



PROJETO DE PLANTAS INDUSTRIAIS

Henrique
Martins Rocha





R672p Rocha, Henrique Martins.
 Projeto de plantas industriais / Henrique Martins Rocha.
 – Porto Alegre : SAGAH, 2017.
 150 p. : il. ; 22,5 cm.

 ISBN 978-85-9502-158-7

 1. Engenharia de produção. 2. Plantas industriais. I.
Título.

CDU 658.5

Catálogo na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094

Planejamento do sistema de movimentação e armazenagem de materiais

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Contrastar as atividades de movimentação e armazenagem de materiais com as atividades de produção industrial.
- Expressar os aspectos relacionados ao sistema de movimentação de materiais em plantas industriais.
- Identificar dimensões e características das áreas de armazenagem de materiais em plantas industriais.

Introdução

O projeto de Plantas Industriais engloba não somente o dimensionamento dos recursos produtivos (quantidade e tipos de máquinas e equipamentos, bem como mão de obra), mas também toda a infraestrutura necessária ao adequado e eficiente fluxo de materiais, o que inclui a definição dos sistemas de movimentação e de armazenagem de materiais.

Neste texto, você vai estudar as diferentes atividades de movimentação e armazenagem de materiais, identificar suas características e dimensionar áreas de armazenagem necessárias ao suporte do fluxo produtivo em plantas industriais.

Processo logístico em plantas industriais

As plantas industriais, como unidades de operações (ou seja, de transformação dos insumos em produtos acabados) têm intensa movimentação de materiais: os insumos são recebidos dos fornecedores, devendo ser armazenados, movimentados para as áreas de produção, processados, movimentados para o local de armazenagem e dali expedidos para os distribuidores ou clientes finais, como mostrado na Figura 1.

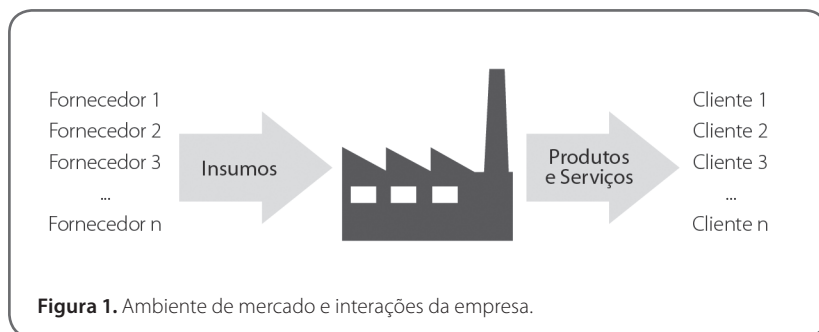


Figura 1. Ambiente de mercado e interações da empresa.

A importância de um arranjo físico eficiente vai além da eficácia de um processo mais enxuto e funcional, e afeta os custos de uma operação, visto que o arranjo físico faz parte do projeto de processos, estando diretamente ligado à tecnologia de processos, ao projeto do trabalho e ao projeto da rede de suprimentos (RODRIGUES, 2017). Desta forma, independentemente do tipo de arranjo físico presente na planta, é necessário planejar os locais, as dimensões e a configuração das áreas de armazenagem de materiais, bem como os sistemas de movimentação a serem utilizados.

Para tanto, alguns aspectos precisam ser considerados, como o tipo de arranjo físico, o volume de produção e as características do processo produtivo e do produto em si. Por exemplo, você precisa identificar se existe um fluxo contínuo ou intermitente.

Outra dimensão relacionada à produção envolve a produção empurrada e a produção puxada, diferenciadas a seguir.

Na **produção empurrada**, a produção ocorre com base em previsões de demanda e, ao final, com a formação de estoque de produtos acabados, procura-se vendê-los. Na realidade, o conceito de “empurrar” acontece em todos os elos da cadeia produtiva: compramos matéria-prima e “empurramos” para a fábrica. Em seguida, “empurramos” a matéria-prima para a área da produção, produzindo os produtos que são, então, “empurrados” para os

