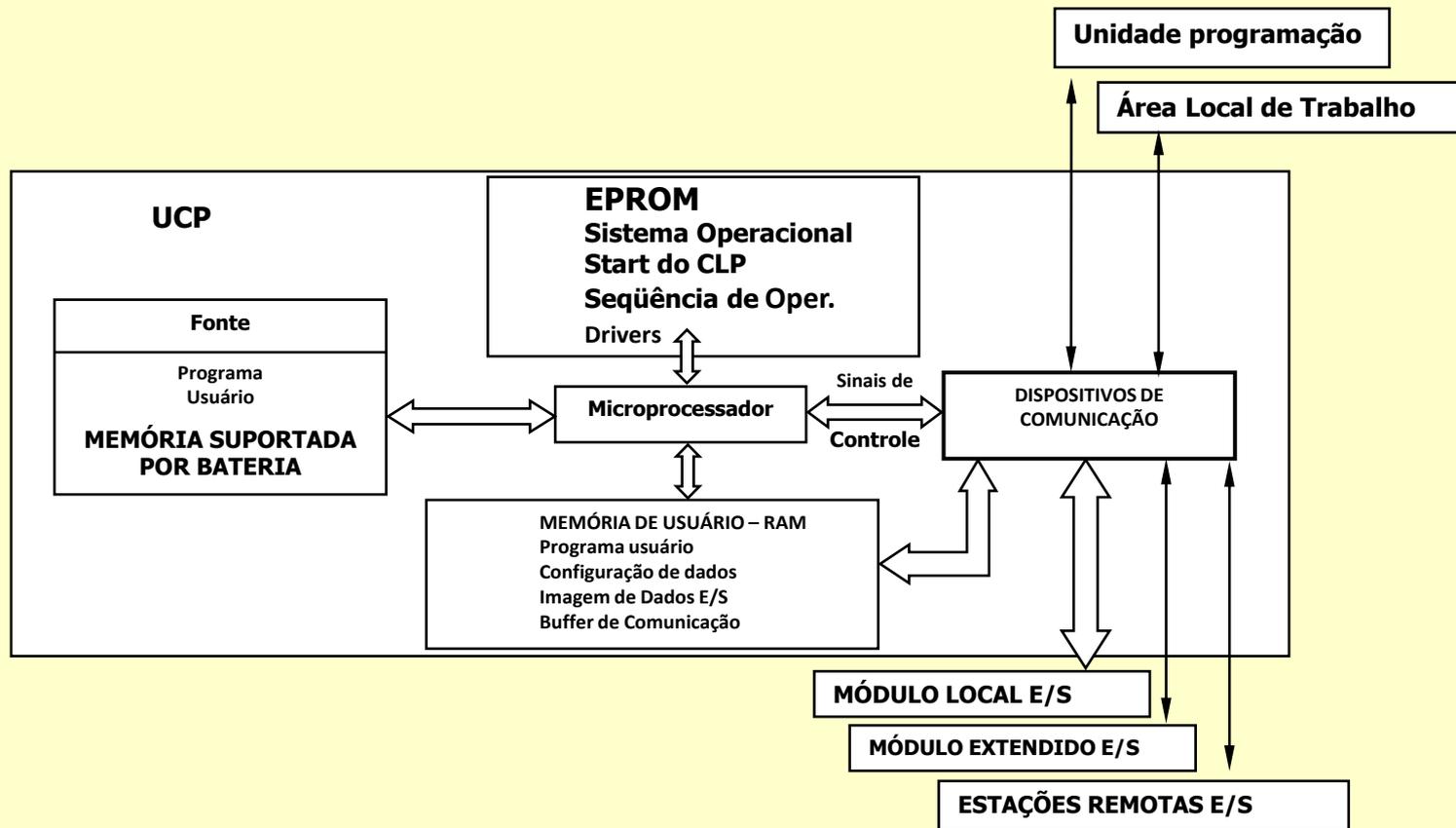


Wiring Schematics for 2, 3, and 4-Wire Analog Input Devices



# UCP

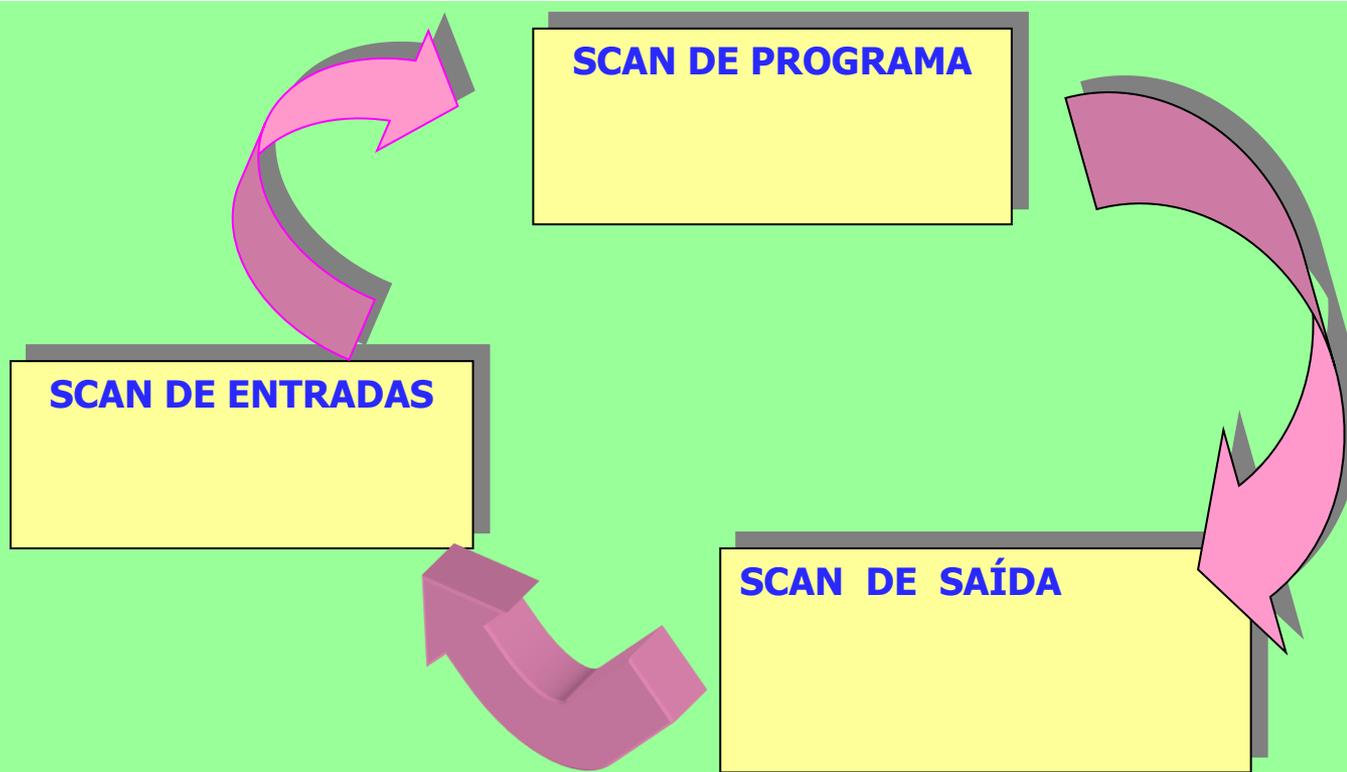
A Unidade Central de Processamento é a unidade que executa o programa de controle. Os CLPs tradicionais possuem uma UCP que realiza todas as funções de controle, leitura e escrita na memória. Também existem atualmente CLP que possuem duas UCPs operando com divisão de tarefas.



# PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM CLP GENÉRICO:

Quando estão na condição de operação “RUN” ou rodando um programa os CLPs operam em uma permanente varredura também denominada SCAN. O SCAN de um CLP é sub-dividido em três SCANS: SCAN de entrada, SCAN de programa e SCAN de saída. Durante o SCAN de entrada é efetuada a leitura de todas as variáveis e dados disponíveis nos cartões de entrada. Ou seja, é durante o SCAN de entrada que os dados disponíveis nos cartões de entrada são copiados para uma área de memória da RAM geralmente definida como área de imagem de entrada (endereço da memória pré-estabelecido).

Terminado o SCAN de entrada a CPU inicia o SCAN de programa. É durante o SCAN de programa que a lógica programada pelo usuário é executada. Terminado o SCAN de programa é iniciado o SCAN de saída quando então os cartões de saída serão atualizados com os dados ou variáveis que estão na área de memória RAM geralmente definida como imagem das saídas de um CLP, (endereço de memória pré-estabelecido).



**O tempo de SCAN total depende da velocidade do CLP e do tamanho do programa de aplicação do usuário. Neste tempo deve ser computado o tempo de atualização dos módulos de entrada e saída. Determinadas instruções dos CLPs por serem mais complexas necessitam de um tempo maior de processamento. Os valores típicos de SCANS dos CLPs comerciais variam de 1 ms até 10 ms para cada 1 k típico de instruções. Portanto deve conhecer antecipadamente qual o período de ciclo do processo que se deseja controlar utilizando um CLP, e se o tempo do SCAN do CLP é significativamente menor para se atingir as condições básicas de controlabilidade.**

# **Norma IEC 1131 - 3 para Controladores Lógicos Programáveis**

**A International Eletrotro-technical Comission (IEC) é uma organização "irmã" da International Standardisation Organisation (ISO), baseada em Genebra, na Suíça, e tem comissões e grupos de trabalho com diversos representantes das principais indústrias mundiais. O comitê técnico TC65 da IEC é o responsável pela norma de padronização do controle e medida de processos industriais. O comitê técnico TC65 estabeleceu o grupo 7 e o encarregou para desenvolver a norma IEC de padronização para CLPs. Em 1993 foi publicada a norma IEC 1131-3 composta de 5 partes. A parte 3 especifica o padrão para as linguagens de programação de PLCs. A IEC 1131-3 é empregada de forma particular por diversos fabricantes na elaboração de produtos de automação e na elaboração das linguagens de programação dos CLPs.**

# LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE CLPs

**Existe hoje no mercado uma grande variedade de linguagens para programação de CLPs.**

**Elas são:**

**a - "Ladder Diagrams".**

**b - "Functional Blocks".**

**c - "Boolean Mnemonics".**

**d - "English Statements".**

**e - "GRAFSET" ou Sequential Function Chart (SFC).**

## 3.1 INSTRUÇÕES BÁSICAS EM DIAGRAMA LADDER (CLPs)

A linguagem de programação Ladder é um sistema gráfico de símbolos e termos que evoluiu dos diagramas Ladder elétricos, que representam a maneira como a corrente elétrica circula pelos dispositivos, de forma a completar um circuito elétrico.

Basicamente um programa no CLP se divide em instruções de entrada e em instruções de saída

Instruções de entrada

Instruções de saída

**Na linguagem ladder os comandos imitam a estrutura de um esquema de circuito de intertravamento baseado em lógica de relés. Entretanto, convém lembrar que esta estrutura de linguagem assemelha-se, porém, não opera exatamente como um circuito de relés. Um programa de CLP é composto basicamente de instruções de entrada e de instruções de saída. Durante uma instrução de entrada a CPU verifica uma pergunta ou uma comparação. Caso a resposta seja afirmativa é estipulado durante o SACN atual uma continuidade lógica do trecho de linha analisado. Uma instrução de saída é processada conforme exista ou não continuidade lógica de linha até ela.**

**As instruções básicas da maioria dos CLPs podem ser agrupadas em sete grupos:**

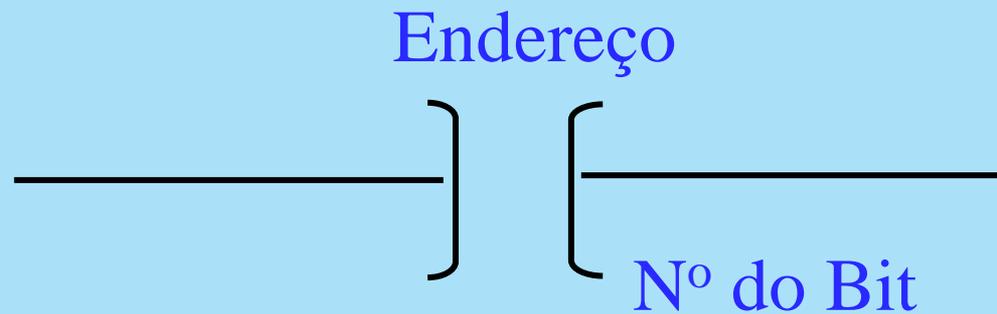
- **lógica de rele ou instrução de Bit,**
- **temporização e contagem,**
- **aritméticas,**
- **manipulação de dados,**
- **controle de fluxo,**
- **transferência de dados,**
- **avançadas.**

**Uma instrução de Bit pode ser de entrada ou de saída.**

**Durante a execução de uma instrução de entrada o estado de um Bit em um determinado endereço da memória RAM do CLP é examinado.**

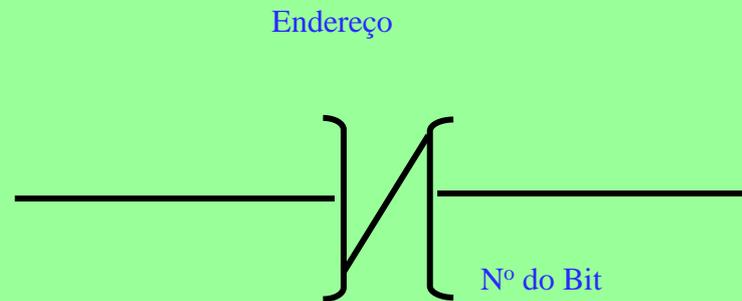
**Durante a execução de uma instrução de saída de bit o estado de um bit de um determinado endereço da memória RAM do CLP é alterado para 0 ou para 1 conforme haja ou não continuidade lógica da linha que a instrução está relacionada.**

**INSTRUÇÃO (XIC) → Examinar se energizado.**



<b>Estado do BIT</b>	<b>Instrução XIC</b>
<b>0</b>	<b>Falsa</b>
<b>1</b>	<b>Verdadeira</b>

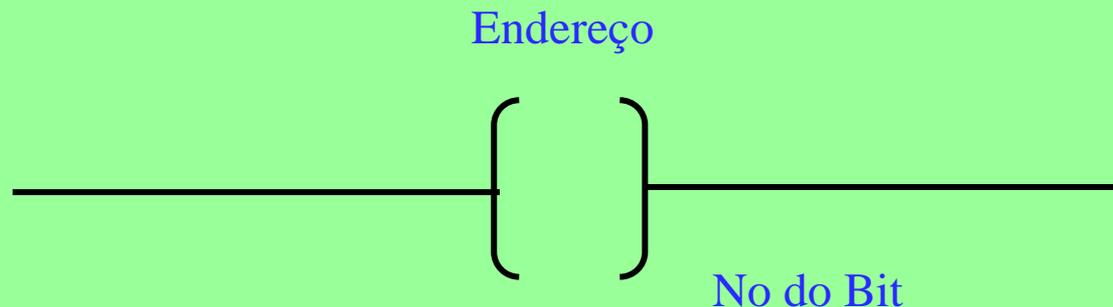
**Instrução (XIO) → Examinar se o Bit está com o valor "0".**



<b>Estado do BIT</b>	<b>Instrução XIO</b>
<b>0</b>	<b>Verdadeira</b>
<b>1</b>	<b>Falsa</b>

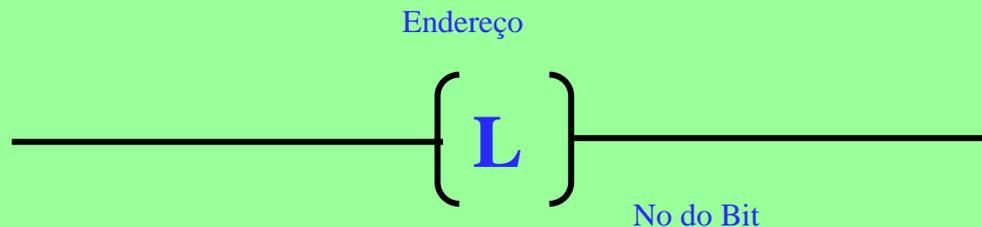
# Instrução (OTE) → Energizar saída

Caso haja continuidade lógica da linha o bit endereçado pela instrução será colocado no estado lógico 1. Se não houver continuidade na linha o bit endereçado pela instrução será colocado no estado lógico 0.



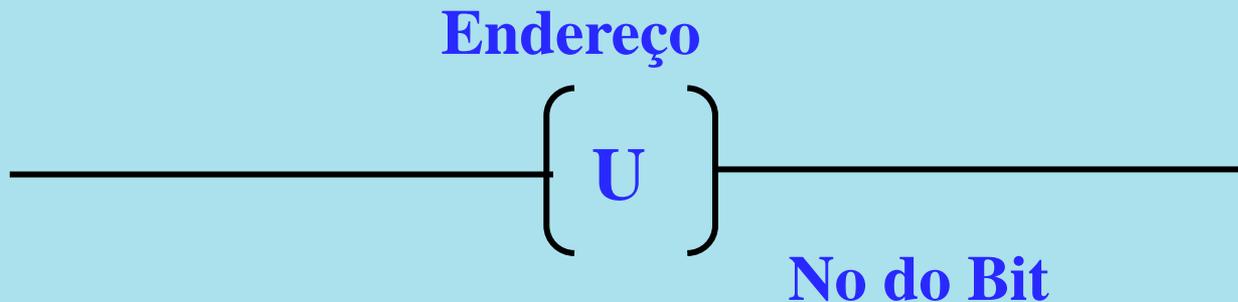
# Instrução (OTL) → Energizar saída com retenção

Uma vez habilitada a saída endereçada pela instrução, a mesma somente será desabilitada caso a instrução OTU seja acionada.

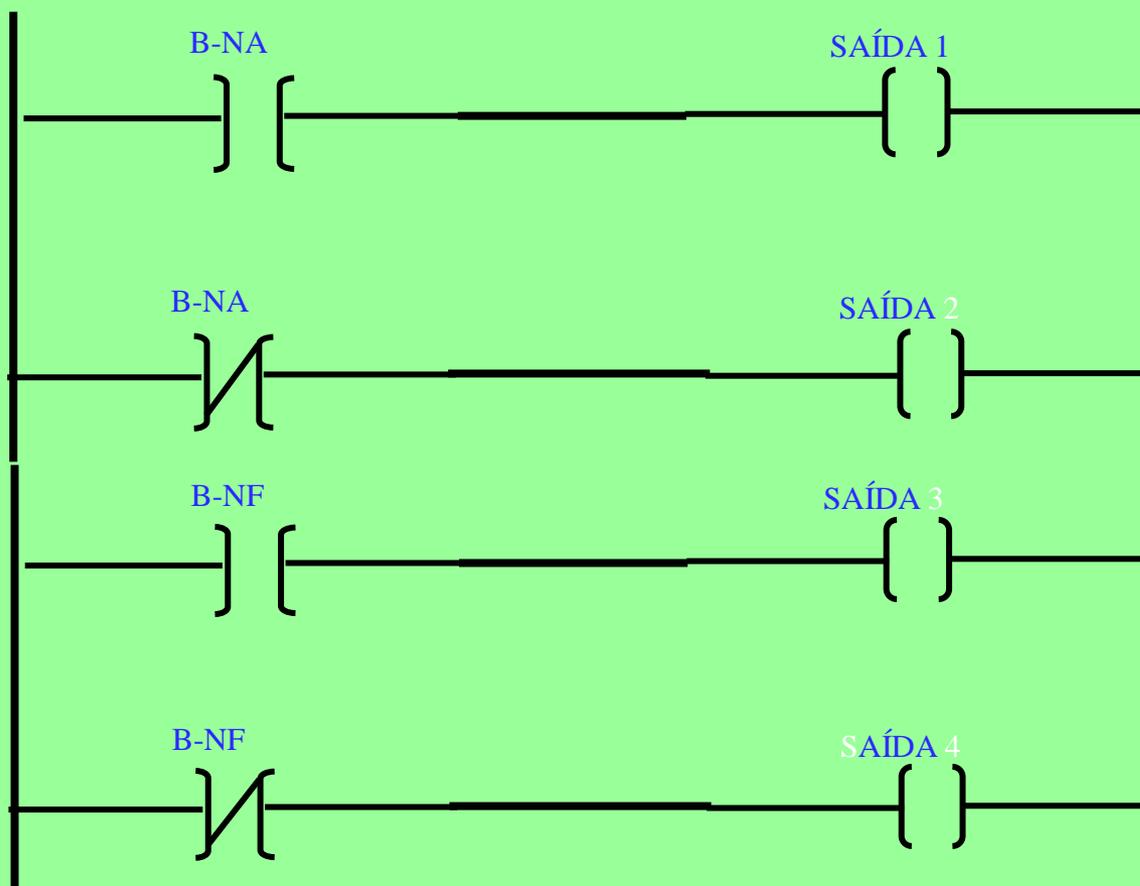


## Instrução (OTU) → Desabilitar saída com retenção

Desabilita uma saída habilitada por uma instrução OTL.

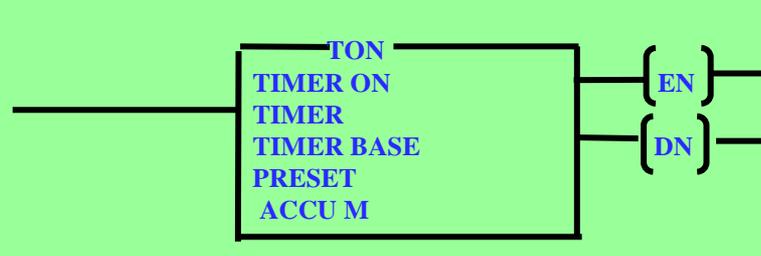


# EXEMPLO 1



# Instrução TON → Temporizador

Inicia a contagem nos intervalos da base de tempo selecionada quando a condição da linha se torna verdadeira. O bit EN é colocado no estado lógico 1 cada vez que a instrução é acionada. O bit DN é colocado no estado lógico 1 quando o valor ACCUM for igual ao valor PRESET. A instrução Temporizador ocupa três palavras da memória.



## Temporizador Retentivo – RTO

A instrução de Temporizador Retentivo, de maneira semelhante à instrução TON, é utilizada para energizar ou desenergizar um dispositivo, assim que for alcançado o *Preset*.

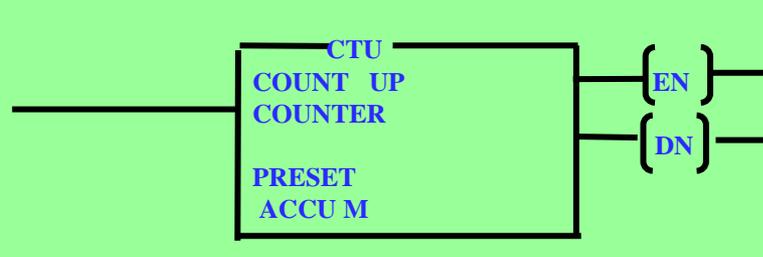
A instrução de Temporizador Retentivo retém o seu valor acumulado quando ocorrer qualquer uma das condições a seguir:

- As condicionantes da linha passarem a falsas;
- A chave seletora de modo for colocada na posição PROG;
- Ocorrer falta de energia desde que seja mantida a energia de back-up da memória RAM.

Para zerar o temporizador, deve-se utilizar a instrução de rearme RTR.

# Instrução CTU → Contador crescente

**Incrementa o valor ACCUM a cada transição de falsa para verdadeira da condição lógica da linha em que a instrução está inserida.**



## **Instruções de Comparação**

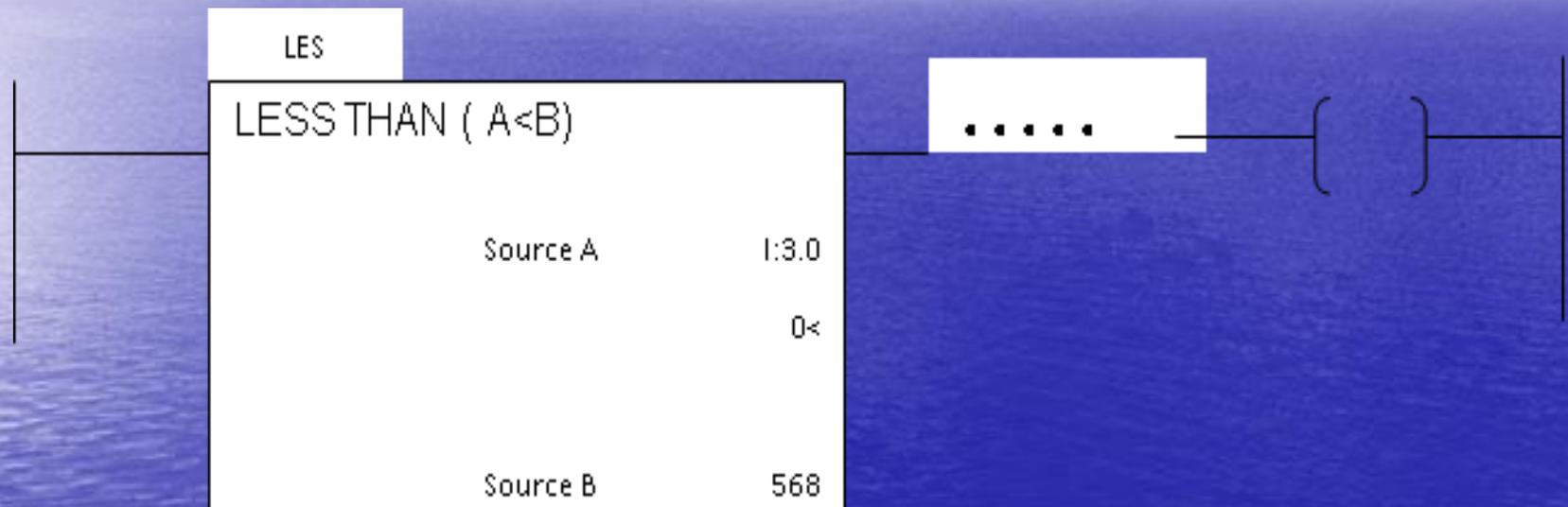
**As instruções de comparação são instruções de entrada que testam a relação entre dois valores, Origem A e Origem B:**

**Origem A é um endereço de palavra.**

**Origem B é um endereço de palavra ou uma constante.**

## INSTRUÇÃO Menor que – LES

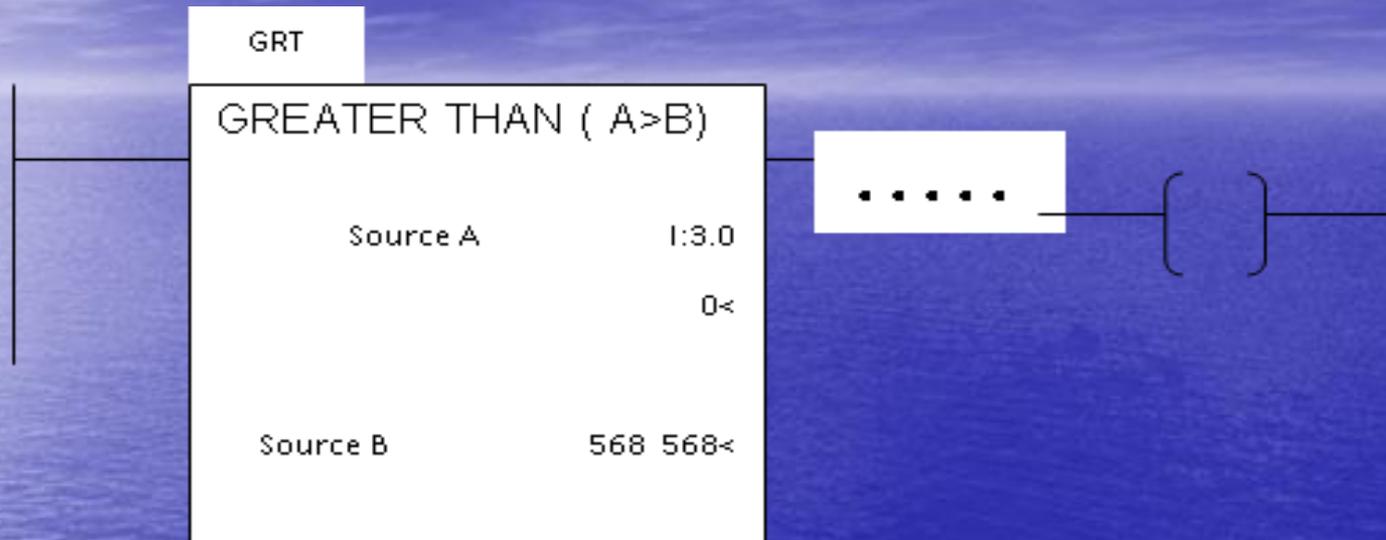
A figura apresenta o formato da instrução LES:



Quando o valor A for menor que o valor B, esta instrução será logicamente verdadeira.

