

**Projeto de rede  
na cadeia  
de suprimentos**

Prof. Ph.D. Cláudio F. Rossoni

Engenharia Logística II  
FACCAMP

---

---

---

---

---

---

---

---

**Esboço**

- O papel do projeto de rede na cadeia de suprimentos
- Fatores que influenciam decisões de projeto de rede
- Modelo para decisões de projeto de rede
- Modelos para localização de instalações e alocação de capacidade
- Tomando decisões de projeto de rede na prática

FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

**Decisões de projeto de rede**

- **Papel das instalações:** Que papel cada uma das instalações deve desempenhar? Que processos são realizados em cada uma das instalações?
- **Localização das instalações:** Onde as instalações devem estar localizadas?
- **Alocação de capacidade:** Quanta capacidade deve ser alocada a cada uma das instalações?
- **Alocação de mercado e suprimentos:** A que mercados cada uma das instalação deverá atender? Que fontes de suprimentos devem alimentar cada uma das instalações?

FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

### Fatores que influenciam decisões de projeto de rede

- **Estratégicos** – Leitura texto 01
- **Tecnológicos** – Leitura texto 02
- **Macroeconômicos** – Leitura texto 02
- **Políticos** – Leitura texto 03
- **Infraestrutura** – Leitura texto 03
- **Competitivos** – Leitura texto 03
- **Custos de logística e instalação** – Leitura texto 03

FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

### Fronteira entre custo e tempo de resposta



FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

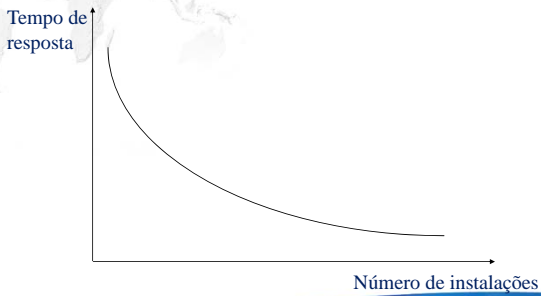
---

---

---

---

### Serviço e número de instalações



FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

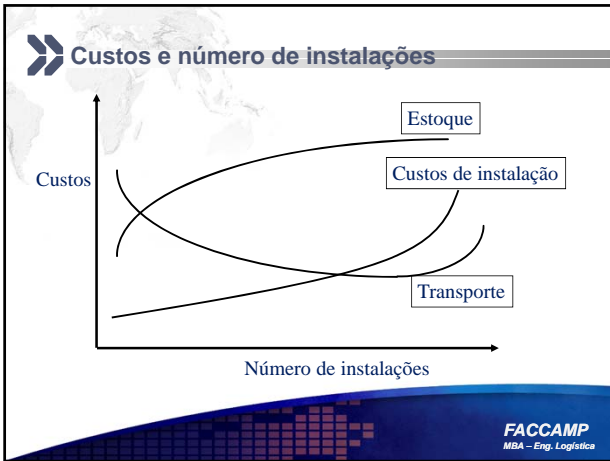
---

---

---

---

---




---

---

---

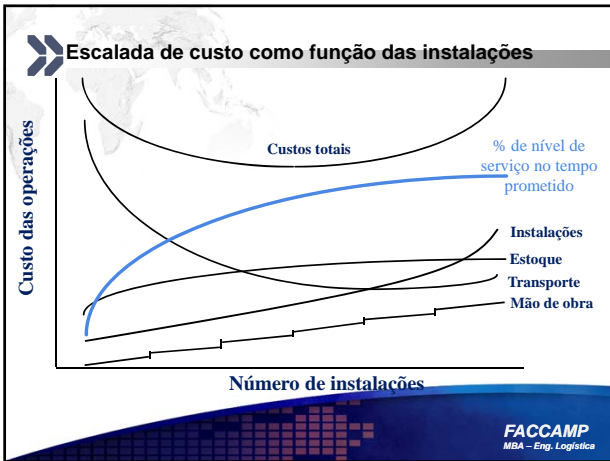
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

- ### ➤ Modelo para decisões de projeto de rede
- Fase I – Estratégia da cadeia de suprimentos
  - Fase II – Configuração de instalação regional
  - Fase III – Locais desejáveis
  - Fase IV – Escolhas de localização
- FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelo para decisões de projeto de rede

### ▪ Fase I – Estratégia da cadeia de suprimentos

O objetivo da primeira fase do projeto de rede é definir um projeto geral de cadeia de suprimentos de uma empresa. Isso inclui determinar os estágios na cadeia de suprimentos e se cada função desta será realizada internamente ou se será terceirizada

Começa com uma definição clara da estratégia competitiva da empresa como um conjunto de necessidades do cliente que a cadeia de suprimentos visa satisfazer. Que capacidades sua rede precisa ter para dar suporte à estratégia competitiva.