estoques da fábrica e dali são novamente “empurrados” para os distribuidores e, em seguida, “empurrados” para as lojas. Essa é a modalidade encontrada, por exemplo, nos produtos que você vê nas lojas de departamentos: fogões, geladeiras, etc. Tais produtos foram produzidos antes de alguém pensar em comprá-los. Na modalidade de produção empurrada, existe o **MTS** (do inglês *make to stock*: produzir para estoque) e, como o regime é sempre o de empurrar, há normalmente a formação de estoques intermediários. Por exemplo, ao empurrarmos a matéria-prima, é comum que ela fique esperando a disponibilidade de máquinas e equipamentos para as operações de produção, da mesma forma que os produtos ficam estocados nas lojas esperando pelos consumidores para serem comprados. Outra modalidade é a **ATO** (do inglês *assemble to order*: montar conforme pedido), em que os materiais são “empurrados”, mas não o produto final, ou seja, temos tudo o que é necessário para concluir o produto final, mas só o fazemos quando há um pedido do cliente. Por exemplo, os sanduíches em uma lanchonete: o dono não deixa os sanduíches preparados à espera dos pedidos. Eles são preparados (montados) no momento em que o cliente faz o pedido, diferentemente dos sanduíches prontos para consumo, lacrados e refrigerados, que encontramos em alguns locais, como supermercados e lojas de conveniência.

Na **produção puxada**, a demanda é que dita os passos e o ritmo da produção. Assim, existe a modalidade **MTO** (do inglês *make to order*: produzir conforme pedido), em que os insumos são adquiridos, e os produtos são produzidos e entregues somente a partir dos pedidos feitos pelos clientes. Nesse caso, obviamente não há a formação de estoques intermediários, pois tudo é produzido estritamente conforme a necessidade. Produtos específicos, feitos por encomenda, personalizados, bem como produtos referentes a pedidos de exportação (em que demandas específicas de cada país determinam uma fabricação diferenciada) são exemplos de produção puxada.

Em casos específicos, em que a empresa precisa atender demandas específicas não só de fabricação, mas do próprio desenvolvimento (criação) do produto ou serviço demandado pelo cliente, temos a caracterização do **ETO** (do inglês *engineering to order*: engenharia conforme pedido).

As dimensões que caracterizam a produção sob encomenda, puxada, por não gerarem excessos de material, ou seja, acúmulo de estoques, são bastante rápidas e com perdas e desperdícios muito reduzidos, constituindo o que é comumente chamado de **produção enxuta**.



Link

Leia sobre o conceito de pensamento enxuto, que engloba a produção, no site do Lean Institute Brasil:

<https://goo.gl/BXEiDA>



Assim, da mesma forma que você precisa dimensionar os recursos necessários à produção (como a quantidade de máquinas e equipamentos, a mão de obra e a infraestrutura), é necessário dimensionar os recursos referentes à movimentação e armazenagem de materiais nas plantas industriais (referentes a insumos, material em processo ou produtos acabados), além de materiais de suporte (como peças de reposição para manutenção, consumíveis e material de escritório).

Ao considerar todos esses aspectos no projeto das plantas industriais, você garante que haja espaço e condições adequadas para o fluxo de materiais no processo produtivo, sem estrangulamentos do fluxo nem espaço excedente (que é uma forma de desperdício), ou distâncias excessivas a serem percorridas pelo material (o que consome tempo e recursos sem que, de fato, seja agregado valor ao produto). Nesse sentido, “[...] o processo logístico, que vai desde a chegada da matéria-prima ao consumidor, é considerado uma entidade única e sistêmica que deve ser constantemente ajustada e alinhada, sempre de forma a considerar o todo [...]” (PAULA, 2015, p.13).

O projeto de plantas industriais abrange as diversas dimensões logísticas em seu planejamento, em especial a logística empresarial. O termo **logística** é definido pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) como o processo de planejar, implementar e controlar eficientemente, ao custo correto, o fluxo e a armazenagem de matérias-primas e estoque durante a produção de produtos acabados, e as informações relativas a estas atividades, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, visando a atender aos requisitos do cliente. Já o termo **logística empresarial** é definido por Ballou (2001) como todas as atividades de movimentação e armazenagem – que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como os fluxos de informação que colocam os produtos

em movimento –, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Ballou (2009, p.17) defende que “[...] a logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos [...]”. Ampliando o conceito, temos que:

A logística é definida como a colocação do produto certo, na quantidade certa, no lugar certo, no prazo certo, na qualidade certa, com a documentação certa, ao custo certo, produzindo no menor custo, da melhor forma, deslocando mais rapidamente, agregando valor ao produto e dando resultados positivos aos acionistas e clientes. Tudo isso respeitando a integridade humana de empregados, fornecedores e clientes e a preservação do meio ambiente (ROSA, 2010, p.17).



