

PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



Prof. Dr. Guilherme Canuto da Silva  
[guilhermecanuto@usp.br](mailto:guilhermecanuto@usp.br)

## Conteúdo (aula 3)

---

- Análise de processos produtivos.
- Técnicas de análise: fluxogramas.
- Implementação da manufatura automotiva.
- Exemplos de análise.

PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo

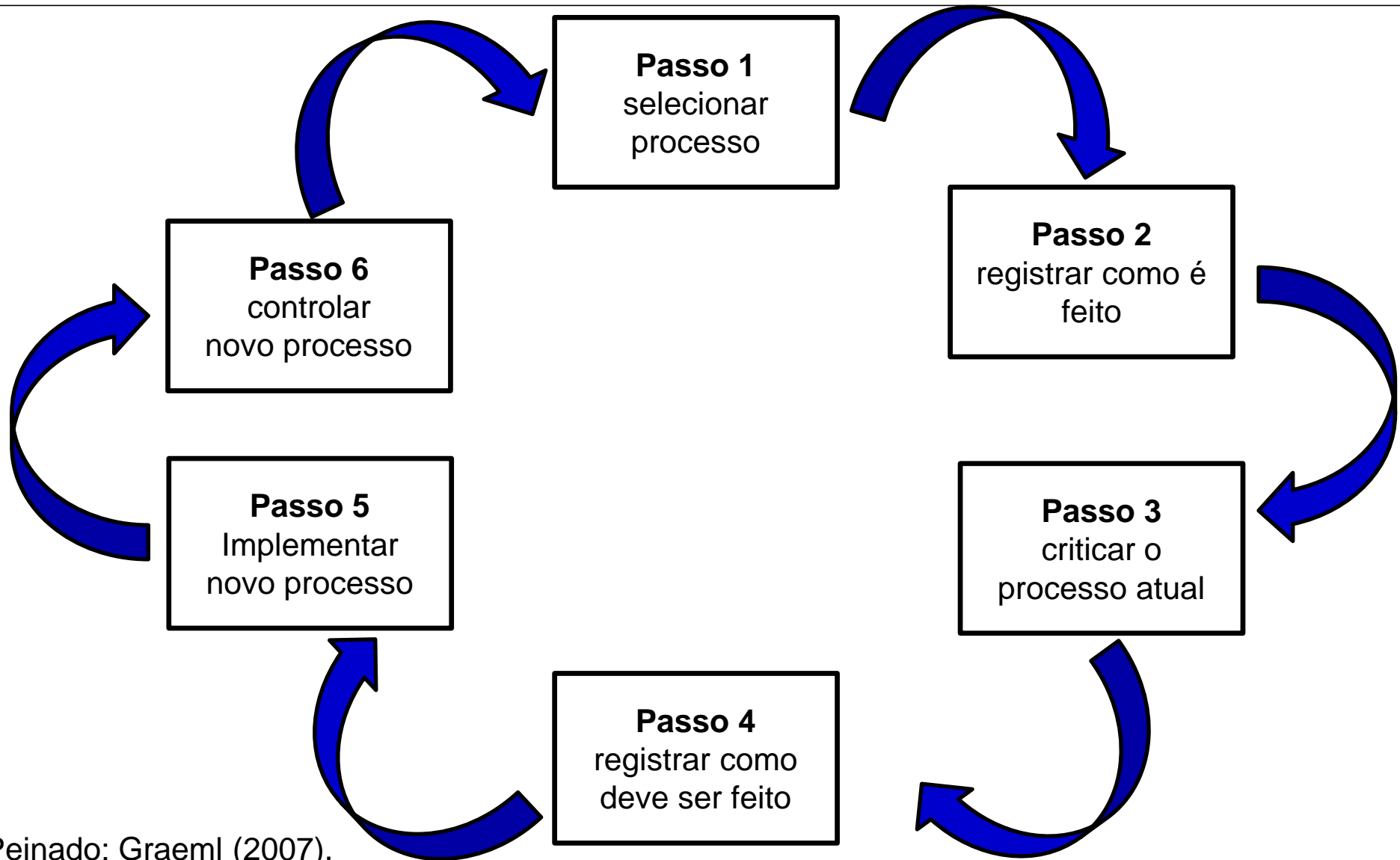


Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



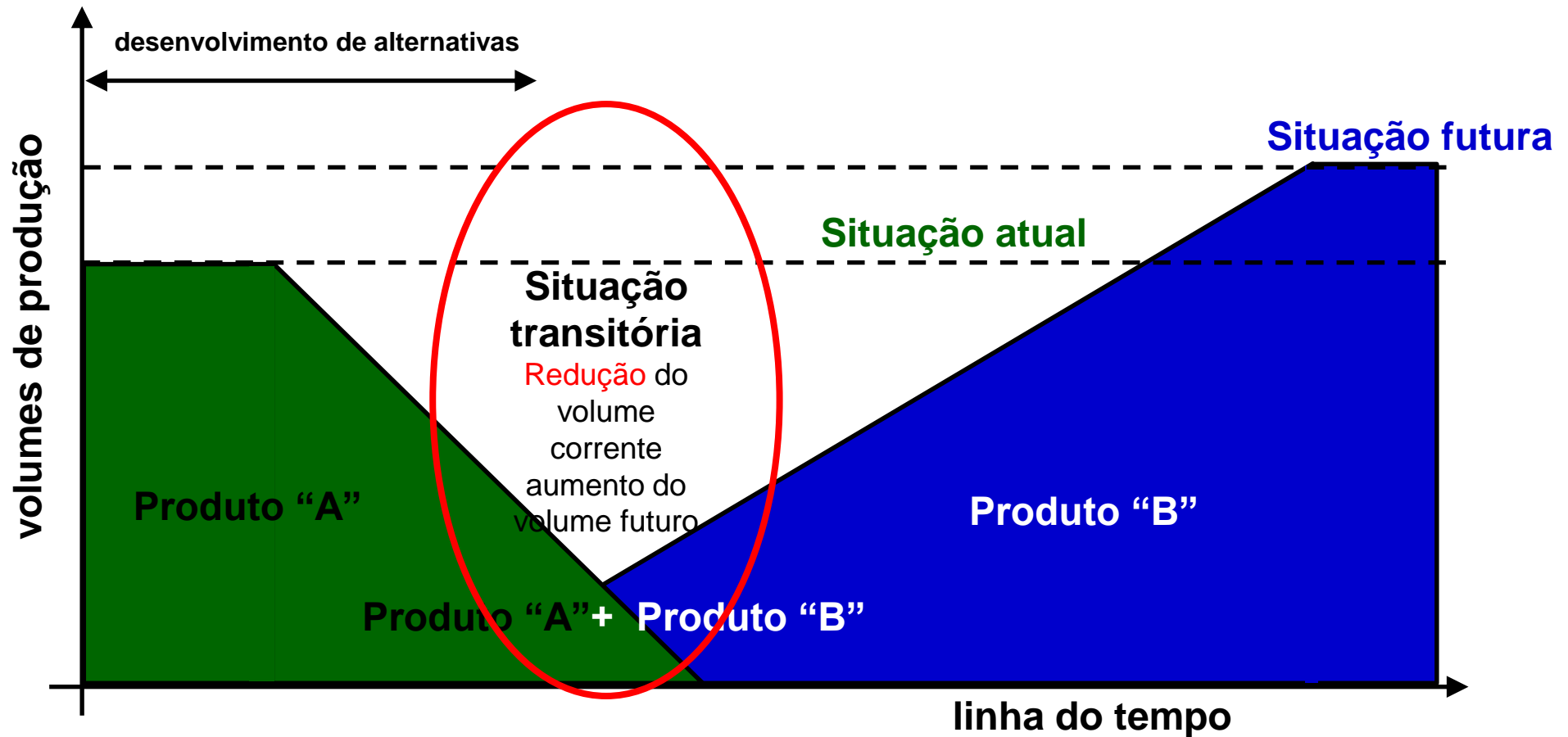
## Análise

# Análise de processos produtivos



Peinado; Graeml (2007).

# Situação atual, transição e final



PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



## Fluxogramas

# Fluxogramas

---

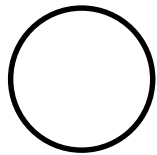
- Fluxogramas são formas de representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência dos passos de um trabalho para facilitar sua análise.
- Um fluxograma é um **recurso visual utilizado por analistas e gestores** de produtos e serviços para analisar sistemas e identificar oportunidades de melhorar a eficiência dos processos.
- No caso de atividades de projeto, o fluxograma pode ainda ser utilizado como um conjunto de instruções a serem executadas (método).

Peinado; Graeml (2007).