Em seguida, os gestores precisam:

- prever a provável evolução da competição global e se os concorrentes em cada mercado serão participantes locais ou globais.
- identificar restrições sobre o capital disponível e se o crescimento será realizado adquirindo instalações existentes, construindo novas instalações ou fazendo parcerias.

Com base na estratégia competitiva da empresa, em sua estratégia de cadeia de suprimentos, em uma análise da concorrência, em quaisquer economias de escala, os gestores deverão determinar o projeto de cadeia de suprimentos para a empresa.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelo para decisões de projeto de rede

### ▪ Fase II – Configuração de instalação regional

O objetivo da segunda fase do projeto de rede é identificar regiões onde as instalações estarão localizadas, seus papéis potenciais e sua capacidade aproximada.

Começa com uma previsão da demanda por país. Precisa incluir uma medida do tamanho da demanda, assim como uma determinação de se os requisitos do cliente são homogêneos ou variáveis entre diferentes países. Requisitos homogêneos favorecem grandes instalações consolidadas, enquanto requisitos que variam entre países favorecem instalações localizadas menores.

Em seguida, os gestores precisam identificar:

- se economias de escala ou de escopo podem desempenhar um papel significativo na redução de custos, dadas as tecnologias de produção disponíveis.
- riscos da demanda, riscos da taxa de câmbio e riscos políticos associados a diferentes mercados regionais
- concorrentes em cada região e definir se uma instalação precisa estar localizada próxima ou distante da instalação de um concorrente.

Com base em toda essa informação, os gestores identificam a configuração de instalação regional para a rede de cadeia de suprimentos, usando modelos de projeto de rede.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelo para decisões de projeto de rede

### ▪ Fase III – Locais desejáveis

O objetivo da Fase III é selecionar um conjunto de locais desejáveis em potencial dentro de cada região onde as instalações deverão estar localizadas.

Os locais deverão ser selecionados com base em uma análise da disponibilidade de infraestrutura para dar suporte às metodologias de produção desejadas. Requisitos de infraestrutura física incluem:

- a disponibilidade de fornecedores;
- serviços de transporte;
- comunicações;
- serviços públicos;
- infraestrutura de armazenagem.

Requisitos de infraestrutura de apoio incluem a disponibilidade da força de trabalho especializada, rotatividade de pessoal e a receptividade da comunidade a negócio e indústria.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Modelo para decisões de projeto de rede

### Fase IV – Escolhas de localização

O objetivo da Fase IV é selecionar uma localização precisa e a alocação de capacidade para cada instalação.

A atenção é restrita aos locais desejáveis em potencial, selecionados na Fase III.

A rede é projetada para maximizar lucros totais, levando em conta a margem e a demanda esperadas em cada mercado, diversos custos logísticos e de instalação, e os impostos e tarifas em cada localização.

FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

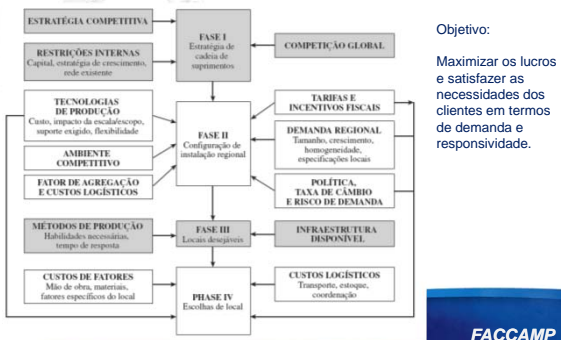
---

---

---

---

## Modelo para decisões de projeto de rede



FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Modelos para localização de instalações e alocação de capacidade

- Fase II
  - Modelo de localização de fábrica capacitada
- Fase III
  - Modelos gravitacionais de localização

FACCAMP  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Modelos para localização de instalações e alocação de capacidade

Na Fase II - o objetivo de um gestor ao localizar instalações e alocar capacidade deverá ser maximizar a lucratividade geral da rede de cadeia de suprimentos resultante enquanto oferece aos clientes a responsividade apropriada. As receitas vêm da venda de produto, enquanto os custos aumentam com instalações, mão de obra, transporte, material e estoques. Os lucros da empresa também são afetados por impostos e tarifas. O ideal é que os lucros após impostos e tarifas sejam maximizados quando se projeta uma rede de cadeia de suprimentos.

É de se esperar que a informação a seguir esteja disponível ao tomar a decisão de projeto:

- localização de fontes de suprimento e mercados;
- localização de áreas localizacionais para instalações em potencial;
- previsão de demanda pelo mercado;
- custos de instalação, mão de obra e material por área localizacional;
- custos de transporte entre pares de áreas localizacionais;
- custos de estoque por área localizacional e em função da quantidade;
- preço de venda de produto em diferentes regiões;
- impostos e tarifas;
- tempo de resposta desejado e outros fatores de serviço.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

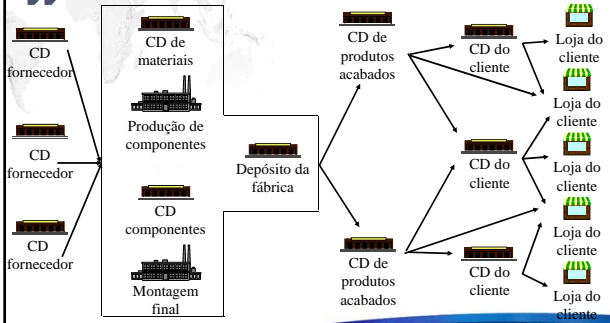
---

---

---



### Rede convencional




---

---

---

---

---

---

---

---

---

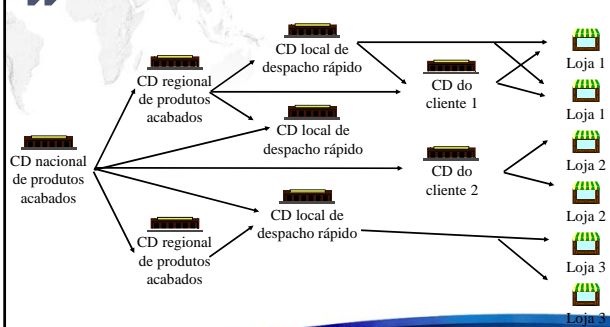
---

---

---



### Rede sob medida: produtos acabados multicamadas




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelo de localização de fábrica/capacidade

A função objeto minimiza o custo total (fixo + variável) de estabelecer e operar a rede.

Onde:

$n$  = número de locais/capacidade da fábrica

$m$  = número de mercados ou pontos de demanda

$D_j$  = demanda anual do mercado  $j$

$K_i$  = capacidade potencial da fábrica  $i$

$f_i$  = custo fixo anual para manter a fábrica  $i$  aberta

$c_{ij}$  = custo de produzir e enviar uma unidade da fábrica  $i$  ao mercado  $j$

$y_i = 1$  se a fábrica  $i$  for aberta, 0 caso contrário.

$x_{ij}$  = Quantidade entregue do local da fábrica  $i$  ao cliente  $j$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

sujeito

$$1) \sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j, j = 1, \dots, m$$

$$2) \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i y_i, i = 1, \dots, n$$

$$3) y_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n, x_{ij} \geq 0$$

1) Exige que a demanda em cada mercado regional seja satisfeita

2) Indica que nenhuma fábrica pode fornecer mais do que sua capacidade

3) Impõe que cada fábrica esteja ou aberta ( $y_i = 1$ ) ou fechada ( $y_i = 0$ ). A solução identifica as fábricas que devem ser mantidas abertas.

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelos gravitacionais de localização

Durante a Fase III, um gestor identifica localizações potenciais em cada região onde a empresa decidiu estabelecer uma fábrica. Como uma etapa preliminar, o gestor precisa identificar a localização geográfica onde áreas em potencial podem ser consideradas.

Modelos gravitacionais de localização podem ser úteis para identificar locais geográficos adequados dentro de uma região. São usados para encontrar localizações que minimizem o custo de transporte de matérias-primas dos fornecedores e de produtos acabados aos mercados atendidos.

### t-milha – Solução central

- $x, y$ : Coordenadas do depósito
- $x_n, y_n$ : Coordenadas do local de entrega  $n$
- $d_n$ : Distância até local de entrega  $n$
- $F_n$ : Tonelagem anual para entregar no local  $n$

$$d_n = \sqrt{(x-x_n)^2 + (y-y_n)^2}$$

$$x = \frac{\sum_{n=1}^n D_n x_n F_n / d_n}{\sum_{n=1}^n D_n F_n / d_n}$$

$$y = \frac{\sum_{n=1}^n D_n y_n F_n / d_n}{\sum_{n=1}^n D_n F_n / d_n}$$

$$\text{Min } \sum d_n D_n F_n$$

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Modelos de otimização de rede

- Alocando demanda às instalações de produção
- Localizando instalações e alocando capacidade

### Principais custos

- Custo fixo da instalação
- Custo de transporte
- Custo de produção
- Custo de estoque
- Custo de coordenação

*Quais fábricas estabelecer? Como configurar a rede?*

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Modelo de alocação de demanda

- Que mercado é atendido por qual fábrica?
- Que fontes de suprimentos são usadas por uma fábrica?

Onde:

$n$  = número de locais/capacidade da fábrica  
 $m$  = número de mercados ou pontos de demanda  
 $x_{ij}$  = Quantidade entregue do local da fábrica  $i$  ao cliente  $j$   
 $D_j$  = demanda anual do mercado  $j$   
 $K_i$  = capacidade potencial da fábrica  $i$   
 $c_{ij}$  = custo de produzir e enviar uma unidade da fábrica  $i$  ao mercado  $j$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j, j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i, i = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0$$

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Localização da fábrica com *sourcing* múltiplo

- $y_i = 1$ , se fábrica estiver localizada no local  $i$ ; caso contrário, 0
- $x_{ij}$  = Quantidade entregue do local da fábrica  $i$  ao cliente  $j$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j, j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i y_i, i = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n y_i \leq k; y_i \in \{0,1\}$$

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Localização da fábrica com *sourcing* único

- $y_i = 1$ , se fábrica estiver localizada no local  $i$ ; caso contrário, 0
- $x_{ij} = 1$ , se mercado  $j$  for abastecido pela fábrica  $i$ ; caso contrário, 0

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m D_j c_{ij} x_{ij}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m D_j x_{ij} \leq K_i y_i, i = 1, \dots, n$$

$$x_{ij}, y_i \in \{0,1\}$$

FACCAMP  
MBA - Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### A função da TI no projeto de rede

- Sistemas de TI ajudam no projeto de rede:
  1. Facilitando a modelagem dos problemas de projeto de rede
  2. Contendo tecnologias de otimização de alto desempenho
  3. Permitindo a análise de diversos cenários hipotéticos
  4. Interagindo com software de planejamento e operacional

---

---

---

---

---

---

---

---



### Tomando decisões de projeto de rede na prática

- Não subestimar o tempo de vida das instalações
- Não desconsiderar as implicações culturais
- Não ignorar questões de qualidade de vida
- Enfatizar as tarifas e incentivos fiscais ao localizar as instalações

---

---

---

---

---

---

---

---



### Resumo dos objetivos de aprendizagem

- Qual é o papel das decisões de projeto de rede em uma cadeia de suprimentos?
- Quais são os fatores que influenciam decisões de projeto de rede na cadeia de suprimentos?
- Descreva um modelo estratégico para a localização da instalação.
- Como os seguintes métodos de otimização são usados para decisões sobre localização da instalação e alocação de capacidade?
  - Modelos gravitacionais de localização
  - Modelos de otimização de rede

---

---

---


---

---

---

---

---

 **Atividades - Bibliografia**

**Atividades**

- Questões e problemas
  - <http://www.tecspace.com.br> – atividades - aula 03 – Engenharia Logística II

**Bibliografia**

- CHOPRA, Sunil. Gestão na Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações. 4 ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

**FACCAMP**  
MBA – Eng. Logística

---

---

---

---

---

---

---

---

 **Final da 3ª Aula!**

---

---

---

---

---

---

---

---