Saiba mais

Para saber mais sobre logística, você pode acessar os seguintes sites:

www.anac.gov.br
www.antaq.gov.br
www.antt.gov.br
www.aslog.org.br
www.brandstsc.wordpress.com
www.cebralog.com
www.cnt.org.br
www.cscmp.org
www.dnit.gov.br
www.guiadelogistica.com.br
www.ilos.com.br
www.transportes.gov.br

As atividades da logística são definidas com base na função que elas exercem. São elas:

- processamento de pedidos;
- sistema de informações logísticas;
- compras;

- políticas de estoque;
- transporte e distribuição;
- custos logísticos;
- embalagens de proteção;
- localização;
- manuseio e movimentação de materiais; e
- armazenagem.

Chamamos a sua atenção para a localização, que se refere a identificar o local em que a planta deve ser instalada, sendo um elemento fundamental que, junto com o planejamento do arranjo físico e da capacidade de produção, formam os pilares essenciais do projeto dos sistemas de produção. Quanto à localização, são cruciais os aspectos relacionados a facilidades e disponibilidade de terreno para a construção da planta, bem como benefícios fiscais. Veja no Quadro 1 os outros itens que merecem destaque na sua análise.

Quadro 1. Itens de destaque na localização.

Disponibilidade de matérias-primas	É preciso avaliar se a nova localização fornece as condições necessárias para a obtenção das matérias-primas envolvidas na fabricação de seus produtos, avaliando, inclusive, se permanecerá comprando seus insumos dos mesmos fornecedores ou se existem outros fornecedores no local.
Recursos básicos	É necessário avaliar se a região apresenta garantia e potencial de expansão para o fornecimento de recursos como energia elétrica, que são essenciais para o processo produtivo da fábrica.
Mão de obra	É preciso avaliar se a mão de obra atual poderá ser aproveitada na nova localização ou se será necessário contratar novos funcionários residentes nas proximidades do local. Nesta segunda alternativa, a qualidade da mão de obra pode ser um fator determinante, incluindo aspectos como experiência e treinamentos necessários para o desempenho das atividades.

(Continua)

(Continuação)

Quadro 1. Itens de destaque na localização.**Qualidade de vida e serviços essenciais**

É necessário avaliar questões como rede de ensino local (impactante sobre a qualidade da mão de obra), saúde, segurança, transporte público e mobilidade urbana e infraestrutura de telecomunicações, todos correspondendo a aspectos importantes, direta ou indiretamente envolvidos no desempenho da operação.

Localização dos mercados consumidores

É preciso avaliar a distância entre esta localidade e o posicionamento de clientes e fornecedores, bem como verificar se apresentam boas condições logísticas, que permitam tanto a obtenção de matérias-primas quanto o despacho dos produtos acabados.

Note que as **decisões de localização** afetam diretamente as funções de transporte e distribuição, dentre outras, por conta das interações com o **ambiente externo da planta**, ao passo que o planejamento do **arranjo físico** é voltado para as **operações internas**, afetando as funções de manuseio e movimentação de materiais, além de armazenagem.

Movimentação de materiais em plantas industriais

A movimentação de materiais – tanto nas áreas de produção como nas áreas de armazenagem – pode assumir um elevado grau de complexidade, abrindo espaço para ganhos incrementais de produtividade a partir do investimento em equipamentos e de metodologias de movimentação adequadas (atividades manuais ou mecanizadas), com possibilidade de automação dos sistemas de movimentação.

Os equipamentos de movimentação podem otimizar o espaço de diversas formas. As empilhadeiras, por exemplo, ampliam o aproveitamento do espaço de armazenagem ao possibilitar o uso de prateleiras com aproximadamente 3,65 metros de altura. Sem esse tipo de equipamento, possivelmente a utilização máxima de altura não passaria de 1,80 metro. Além disso, a utilização de esteiras automatizadas pode resolver vários problemas de configuração

de layout do armazém ou de restrição quanto à largura de corredores, que impediriam, por exemplo, o uso de empilhadeiras de movimentação.