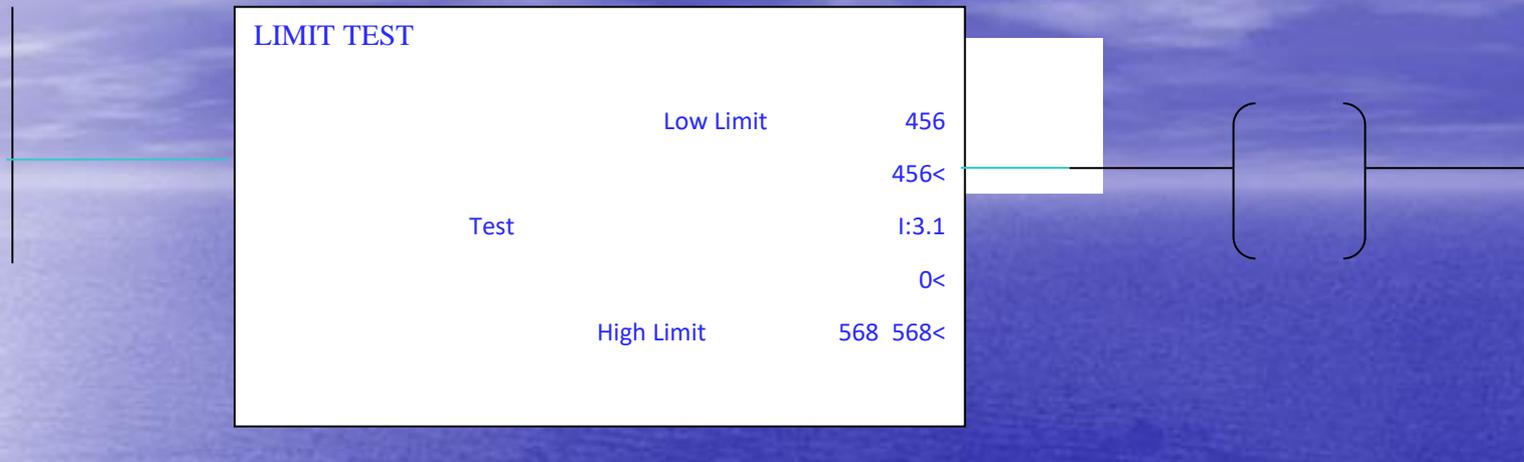
Quando o valor A for maior ou igual ao valor B, a instrução será falsa.

## INSTRUÇÃO Maior que – GRT

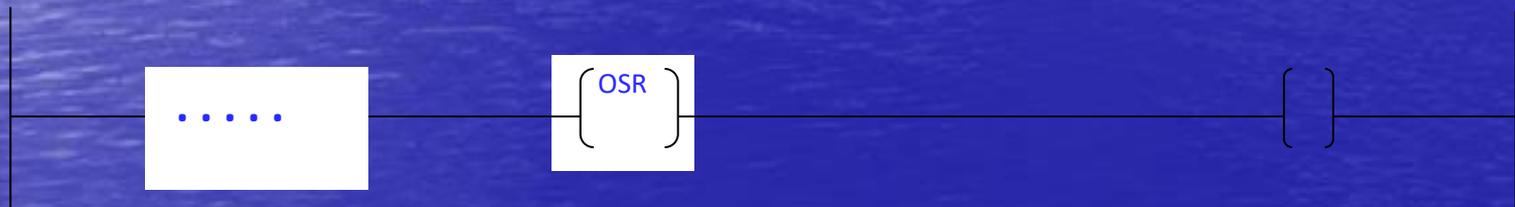


Quando o valor A for maior que o valor B, esta instrução será logicamente verdadeira. Quando o valor A for menor ou igual ao valor B, a instrução será falsa.

## INSTRUÇÃO Testar Limite – LIM

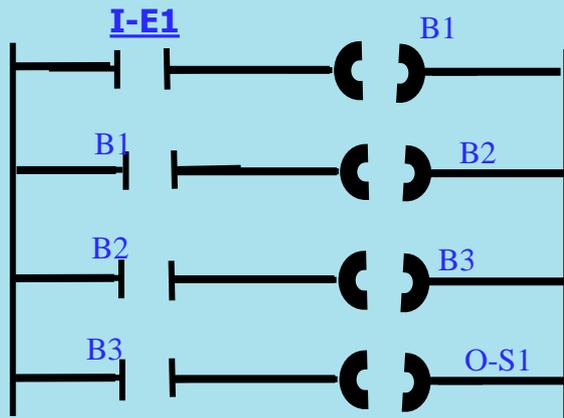


## INSTRUÇÃO OSR

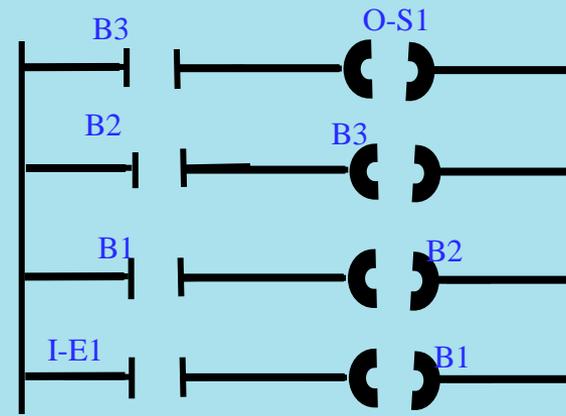


O OSR é uma instrução que faz com que uma instrução de saída seja logicamente verdadeira apenas durante um ciclo de varredura do programa ladder.

# Exemplo: ALTERAÇÃO DE PERFORMANCE EM FUNÇÃO DA PROGRAMAÇÃO



Se I-E1 for verdadeiro,  
A Saída conectada à O-S1  
Será acionada após um Scan.



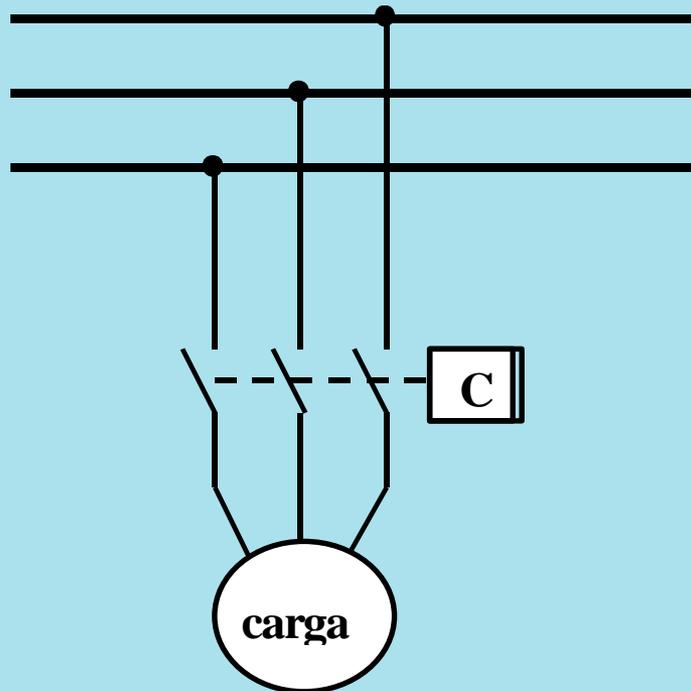
Se I-E1 for verdadeiro,  
A Saída conectada à O-S1  
Será acionada após quatro Scan.

**EXERCÍCIO 1:** Suponha que um circuito elétrico tradicional esteja comandando a partida de um de um motor trifásico. O circuito de controle emprega:

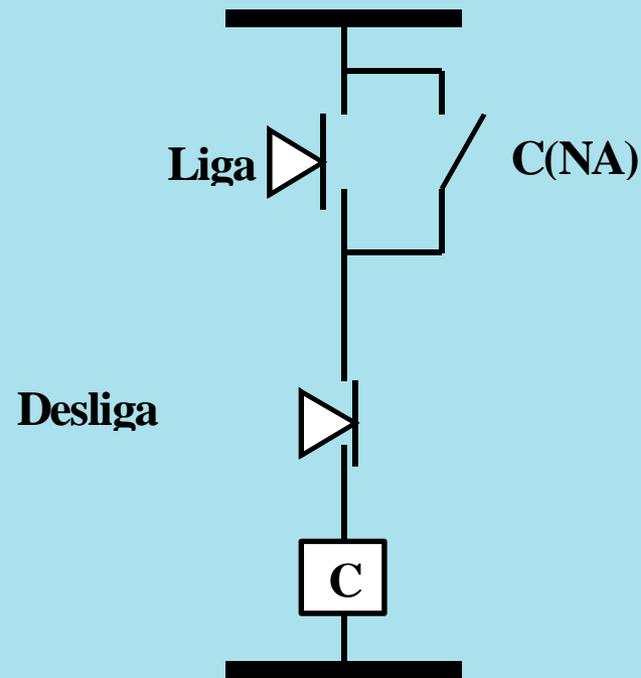
a - uma botoeira normalmente fechada,

b - uma botoeira normalmente aberta.

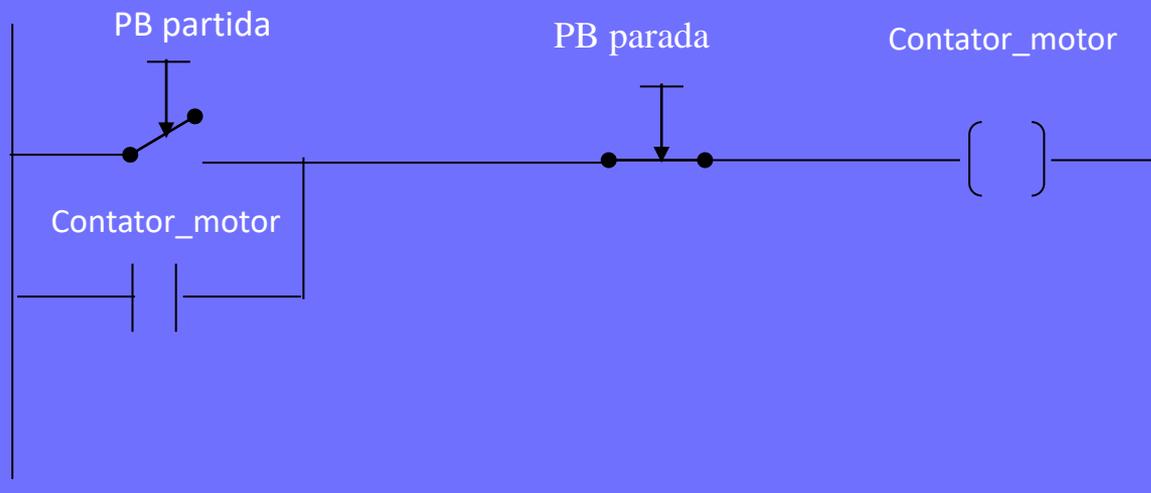
c - um contator para acionar o motor trifásico



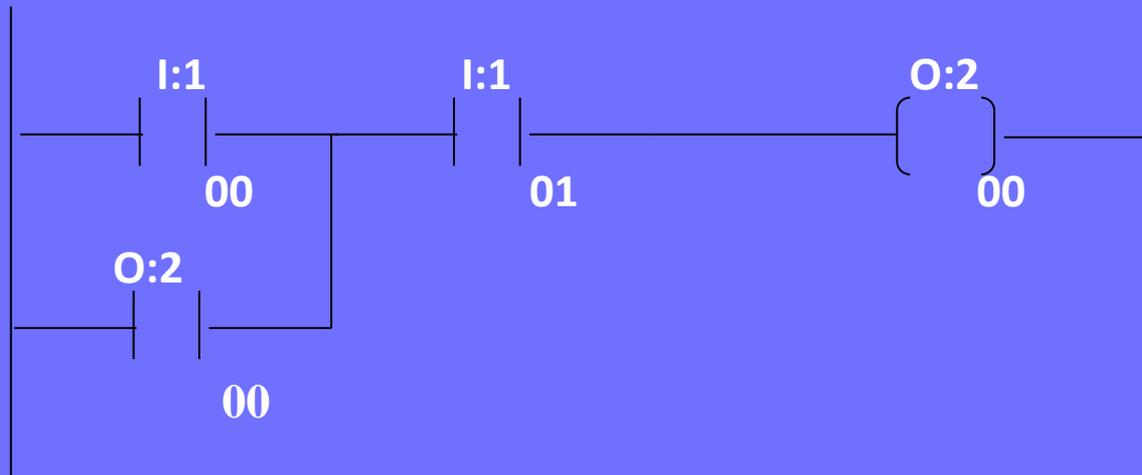
**Circuito de Potência**



**Circuito de Comando**



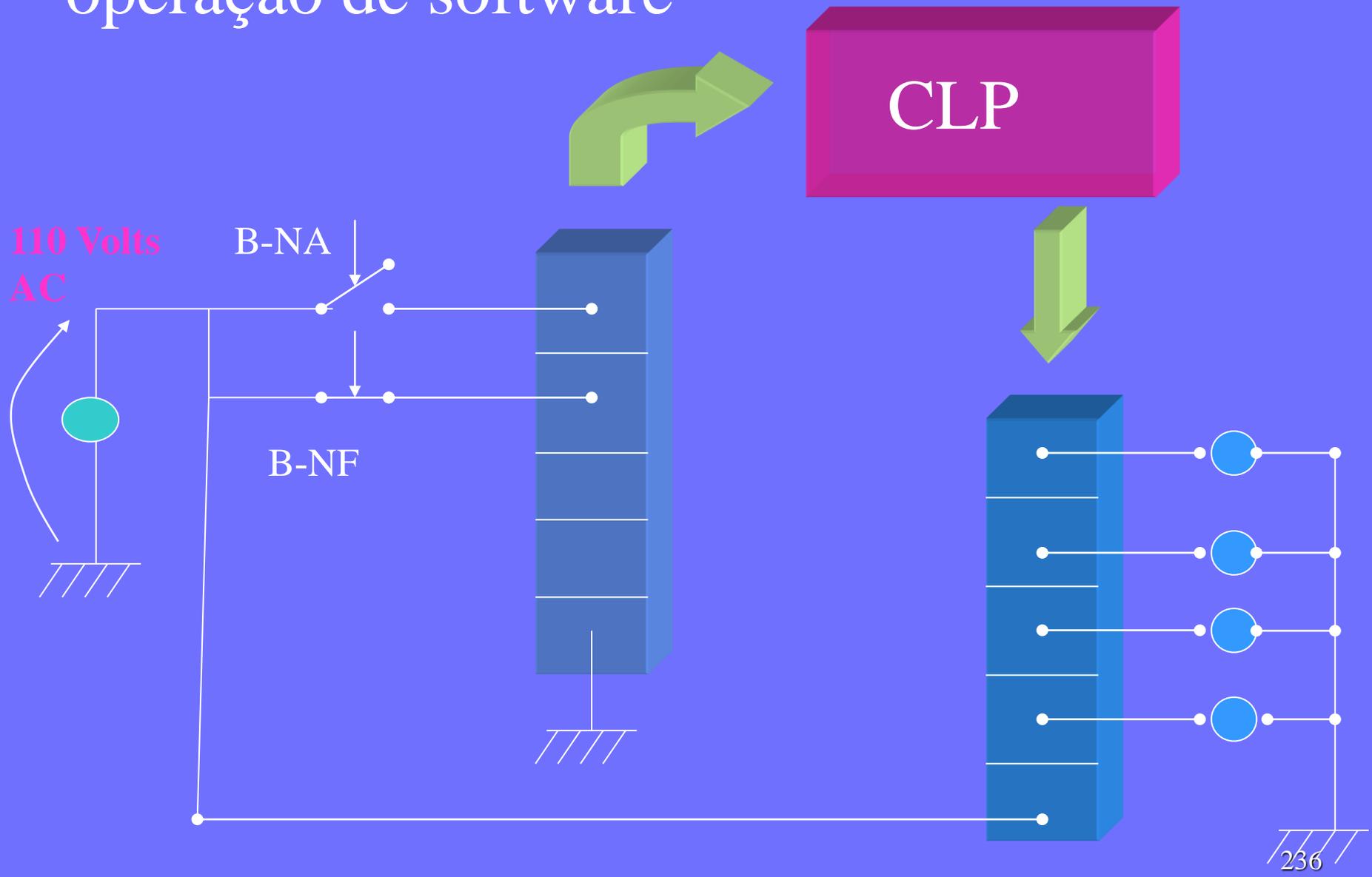
Circuito elétrico de comando



Programa em ladder

Exercício: Desenhar o circuito elétrico

# Exemplo de hardware e de operação de software

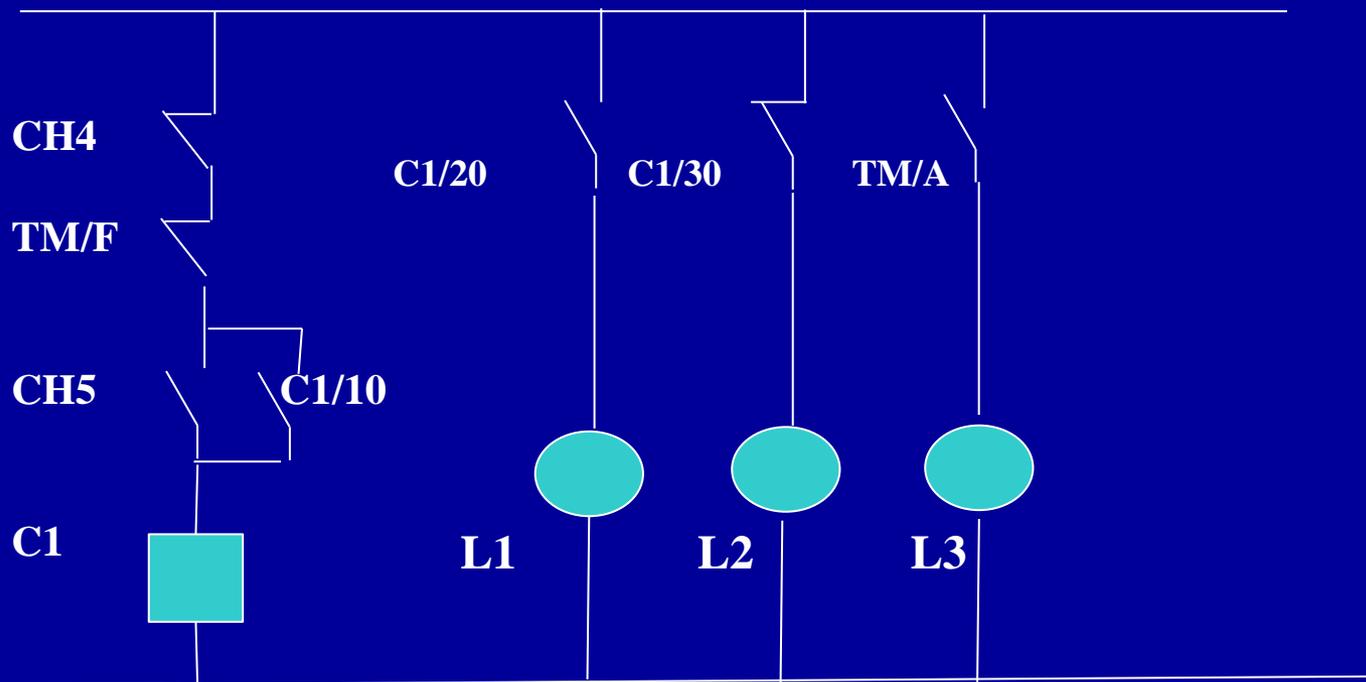


# EXERCÍCIOS:

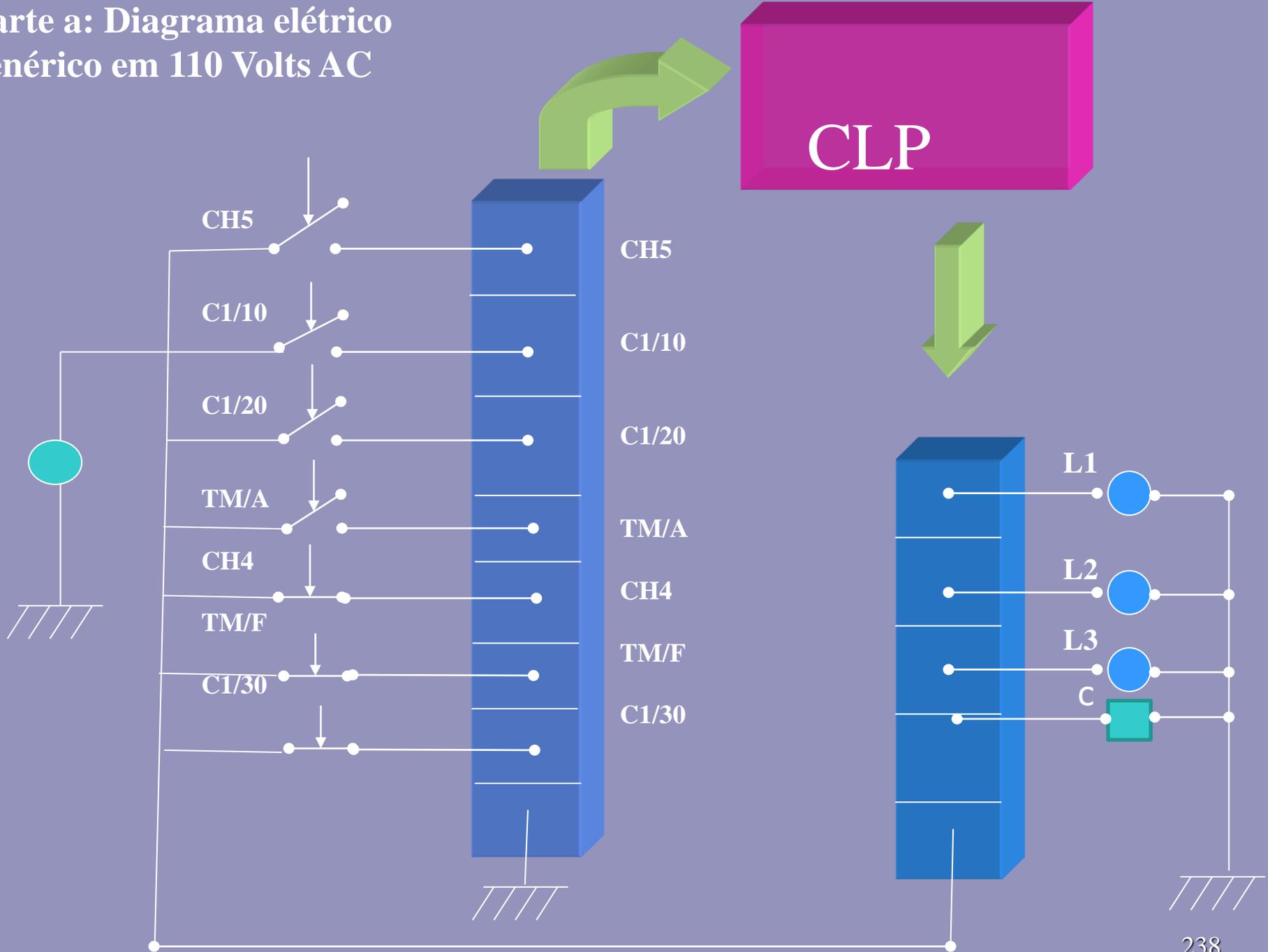
**EXERCÍCIO 2:** Suponha o seguinte circuito elétrico de comando de um contator C1 onde CH4 é uma botoeira NF, CH5 é uma botoeira NA, TM é o relé térmico com dois contatos NA e NF e L1, L2 e L3 são sinalizadores luminosos.

a - Apresentar o circuito genérico de ligação elétrica de um CLP e os dispositivos descritos.

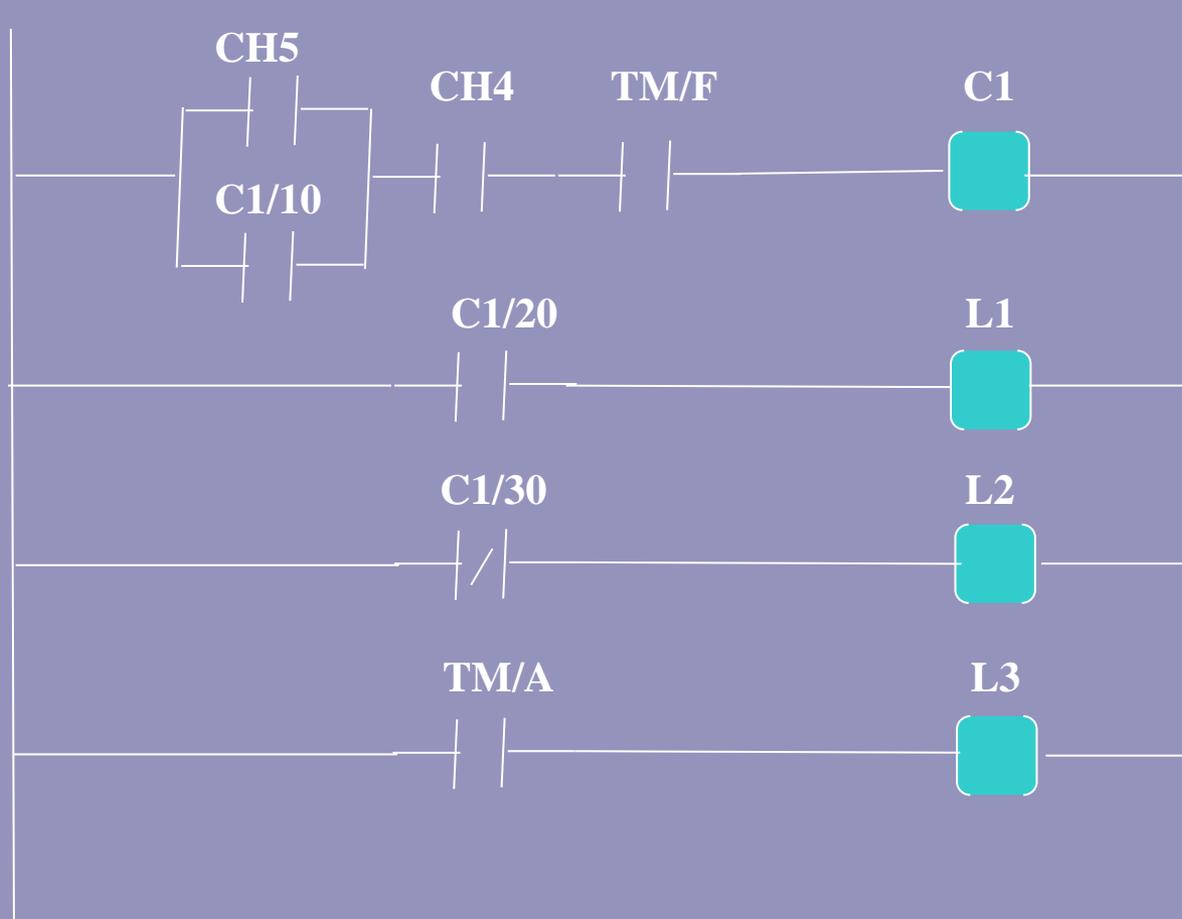
b - Apresentar um ladder genérico para comandar o contator C1 conforme o circuito elétrico o faz.



# Parte a: Diagrama elétrico genérico em 110 Volts AC



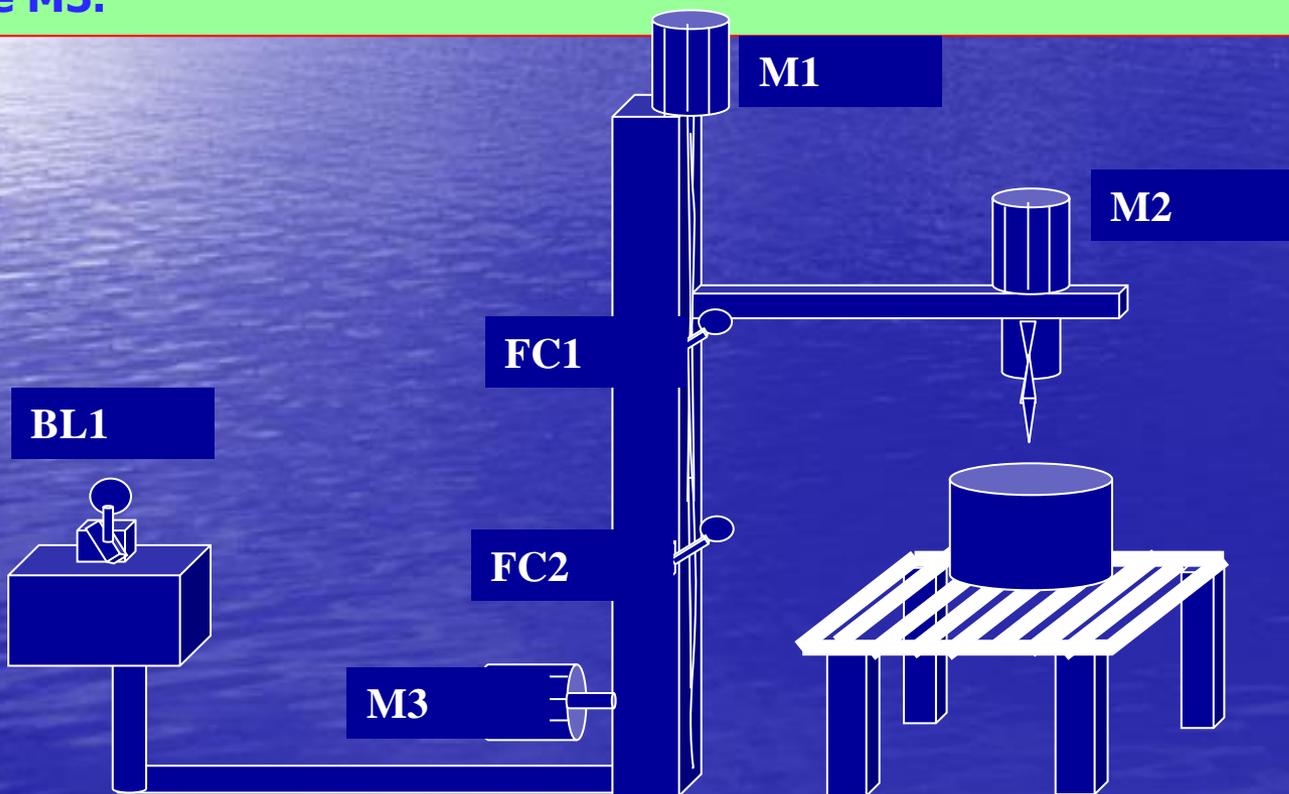
## Parte b: Diagrama ladder genérico.

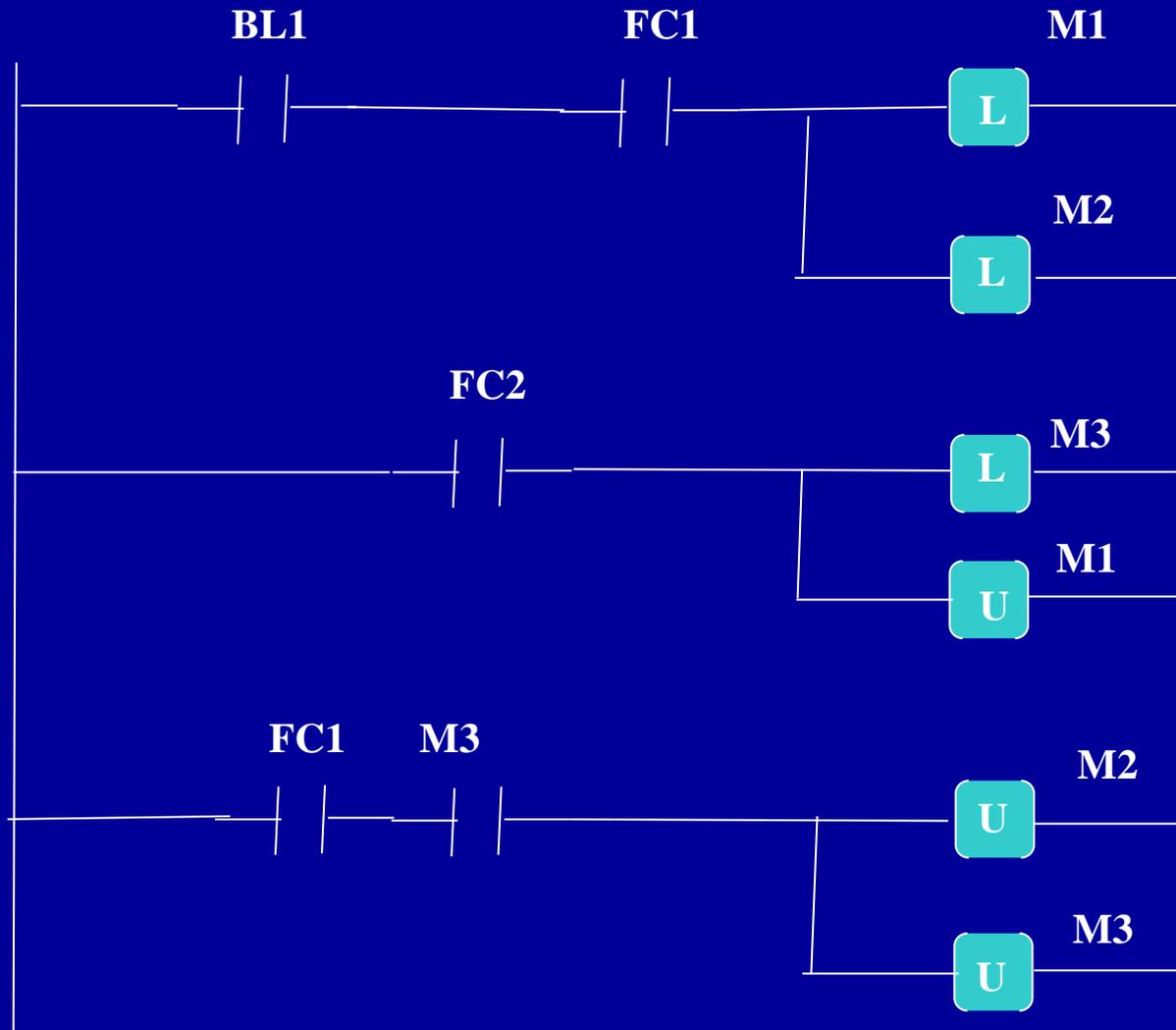


**EXERCÍCIO 3:** Suponha uma furadeira com e os seguintes dispositivos: uma botoeira NA (BL1) e dois sensores de fim de curso (FC1) e (FC2) do tipo NA. Existem três motores: M1 (descida), M2 (furadeira) e M3 (subida).

Fazer um diagrama ladder genérico para comandar a furadeira conforme o algoritmo seguinte: (fonte: RA Treinamento Brasil 2013)

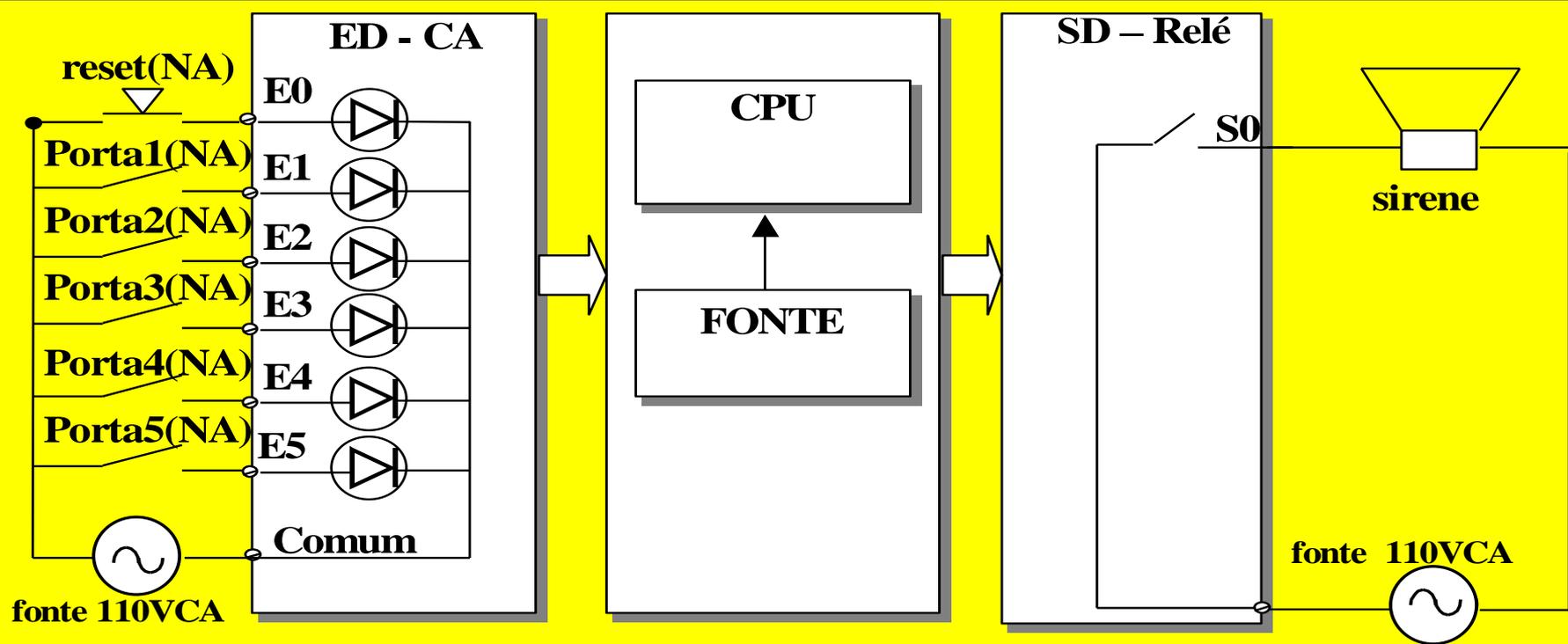
- Quanto FC1 está acionado e um pulso é dado no botão BL1, o motor M1 é ligado juntamente com o motor M2.
- Quando FC2 for acionado (estando M1 ligado e também o M2) deve-se desligar M1, manter M2 ligado e ligar o M3 (motor de subida).
- Quando FC1 for acionado (estando M2 ligado e também o M3) deve-se desligar M2 e M3.

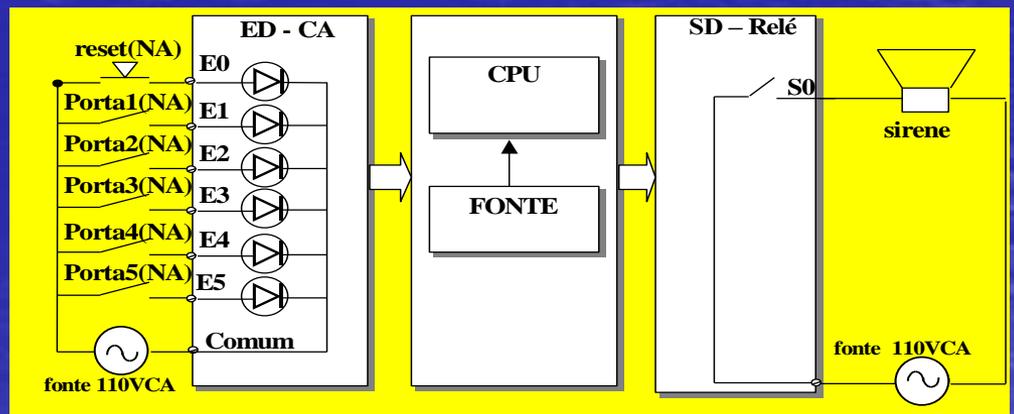
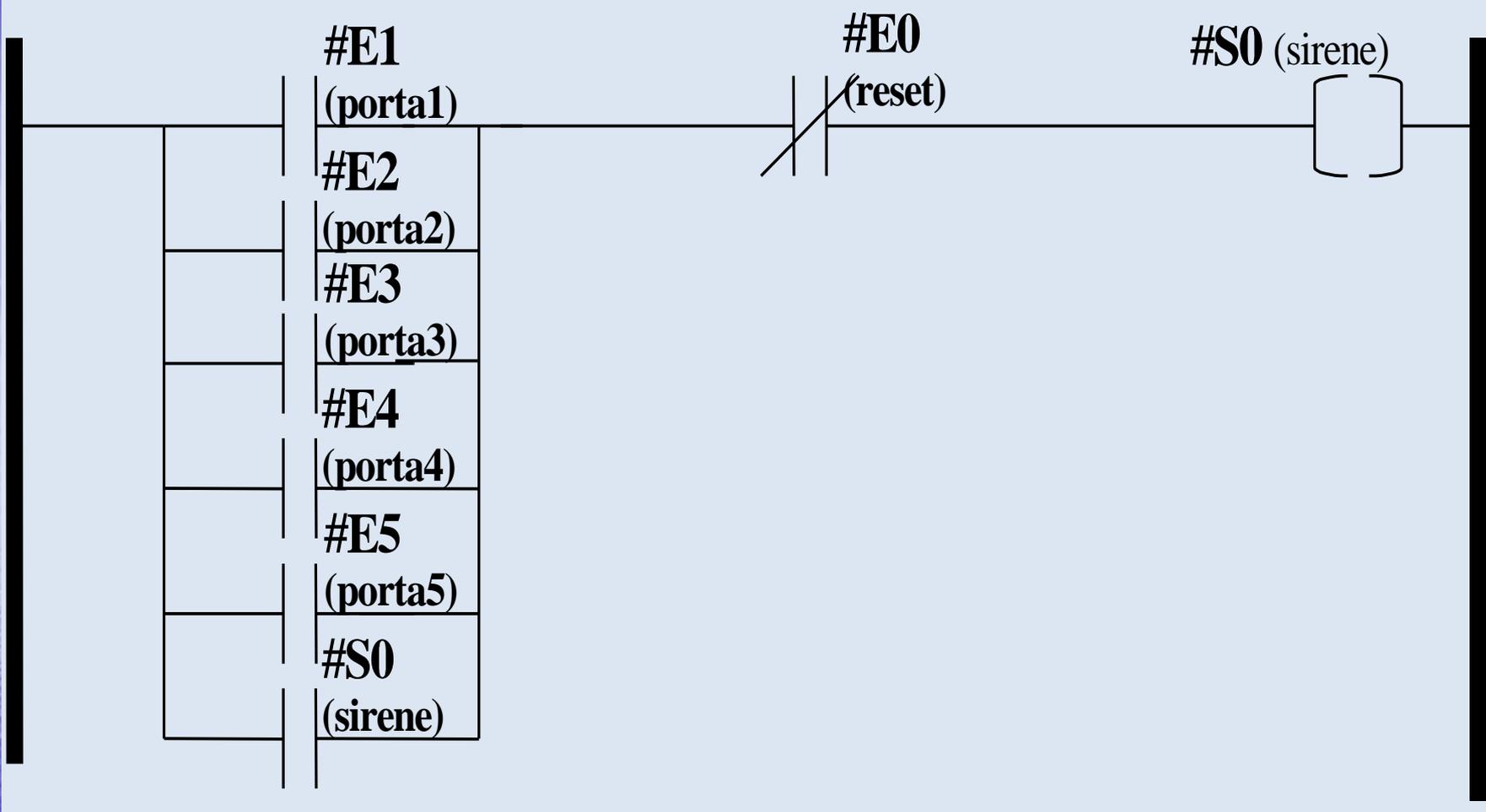




# EXERCÍCIO 4: Sistema de alarme residencial

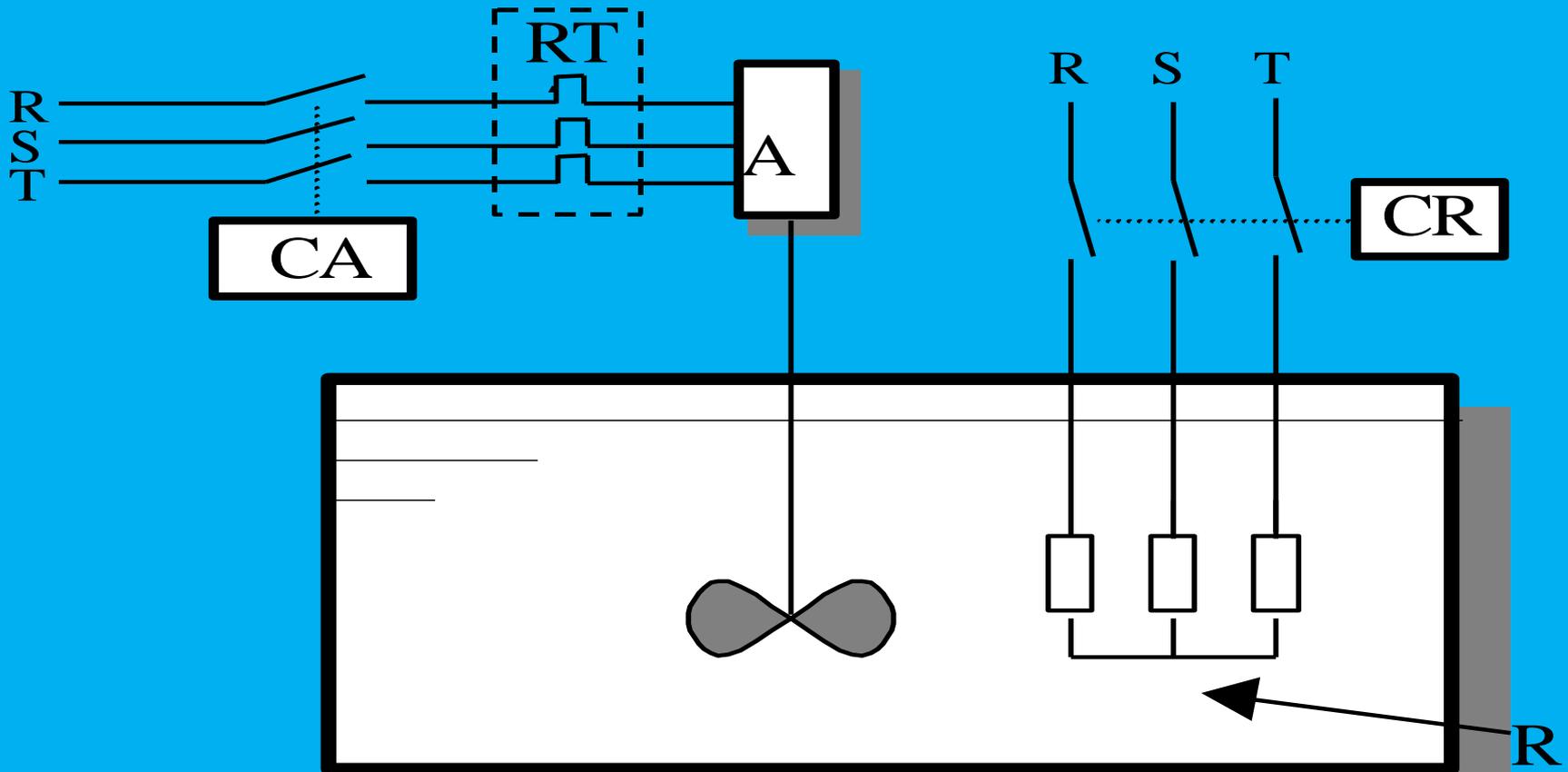
Deseja-se implementar um sistema de alarme utilizando CLP, que aciona uma sirene se qualquer uma das cinco portas de uma casa for aberta. Em cada porta foi instalado um micro interruptor NA (portax; x=1,2,3,4,5), para detectar a abertura da mesma. O alarme deve ser "resetado" por uma botoeira NA (reset). O alarme deve continuar soando mesmo que se feche a porta novamente. Utilizou-se placa de entrada CA, para 110V e placa de saída a relé. A conexão do CLP aos microinterruptores, à botoeira e à sirene é mostrada na figura. Com a porta aberta, o contato do microinterruptor se fecha aplicando 110VCA à entrada correspondente. A botoeira "RESET" é do tipo normalmente aberta, ou seja, quando pressionada aplica 110VCA à entrada e quando não pressionada aplica tensão nula às entradas.





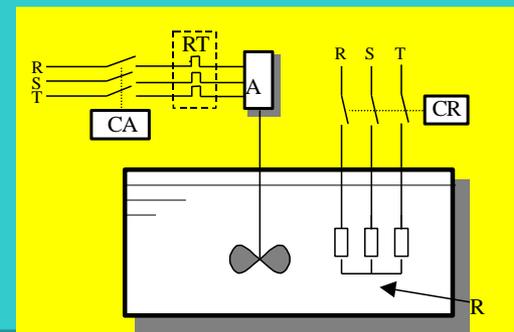
# EXERCÍCIO 6: Comando de tanque de aquecimento e homogeneização

Um equipamento utilizado na indústria alimentícia (ver figura) consta de um tanque com resistências (R) para aquecimento da mistura e de um agitador (A). O contator CR alimenta as resistências enquanto CA alimenta o motor do agitador A.



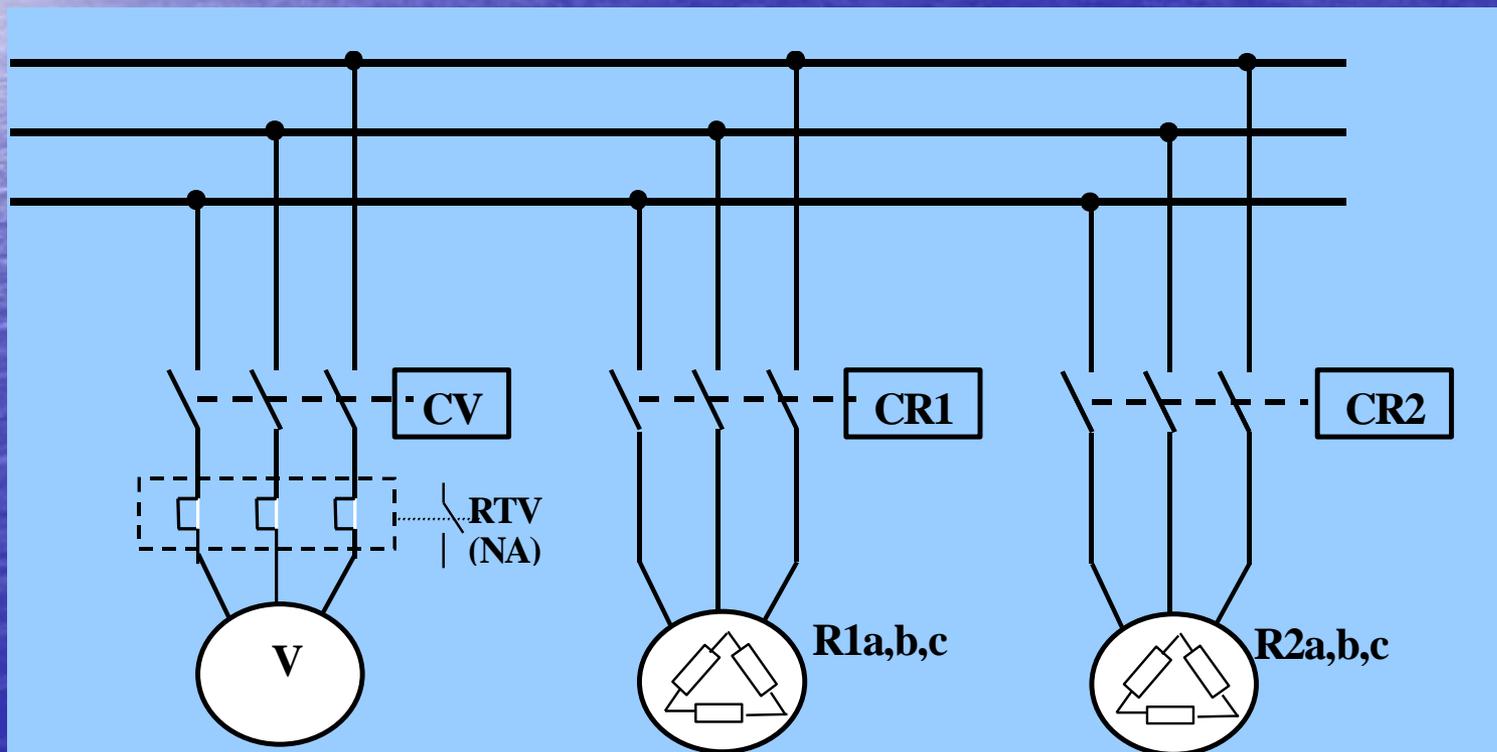
**Algoritmo do processo: Caso a botoeira (NA) denominada Liga seja acionada:**

- aquecer a mistura até que esta atinja o ponto de fervura, o que será conseguido garantindo-se um tempo mínimo ( $t_1$ ) de acionamento das resistências.
- Após o intervalo de tempo  $t_1$ , deve-se manter as resistências e o agitador ligados por um intervalo  $t_2$ ;
- Após  $t_2$ , deve-se desligar o sistema acionando-se uma sirene até que seja pressionada a botoeira 'desliga'.
- A botoeira "Desliga" deve interromper todo o processo;
- O relé térmico RT é conectado em série com o motor do agitador A. Caso ocorra sobrecarga no motor, o CLP deve interromper todo o processo e sinalizar a falha através da lâmpada. " $L_{sobretemp}$ ". Será utilizado um contato físico NF do relé RT (fig. 42).
- no painel de comando do equipamento a lâmpada " $L_{aquec}$ " indica que as resistências estão acionadas; " $L_{agit}$ " indica que o agitador está ligado e " $L_{sistpront}$ " indica que os sistema está desligado, sem nenhuma proteção atuada e pronto para funcionar.



## EXERCÍCIO 7: Sistema de Aquecimento de Ar

Um sistema de aquecimento de ar é composto por dois conjuntos de três resistências ("R1a, R1b, R1c" e " R2a, R2b, R2c" ) ligadas em triângulo e um ventilador acionado por motor trifásico (V). Cada uma das três cargas trifásicas é acionada individualmente pelos contatores CR1, CR2 e CV respectivamente. Cada carga possui uma botoeira para ligá-la (LR1, LR2 e LV) além de uma botoeira para desligá-la (DR1, DR2, DV). Apenas o motor possui relé térmico (RTV), que dispõe de um contato auxiliar do tipo NA. O diagrama de potência é mostrado na figura.



**As entradas são de 0~24V, do tipo "sink" (com resistor de entrada para a terra). As saídas são do tipo relé. As bobinas dos contatores e as lâmpadas sinalizadoras LampR1, LampR2 e LampV e LampV1 operam em 220V CA. Todos os sinais de entrada apresentam lógica de atuação positiva:**

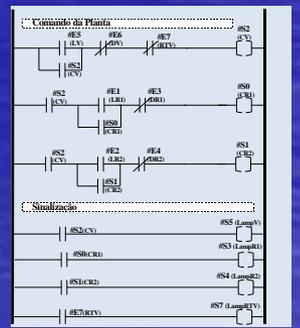
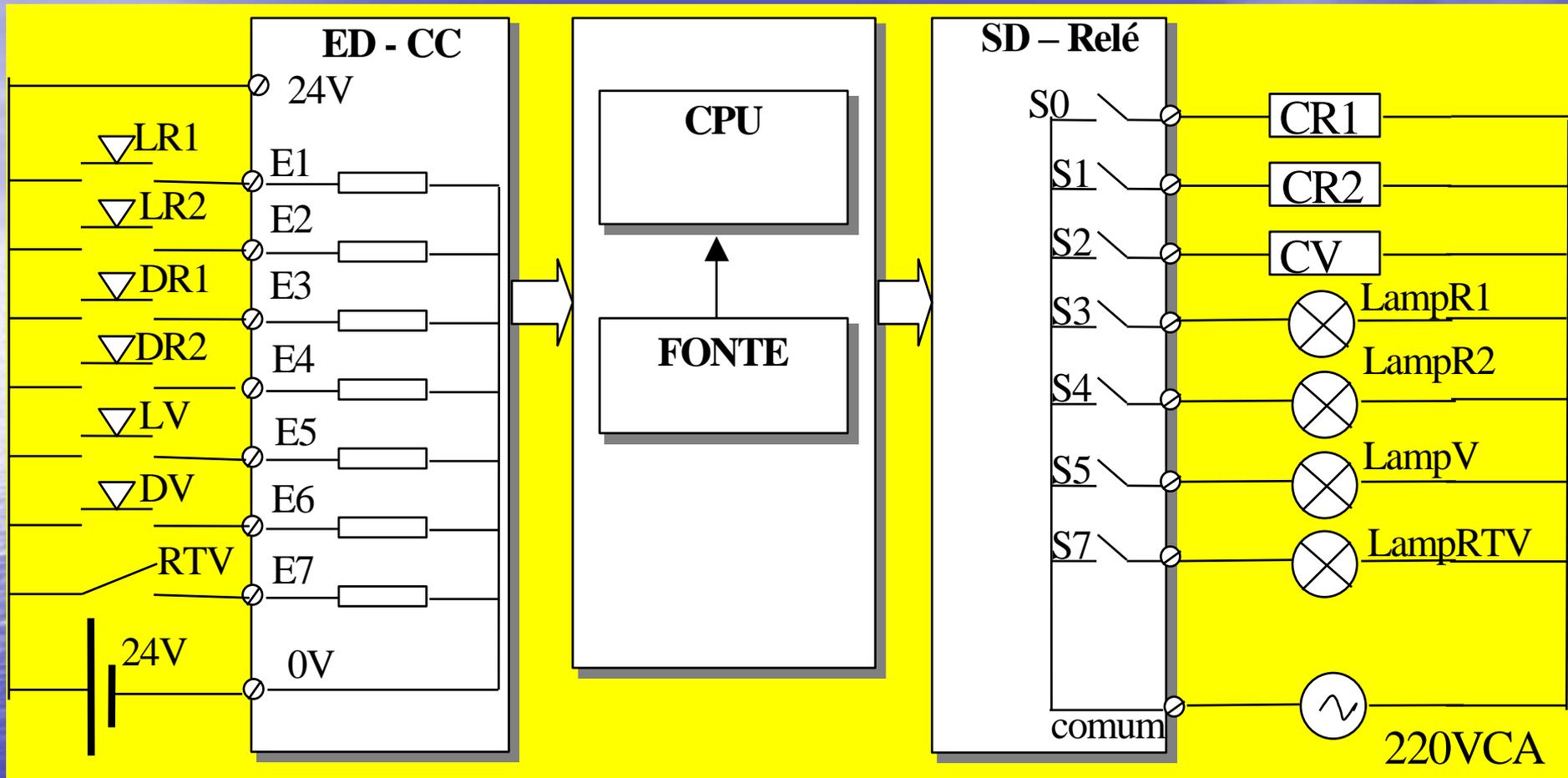
- a - botoeiras (Lr1,LR2, LV, DR1, DR2, DV),pressionadas correspondem a 24V aplicados `a entrada digital**
- b - relé térmico atuado corresponde a 24V na entrada digital.**