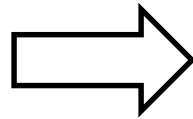
# Fluxogramas de processos produtivos

---

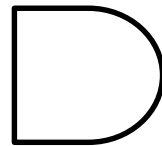
- Em 1947 a *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) introduziu como padrão cinco símbolos.
- Este conjunto de símbolos é uma modificação abreviada (adaptada) dos símbolos de Gilbreth.



operação



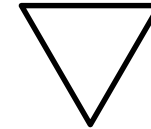
transporte



espera/demora



inspeção

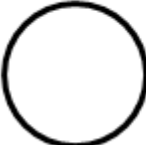






armazenagem

Barnes (1977).



# Fluxogramas de processos produtivos

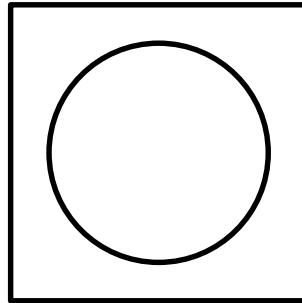
símbolo	descrição	exemplo
	<b>Operação:</b> ocorre quando se modifica intencionalmente um objeto em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes e partes.	Martelar um prego, colocar um parafuso, rebitar, dobrar, digitar, preencher um formulário, escrever, misturar, ligar e operar máquina etc.
	<b>Transporte:</b> ocorre quando um objeto ou matéria prima é transferido de um lugar para o outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro. Obs: apenas o manuseio não representa atividade de transporte.	Transportar manualmente ou com um carrinho, por meio de uma esteira, levar a carga de caminhão, levar documento de um setor a outro etc.
	<b>Espera ou demora:</b> ocorre quando um objeto ou matéria prima é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento.	Esperar pelo transporte, estoques em processo aguardando material ou processamento, papéis aguardando assinatura etc.
	<b>Inspeção:</b> ocorre quando um objeto ou matéria-prima é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade.	Medir dimensões do produto, verificar pressão ou torque de parafusadeira, conferir quantidade de material, conferir carga etc.
	<b>Armazenagem:</b> ocorre quando um objeto ou matéria prima é mantido em área protegida específica na forma de estoque.	Manter matéria-prima no almoxarifado, produto acabado no estoque, documentos arquivados, arquivos em computador etc.

ASME (1947) apud Peinado e Graeml (2007).

# Fluxogramas de processos produtivos

---

- **Atividades/símbolos combinados:** dois símbolos podem ser combinados quando as atividades são executadas no mesmo local, ou então, simultaneamente como uma única atividade.
- Por exemplo: o círculo maior dentro de um quadrado representa uma combinação de operação e inspeção.

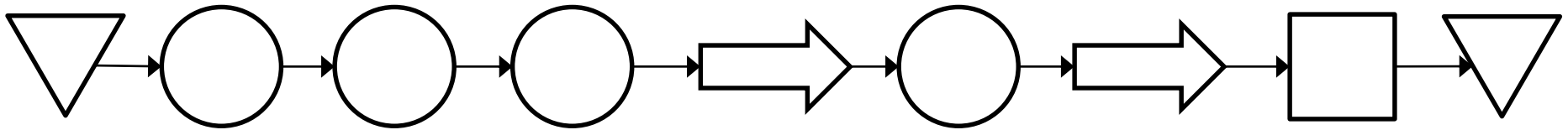


Barnes (1977).

# Fluxogramas de processos produtivos

## Exemplos

Fluxograma linear de operações.

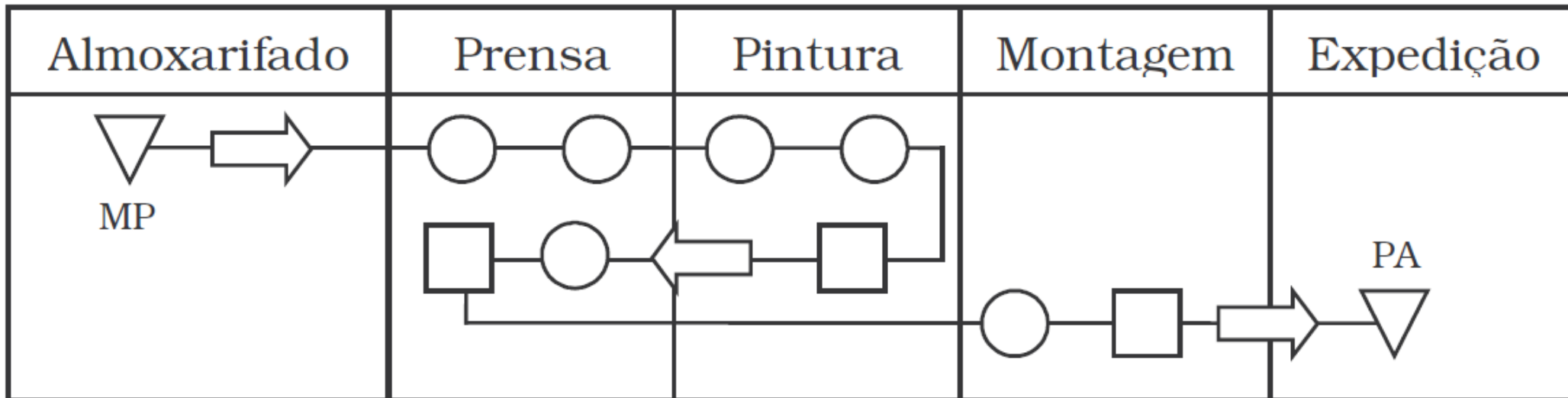


adaptado de Peinado; Graeml (2007).

# Fluxogramas de processos produtivos

## Exemplos

### Fluxograma setorial

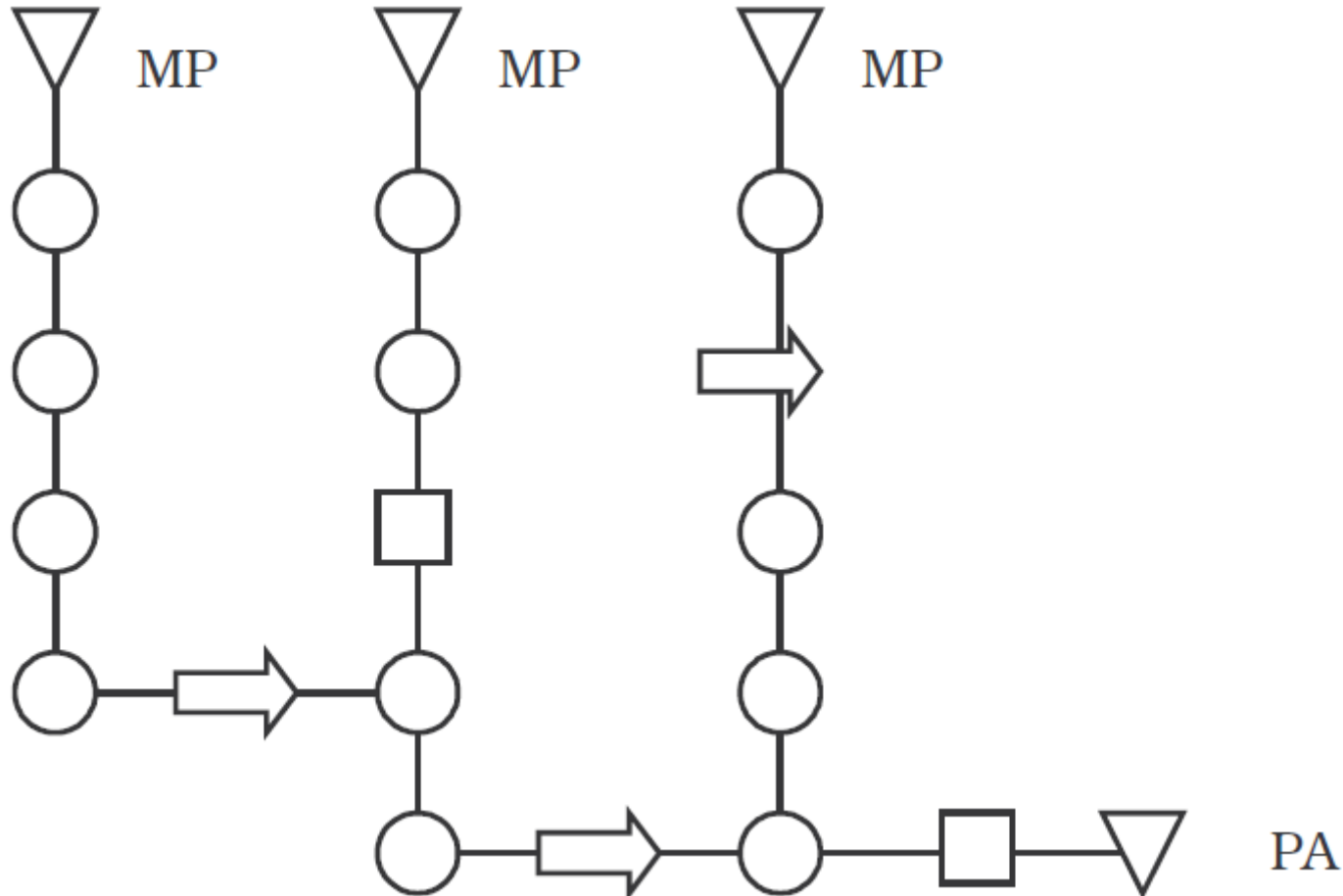


adaptado de Peinado; Graeml (2007).

# Fluxogramas de processos produtivos

## Exemplos

Fluxograma de linhas de montagem

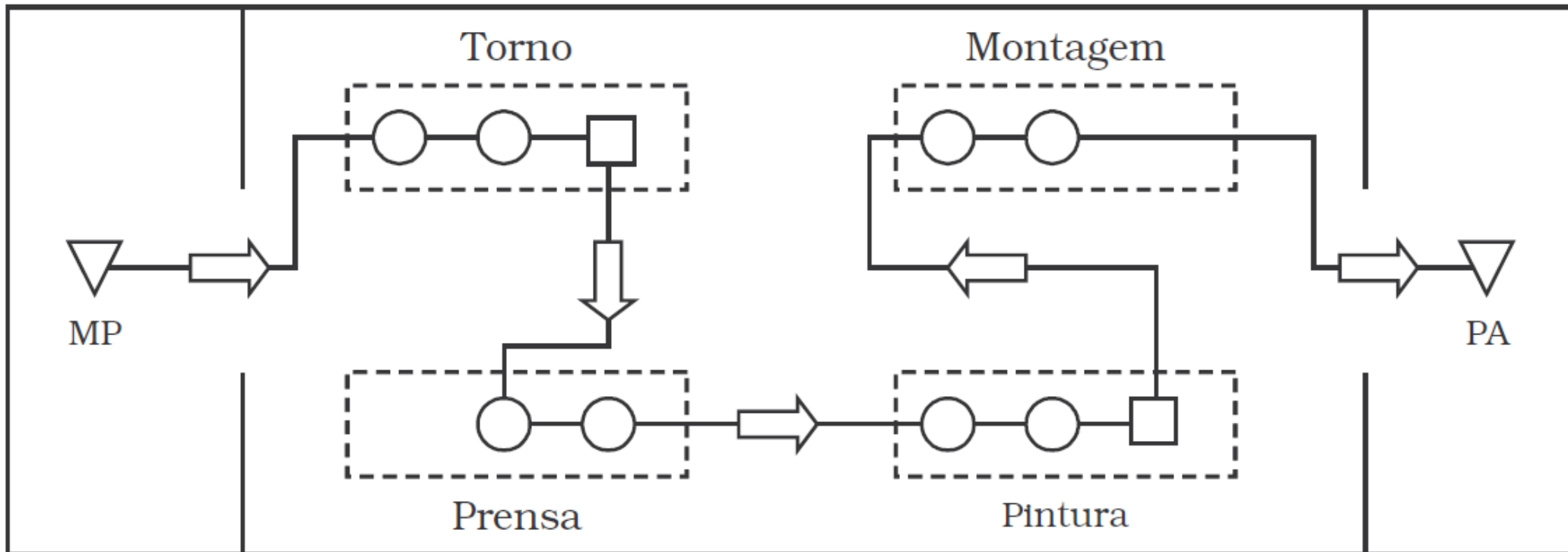


adaptado de Peinado; Graeml (2007).

# Fluxogramas de processos produtivos

## Exemplos

Fluxograma de arranjo físico funcional



adaptado de Peinado; Graeml (2007).

# Fluxogramas de processos produtivos

## Formulário padronizado de fluxograma:

é muito comum se utilizar formulários impressos para a elaboração de fluxogramas.

DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO				
Processo:			Local:	
Produto:			Analista:	
Nº	Descrição da atividade	Duração	Tipo de atividade	Distância percorrida
1			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
2			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
3			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
4			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
5			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
6			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
7			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
8			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
9			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
10			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
11			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
12			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
13			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
14			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
15			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
16			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
17			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
18			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
19			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	
20			<input type="radio"/> ⇒ <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> ∇	

Resumo da operação:

Atividade		○	□	⇒	D	∇	Total	Distância total: _____
Itens	Quantidade							Índice de aproveitamento: _____
	%							
Tempos	Valor							Data ____ / ____ / ____
	%							

adaptado de Peinado; Graeml (2007).

PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo

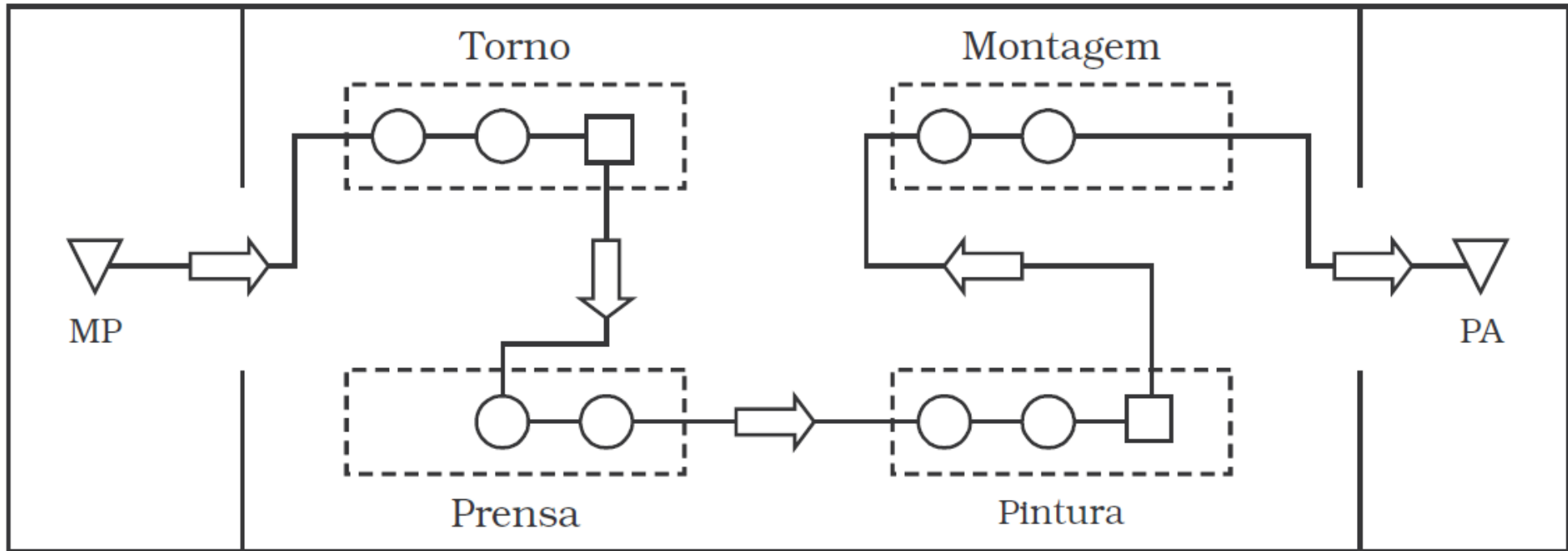


## Exemplo



# Técnicas de análise: fluxograma.

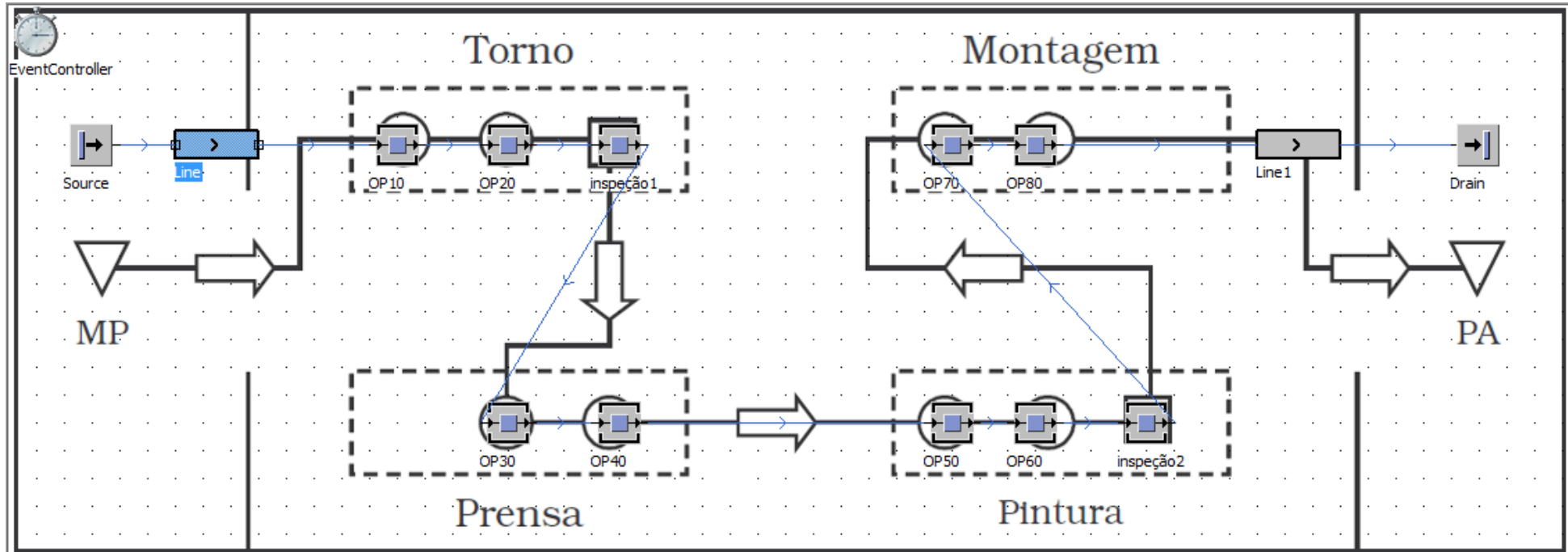
## Arranjo físico funcional



		operação	inspeção	transporte	parada	estoque
<b>atividade</b>		○	□	⇒	D	▽
<b>itens</b>	<b>quantidade</b>	8	2	5	0	2
	<b>%</b>	47%	12%	29%	0%	12%
<b>tempos</b>	<b>valor</b>	60	10	10	0	960
	<b>%</b>	6%	1%	1%	0%	92%

# Técnicas de análise: simulação.

## Arranjo físico funcional



Simulation time: 1:00:00:00.0000

### Cumulated Statistics of the Parts which the Drain Deleted

Object	Name	Mean Life Time	Throughput	TPH	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
Drain	Entity	3:42:38.6975	99	4	59.73%	40.27%	0.00%	40.42%	<div style="width: 40.42%; height: 10px; background-color: #4CAF50;"></div>

# Técnicas de análise: comparativo.

## Fluxograma e simulação

atividade		operação	inspeção	transporte	estoque	parada
fluxograma	qtde (símbolos)	8	2	5	2	0
	%	47%	12%	29%	12%	0%
simulação	qtde (tempos)	80	10	10	960	0
	%	59,73%		40,42%		

PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



## Implementação

Manufatura automotiva

# Projeto da manufatura automotiva

<b>informações</b>	<b>atual</b>	<b>transição</b>	<b>final</b>
volumes de produção	quantificar	monitorar	monitorar
capacidade instalada	identificar/quantificar	adequar/implementar	implementar/monitorar
infraestruturas	identificar	adequar/implementar	implementar
tecnologias de fabricação	identificar/quantificar	adequar/implementar	implementar
fluxo de materiais	identificar/quantificar	monitorar/dimensionar	implementar/monitorar
arranjo físico	atualizar/projetar	implementar/projetar	implementar/atualizar
logística (áreas)	atualizar/dimensionar	adequar/implementar	implementar/monitorar
suporte (manutenção)	auxiliar/dimensionar	auxiliar/implementar	implementar/monitorar
mão de obra (produção)	identificar/quantificar	adequar/treinar	implementar/monitorar
time de implementação	dimensionar	operar/monitorar	implementar
PFMEA	fazer	atualizar	atualizar/finalizar

PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



## Referências

# Referências

---

BARNES, R.M. Estudo de movimentos e de tempos. Projeto e medida do trabalho. Tradução da 6ª edição americana, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1977.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2nd. Ed., Cengage Learning, 2013.

PEINADO, J., GRAEML, A.R. Administração da produção (operações industriais e de serviços), Curitiba, UnicenP, 2007.

SILVA, G.C. Notas de aula das disciplinas GEP-043 e GOK-004. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

WEBER, J. Automotive development processes: processes for successful customer oriented vehicle development. Springer-Verlag, Berlin, 2009 (figura da capa).

*Preocupado com a qualidade e a integridade do conteúdo deste material, o autor pede gentilmente que informem caso algum conteúdo de autoria de terceiros seja aqui identificado sem a devida citação da fonte.*



PVE5301-4

# Projeto Integrado do produto automotivo



Escola Politécnica  
da Universidade  
de São Paulo



## Implementação

Tópicos específicos



# Situação atual

---

Na situação atual, o responsável precisa obter informações, que serão as condições essenciais para o projeto da transição e, por fim, da situação futura, ou do projeto final.

- ✓ volumes de produção atuais, e curva de produção para os períodos seguintes, até que se tenha a descontinuidade ou não do produto em produção.
- ✓ capacidade produtiva das instalações, considerando seus respectivos rendimentos.
- ✓ infraestruturas disponíveis (civil, elétrica, mecânica, hidráulicas e sanitárias).
- ✓ máquinas e equipamentos de fabricação disponíveis.
- ✓ máquinas e equipamentos disponíveis para movimentação e armazenagem de materiais.
- ✓ recursos disponíveis para as atividades de manutenção dos processos de fabricação.
- ✓ mão de obra disponível para fabricação do produto.
- ✓ recursos de mão de obra e equipamentos disponíveis para implementar o projeto futuro.

# Projeto da transição

---

Com as informações da situação atual **identificadas e mensuradas**, torna-se possível projetar a situação transitória, ou o projeto da transição. O projeto da transição envolve as seguintes atividades:

- ✓ obter os volumes de produção futuros e curvas de produção para os períodos seguintes (cronograma).
- ✓ **verificar**/dimensionar a capacidade produtiva das instalações para a situação transitória, considerando seus respectivos rendimentos.
- ✓ adequar/implementar as infraestruturas (civil, elétrica, mecânica, hidráulicas e sanitárias).
- ✓ adquirir/adequar máquinas e equipamentos de fabricação.
- ✓ adquirir/adequar máquinas e equipamentos para movimentação e armazenagem de materiais.
- ✓ dimensionar os recursos para as atividades de manutenção.
- ✓ dimensionar a mão de obra para fabricação do produto.
- ✓ dimensionar os recursos de mão de obra e equipamentos para implementar o projeto da transição.
- ✓ identificar as falhas em potencial para implementar o projeto da transição.

# Projeto da transição

---

O **projeto da transição** envolve ainda as seguintes atividades:

- ✓ desenvolver os layouts dos processos de fabricação para a situação transitória.
- ✓ elaborar listas de máquinas e equipamentos necessários para a situação transitória.
- ✓ elaborar listas com a quantidade de mão de obra necessária para a situação transitória.
- ✓ simular e validar virtualmente o projeto da situação transitória.
- ✓ aprovar o projeto da situação transitória com todos os envolvidos (assinatura de documentos).
- ✓ implementar o projeto da transição.
- ✓ atualizar as falhas em potencial para o projeto final.

# Projeto final

---

Com o projeto da transição implementado, a tarefa continua de sem interrupção, até que o projeto final seja também implementado. Considerando agora a situação transitória, a implementação do projeto final envolve a realização das seguintes atividades:

- ✓ verificar se os volumes de produção estão sendo cumpridos conforme curvas de produção (cronograma).
- ✓ dimensionar a capacidade produtiva das instalações conforme projeto final, considerando seus respectivos rendimentos.
- ✓ adequar/implementar **outras** infraestruturas (civil, elétrica, mecânica, hidráulicas e sanitárias).
- ✓ adquirir/adequar **demais** máquinas e equipamentos de fabricação.
- ✓ adquirir/adequar **demais** máquinas e equipamentos para movimentação e armazenagem de materiais.
- ✓ dimensionar os recursos para as atividades de manutenção do **projeto final**.
- ✓ dimensionar a mão de obra para fabricação do produto (**ou produtos**).
- ✓ dimensionar os recursos de mão de obra e equipamentos para implementar o projeto final.
- ✓ identificar as falhas em potencial para implementar o projeto final.

# Projeto final

---

O **projeto final** envolve ainda as seguintes atividades:

- ✓ desenvolver os layouts dos processos de fabricação para o projeto final.
- ✓ elaborar listas de máquinas e equipamentos necessários para o projeto final.
- ✓ elaborar listas com a quantidade de mão de obra necessária para o projeto final.
- ✓ simular e validar virtualmente o projeto final.
- ✓ aprovar o projeto final com todos os envolvidos (assinatura de documentos).
- ✓ implementar o projeto final.
- ✓ atualizar as falhas em potencial para os projetos futuros.