O recebimento é uma etapa que não exige muita mão de obra e possui poucos fatores de risco de operação. Entretanto, não é possível automatizá-la completamente, pois na maioria dos casos, ainda é necessária mão de obra nessa etapa, porque existe um importante fator de conferência dos materiais recebidos, embora essa tarefa possa ser feita com o uso de equipamentos de identificação e leitores de códigos de barra.

A etapa de manuseio interno é possivelmente a que apresenta maior margem para automação das etapas. O manuseio de materiais e equipamentos com mão de obra humana expõe o funcionário a riscos ergonômicos relativos ao transporte de peso, por exemplo, logo, a utilização de sistemas de manuseio mecanizados, semiautomatizados ou automatizados pode garantir ganhos nos processos, nos custos e na eficiência dessa etapa. A utilização de esteiras transportadoras, empilhadeiras e separadores automatizados é um exemplo a ser considerado.

A expedição tem uma exigência menor de mão de obra, mas pode ser otimizada empregando estantes dinâmicas e um sistema de identificação automatizado. Nas figuras a seguir, você vai ver diversos equipamentos utilizados para a movimentação de materiais em plantas industriais.



Figura 2. Empilhadeira transportando carga sobre palete.

Fonte: wavebreakmedia/Shutterstock.com.



Figura 3. Movimentação de materiais com paleteira.

Fonte: Baloncici/Shutterstock.com.



Figura 4. Carrinho industrial.

Fonte: urfin/Shutterstock.com.



Figura 5. Transportadora de rolos.

Fonte: alphaspirt/Shutterstock.com.



Figura 6. Esteira transportadora.

Fonte: Vivi-o/Shutterstock.com.



Figura 7. Veículo Auto Guiado (AGV).

Fonte: Roboteq (c2017).

Áreas de armazenagem em plantas industriais

Armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um local destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósito, almoxarifado, centro de distribuição, etc.) (MOURA, 2005).

Aspectos importantes da logística de armazenagem são o correto dimensionamento das estruturas de armazenagem e a otimização da utilização dos espaços internos. O planejamento de tais áreas engloba a avaliação das possibilidades de uso e da configuração das instalações de armazenagem quanto à altura das estruturas, ao dimensionamento de comprimento, à largura e às possibilidades de diferentes arranjos de layout interno de armazéns (ou mesmo nas áreas de produção) para comportar o material em processo. Diferentes tipos de estruturas e recipientes são utilizados na área industrial, como você vai ver nas figuras a seguir.



Figura 8. Bins.

Fonte: Mundial.log (c2017).



Figura 9. Rack aramado.

Fonte: Mundial.log (c2017).



Figura 10. Porta-paletes.

Fonte: Baloncici/Shutterstock.com.



Figura 11. Estantes e prateleiras.

Fonte: sirtravelot/Shutterstock.com.

O dimensionamento das áreas de armazenagem segue a lógica da análise unitária para identificar as necessidades de espaço e arranjo. Vamos ver um exemplo de como isso acontece. Suponha que você precisa estabelecer a área necessária para comportar um volume de 600 mil canetas esferográficas.



Figura 12.

Fonte: Vangelis Vassalakis/Shutterstock.com.

As canetas são produzidas e embaladas em caixas de 7 x 3 cm de base e 16 cm de altura, cada uma contendo 12 canetas. Essas caixas são, então, colocadas em caixas maiores (dimensões externas: 50 x 50 x 50 cm, com paredes de 4 mm), as quais são colocadas sobre paletes de 1 m x 1 m x 20 cm.



Figura 13.

Fonte: urfin/Shutterstock.com.

Observe que as 600 mil canetas seriam colocadas em 50 mil caixas ($600.000/12 = 50.000$) e essas caixas seriam acomodadas em caixas maiores.

As dimensões internas das caixas maiores (isto é, descontando a espessura das paredes) seriam 49,2 x 49,2 x 49,2 cm e, desta forma, seria possível colocar 16 fileiras de 7 caixas de canetas “em pé” dentro delas. E seria possível empilhar um total de 3 camadas dessas fileiras. Assim, cada caixa grande comportaria um total de $16 \times 7 \times 3 = 336$ caixas de esferográficas, ou seja, um total de $336 \times 12 = 4.032$ canetas.