**Algoritimo do provesso:**

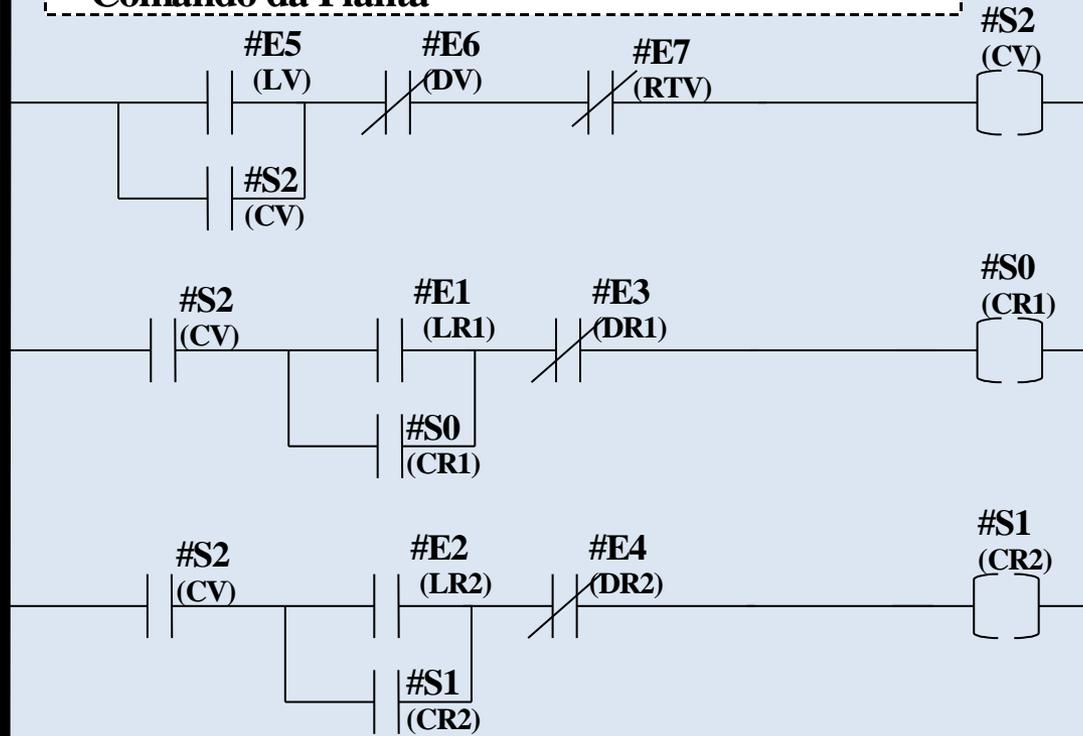
- a - o ventilador pode ser acionado independentemente do estado das resistências**
- b - qualquer um dos conjuntos de resistências só pode ser ligado se o ventilador estiver acionado;**
- c - com o ventilador ligado, os conjuntos de resistências podem ser ligados e desligados livremente;**
- d - se o ventilador for desligado, as resistências devem ser desligadas imediatamente;**
- e - a atuação do relé térmico deve desligar as três cargas**

**A sinalização deve:**

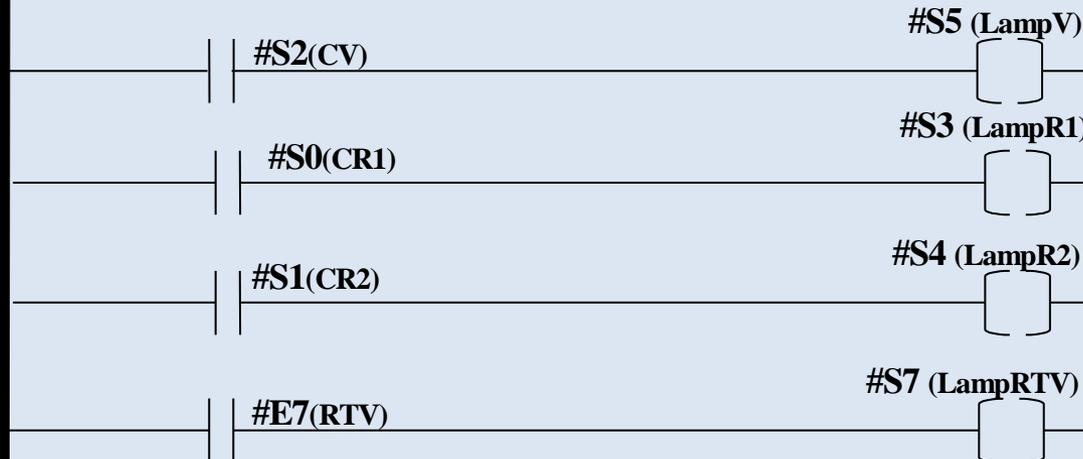
- a - indicar se as cargas estão ligadas por meio das lâmpadas LampR1, LampR2 e LampV;**
- b - indicar se ocorreu sobrecarga no motor do ventilador por meio da lâmpada LampRTV**



## Comando da Planta

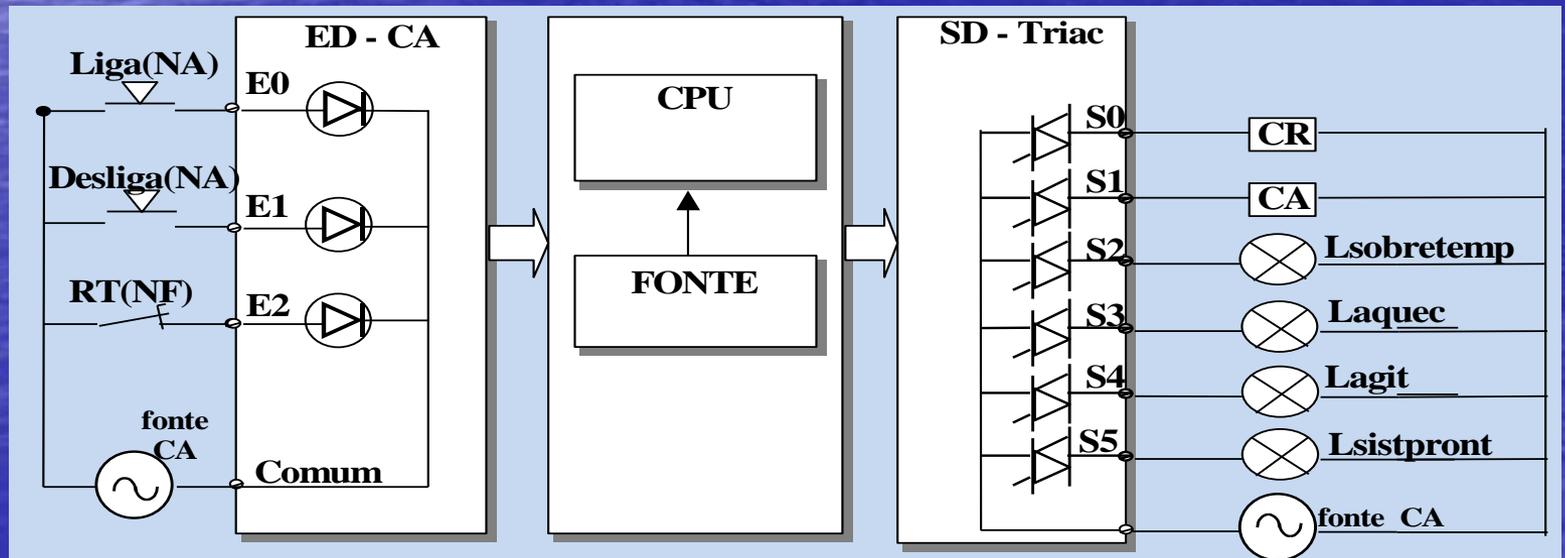


## Sinalização

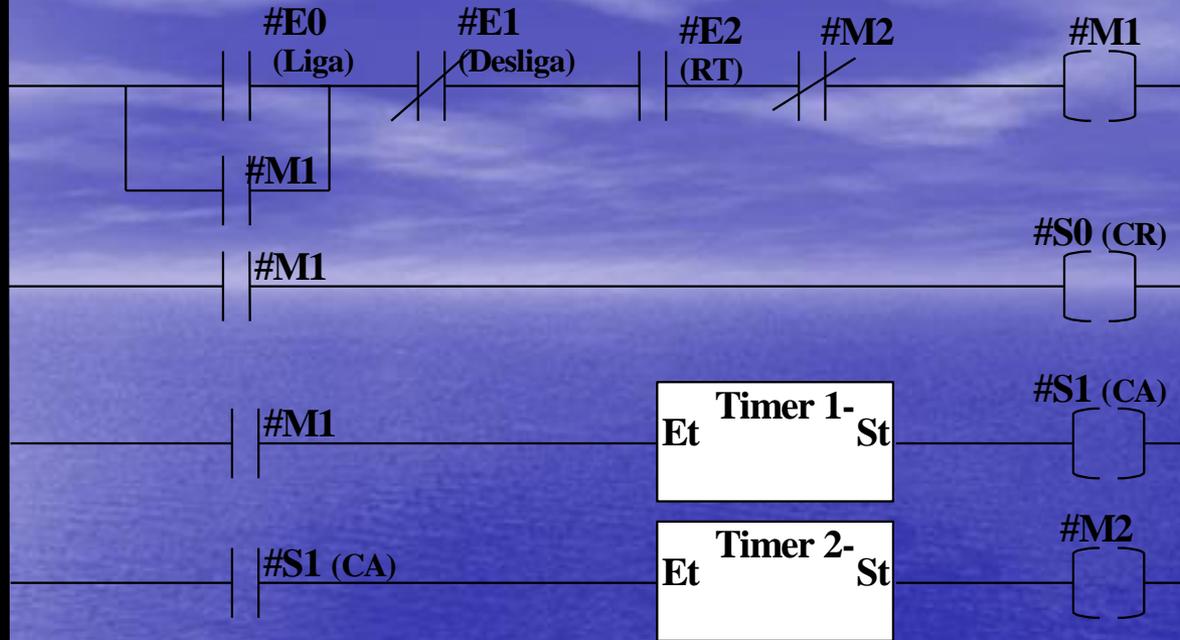


Suponha que neste PLC o cartão de entrada seja do tipo CA (220V) e o de saída seja do tipo Triac. As bobinas dos contatores são para 220VCA. Sugere-se a utilização do contato NF do relé térmico RT como sensor de sobretemperatura no motor.

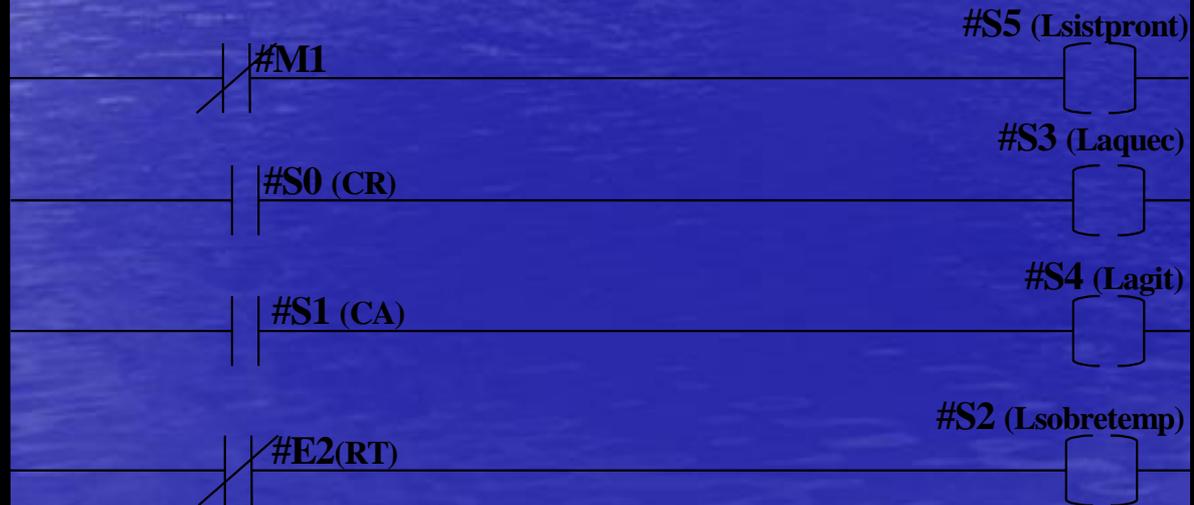
Será utilizado o bloco temporizador genérico do tipo "Atraso ao Ligar" (conhecido por TON nos manuais em língua inglesa) mostrado na figura. Ao se energizar a entrada "Et", a variável interna "Ttimer" começa a ser incrementada. Se "Ttimer" se tornar igual ao valor estipulado "Tx", satura-se a variável "Ttimer" no valor "Tx" e ativa-se a saída "St". Prove-se assim um atraso de "Tx" entre a energização da entrada "Et" (via contato virtual A) e a atuação da saída "St" (via contato virtual B). A saída "St" permanece ativada enquanto "Et" estiver ativada. O comportamento das variáveis envolvidas em função do tempo é mostrado nos gráficos da figura 41.



## Comando da Planta



## Sinalização



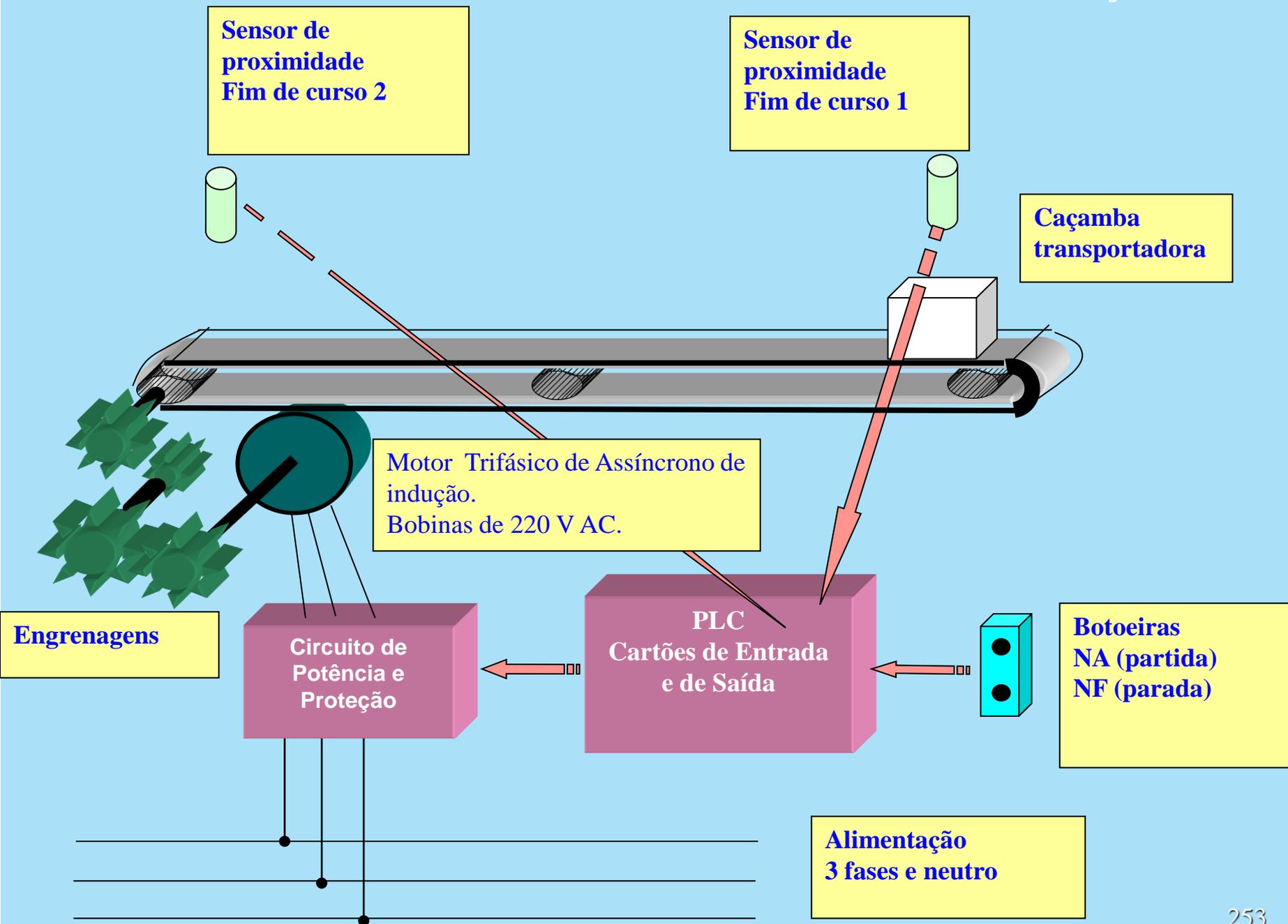
***EXERCÍCIO PROJETO 8: Automação Do Acionamento de Uma Esteira Transportadora.***

**(Projeto do Circuito Elétrico e do Diagrama Ladder)**

**Deseja-se Automatizar o Acionamento de uma Determinada Esteira Transportadora.**

**A macro arquitetura de hardware é apresentada na figura seguinte.**

**Elaborar o Circuito Elétrico e o Diagrama Ladder para efetuar o algoritmo do processo descrito a seguir.**



1 ) A botoeira de partida é do tipo "*push-button*" normalmente aberta e quando acionada coloca o sistema em operação para realizar um ciclo completo ou então terminar um ciclo interrompido pelo acionamento do botão de emergência.

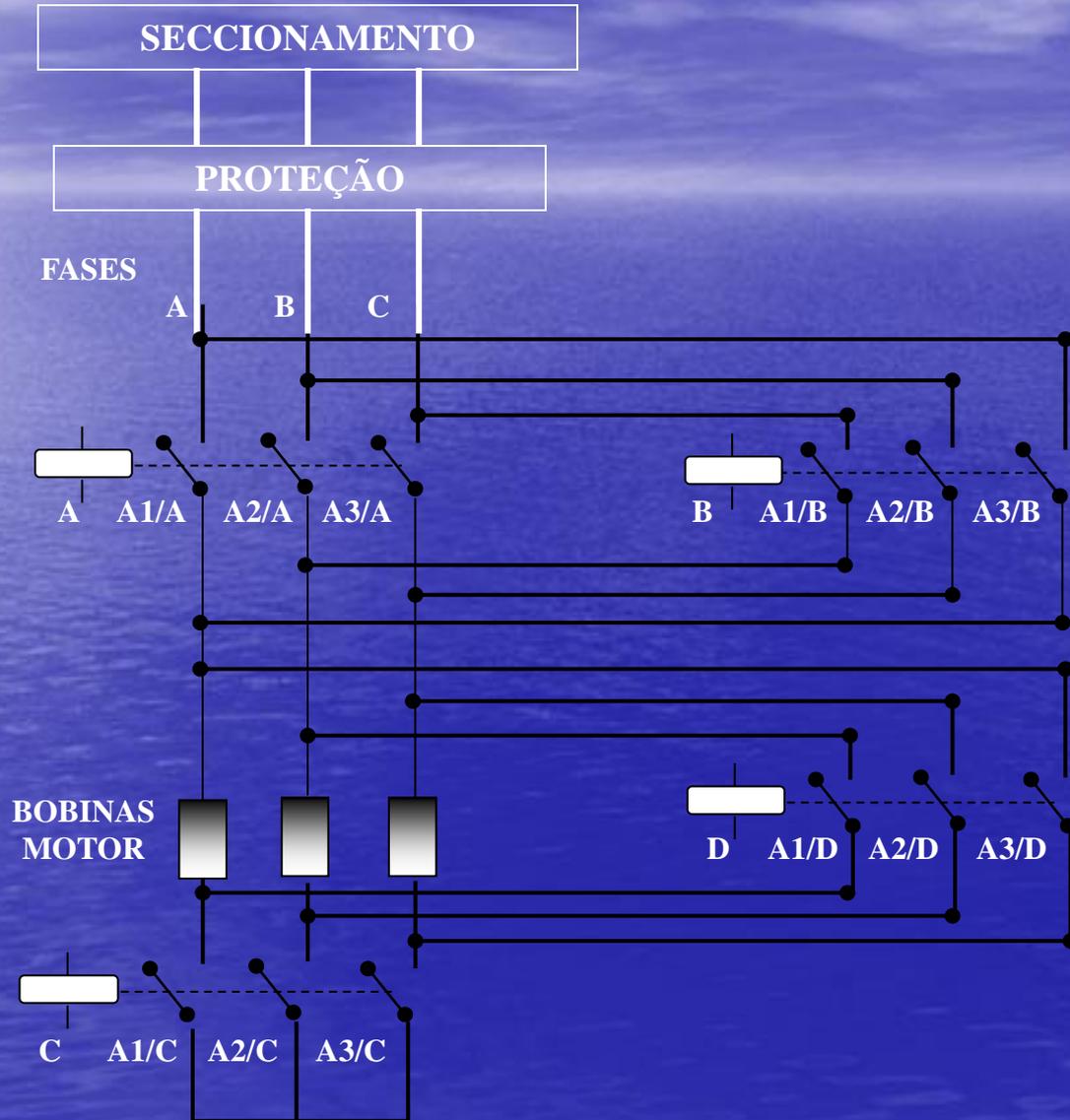
2 ) O motor deve ser acionado (ou seja, deve ser partido) com as bobinas ligadas em estrela e após cinco segundos a ligação das bobinas do estator deve ser automaticamente comutada para a ligação triângulo.

3 ) O motor irá acionar a esteira até que a caçamba de transporte de material atinja a posição 2 (esta situação é detectada pela chave fim de curso 2). O motor deve ser desligado por 15 segundos (tempo necessário (de simulação) para a carga/descarga do material) e em seguida a sua rotação deve ser automaticamente revertida de modo que a caçamba retome à posição 1.

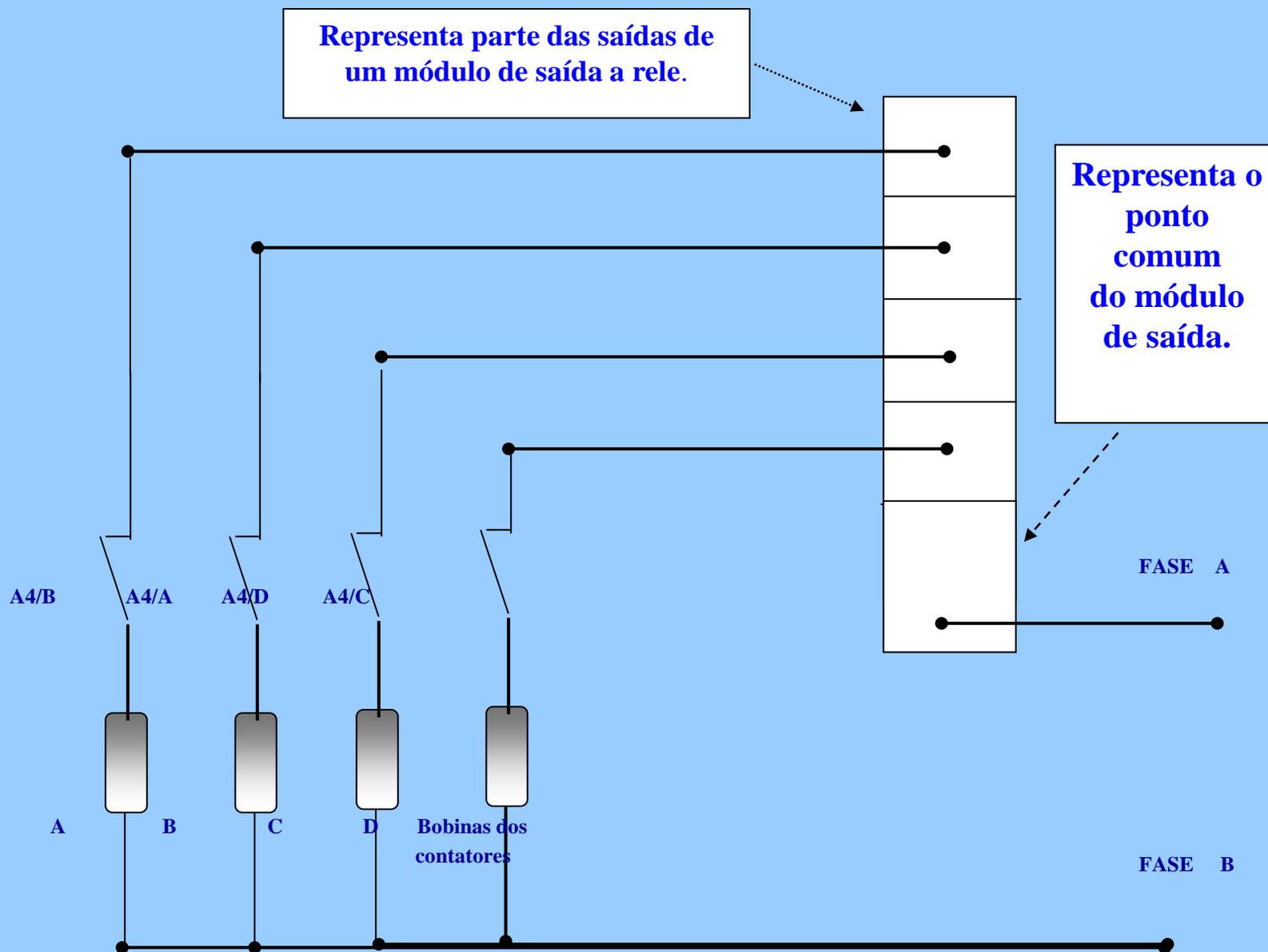
4) A botoeira de parada ( do tipo normalmente fechada, "emergência" ) deve interromper o movimento da esteira em qualquer etapa do processo. Ao ser novamente acionada a botoeira de partida, o processo deve ser completado até o retorno da caçamba à posição 1.

5) Em qualquer etapa do processo, a partida do motor deve sempre ser feita na ligação estrela e revertida para triângulo após cinco segundos de funcionamento,

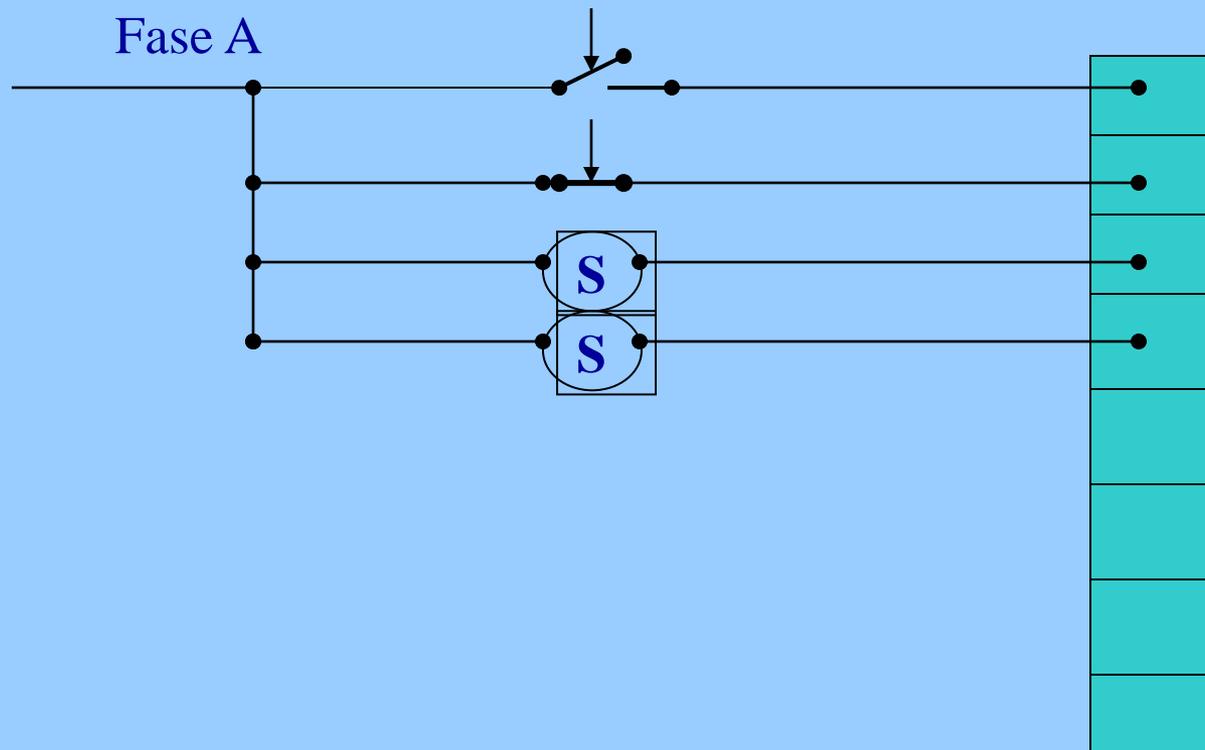
# CIRCUITO DE POTÊNCIA

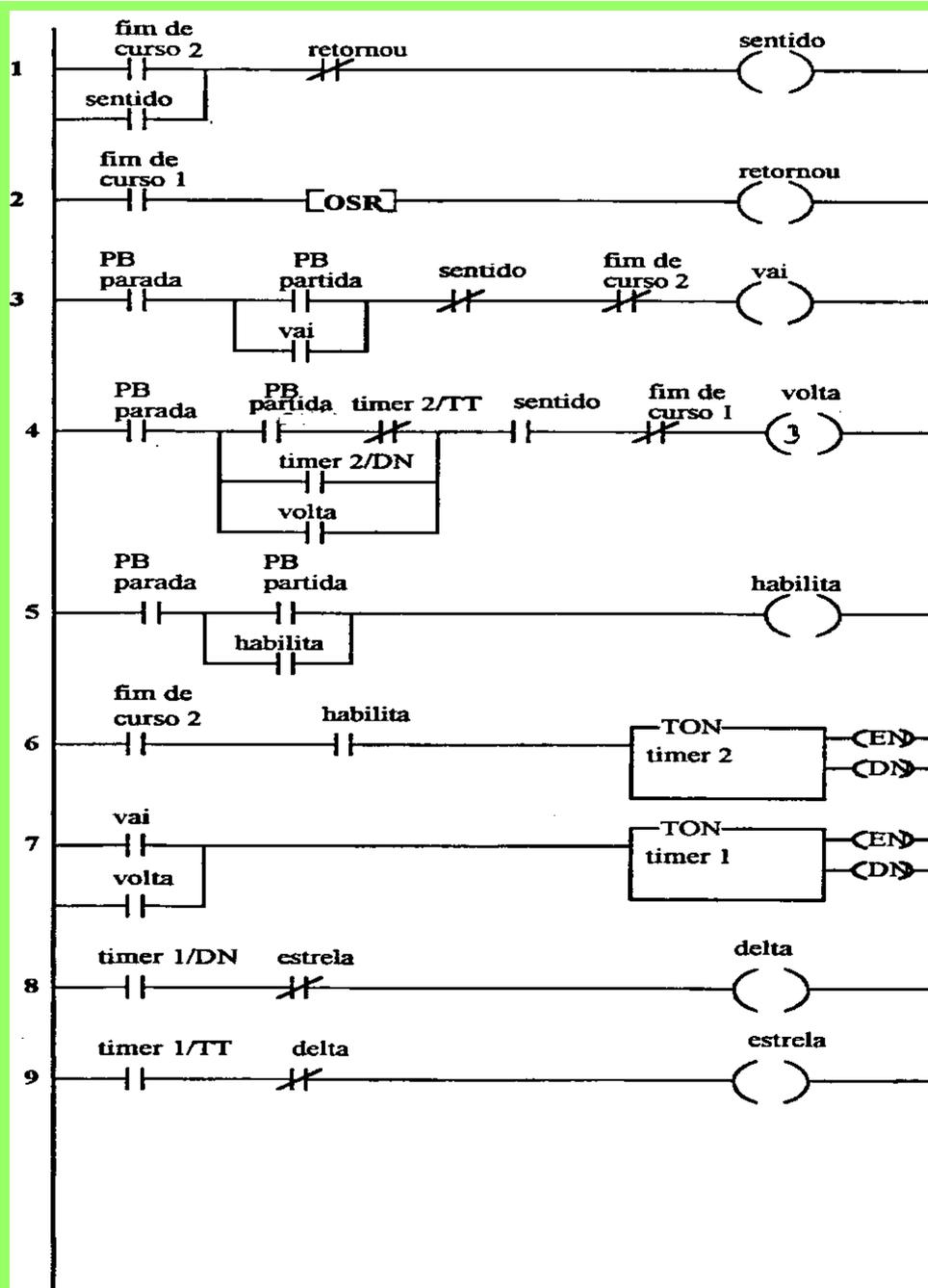


# Ligação das bobinas com intertravamento de hardware por meio dos contatos auxiliares dos contatores



## Ligação das botoeiras NA e NF e dos sensores de fim de curso



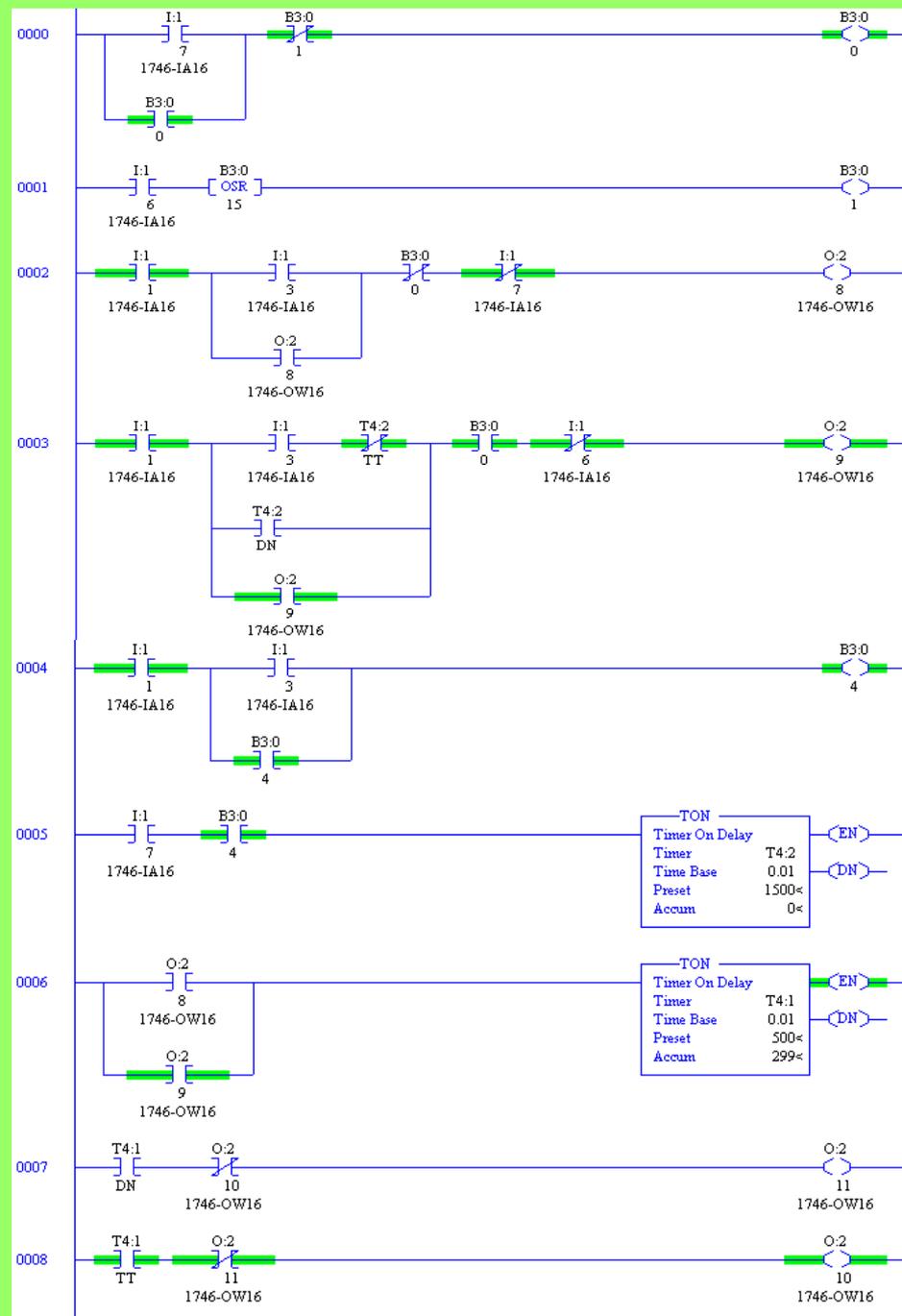


## Exemplo prático de utilização das entradas com CLP SLC 500, Control\_logix ou Micro\_logix da Rockwell Automation.

Variável	saída	Endereço		Variável	Tipo	entrada	Endereço
Bobina A	8	O:2/8		P.B. partida	NA	3	I:1/3
Bobina B	9	O:2/9		P.B. parada	NF	1	I:1/1
Bobina C	10	O:2/10		fim de curso 1	NA	6	I:1/6
Bobina D	11	O:2/11		fim de curso 2	NA	7	I:1/7

**Exemplo de Diagrama Ladder com CLP SLC 500 para implementar o algoritmo do processo.**

(Pereira, S. L;  
Andrade, A. A.  
CLP - Controladores Lógicos Programáveis.  
Laboratório de Automação  
Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas – PEA – EPUSP 2005)



**IV**

**Controlador de Automação Programável  
(CAP)**

**E**

**LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO**

# **Controlador de Automação Programável (CAP)**

**CAPs são controladores que apresentam a elevada confiabilidade de hardware dos CLPs e a elevada capacidade de processamento e quantidade de memória dos microcomputadores.**

**O objetivo principal no projeto de um CAP é que o mesmo possua as funções de um CLP e um SDCCD (Sistema Discreto de Controle Distribuído) com o preço e a simplicidade do CLP**

**PAC (Programmable Automation Controller)**

**ou**

**CAP (Controlador de Automação Programável)**

# Controladores Programáveis

## Sistemas Automatizados de Monit. e Controle

### Equipamentos – Controladores - CLP



Os principais fabricantes e fornecedores de sistemas de automação industrial baseados em CLP's são:

- **GE** – séries 90-70, 90-30 e VersaMax;
- **Rockwell Automation** – famílias PLC5, SLC-500 e MicroLogix;
- **Siemens** – famílias SIMATIC S7 e S5;
- **Schneider** – famílias Modicon M340, Premium, Quantum e TSX Micro.

Os principais fabricantes e fornecedores de sistemas de automação industrial baseados em PAC's são:

GE – séries RX7i e RX3i ;

Rockwell Automation – família ControlLogix ;

Siemens – família SIMATIC S7;

Schneider – família Modicon M340;

ABB – sistema Compact Products 800.

Os principais fabricantes e fornecedores de sistemas de automação industrial baseados em SDCD's são:

a - ABB – sistemas 800xA e Freelance 800F;

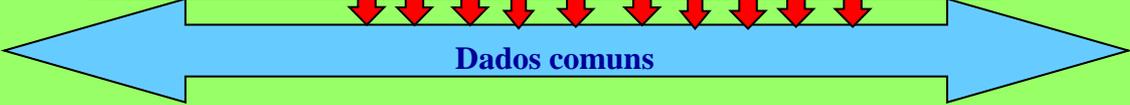
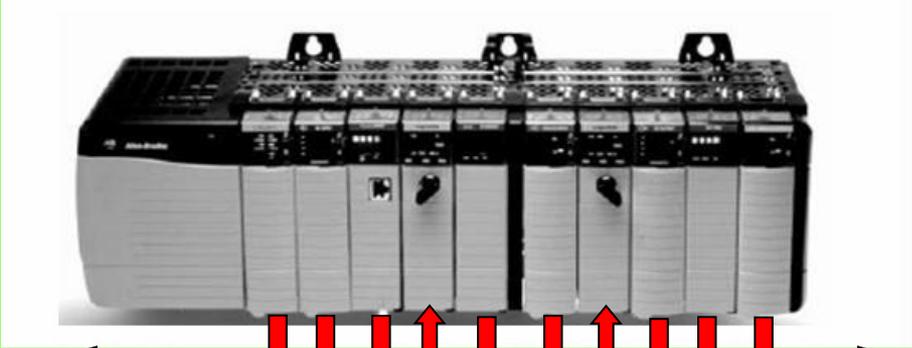
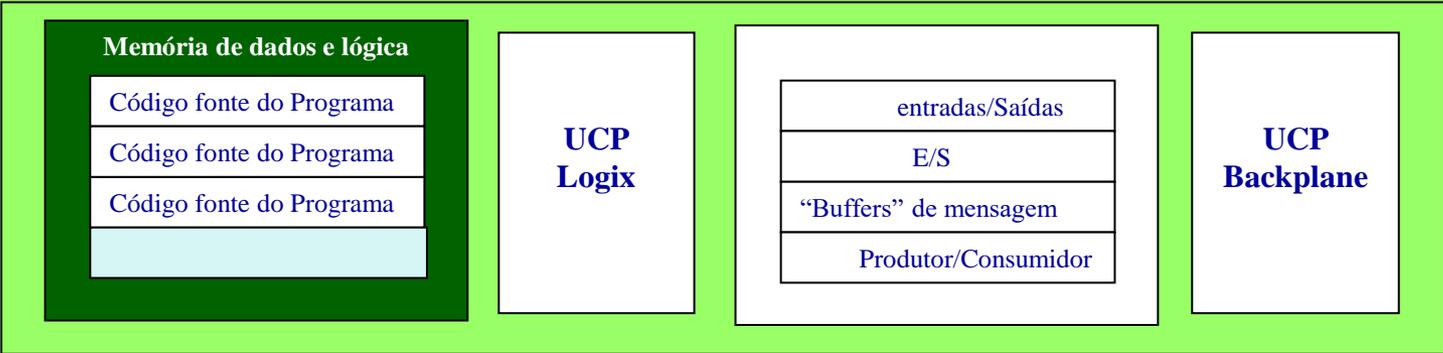
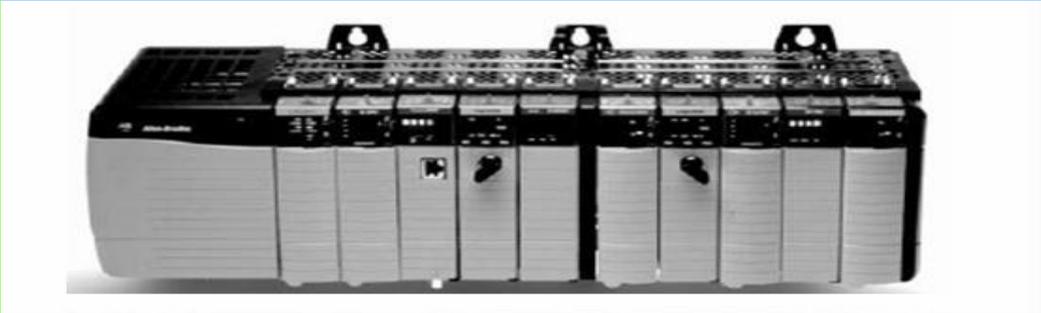
b - Emerson – sistema DeltaV;

c - Honeywell – sistemas Experion e PlantScape;

d -Yokogawa – sistemas CENTUM VP, CENTUM CS, CS 3000 R3 e CS 1000 R3;

e – Siemens

# CAP ControlLogix

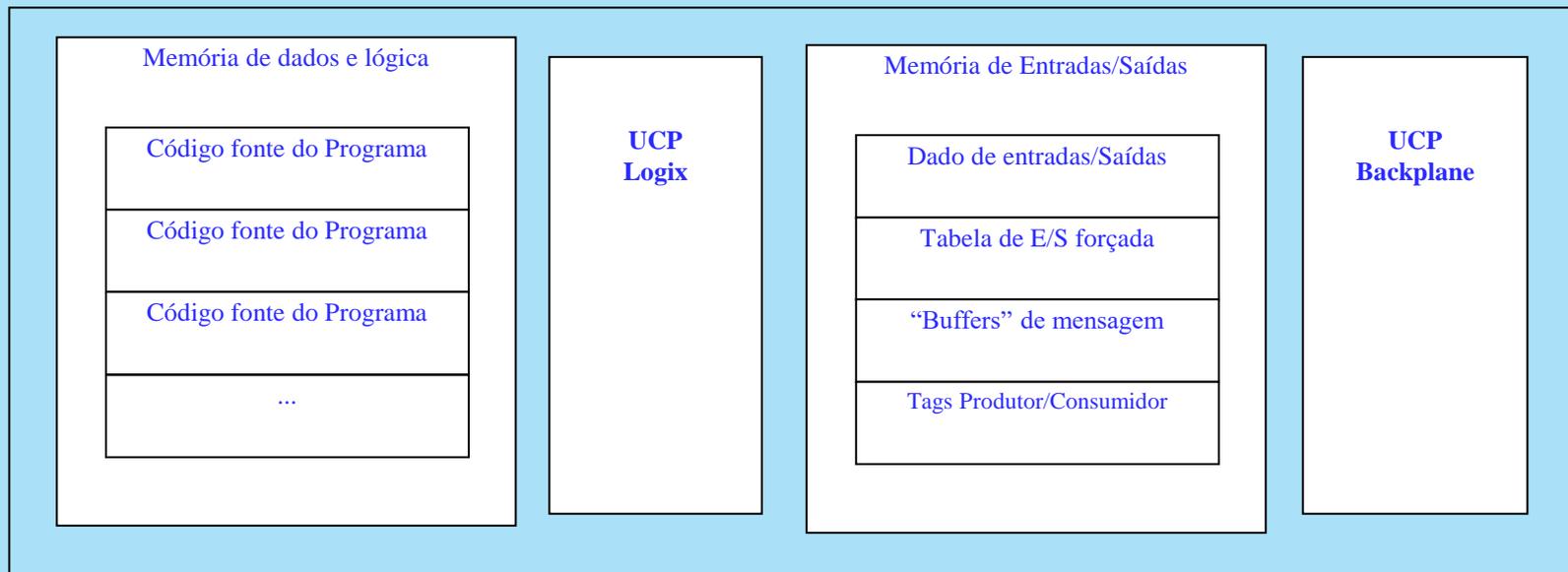


Na arquitetura do CLX existem pelo menos duas UCPs: a denominada UCP Logix e a UCP de “backplane”. *Backplane* é a placa onde tanto os CAPs, CLPs e cartões de Entrada/Saída e de comunicação são conectados. para o controlador mostrado, a “backplane” é a placa traseira do rack.

A UCP Logix executa os aplicativos e programas, além de enviar as mensagens nos barramentos de comunicação, conforme a necessidade.

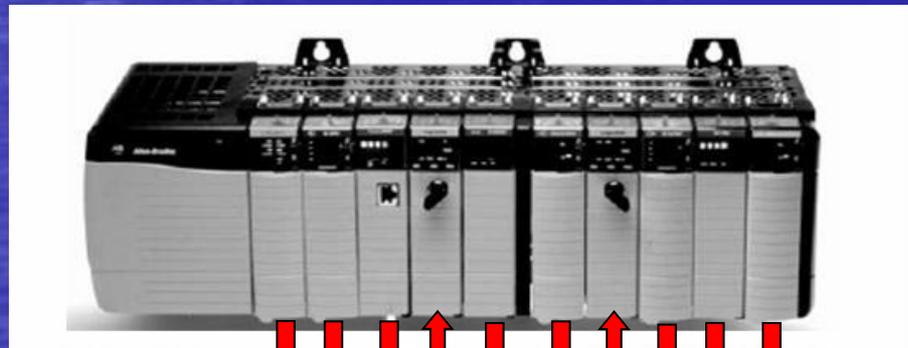
A UCP de “backplane” se comunica com os cartões de entrada e saída, e opera de forma independente da UCP do Logix.

Esta arquitetura permite uma maior versatilidade de operação, uma vez que as duas UCPs operam de forma assíncrona e independente.

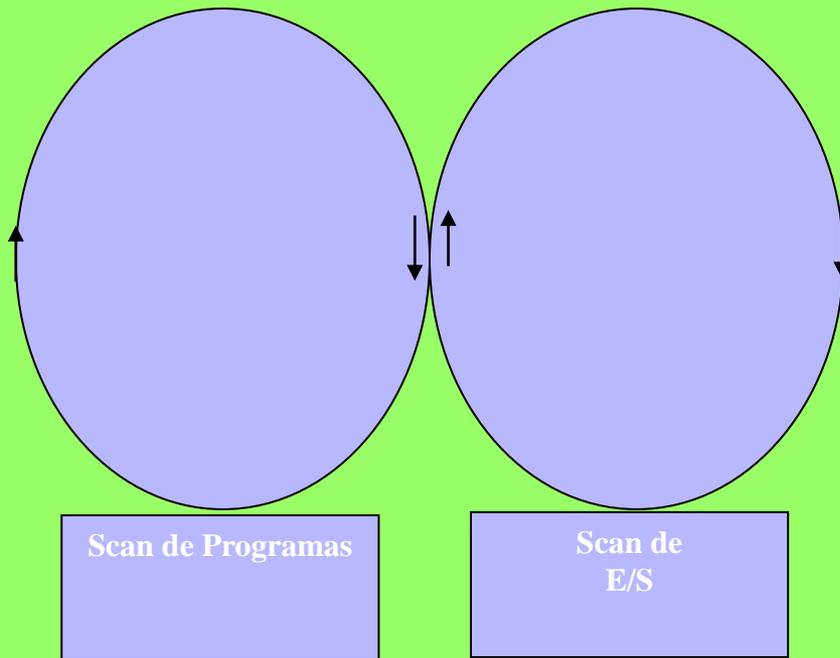


A placa de fundo chassi “backplane” opera baseada na rede ControlNet, por onde trafegam dados (pelo barramento de dados) e também existe o barramento de alimentação do rack, cartões e CPU. A rede trabalha no modelo Produtor/Consumidor. (“Alguém gera informação para quem desejar empregá-la”)

Isto permite que a CPU fique em qualquer lugar do rack e que também haja mais do que uma CPU no mesmo rack.



**ControlLogix existem dois tipos de Scan assíncronos: O Scan de programa (de cada controlador) e o Scan de entradas e saídas.**



**Obs. Para os módulos de saída, independente do RPI, há sempre uma atualização das saídas ao final do Scan cada programa. Isto somente é válido para cartões locados no mesmo chassis da UCP.**

**Ilustrativo dos dois tipos de Scan na arquitetura ControlLogix!**

# CONEXÕES: (Até 250 no V.6 e 500 no V.7)

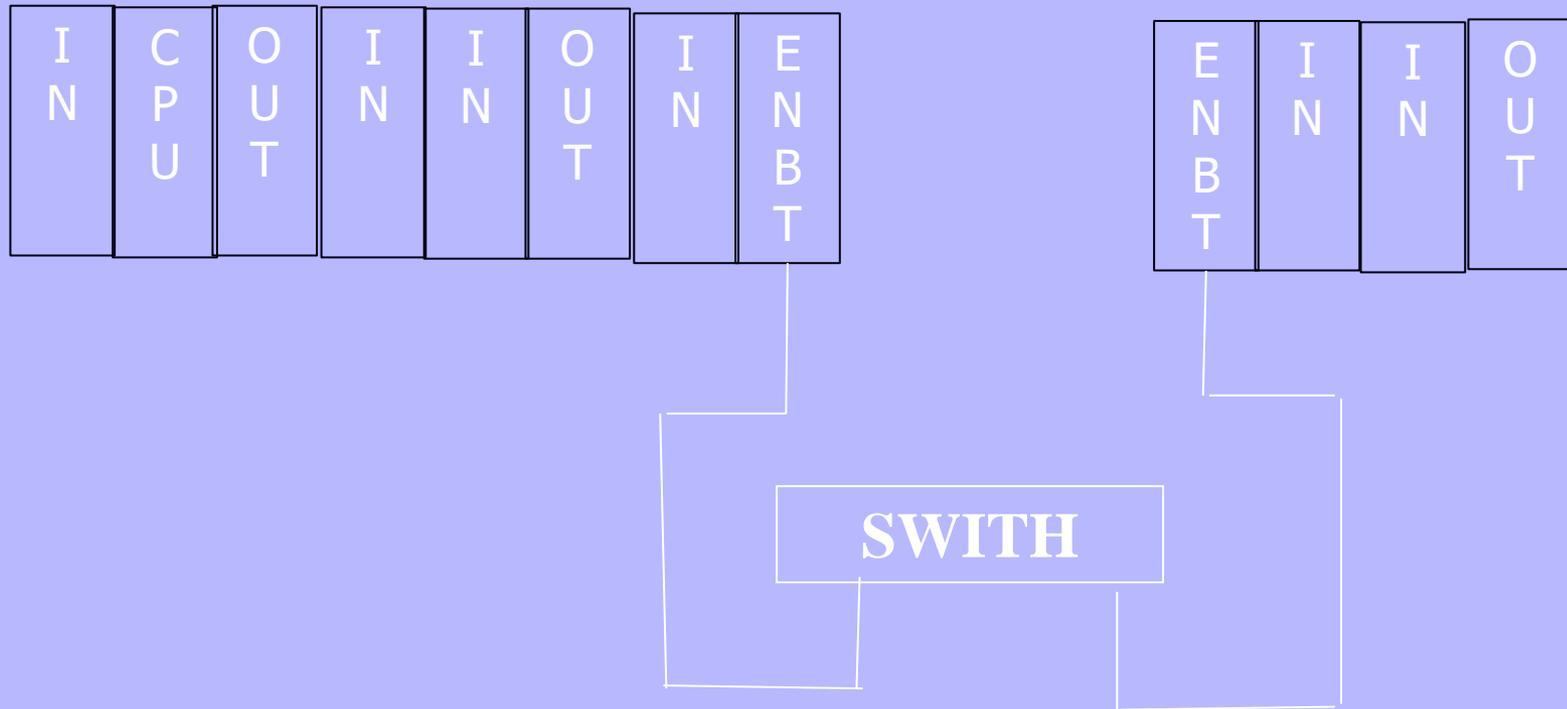
**Conexões:** É um enlace entre dois dispositivos. Estes dispositivos podem ser controladores, módulos de comunicação, módulos de E/S, variáveis produzidas e consumidas ou mensagens. O ContrLogix suporta até 250 conexões:

**Conexão Direta:** É quando cada cartão consome uma conexão.

**Conexão Rack Otimizado:** è quando cada rack consome apenas uma conexão.

**Conexão Mista:** (direta mais rack otimizado): É quando existem módulos analógicos no rack remoto, porque cada cartão analógico obrigatoriamente consome uma conexão.

# CONEXÕES: (Até 250 no V.6 e 500 no V.7)



- Dos controladores para os módulos E/S local como remoto.
- Do s controladores para os módulos de comunicação local ou remoto.
- Entre variáveis produzidas e consumidas.
- Através de mensagens.

**Atualização das Entradas e Saídas:**

A troca de dados entre dispositivos de E/S e o Controlador obedece ao modelo produtor/consumidor. Desta forma a varredura de entrada e atualização das saídas não está necessariamente atrelada ao Scan.

**RPI – Request Packer Interval:**

Especifica a taxa na qual os dados são produzidos por um cartão de entrada ou saída. Este valor está compreendido entre 0,2 a 750 mili segundos.

**COS – Change of State Somente para módulos digitais:**

Um módulo/cartão de entrada produzirá informação somente quando houver uma transição de On para OFF ou OFF para ON, detectada pelo circuito de entrada.

**RTS – Real Time Sample**  
**Somente para módulos**  
**analógicos de entrada:**

**É o tempo gasto para executar as seguintes ações: ler todos os canais de entrada, atualizar status e zerar o contador do RTS.**

**Endereçamento:**

**No ControlLogix não existe uma tabela de E/S pré-definida. Esta tabela é formada conforme os módulos são configurados.**  
**Endereçamento local: é quando o módulo está No mesmo rack que a UCP do ControlLogix.**  
**Endereçamento Remoto: é quando o módulo não está no mesmo rack que a UCP do ControLogix.**

**Compartilhamento de E/S: Os cartões de E/S do ControlLogix podem ser compartilhados de três formas:**

**Multicast:** Mais de uma UCP pode ser proprietária de um único cartão: Este compartilhamento funciona apenas para cartões de entrada e que esteja configurados da mesma forma em todas as UCPs.

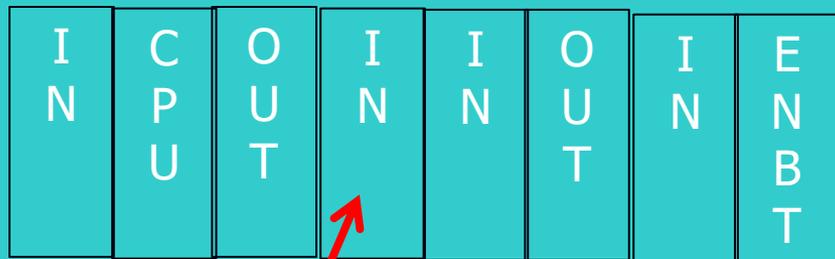
**Owner:** Quando somente uma única UCP pode ser proprietária de um cartão. Os cartões de saída só podem ser configurados em uma UCP como proprietário, pois não é possível que duas UCPs escrevam no mesmo cartão de saída.

**Listen Only:** Quando uma UCP somente pode ter os dados de um cartão, não podendo escrever nem ser configurado mesmo. Um cartão de saída deve ser configurado em uma UCP como owner, mas nas outras o cartão deve ser configurado como listen Only.

# Endereçamento: (O cartão de comunicação é quem determina o nome do chassi remoto)

## Local

00 01 02 03 04 05 06 07



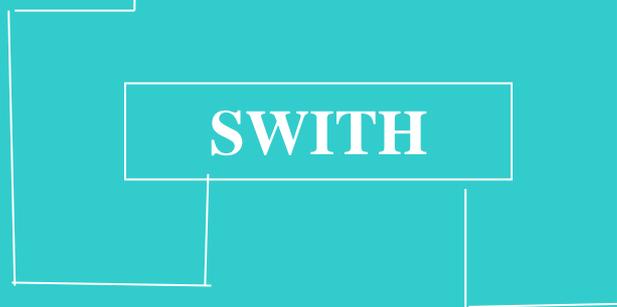
**LOCAL:3:I.data.4**

## Remoto

00 01 02 03



**REMOTO\_1:3:O.data.10**



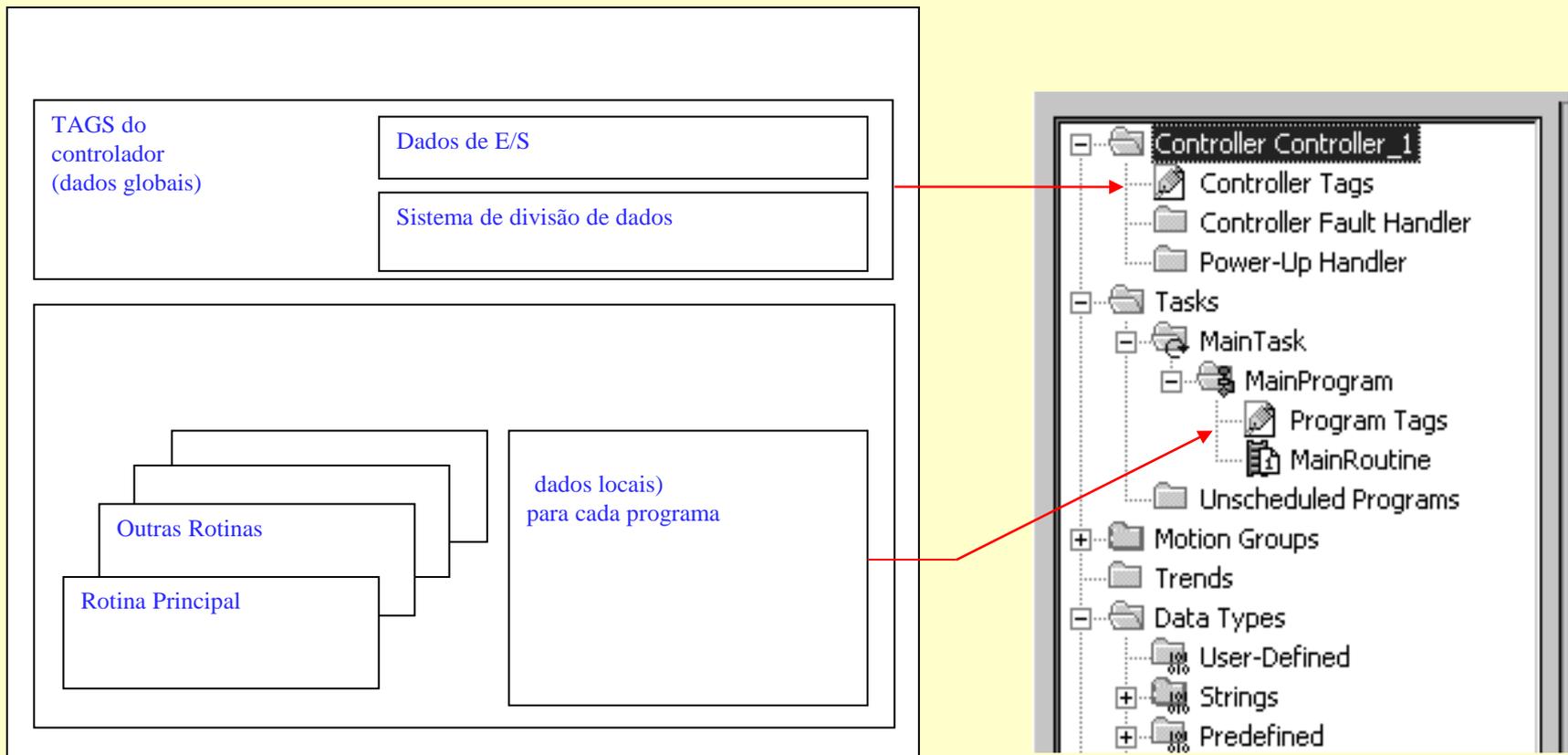
## ESTRUTURA:

**LOCALIZAÇÃO:Slot:Tipo.Membro.Submembro.Bit**

<b>Where</b>	<b>Is</b>
<b>Location</b>	Network location. LOCAL = same chassis or DIN rail as the controller ADAPTER_NAME = identifies remote comm. adapter or bridge module
<b>Slot</b>	Slot number of I/O module in its chassis or DIN rail
<b>Type</b>	Type of data: I = input    O = output    C = configuration    S = status
<b>Member</b>	Specific data from the I/O module. Depends on what type of data the module can store. <ul style="list-style-type: none"> <li>• For a digital module, a Data member usually stores the input or output bit values.</li> <li>• For an analog module, a Channel member (CH#) usually stores the data for a channel.</li> </ul>
<b>SubMember</b>	Specific data related to a Member.
<b>Bit</b>	Specific point on a digital I/O module; depends on the size of the I/O module (0...31 for a 32-point module).

# UM PROJETO :

É a aplicação completa. É o arquivo que armazena: a lógica, configurações, dados e a documentação para o controlador.



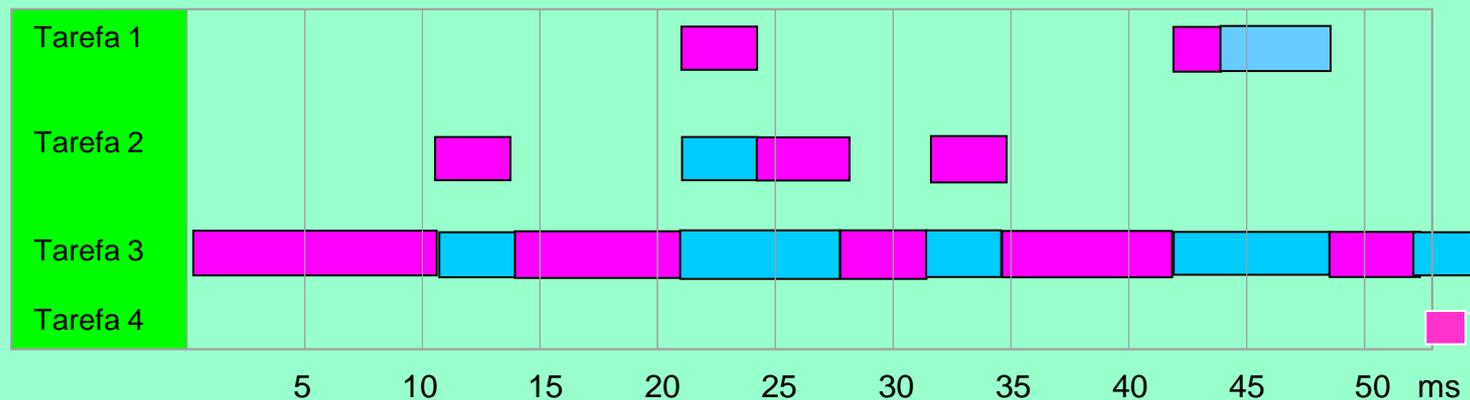
<p><b>Projeto</b></p>	<p>É a aplicação completa. É o arquivo que armazena: a lógica, configurações, dados e a documentação para o controlador.</p>
<p><b>Tarefas (Tasks)</b>  1 contínua e até 31 Periódicas ou de Eventos</p>	<p>Uma tarefa (task) é o mecanismo de escala de execução de um programa. Uma aplicação pode ser dividida em muitas (tasks). As (tasks) possibilitam que haja uma escala de operação e também de prioridade das tarefas a serem executadas pelo controlador. Existem três tipos de tasks:</p> <p>a – Tarefas (Tasks) contínuas: Estas (tasks) são executadas continuamente a menos que uma (tasks) periódica ou baseada em evento seja acionada.</p> <p>b – Tarefas (Tasks) periódicas: São (tasks) que são executadas em intervalos de tempo definidos. A taxa de uma (task) periódica pode ser de 0,1ms à 2.000 segundos. ( prioridade de 1 á 15)</p> <p>c – Tarefas (Tasks) baseadas em eventos: São executadas apenas quando um evento especificado ocorre.</p>
<p><b>Programa</b></p>	<p>Um programa pode ser definido como um conjunto relacionado de rotinas e tags. Um programa possui uma ou mais rotinas ou sub-rotinas.</p>
<p><b>Rotinas</b></p>	<p>É um conjunto de instruções lógicas escrito em uma das linguagens de programação.</p>

## IMPORTANTE:

- a – Tarefas (Tasks) contínuas: Estas (tasks) são executadas continuamente a menos que uma (tasks) periódica ou baseada em evento seja acionada.
  
- b – Tarefas (Tasks) periódicas: São (tasks) que são executadas em intervalos de tempo definidos. A taxa de uma (task) periódica pode ser de 0,1ms à 2.000 segundos. (prioridade de 1 á 15)
  
- c – Tarefas (Tasks) baseadas em eventos: São executadas apenas quando um evento especificado ocorre.

## Exemplo 1 de execução de tarefas em função do tipo e da prioridade.

Tarefa	Tipo de Tarefa	Nível de prioridade	Tempo de Execução
1	Periódica de 10 ms	5	2 ms
2	Periódica de 20 ms	10	4 ms
3	Contínua	nenhum	24 ms



### Legenda

Tarefa é executada

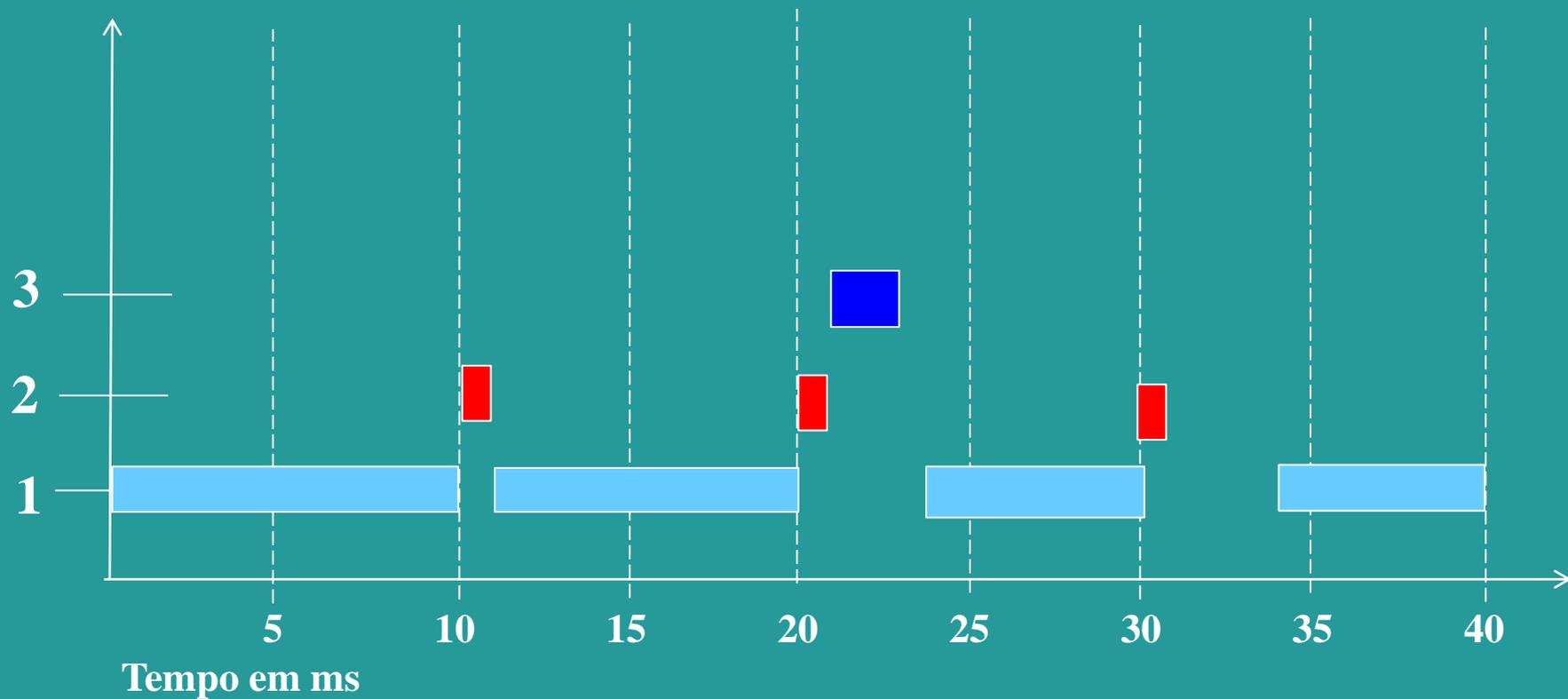


Tarefa é interrompida



# Exemplo 2:

Tarefas	Tipo	Tempo de execução	Prioridade
1	Contínua	24 ms	
2	Periódica	10 ms	5
3	Periódica	20 ms	10



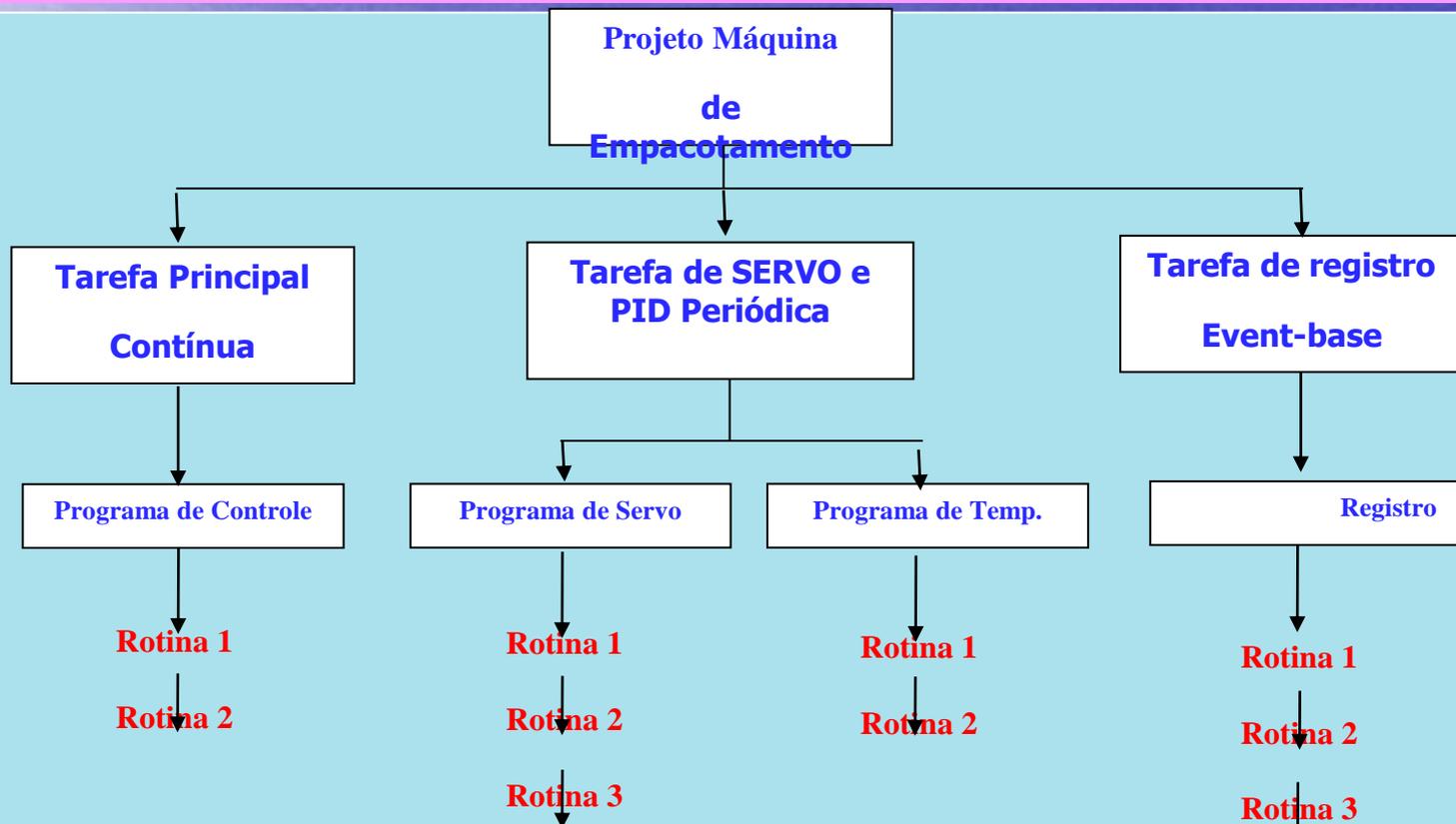
**Deve-se observar que:**

**a – Todas as tarefas periódicas interrompem a tarefa contínua.**

**b – A tarefa de maior prioridade interrompe todas as tarefas de menor prioridade.**

**c - Quando uma tarefa contínua termina a mesma é reiniciada.**

**d – Tarefas com a mesma prioridade são executadas por meio da divisão de tempo entre elas com intervalos de 1 ms.**



**Ilustrativo da estrutura de organização de um projeto implementado em um ControlLogix para uma máquina que produz o empacotamento de material.**

## **Endereçamento no Controlador de Automação Programável (CAP) ControlLogix (CLX) (TAG endereçamento): TAGs, Alias, Array e ADD On Instruction.**

**No CLX o endereçamento das entradas, saídas, bits, variáveis internas, temporizadores, contadores são efetuados por meio de TAGs. O processador emprega o nome da TAG para acessar o endereço do dado.**

**O nome da TAG identifica o dado e isto permite que a documentação do programa seja efetuada de forma clara na representação da aplicação.**

**Uma TAG é um nome amigável para o endereçamento de um local específico da memória. Por exemplo, a palavra "Temp" poderia ser um bom nome para a TAG que irá armazenar na memória o valor inteiro da temperatura lida por um sensor.**

**Observe-se que a memória mínima empregada por uma TAG são 4 bytes ou 32 bits para o dado em si e mais 40 bytes para o nome da própria TAG. Em um projeto com CLX existem quatro tipos de TAGs: Base, Alias, Produced e Consumed. A tabela 4 ilustra os tipos de TAGs.**

Tabela - Tipos de TAGs no CLX.

<b>Tipo de TAG</b>	<b>Emprego do tipo de TAG</b>
<b>Base</b>	<b>Armazena tipos de valores para uso lógico no projeto.</b>
<b>Alias</b>	<b>Representa outra TAG.</b>
<b>Produced</b>	<b>Envia dados para outro controlador.</b>
<b>Consumed</b>	<b>Recebe dados de outro controlador.</b>

Uma Base TAG armazena qualquer tipo de dado para ser empregado na lógica do projeto, tais como: bit, inteiro, etc. A tabela 5 ilustra os tipos de Base TAGs e os respectivos empregos para cada tipo.

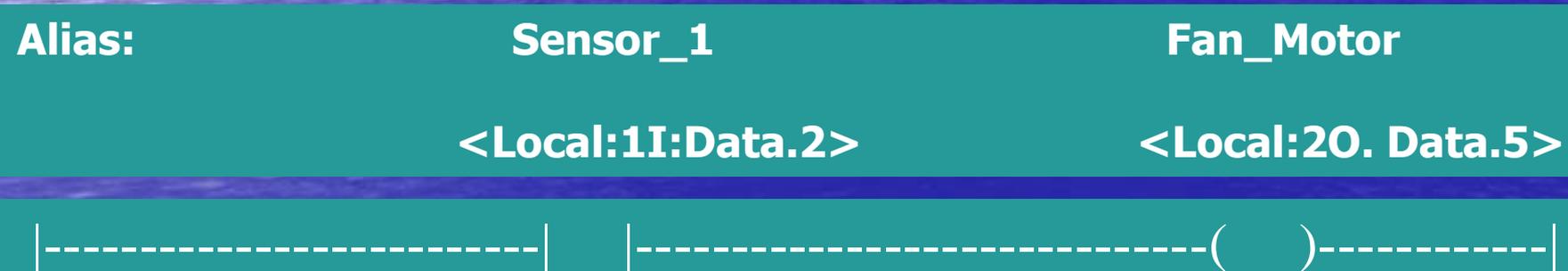
Tabela - Tipos de Base TAGs e os respectivos empregos para cada tipo.

<b>Tipo de TAG</b>	<b>Emprego</b>
<b>BOOL</b>	Bit
<b>BOOL</b>	Pontos de entrada e saída (E/S) digitais
<b>CONTROL</b>	Sequenciadores
<b>COUNTER</b>	Contadores
<b>DINT</b>	Inteiros longos (com 32 bits)
<b>INT</b>	Dispositivos analógicos em modo inteiro (Taxa de varredura rápida)
<b>SINT</b>	Inteiro curto (8 bits)
<b>REAL</b>	Números com ponto flutuante
<b>TIMER</b>	Temporizadores

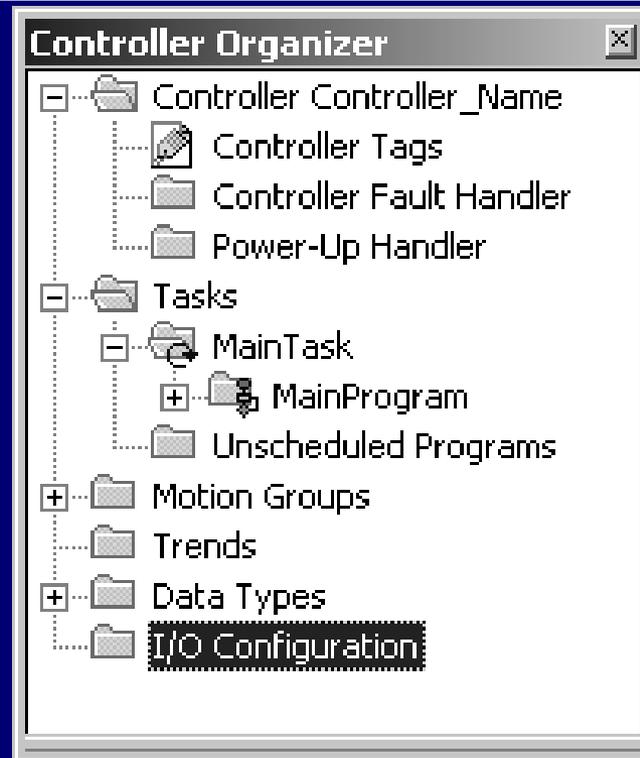
**Tabela – Exemplo dos bits empregados no armazenamento dos valores para cada tipo de Base TAG.**

<b>Tipo de TAG</b>	<b>Uso do Bit e tamanho do número para cada tipo</b>			
	<b>31 16</b>	<b>15 8</b>	<b>7 1</b>	<b>0</b>
<b>BOOL</b>	Não usado	Não usado	Não usado	0 ou 1
<b>SINT</b>	Não usado	Não usado	- 126 até 127	
<b>INT</b>	Não usado	-32.768 até 32.767		
<b>DINT</b>	-2.147.483.648 até 2.147.483.647			
<b>REAL</b>	-3,40282347E38 até – 1,17549435E-38 (valores negativos) Ou 1,17549435E-38 até 3,40282347E38			

Uma TAG tipo Alias (Apelido) é usada para criar um nome alternativo, ou seja um "apelido" para uma TAG já existente e já nomeada. Um Alias é um símbolo para um endereço específico de entrada ou saída. Esse nome pode representar uma entrada ou saída do mundo real, ou seja, a entrada ou saída de um dispositivo de campo. Um Alias também pode ser interpretado como uma TAG indexada nela mesma, ou seja, ele está "linkado" ou relacionado a TAG base. Assim, qualquer ação na TAG base também acontece com o Alias e vice e versa.



O endereçamento das entradas e saídas E/S no CLX difere dos outros CLPs. As informações de E/S são apresentadas como um conjunto de TAGs. Cada TAG pode usar uma estrutura de dados particular. A estrutura depende das características específicas de cada módulo de E/S. O nome da cada TAG é baseado na localização do módulo de E/S no sistema.



Location

Slot

Type

Member

SubMember

Bit

...

Optional

**Tabela - Transcrição parcial do manual Logix5000 Controllers I/O para endereçamento.**

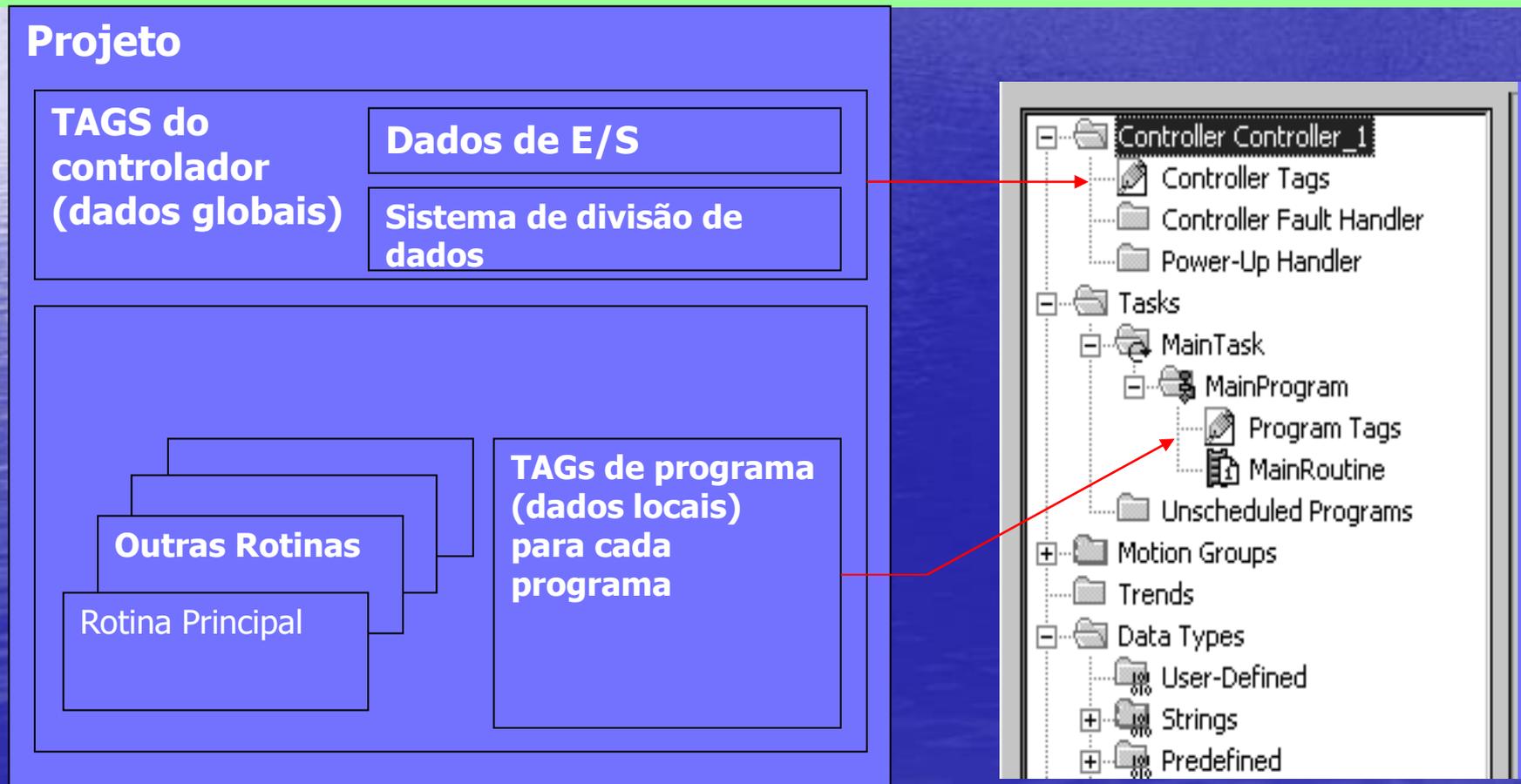
<b>Where</b>	<b>Is</b>
<b>Location</b>	<p>Network location.</p> <p>LOCAL = same chassis or DIN rail as the controller</p> <p>ADAPTER_NAME = identifies remote comm. adapter or bridge module</p>
<b>Slot</b>	Slot number of I/O module in its chassis or DIN rail
<b>Type</b>	Type of data: I = input    O = output    C = configuration    S = status
<b>Member</b>	<p>Specific data from the I/O module. Depends on what type of data the module can store.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• For a digital module, a Data member usually stores the input or output bit values.</li> <li>• For an analog module, a Channel member (CH#) usually stores the data for a channel.</li> </ul>
<b>SubMember</b>	Specific data related to a Member.
<b>Bit</b>	Specific point on a digital I/O module; depends on the size of the I/O module (0...31 for a 32-point module).

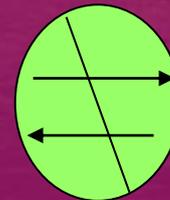
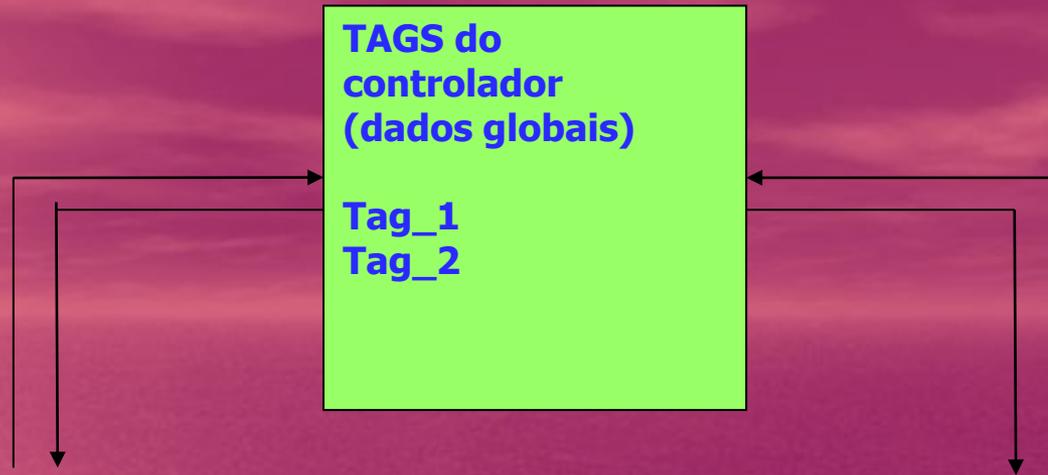
Um **Array** é um tipo de **TAG** que contém um bloco de muitos pedaços de dados. Um **Array** é similar a uma tabela de valores. Com um array de valores de dados, cada pedaço do dado individual é denominado elemento. Cada elemento de um array é do mesmo tipo de dado do restante dos elementos. Um array é uma matriz de elementos de memória que pode assumir até três dimensões. Estes elementos podem ser do tipo **SINT, INT, DINT, REAL** etc. **Somente não pode ser do tipo BOOL.**

Escopo das TAGS refere-se à acessibilidade de uma determinada TAG com relação a um ou mais programas. Quando é criada uma TAG, o usuário define se a mesma é uma TAG do escopo do controlador (“controller tag”) – disponível para todo o controlador e para quaisquer de seus programas (dado global), ou uma TAG do escopo de um programa (“program tag”) – disponível apenas para um programa específico (dado local).

• **TAG do controlador**: um "controller scope TAG" esta disponível para todos os programa do projeto. Os dados das TAGs do controlador são também disponíveis para o mundo real, através de protocolos de comunicação com os sistemas SCADA, por exemplo.

• **TAG de Programa**: as TAGs de escopo de programa "program scope TAGs" estão disponíveis apenas dentro dos programas em que foram criadas.



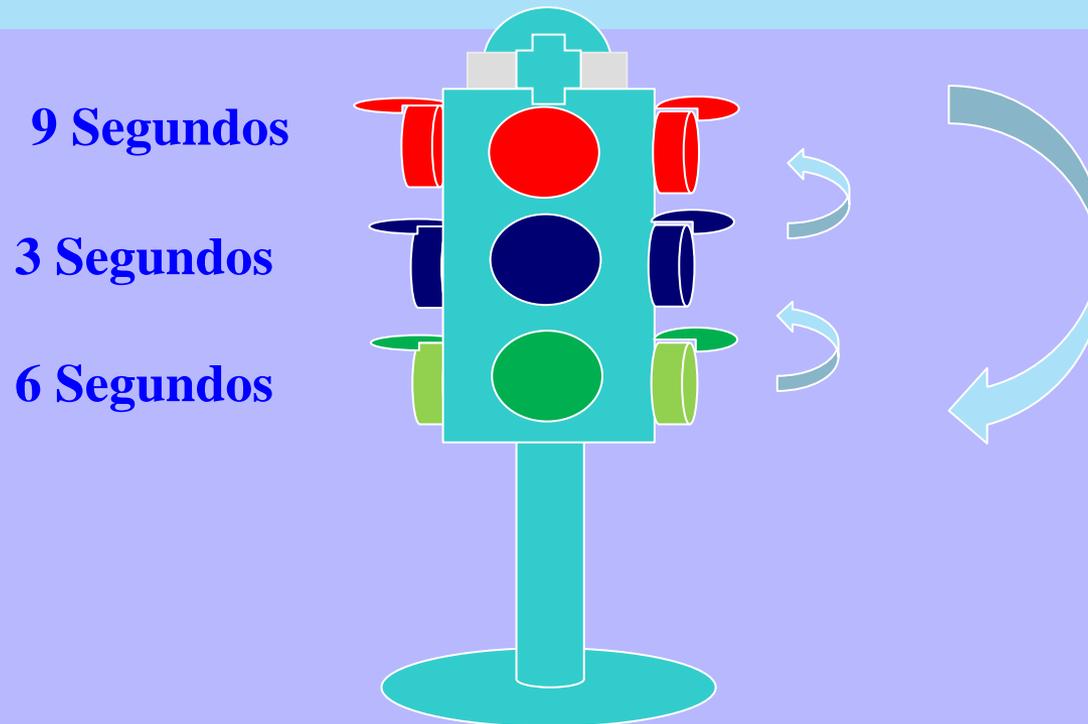


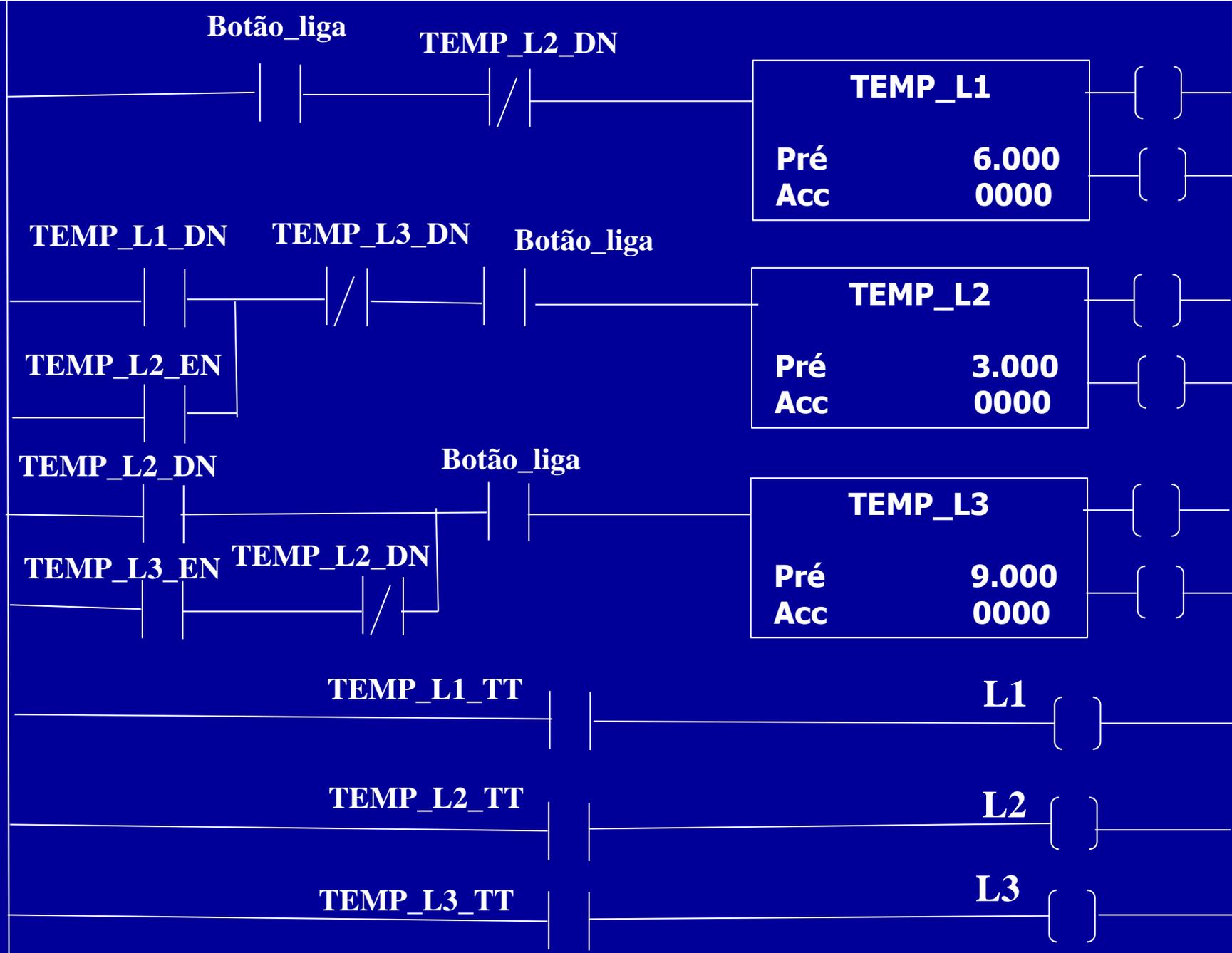
Exemplo de dois programas com TAGs do Controlador e TAGs de Programa.

# Exercício 9: Semáforo

- 1 - Criar uma rotina com o nome semáforo.
- 2 - Dentro do arquivo semáforo criar um programa de tal forma que ao acionar a chave retentiva do simulador , o semáforo energize suas lâmpadas na sequência indicada pelas setas e nos intervalos de tempo indicados na figura.

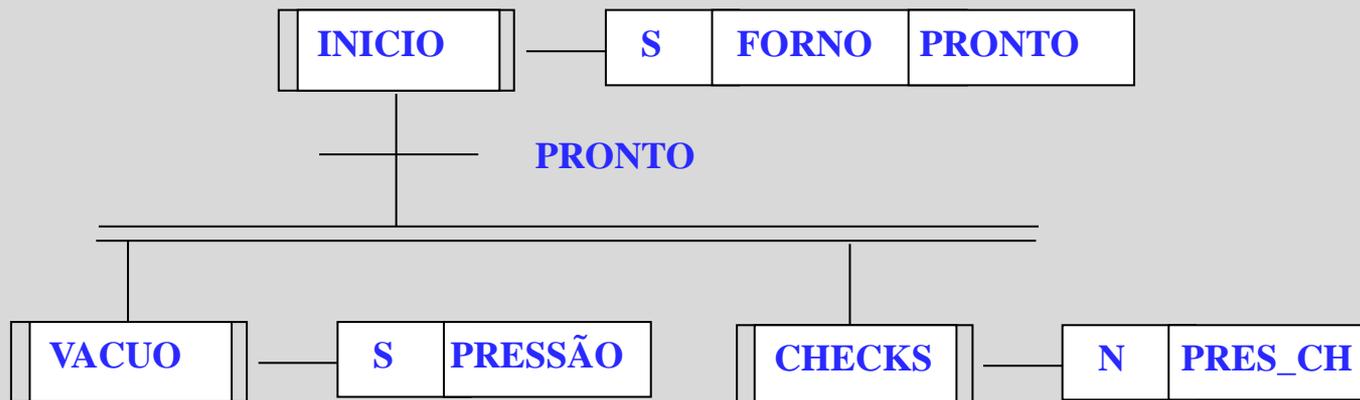
Obs. A chave retentiva do simulador quando desligada deve desligar todas as lâmpadas do semáforo. Caso não tenha o simulador faça somente o programa em ladder.





# Linguagem SFC

O mapa ou diagrama sequencial de funções (*Sequential Function Chart*) ou SFC, é uma linguagem gráfica, baseada em Redes de Petri e GRAFCET, que descreve o comportamento sequencial de sistemas de controle, na forma de estados (ou passos) e transições entre esses estados. Tal linguagem é resultado da incorporação em 1988 da antiga norma IEC 848. A SFC pode ser empregada para descrever tanto sistemas no domínio do tempo como sistemas no domínio dos eventos discretos. Obs. Também existe o SFC descrito através de uma forma textual, não gráfica.



**A linguagem SFC emprega passos (ou estados) e transições para ilustrar a execução de suas operações ou ações. Normalmente a Linguagem SFC é conveniente quando o processo possui:**

- a - Gerenciamento de alto nível de múltiplas operações;**
- b - Sequências repetitivas de operações;**
- c - Processos por Batelada;**
- d - Controle tipo *Motion* (controle de movimento);**
- f - Operações do tipo máquina de estados.**

**No SFC os retângulos representam os estados, passos ou estágios do sistema. As linhas de conexão entre os retângulos representam o fluxo ou a sequência de estados, enquanto que as barras nessas linhas de conexão representam as transições. Cada transição é associada a uma condição ou a um conjunto de condições booleanas. Dessa forma, no SFC um programa fica semelhante a um fluxograma ou máquina de estados.**

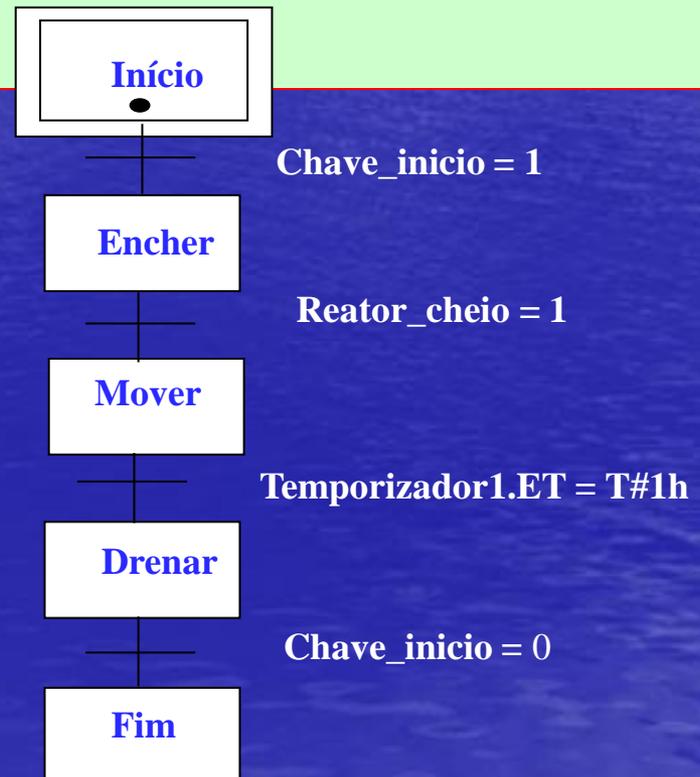
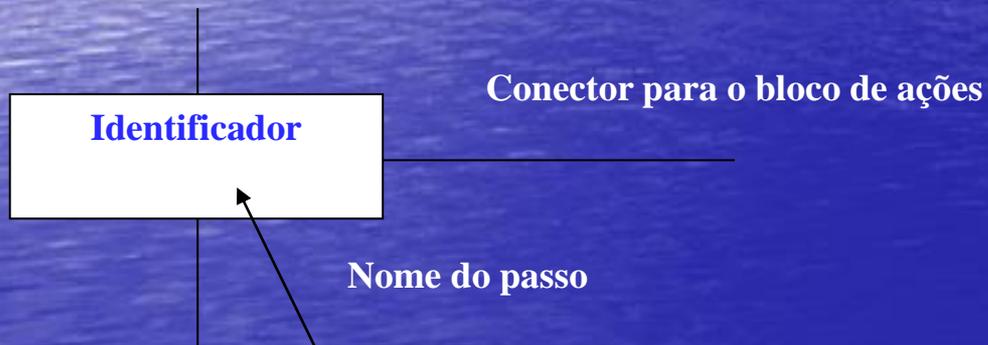
**O tempo de execução ou o fluxo de funcionamento desses diagramas de estado depende de condições estáticas (definidas pelo programa) e de condições dinâmicas (comportamentos das entradas/saídas). Cada passo ou unidade pode ser programado em qualquer das outras linguagens definidas pela norma IEC 61131-3 ou em outra descrição SFC.**

**No SFC um passo está ou não ativo. Quando um passo está ativo, um conjunto associado de instruções (definido como ações) é executado repetidamente até o passo se tornar inativo. A decisão de alterar o status de um passo (ou seja, tornar um passo ativo ou inativo, ou vice-versa) é determinada pela transição, que é o elemento imediatamente seguido do passo. A transição é programada por meio de uma condição de transição, através de uma expressão booleana. Quando a expressão se torna verdadeira (**VERDADEIRA/TRUE**) o passo ativo é desativado e um próximo passo é assumido como ativo.**

Quando um passo está ativo, o mesmo é assinalado por meio de uma marca "token", ou por qualquer tipo de sinalizador que identifique o estado do passo. As variáveis associadas a um passo são:

Variável FLAG, que indica que o passo está em atividade. Essa variável tem a nomenclatura (nome do passo).X.

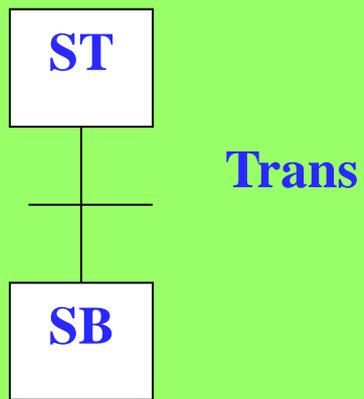
Variável TEMPO, com a nomenclatura (nome do passo).T, e que está associada à duração em tempo real, desde o início da atividade de um passo.



# Regras de evolução do SFC e do GRAFCET

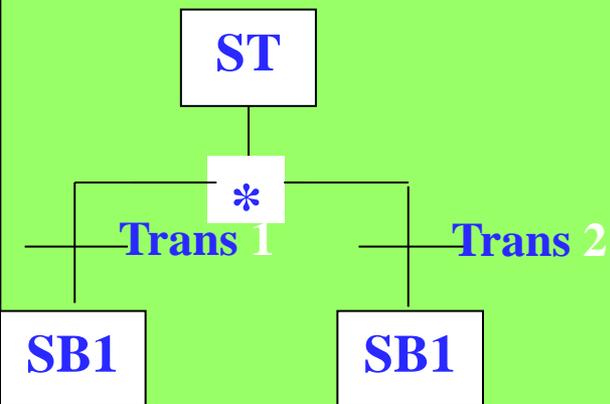
**A transição é uma barreira entre os passos. Ela impede o fluxo de execução até que sua condição seja satisfeita e até que a própria transição esteja habilitada. Uma transição está habilitada se todos os estágios ou passos anteriores estão ativos.**

**As condições de uma transição podem ser expressões lógicas, temporais, aritméticas, etc. e são denominadas de receptividade da transição. Na ocorrência de uma transição, ocorre a ativação de todos os estágios ou passos imediatamente posteriores e que estão conectados a esse transição. Numa transição também são desativados todos os estágios imediatamente precedentes e a ela conectados.**



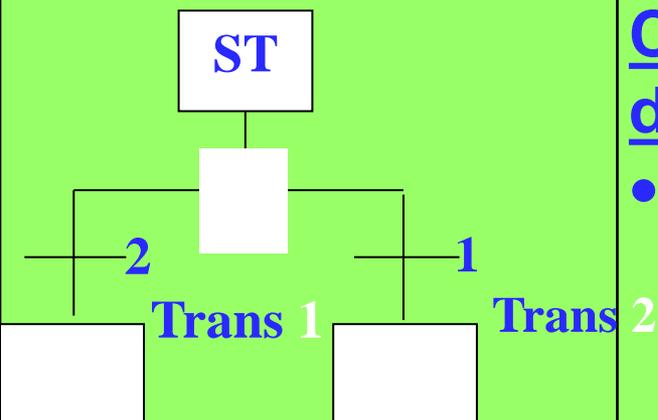
### Sequência simples

- ST é desativado, tão logo, Trans=True (transição=verdadeira).
- SB torna-se ativo assim que ST é desabilitado ou tornado inativo.



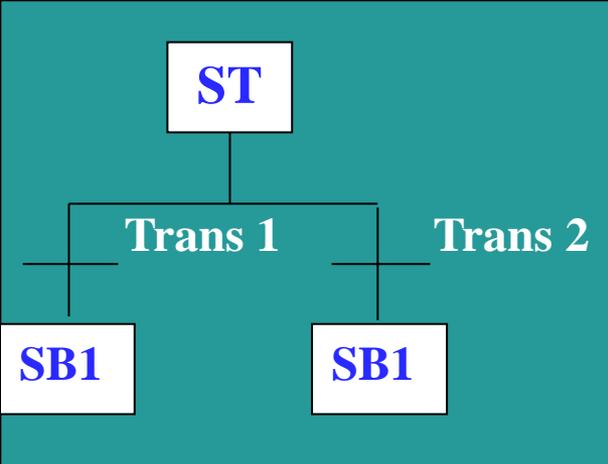
### Caminho divergente

- Quando ST está ativo, as transições 1 e 2 são avaliadas segundo a ordem da direita para a esquerda.
- Tão logo uma transição seja TRUE (Verdadeira), ST é colocado inativo e a SB subsequente é colocada ativa.



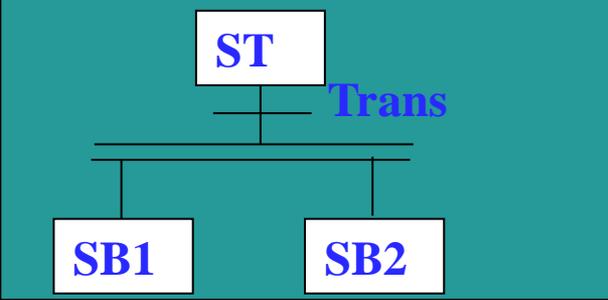
### Caminho divergente com prioridade definida pelo usuário

- O usuário define a prioridade de precedência. O número menor tem a prioridade mais alta.



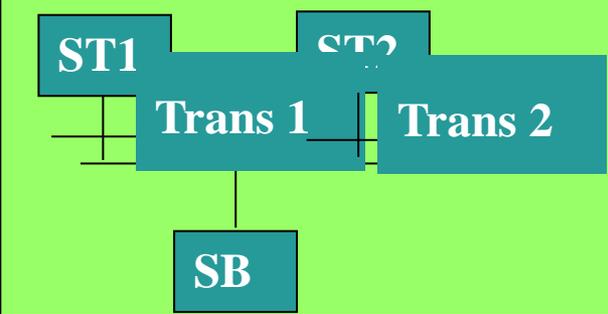
### Caminho divergente sob o controle do usuário

- O usuário deve garantir que as duas ou mais transições sejam mutuamente exclusivas.
- Obs.: Caso “Trans 1” e “Trans 2” venham a se tornar TRUE ao mesmo tempo, fica caracterizado o equivalente em Redes de Petri denominado “conflito confusão”.



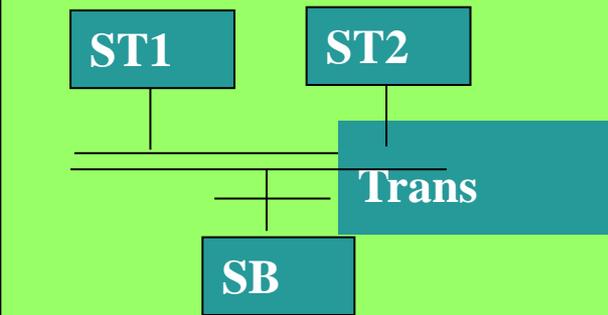
### Sequência simultânea

- Quando a “Trans” é TRUE, todos os passos subsequentes tornam-se ativos simultaneamente.



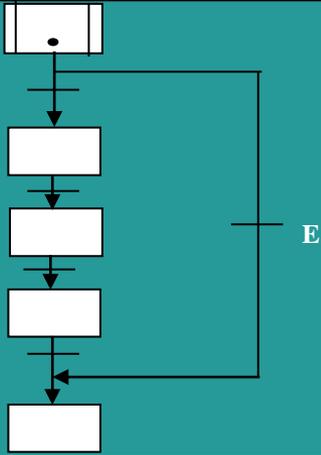
### Convergência de sequência

- Quando um passo STn está ativo e sua “Trans n” sucessiva torna-se TRUE, o passo STn torna-se inativo e o passo SB é ativado.

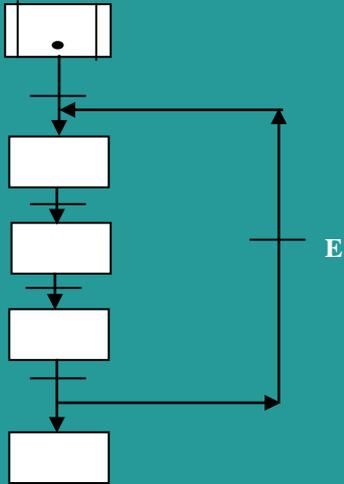


### Convergência de sequência simultânea

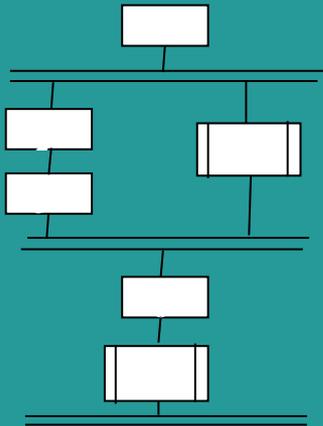
- Quando todos os passos STn estão ativos e todas as “Trans n” correspondentes tornam-se TRUE, os passos STn são desativados e o passo SB ativado.



Jump Condicional



Repetição Condicional



Sequência Repetitiva

# Ações em SFC

A linguagem SFC permite representar uma série de ações básicas. A estrutura típica é: qualificador da ação, ação e indicador de variável

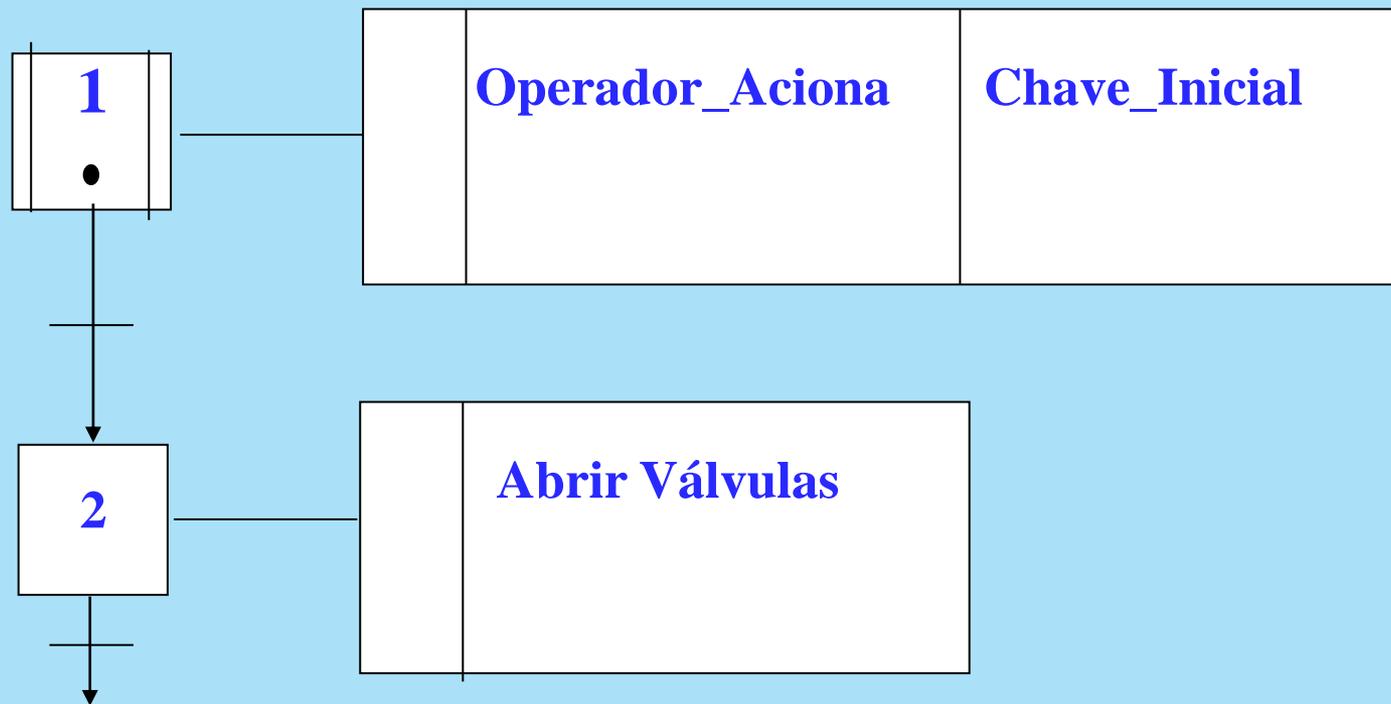
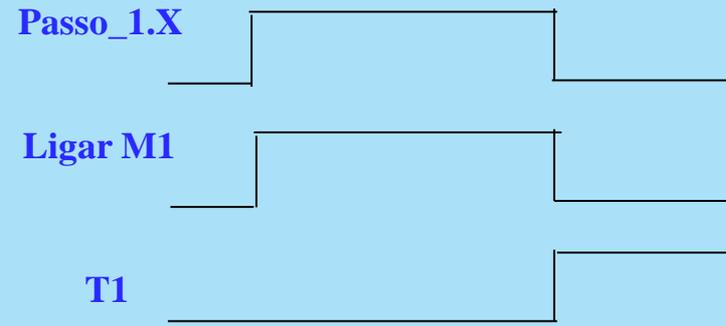
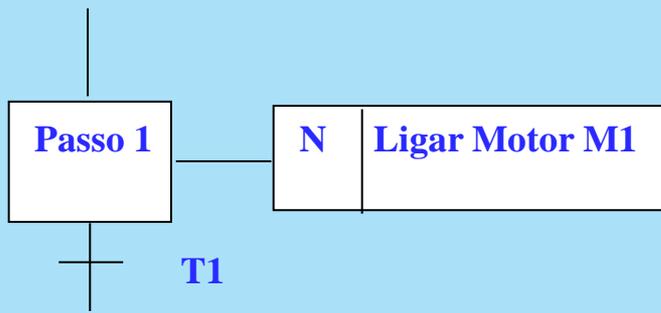
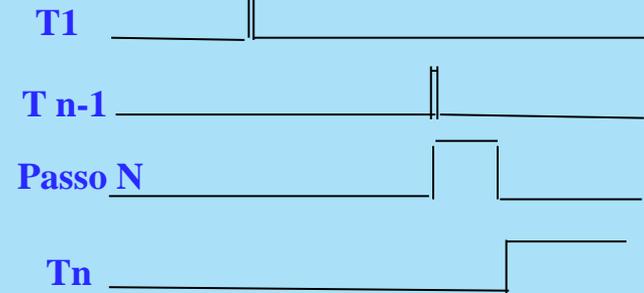
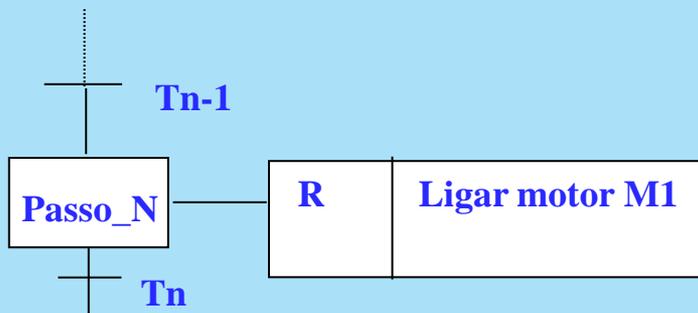
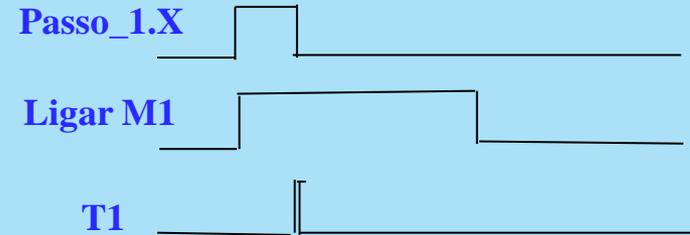
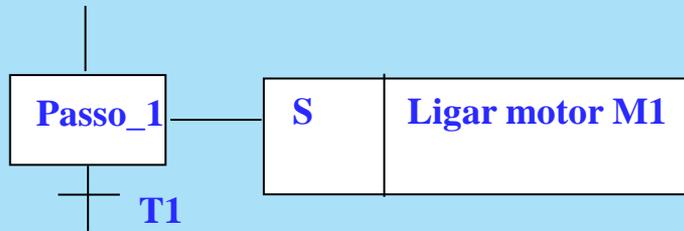


Ilustração de dois passos e suas respectivas ações.

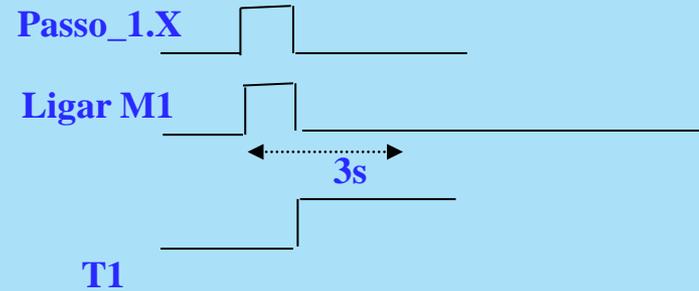
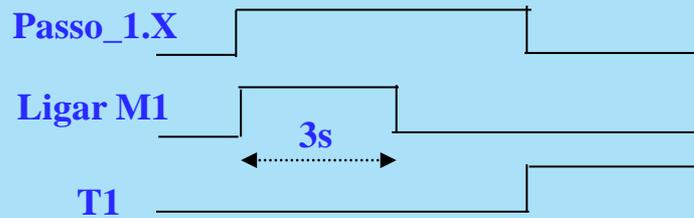
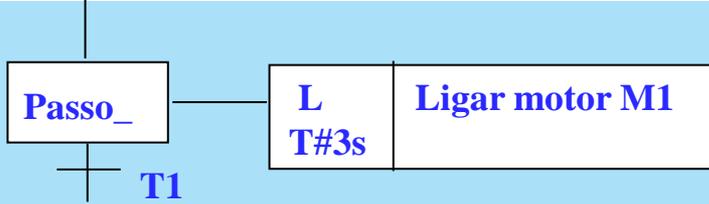
<b>Qualificador</b>	<b>Descrição da ação</b>
<b>N</b>	<b>Ação simples. Executa a ação associada com o passo enquanto o mesmo está ativo. “Não memoriza”.</b>
<b>S</b>	<b>Set. Seta a ação ativa. “Memoriza”.</b>
<b>R</b>	<b>Reset. Reseta ou desativa a ação “setada” ou “memorizada”.</b>
<b>L</b>	<b>Ação por tempo limitado. Executa por um determinado tempo a ação.</b>
<b>D</b>	<b>Ação de tempo retardado. Executa continuamente uma determinada ação após um retardo (atraso) de tempo.</b>
<b>P</b>	<b>Ação pulsada. Executa uma única vez uma determinada ação.</b>
<b>SD</b>	<b>Ação de entrada com retardo prefixado.</b>
<b>SL</b>	<b>Ação “setada” com tempo limitado.</b>



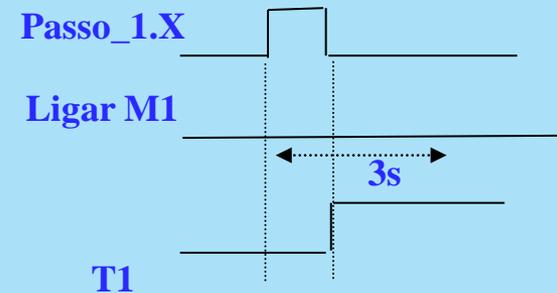
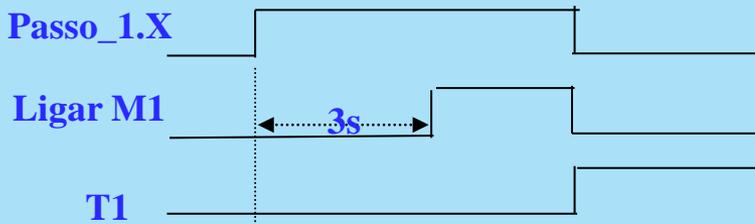
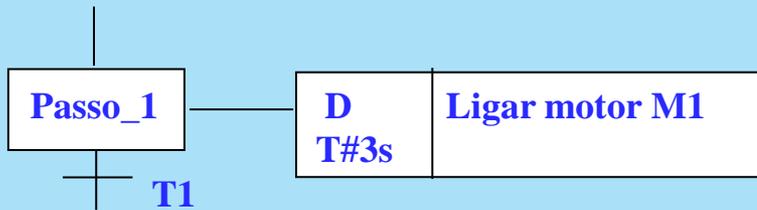
**Exemplo de Ação Simples (N).**



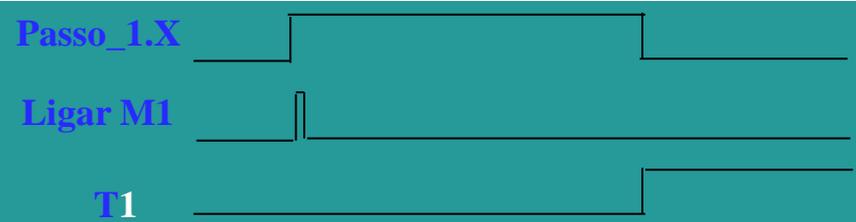
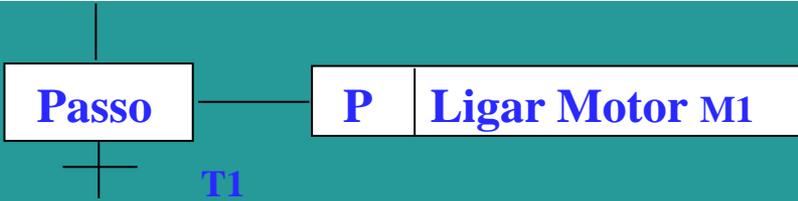
**Exemplo das ações: Ação Set (S) e Ação Reset (R).**



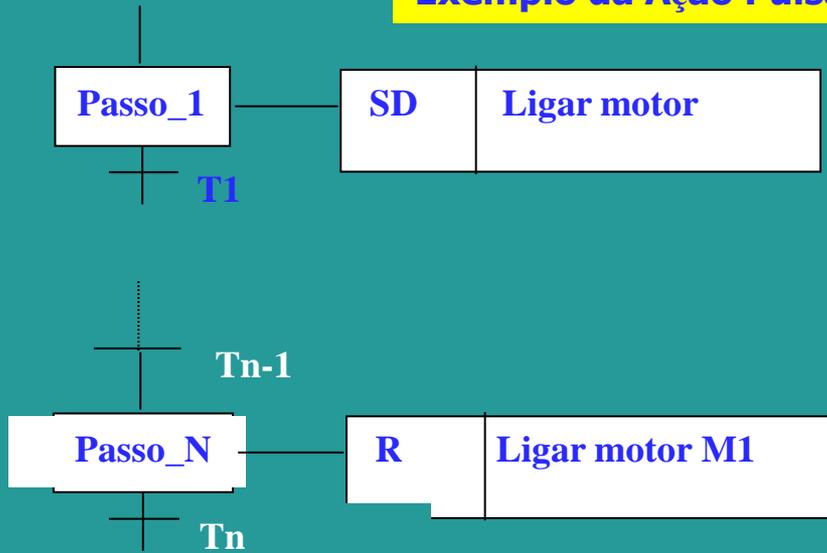
### Exemplo da Ação Tempo Limitado (L).



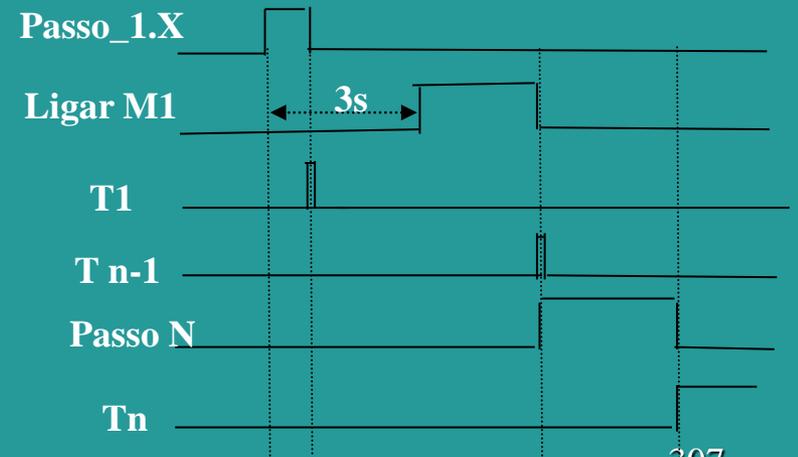
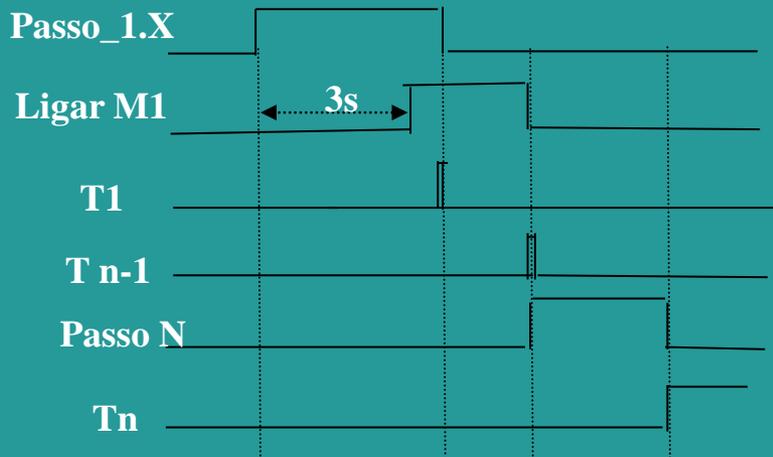
### Exemplo da Ação Tempo Retardado (D)



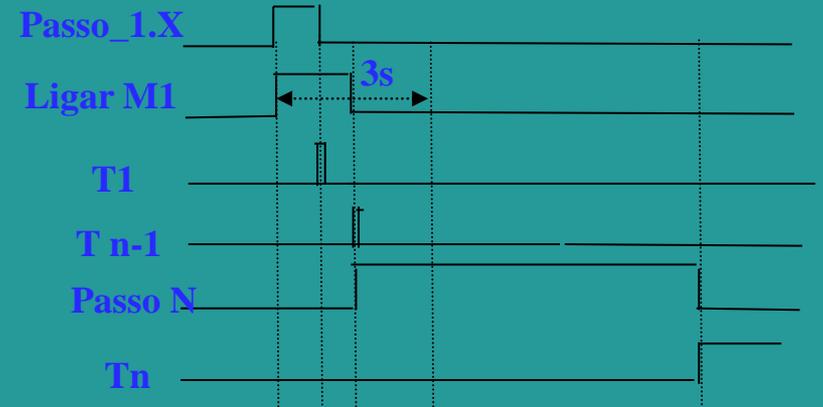
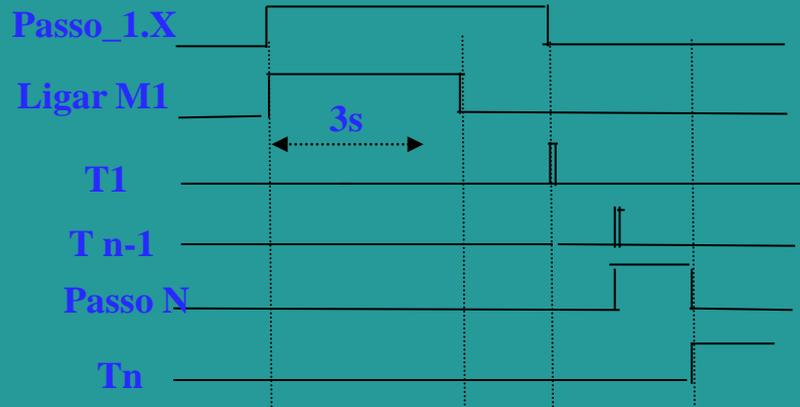
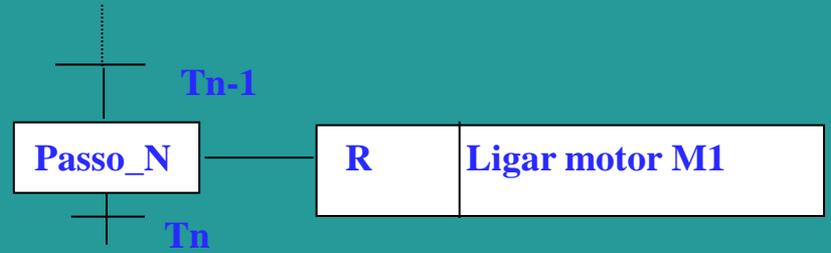
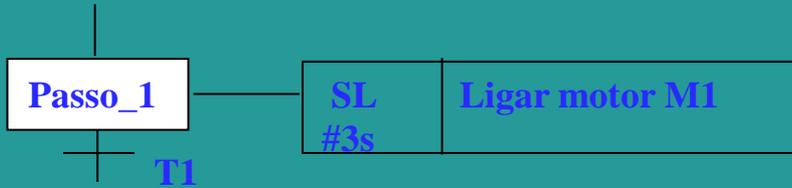
**Exemplo da Ação Pulsada (P)**



Quando o passo 1 for ativado, a ação é memorizada e somente começará depois do tempo especificado. A Ação continuará até ser referendada no passo N com o Reset. Mesmo que o passo 1 seja desabilitado antes do início da ação a mesma ocorrerá caso o passo relativo ao Reset não esteja habilitado.



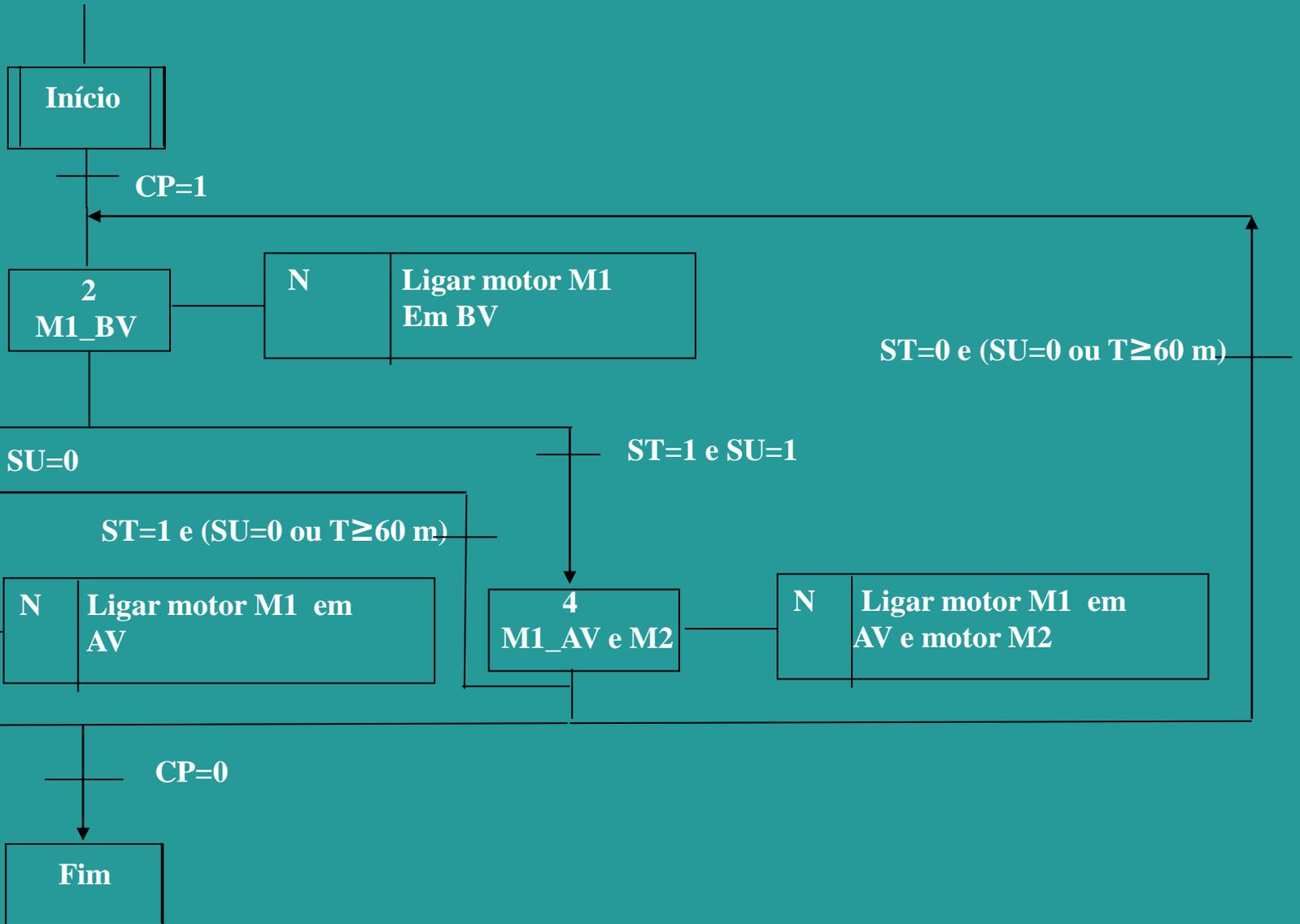
**Exemplo da Ação de Entrada com Tempo Prefixado (SD)**



**Exemplo da Ação com Tempo Limitado (SL).**

## **EXEMPLO:**

**Suponha que um sistema de refrigeração seja composto por dois motores, M1 e M2. O motor M1 pode operar em duas velocidades: baixa (BV) e alta (AV). M1 opera em BV quando a chave de partida é acionada, e opera em AV quando um sensor de temperatura digital for acionado. Caso o sensor de temperatura seja desligado, o motor deverá operar em BV. O motor M2 é acionado pelo mesmo sensor de temperatura, caso um sensor de umidade digital indique umidade acima do normal. O motor M2 deve ser desligado depois de 60 minutos.**



Programa em SFC para executar o exemplo exposto

A step represents a major function of your process. It contains the actions that occur at a particular time, phase, or station.

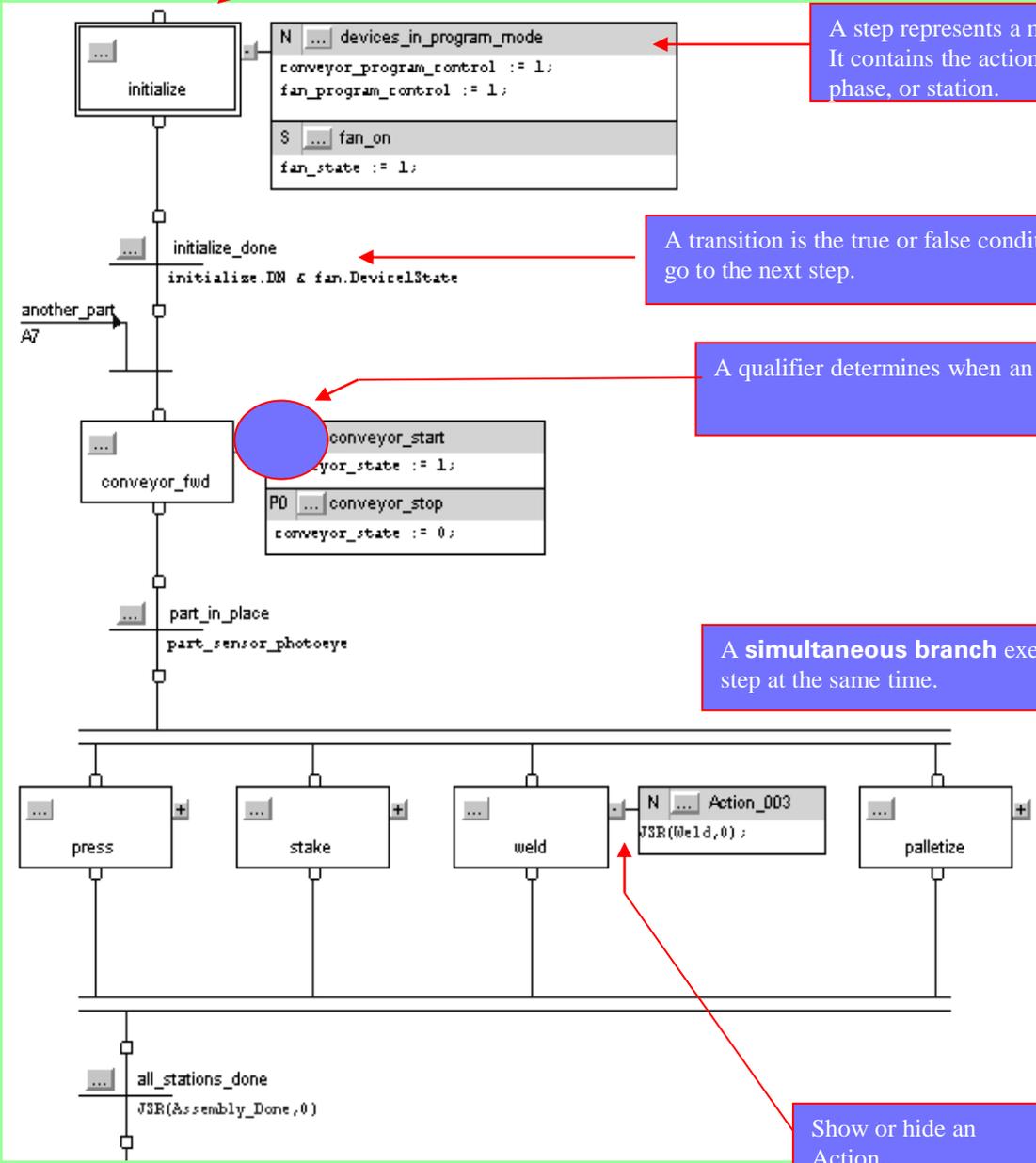
A step represents a major function of your process. It contains the actions that occur at a particular time, phase, or station.

A transition is the true or false condition that tells the SFC when to go to the next step.

A qualifier determines when an action starts and stops.

A **simultaneous branch** executes more than 1 step at the same time.

Show or hide an Action..



**Ilustrativo de exemplo de trecho de programa escrito em SFC no CLX. (Fonte: Rockwell Automation Logix5000 Controllers Sequential Function Charts Catalog Numbers 1756)**

## **Diagrama de Blocos de Funções “Function Blocks Diagram (FBD)”:**

**Um conceito importante para a melhor compreensão e utilização das linguagens do padrão IEC é a sigla “POU” “Program Organization Unit”.**

**Uma POU é a menor e independente unidade de software de um programa e corresponde a um bloco que pode chamar outra POU com ou sem parâmetros. Uma POU pode ser programada em qualquer uma das linguagens existentes**

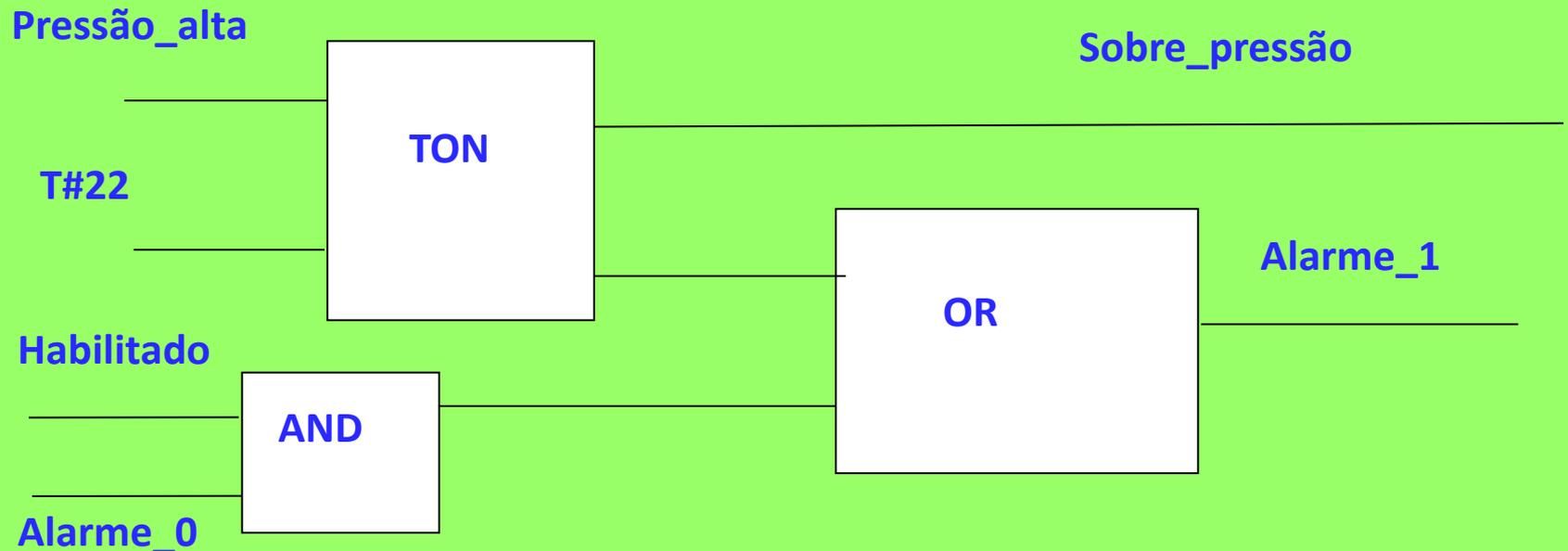
# Existem três tipos de POU's:

**A – “FUNCTION” FUN:** É UMA POU QUE PODE SER ATRIBUÍDA COM PARÂMETROS NÃO ESTÁTICOS (SEM MEMÓRIA) E QUE QUANDO CHAMADAS COM OS MESMOS VALORES DE ENTRADA RETORNAM OS MESMOS RESULTADOS COMO FUNÇÕES.

**B – “FUNCTION BLOCK” FB:** É UMA POU QUE PODE SER ATRIBUÍDA COM PARÂMETROS E POSSUI VARIÁVEIS BÁSICAS (COM MEMÓRIA). POR EXEMPLO: UM CONTADOR OU UM TEMPORIZADOR É UMA “FUNCTION BLOCK” FB.

**C – “PROGRAM” (PROG)** É A POU QUE REPRESENTA O ‘MAIN PROGRAM’ OU SEJA O PROGRAMA PRINCIPAL.

**A representação de uma POU na linguagem FBD ou mesmo na linguagem LD incluem partes como nas linguagens textuais como: parte principal e parte final da POU, parte da declaração e parte do código**



**Exemplo de um trecho de programa escrito em linguagem FBD.**

# Texto estrutura “Structured text” (ST):

Como a linguagem IL a linguagem ST é uma linguagem de alto nível porque não emprega operadores de baixo nível de máquina como uma linguagem do tipo “assembler”. Entretanto, oferece uma grande quantidade de declarações abstratas que podem descrever operações complexas de uma maneira simples..Um programa escrito em ST consistem de um número de declarações separadas por (;). A linguagem ST permite que os programas sejam estruturados

Palavra-chave	Descrição	Exemplo	Explicação
:=	Declaração	D := 10	Declara o valor da direita para o identificador à esquerda
	Chama uma FB	Nome FB Parte1=10 Parte2=20	Chama uma outra POU ou tipo de FB incluindo seus parâmetros.
RETURN	Retorna	RETUNR	Deixa a corrente POU e para a POU chamada
IF	Seleção	IF d < e THEN f:=1; ELSE d=e THEN f:=2; ELSE f:=3; END IF	Seleciona alternativas por meio de expressões booleanas.
CASE	Seleção múltipla	CASE f OF 1: g:=11; 2: g:=12 ELSE ND CASE;	Seleção de blocos de declarações dependendo do valor da expressão.
FOR	Interação 1	FOR h:=1 TO 10 BY 2 DO F[h/2]:=h END_FOR	Vários loops com condicionantes de início e fim.
WHILE	Interação 2	WHILE m> 1 DO N := n/2 END WHILE;	Vário loops com condicionantes de início e fim no começo.
REPEAT	Interação 3	REPEAT l:=i* UNTIL i < 1000 END REPEAT	Vários loops com condicionante no fim.
EXIT	Fim do loop	EXIT	Terminações prematuras.
;	Declaração	;	

**SILVA, E,B,; SCOTON, M,; PEREIRA,S,L,; DIAS, E,M,; Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil – Brasport Ltda 2018.**

**Klaus Schwab, K.; A Quarta Revolução Industrial Edipro 2016**

**Ismail Salim, I.; r), Michael, S,M., Yuri, V,G,; Organizações Exponenciais Alta Books 2018**

**MARQUES F. M. R.; PEREIRA, S. L., Gás natural e Transição para uma Economia de Baixo Carbono Editora Synergia 2015**

**SIMÃO A,F,; PEREIRA S,L,; A Empresa Ética em Ambiente Ecoeconômico Quartier Latin 2014**

**PEREIRA, S. L. Ecoeconomia Tecnológica Cooperativa: uma proposta conceitual: ciência e tecnologia da automação como ferramentas de inclusão social e de suporte ao desenvolvimento sustentável. 2009, 169p. Tese (Livre-Doência) – Escola Politécnica da universidade de São Paulo. São Paulo 2009. (Banco digital de teses USP- [www.usp.br](http://www.usp.br))**

**CHOPRA, S,; MENDIL, S,; Gestão da Cadeia de Suprimentos - estratégia, planejamento e operações, editora Pearson Education do Brasil Ltda. 2016**

**THOMAS, J.M; CALLAN, S, J,; Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria Cengage Learning 2010**

**SLACK, Nigel; Johnston, Robert; Chambers, Stuart. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2015.**

**IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.**

## **Bibliografia Complementar:**

BATES, B.C.; Z.W. KUNDZEWICZ. S. WU; J.P. PALUTIKOF, Eds., 2008. **Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

THOMAS, J.M.; CALLAN, J.S. Economia Ambiental; aplicações, políticas e teoria. Cengage Learning 2010.

HINRICHS, R.A.; KLEINBACH, M.; Energia e meio ambiente. Cengage learning 2004

BORGER, Fernanda Gabriela- Responsabilidade Social: efeitos da atuação social na dinâmica empresarial, tese de doutorado, USP, 2001 (Banco digital de teses USP-[www.usp.br](http://www.usp.br))

SROUR, ROBERT H. ÉTICA EMPRESARIAL. 1 ED. RIO DE JANEIRO: EDITORA CAMPUS, 2000

## **Websites**

[www.ethos.org.br](http://www.ethos.org.br) - Instituto Ethos

[www.bsr.org](http://www.bsr.org) - Business Social Responsibility

[www.accountability.org.uk](http://www.accountability.org.uk) - Institute of Social and Ethical Accountability

[www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org) - Global Reporting Initiative-GRI