Com as dimensões externas de 50 x 50 cm, seria possível colocar 4 caixas sobre o palete de 1 x 1 m. Supondo que a equipe de Engenharia de Embalagens determinasse que poderia haver o empilhamento de 2 alturas, cada palete comportaria 8 caixas grandes e, conseqüentemente, $8 \times 4.032 = 20.160$ canetas. Logo, para acomodar as 600 mil canetas, seriam necessários $600.000/20160 = 30$ paletes (observe que é necessário arredondar “para cima”). Precisamos, agora, definir como os 30 paletes serão acomodados.

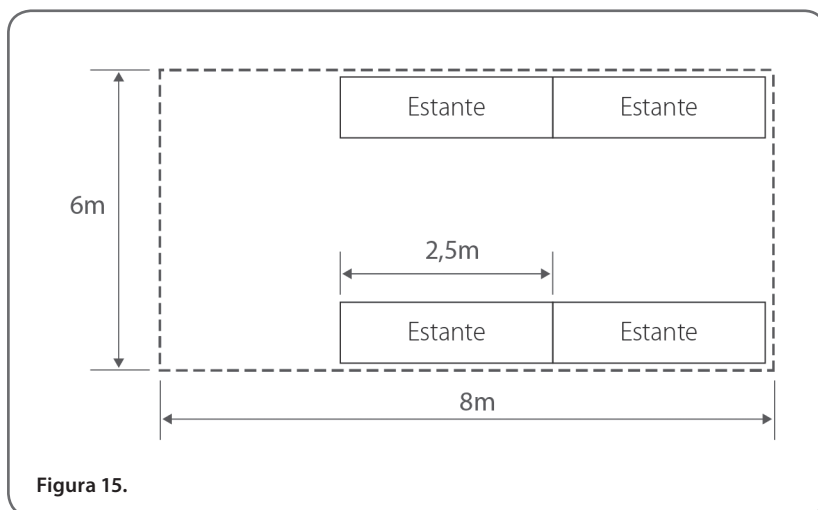
Se optarmos por estantes com 2 metros de largura por 1,5 metro de profundidade, com um vão de 1,5 de altura entre o piso e a primeira prateleira e o mesmo vão entre prateleiras, podemos colocar 2 paletes em cada vão. Resta determinar quantas estantes são necessárias e, para isso, precisamos saber quantos vãos (ou seja, quantas “alturas”) serão utilizados. Você precisa definir, então, qual é o alcance dos equipamentos de movimentação para que os paletes possam ser colocados e retirados das prateleiras.



Figura 14.

Fonte: Syda Productions/Shutterstock.com.

Supondo, por exemplo, que o alcance seja de 5 metros, os garfos da empilhadeira ultrapassariam a altura do terceiro vão da estante e, conseqüentemente, poderiam ser colocados paletes até o quarto vão da estante. Desta forma, cada estante comportaria $4 \times 2 = 8$ paletes. Como temos de acomodar 30 paletes, precisamos, então, de 4 estantes. Considerando um raio de giro de 3 metros para a empilhadeira, as estantes poderiam ser acomodadas da seguinte forma na área de armazenagem (delimitada pela linha tracejada):



Consideramos nesse exemplo somente um produto (as canetas esferográficas). Para produtos diversos, vamos pensar no estoque de peças e componentes de uma montadora de automóveis. Neste caso, a lógica seria a mesma: você precisa identificar a quantidade a ser armazenada de cada um deles, bem como a forma de embalagem, para definir o volume necessário, as alturas e, consequentemente, as áreas destinadas para a armazenagem dos diversos materiais.



Referências

BALLOU, R. H. *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 2009.

BALLOU, R. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MOURA, R. A. *Sistema e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais: sistemas e técnicas*. 5. ed. rev. São Paulo: IMAM, 2005.

MUNDIAL.LOG. *Rack aramado*. São Paulo: Mundial.log, [c2017]. Disponível em: <<http://www.mundiallog.com.br/rack-aramado>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

PAULA, M. M. *Parametrização da movimentação e otimização da área de fracionamento de produtos químicos*. 2015. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Tecnologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende, 2015.

ROBOTEQ. *Building a magnetic track guided AGV*. Scottsdale: Roboteq, [c2017]. Disponível em: <<https://www.roboteq.com/index.php/applications/100-how-to/278-building-a-magnetic-track-guided-agv>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

RODRIGUES, R. V. *Definição de critérios para gestão do arranjo físico de peças protótipas utilizadas em diferentes programas em uma indústria automotiva de grande porte*. 2017. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

ROSA, R. A. *Gestão logística*. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC, 2010.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS