



EP063 - Planejamento do Arranjo Físico

Localização de instalações

João Mateus M. Santana

Departamento de Engenharia de Produção
Centro de Tecnologia e Geociências
Universidade Federal de Pernambuco

17 de junho de 2025

Localização de instalações

Decisões sobre localização

Decisões sobre localização

Opções básicas

- Expandir instalação existente



Decisões sobre localização

Opções básicas

- Expandir instalação existente
- Adicionar nova unidade



Decisões sobre localização

Opções básicas

- Expandir instalação existente
- Adicionar nova unidade
- Fechar uma unidade e abrir outra



Decisões sobre localização

Classificação de problemas de localização

- Fator motivador



Decisões sobre localização

Classificação de problemas de localização

- Fator motivador
- Número de instalações



Decisões sobre localização

Classificação de problemas de localização

- Fator motivador
- Número de instalações
- Nível de discretização



Decisões sobre localização

Classificação de problemas de localização

- Fator motivador
- Número de instalações
- Nível de discretização
- Grau de agregação de dados



Decisões sobre localização

Classificação de problemas de localização

- Fator motivador
- Número de instalações
- Nível de discretização
- Grau de agregação de dados
- Horizonte de tempo



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

- Fontes de suprimento (material)



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

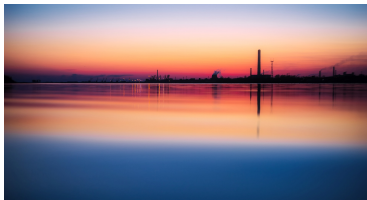
- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)
- Proximidade dos clientes



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

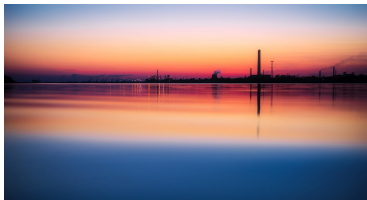
- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)
- Proximidade dos clientes
- Ambiente físico e de negócio



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

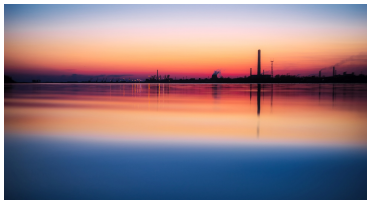
- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)
- Proximidade dos clientes
- Ambiente físico e de negócio
- Qualidade de vida dos colaboradores



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

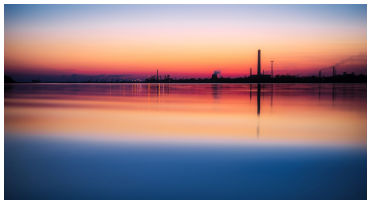
- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)
- Proximidade dos clientes
- Ambiente físico e de negócio
- Qualidade de vida dos colaboradores
- Comunidade



Decisões sobre localização

Fatores determinantes

- Fontes de suprimento (material)
- Fontes de insumos (recursos, mão de obra)
- Proximidade dos clientes
- Ambiente físico e de negócio
- Qualidade de vida dos colaboradores
- Comunidade
- Globalização



Fatores determinantes

Fontes de suprimento (material)

- Alguns fatores podem favorecer a escolha por instalações próximas a locais onde há disponibilidade de matérias primas.

Fatores determinantes

Fontes de suprimento (material)

- Alguns fatores podem favorecer a escolha por instalações próximas a locais onde há disponibilidade de matérias primas.
- Operações de extração, como pesca ou mineração, exigem que as operações sejam realizadas próximo à fonte de suprimento.

Fatores determinantes

Fontes de suprimento (material)

- Alguns fatores podem favorecer a escolha por instalações próximas a locais onde há disponibilidade de matérias primas.
- Operações de extração, como pesca ou mineração, exigem que as operações sejam realizadas próximo à fonte de suprimento.
- A perecibilidade da matéria prima também é um fator determinante, como no caso de processamento de frutas.

Fatores determinantes

Fontes de suprimento (material)

- Alguns fatores podem favorecer a escolha por instalações próximas a locais onde há disponibilidade de matérias primas.
- Operações de extração, como pesca ou mineração, exigem que as operações sejam realizadas próximo à fonte de suprimento.
- A perecibilidade da matéria prima também é um fator determinante, como no caso de processamento de frutas.
- Os custos de transporte da matéria prima podem ser elevados, sendo mais vantajoso realizar o transporte da matéria processada ou o produto finalizado.

Fatores determinantes

Fontes de insumos (recursos, mão de obra)

- Em algumas situações, deseja-se localizar com proximidade das "fontes" de mão de obra.

Fatores determinantes

Fontes de insumos (recursos, mão de obra)

- Em algumas situações, deseja-se localizar com proximidade das "fontes" de mão de obra.
- Os custos com mão de obra, muitas vezes, são determinantes na decisão de localização.

Fatores determinantes

Fontes de insumos (recursos, mão de obra)

- Em algumas situações, deseja-se localizar com proximidade das "fontes" de mão de obra.
- Os custos com mão de obra, muitas vezes, são determinantes na decisão de localização.
- A qualificação e as competências dos colaboradores pode influenciar essa decisão, também.

Fatores determinantes

Fontes de insumos (recursos, mão de obra)

- Em algumas situações, deseja-se localizar com proximidade das "fontes" de mão de obra.
- Os custos com mão de obra, muitas vezes, são determinantes na decisão de localização.
- A qualificação e as competências dos colaboradores pode influenciar essa decisão, também.
- Características como pontualidade, absenteísmo, rotatividade, além de fatores como atuação de sindicatos.

Fatores determinantes

Proximidade dos clientes

- Para muitas operações, é desejável estar localizado próximo aos clientes.

Fatores determinantes

Proximidade dos clientes

- Para muitas operações, é desejável estar localizado próximo aos clientes.
- Quando o transporte do produto é mais volumoso, caro ou difícil do que os insumos e matérias primas.

Fatores determinantes

Proximidade dos clientes

- Para muitas operações, é desejável estar localizado próximo aos clientes.
- Quando o transporte do produto é mais volumoso, caro ou difícil do que os insumos e matérias primas.
- A perecibilidade do produto pode inviabilizar operações distantes dos clientes.

Fatores determinantes

Proximidade dos clientes

- Para muitas operações, é desejável estar localizado próximo aos clientes.
- Quando o transporte do produto é mais volumoso, caro ou difícil do que os insumos e matérias primas.
- A perecibilidade do produto pode inviabilizar operações distantes dos clientes.
- Em alguns casos, a operação exige a presença do cliente para executar suas atividades de agregação de valor.

Fatores determinantes

Ambiente físico e de negócio

- Diversos aspectos são relacionados com a escolha de uma região (país, cidade, bairro...).

Fatores determinantes

Ambiente físico e de negócio

- Diversos aspectos são relacionados com a escolha de uma região (país, cidade, bairro...).
- Preço, qualidade e disponibilidade de espaço físico.

Fatores determinantes

Ambiente físico e de negócio

- Diversos aspectos são relacionados com a escolha de uma região (país, cidade, bairro...).
- Preço, qualidade e disponibilidade de espaço físico.
- Água, energia elétrica, infraestrutura, serviços públicos.

Fatores determinantes

Ambiente físico e de negócio

- Diversos aspectos são relacionados com a escolha de uma região (país, cidade, bairro...).
- Preço, qualidade e disponibilidade de espaço físico.
- Água, energia elétrica, infraestrutura, serviços públicos.
- Incentivos fiscais, zonas livres de comércio.

Fatores determinantes

Ambiente físico e de negócio

- Diversos aspectos são relacionados com a escolha de uma região (país, cidade, bairro...).
- Preço, qualidade e disponibilidade de espaço físico.
- Água, energia elétrica, infraestrutura, serviços públicos.
- Incentivos fiscais, zonas livres de comércio.
- Impactos ambientais, condições de solo, condições climáticas, facilidade de transporte.

Fatores determinantes

Qualidade de vida dos colaboradores

- Proporcionar qualidade de vida aos colaboradores gera impactos não apenas relativos a produtividade e ganhos financeiros, mas também relativos à imagem da empresa e interesse dos colaboradores quanto ao crescimento do negócio.

Fatores determinantes

Qualidade de vida dos colaboradores

- Proporcionar qualidade de vida aos colaboradores gera impactos não apenas relativos a produtividade e ganhos financeiros, mas também relativos à imagem da empresa e interesse dos colaboradores quanto ao crescimento do negócio.
- Fatores que podem ser considerados são relativos à infraestrutura de segurança, lazer, educação, moradia, transporte público, clima, estilo de vida, *shopping centers*, entre outros.

Fatores determinantes

Comunidade

- É essencial que a comunidade local aceite o negócio, evitando conflitos, que podem durar anos.

Fatores determinantes

Comunidade

- É essencial que a comunidade local aceite o negócio, evitando conflitos, que podem durar anos.
- A instalação de operações gera empregos, paga impostos para a região, além de outros benefícios.

Fatores determinantes

Comunidade

- É essencial que a comunidade local aceite o negócio, evitando conflitos, que podem durar anos.
- A instalação de operações gera empregos, paga impostos para a região, além de outros benefícios.
- Podem existir restrições provenientes da comunidade, como relativos à poluição (visual, sonora, ar, água etc).

Fatores determinantes

Globalização

- Devido aos avanços das últimas décadas tanto na rede global de transportes quanto na rede de informações, certas decisões em localização podem considerar opções em locais em outros países e continentes.

Fatores determinantes

Globalização

- Devido aos avanços das últimas décadas tanto na rede global de transportes quanto na rede de informações, certas decisões em localização podem considerar opções em locais em outros países e continentes.
- Certos fatores podem influenciar essa decisão, como custo e qualificação da mão de obra, custos de transporte, entre outros.

Fatores determinantes

Globalização

- Devido aos avanços das últimas décadas tanto na rede global de transportes quanto na rede de informações, certas decisões em localização podem considerar opções em locais em outros países e continentes.
- Certos fatores podem influenciar essa decisão, como custo e qualificação da mão de obra, custos de transporte, entre outros.
- Por exemplo, muitas empresas realizam sua produção em países onde há mão de obra barata, como na China.

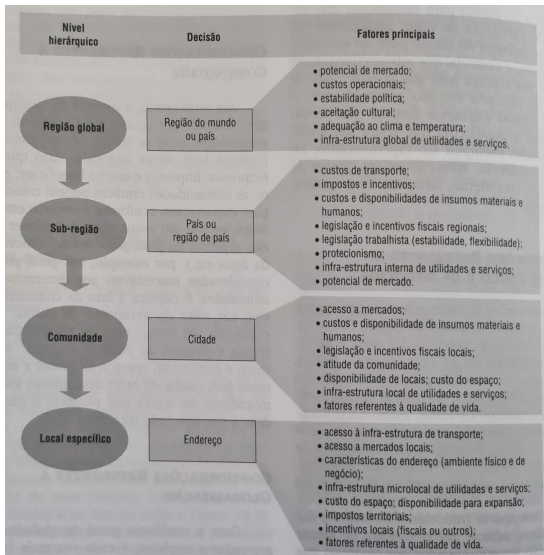
Fatores determinantes

Globalização

- Devido aos avanços das últimas décadas tanto na rede global de transportes quanto na rede de informações, certas decisões em localização podem considerar opções em locais em outros países e continentes.
- Certos fatores podem influenciar essa decisão, como custo e qualificação da mão de obra, custos de transporte, entre outros.
- Por exemplo, muitas empresas realizam sua produção em países onde há mão de obra barata, como na China.
- Muitas empresas americanas terceirizam o serviço de atendimento ao cliente para *call centers* na Índia.

Fatores determinantes

Hierarquia das decisões de localização



Localização de instalações

Métodos para escolha de localização

Métodos para escolha de localização

- Ponderação qualitativa
- Ponto de equilíbrio
- Análise dimensional
- Centro de gravidade
- Modelo da mediana

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.
- É escolhida a localização com maior soma/média ponderada.

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.
- É escolhida a localização com maior soma/média ponderada.

Para calcular a pontuação (N_i) da localização i :

$$N_i = \sum_{j=1}^k F_{ij} P_j$$

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.
- É escolhida a localização com maior soma/média ponderada.

Para calcular a pontuação (N_i) da localização i :

$$N_i = \sum_{j=1}^k F_{ij} P_j$$

onde:

- F_{ij} : pontuação da instalação i no fator j
- P_j : peso do fator j

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.
- É escolhida a localização com maior soma/média ponderada.

Fator	Peso	A	B	C	D
Restrições ambientais	15	5	4	4	3
Disponibilidade de mão de obra	12	2	3	4	2
Sistema de transportes	18	3	4	4	4
Proximidade a mercados	20	2	3	4	3
Qualidade de vida	25	3	3	4	4
Proximidade de matérias primas	10	5	2	1	5

Ponderação qualitativa

- Este método pode ser usado quando não há uma estrutura detalhada de custos para cada localidade.
- Devem ser levantados uma série de fatores relevantes para o caso.
- A cada fator é atribuído um peso.
- Cada localidade é avaliada em relação aos fatores escolhidos.
- É escolhida a localização com maior soma/média ponderada.

Fator	Peso	A	B	C	D
Restrições ambientais	15	5	4	4	3
Disponibilidade de mão de obra	12	2	3	4	2
Sistema de transportes	18	3	4	4	4
Proximidade a mercados	20	2	3	4	3
Qualidade de vida	25	3	3	4	4
Proximidade de matérias primas	10	5	2	1	5
	100	3.18	3.23	3.70	3.51

Ponderação qualitativa

Exercício 1: a tabela abaixo contém os fatores, pesos e avaliações para três instalações consideradas. Qual das instalações deve ser escolhida, levando em consideração os fatores levantados?

Ponderação qualitativa

Exercício 1: a tabela abaixo contém os fatores, pesos e avaliações para três instalações consideradas. Qual das instalações deve ser escolhida, levando em consideração os fatores levantados?

Fator	Peso	A	B	C
Restrições ambientais	20	9	6	7
Disponibilidade de mão de obra	25	8	9	8
Sistema de transportes	13	9	9	7
Proximidade a mercados	12	7	8	10
Qualidade de vida	25	9	8	9
Proximidade de matérias primas	25	7	7	8

Ponderação qualitativa

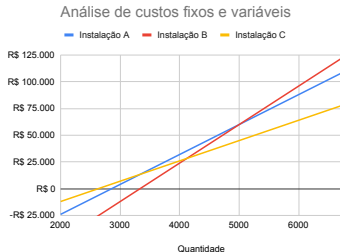
Exercício 1: a tabela abaixo contém os fatores, pesos e avaliações para três instalações consideradas. Qual das instalações deve ser escolhida, levando em consideração os fatores levantados?

Fator	Peso	A	B	C
Restrições ambientais	20	9	6	7
Disponibilidade de mão de obra	25	8	9	8
Sistema de transportes	13	9	9	7
Proximidade a mercados	12	7	8	10
Qualidade de vida	25	9	8	9
Proximidade de matérias primas	25	7	7	8
	120	8.18	7.78	8.13

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

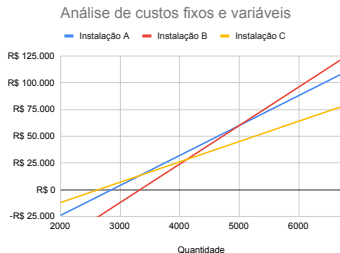
- Consiste em estimar os custos totais de cada localização a partir dos custos fixos e variáveis.



Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

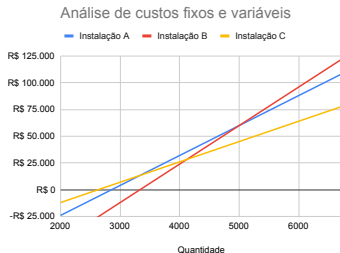
- Consiste em estimar os custos totais de cada localização a partir dos custos fixos e variáveis.
- O ponto de equilíbrio de uma instalação é a quantidade que iguala os custos e as receitas.



Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

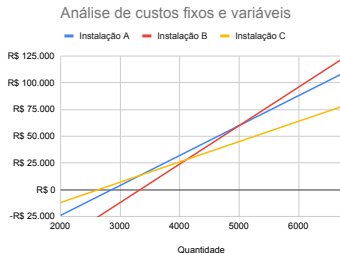
- Consiste em estimar os custos totais de cada localização a partir dos custos fixos e variáveis.
- O ponto de equilíbrio de uma instalação é a quantidade que iguala os custos e as receitas.
- A localização com menor ponto de equilíbrio é a que mais rápido recupera os investimentos realizados.



Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

- Consiste em estimar os custos totais de cada localização a partir dos custos fixos e variáveis.
- O ponto de equilíbrio de uma instalação é a quantidade que iguala os custos e as receitas.
- A localização com menor ponto de equilíbrio é a que mais rápido recupera os investimentos realizados.
- Para uma certa quantidade produzida, podem-se comparar os custos e receitas de cada instalação.



Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Localização	Custos fixos	Custo variável
Instalação A	R\$ 80,000	R\$ 22
Instalação B	R\$ 120,000	R\$ 14
Instalação C	R\$ 50,000	R\$ 31

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Localização	Custos fixos	Custo variável
Instalação A	R\$ 80,000	R\$ 22
Instalação B	R\$ 120,000	R\$ 14
Instalação C	R\$ 50,000	R\$ 31

O preço de venda de uma unidade é de R\$ 50. Para cada uma das instalações, calcule:

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Localização	Custos fixos	Custo variável
Instalação A	R\$ 80,000	R\$ 22
Instalação B	R\$ 120,000	R\$ 14
Instalação C	R\$ 50,000	R\$ 31

O preço de venda de uma unidade é de R\$ 50. Para cada uma das instalações, calcule:

- Ponto de equilíbrio.

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Localização	Custos fixos	Custo variável
Instalação A	R\$ 80,000	R\$ 22
Instalação B	R\$ 120,000	R\$ 14
Instalação C	R\$ 50,000	R\$ 31

O preço de venda de uma unidade é de R\$ 50. Para cada uma das instalações, calcule:

- Ponto de equilíbrio.
- Lucros esperados para venda de 3000, 4000 e 6000 unidades.

Ponto de equilíbrio

Análise de custos fixos e variáveis

Exercício 2: considere as alternativas de localização abaixo.

Localização	Custos fixos	Custo variável
Instalação A	R\$ 80,000	R\$ 22
Instalação B	R\$ 120,000	R\$ 14
Instalação C	R\$ 50,000	R\$ 31

O preço de venda de uma unidade é de R\$ 50. Para cada uma das instalações, calcule:

- Ponto de equilíbrio.
- Lucros esperados para venda de 3000, 4000 e 6000 unidades.
- A melhor localização, para cada quantidade acima.

Ponto de equilíbrio

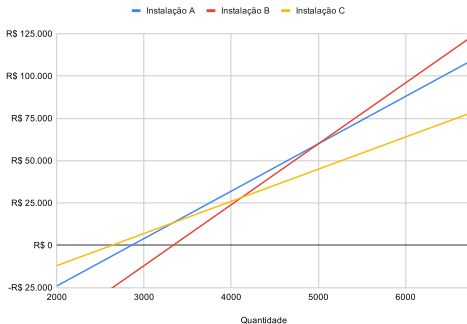
Análise de custos fixos e variáveis

	Custos fixos	Custo variável	Ponto de equilíbrio	Lucro
Instalação A	R\$ 80.000,00	R\$ 22,00	2857	R\$ 46.000,00
Instalação B	R\$ 120.000,00	R\$ 14,00	3333	R\$ 42.000,00
Instalação C	R\$ 50.000,00	R\$ 31,00	2632	R\$ 35.500,00

Preço de venda	R\$ 50,00
Quantidade	4500

Quantidade	Instalação A	Instalação B	Instalação C
2000	-R\$ 24.000	-R\$ 48.000	-R\$ 12.000
2250	-R\$ 17.000	-R\$ 39.000	-R\$ 7.250
2500	-R\$ 10.000	-R\$ 30.000	-R\$ 2.500
2750	-R\$ 3.000	-R\$ 21.000	R\$ 2.250
3000	R\$ 4.000	-R\$ 12.000	R\$ 7.000
3250	R\$ 11.000	-R\$ 3.000	R\$ 11.750
3500	R\$ 18.000	R\$ 6.000	R\$ 16.500
3750	R\$ 25.000	R\$ 15.000	R\$ 21.250
4000	R\$ 32.000	R\$ 24.000	R\$ 26.000
4250	R\$ 39.000	R\$ 33.000	R\$ 30.750
4500	R\$ 46.000	R\$ 42.000	R\$ 35.500
4750	R\$ 53.000	R\$ 51.000	R\$ 40.250
5000	R\$ 60.000	R\$ 60.000	R\$ 45.000
5250	R\$ 67.000	R\$ 69.000	R\$ 49.750
5500	R\$ 74.000	R\$ 78.000	R\$ 54.500
5750	R\$ 81.000	R\$ 87.000	R\$ 59.250
6000	R\$ 88.000	R\$ 96.000	R\$ 64.000
6250	R\$ 95.000	R\$ 105.000	R\$ 68.750
6500	R\$ 102.000	R\$ 114.000	R\$ 73.500
6750	R\$ 109.000	R\$ 123.000	R\$ 78.250

Análise de custos fixos e variáveis



Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.
- **Atenção ao sentido dos fatores!**

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.
- **Atenção ao sentido dos fatores!**

Para calcular o coeficiente de mérito CM_{ij} entre as instalações i e j :

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.
- **Atenção ao sentido dos fatores!**

Para calcular o coeficiente de mérito CM_{ij} entre as instalações i e j :

$$CM_{ij} = \left(\frac{F_{i1}}{F_{j1}} \right)^{p_1} \left(\frac{F_{i2}}{F_{j2}} \right)^{p_2} \cdots \left(\frac{F_{ik}}{F_{jk}} \right)^{p_k}$$

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.
- **Atenção ao sentido dos fatores!**

Para calcular o coeficiente de mérito CM_{ij} entre as instalações i e j :

$$CM_{ij} = \left(\frac{F_{i1}}{F_{j1}} \right)^{p_1} \left(\frac{F_{i2}}{F_{j2}} \right)^{p_2} \dots \left(\frac{F_{ik}}{F_{jk}} \right)^{p_k}$$

onde:

Análise dimensional

- Método comparativo que avalia o desempenho relativo entre duas instalações.
- Pode ser utilizado quando há fatores para os quais há medidas quantitativas e outros com avaliações qualitativas.
- Os diferentes fatores podem ter escalas diferentes, porém as mesmas escalas devem ser utilizadas para as duas instalações.
- **Atenção ao sentido dos fatores!**

Para calcular o coeficiente de mérito CM_{ij} entre as instalações i e j :

$$CM_{ij} = \left(\frac{F_{i1}}{F_{j1}} \right)^{p_1} \left(\frac{F_{i2}}{F_{j2}} \right)^{p_2} \dots \left(\frac{F_{ik}}{F_{jk}} \right)^{p_k}$$

onde:

- F_{ik} : avaliação da instalação i no fator k
- p_k : peso do fator k

Análise dimensional

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Avalie quais instalações são preferíveis quando comparadas entre:

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Avalie quais instalações são preferíveis quando comparadas entre:

- A e B

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Avalie quais instalações são preferíveis quando comparadas entre:

- A e B
- A e C

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Avalie quais instalações são preferíveis quando comparadas entre:

- A e B
- A e C
- B e C

Exercício 3: considere os dados abaixo.

Fator	Peso	A	B	C
Preço do terreno (R\$)	2	300,000	430,000	390,000
Preço da construção (R\$)	3	1,740,000	1,390,000	1,520,000
Custos de treinamento (R\$)	1	135,000	145,000	120,000
Clima	3	5	2	3
Reação da comunidade	4	8	7	9
Rede hospitalar	3	7	9	9

Avalie quais instalações são preferíveis quando comparadas entre:

- **A e B:** B (11.15)
- **A e C:** C (1.36)
- **B e C:** B (0.12)

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.
- d_{ix} : coordenada x da localização i .

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.
- d_{ix} : coordenada x da localização i .
- d_{iy} : coordenada y da localização i .

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.
- d_{ix} : coordenada x da localização i .
- d_{iy} : coordenada y da localização i .
- V_i : volume movimentado de/para a localização i .

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.
- d_{ix} : coordenada x da localização i .
- d_{iy} : coordenada y da localização i .
- V_i : volume movimentado de/para a localização i .

Em alguns casos: $V_i = p_i C_i$, onde:

Centro de gravidade

- Permite a inserção de uma nova instalação em uma rede já existente.
- Fornece uma medida aproximada da posição central da rede atual.

$$C_x = \frac{\sum_i d_{ix} V_i}{\sum_i V_i} \quad C_y = \frac{\sum_i d_{iy} V_i}{\sum_i V_i}$$

onde:

- C_x : coordenada x do centro de gravidade.
- C_y : coordenada y do centro de gravidade.
- d_{ix} : coordenada x da localização i .
- d_{iy} : coordenada y da localização i .
- V_i : volume movimentado de/para a localização i .

Em alguns casos: $V_i = p_i C_i$, onde:

- ▶ p_i : custo de transporte de/para a localização i
- ▶ C_i : volume movimentado de/para a localização i

Centro de gravidade

Exercício 4: Considere os dados abaixo. Indique o ponto central da rede, utilizando o método do centro de gravidade.

Centro de gravidade

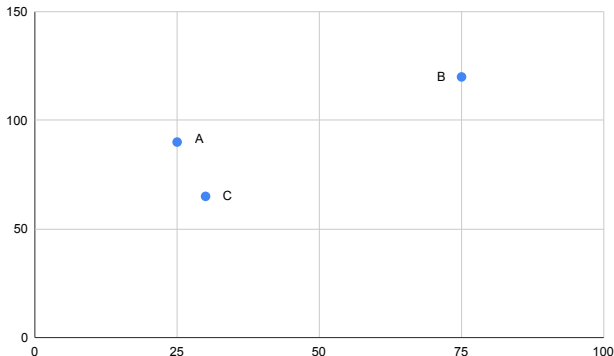
Exercício 4: Considere os dados abaixo. Indique o ponto central da rede, utilizando o método do centro de gravidade.

Localização	Volume	X	Y
Instalação A	95,000	25	90
Instalação B	45,000	75	120
Instalação C	70,000	30	65

Centro de gravidade

Exercício 4: Considere os dados abaixo. Indique o ponto central da rede, utilizando o método do centro de gravidade.

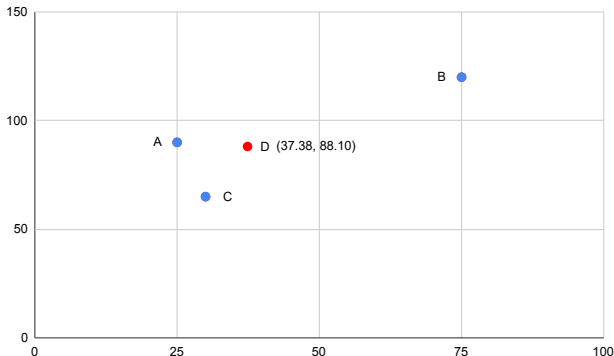
Localização	Volume	X	Y
Instalação A	95,000	25	90
Instalação B	45,000	75	120
Instalação C	70,000	30	65



Centro de gravidade

Exercício 4: Considere os dados abaixo. Indique o ponto central da rede, utilizando o método do centro de gravidade.

Localização	Volume	X	Y
Instalação A	95,000	25	90
Instalação B	45,000	75	120
Instalação C	70,000	30	65



Modelo da mediana

- Assim como o modelo do centro de gravidade, este modelo insere uma instalação em uma rede já existente.

Modelo da mediana

- Assim como o modelo do centro de gravidade, este modelo insere uma instalação em uma rede já existente.
- A instalação adicionada terá coordenadas X e Y individualmente coincidentes com outras instalações da rede.

Modelo da mediana

- Assim como o modelo do centro de gravidade, este modelo insere uma instalação em uma rede já existente.
- A instalação adicionada terá coordenadas X e Y individualmente coincidentes com outras instalações da rede.
- A nova instalação não necessariamente coincide com outra existente, somente se ambos X e Y forem "herdados" da mesma instalação.

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:
 - ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
- ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:
 - ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
 - ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
 - ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.
- Definindo a coordenada X:

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
- ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.

- Definindo a coordenada X :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em X (da esquerda para a direita, ou vice-versa).

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
- ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.

- Definindo a coordenada X :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em X (da esquerda para a direita, ou vice-versa).
- ▶ Parar quando a soma das cargas (volume ou demanda) for igual ou superior à mediana.

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:
 - ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
 - ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
 - ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.
- Definindo a coordenada X :
 - ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em X (da esquerda para a direita, ou vice-versa).
 - ▶ Parar quando a soma das cargas (volume ou demanda) for igual ou superior à mediana.
- Definindo a coordenada Y :

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
- ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.

- Definindo a coordenada X :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em X (da esquerda para a direita, ou vice-versa).
- ▶ Parar quando a soma das cargas (volume ou demanda) for igual ou superior à mediana.

- Definindo a coordenada Y :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em Y (de cima para baixo, ou vice-versa).

Modelo da mediana

Resolução do modelo

- Obtendo a mediana:

- ▶ Somar volumes/demandas das instalações existentes. Dividir resultado por 2.
- ▶ Se o resultado é ímpar, essa será a "mediana" das cargas.
- ▶ Se o resultado é par, haverá duas "medianas", uma igual ao resultado e outra igual ao resultado mais um.

- Definindo a coordenada X :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em X (da esquerda para a direita, ou vice-versa).
- ▶ Parar quando a soma das cargas (volume ou demanda) for igual ou superior à mediana.

- Definindo a coordenada Y :

- ▶ Varrer instalações em direção crescente/decrescente em Y (de cima para baixo, ou vice-versa).
- ▶ Parar quando a soma das cargas (volume ou demanda) for igual ou superior à mediana.

Modelo da mediana

Exercício 5: considere a rede abaixo.

Modelo da mediana

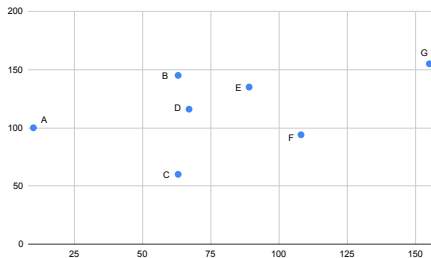
Exercício 5: considere a rede abaixo.

Localização	Volume	X	Y
Instalação A	100,000	10	100
Instalação B	10,000	63	145
Instalação C	30,000	63	60
Instalação D	120,000	67	116
Instalação E	30,000	89	135
Instalação F	100,000	108	94
Instalação G	50,000	155	155

Modelo da mediana

Exercício 5: considere a rede abaixo.

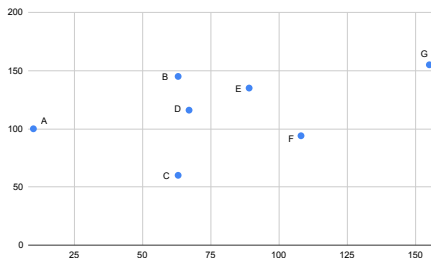
Localização	Volume	X	Y
Instalação A	100,000	10	100
Instalação B	10,000	63	145
Instalação C	30,000	63	60
Instalação D	120,000	67	116
Instalação E	30,000	89	135
Instalação F	100,000	108	94
Instalação G	50,000	155	155



Modelo da mediana

Exercício 5: considere a rede abaixo.

Localização	Volume	X	Y
Instalação A	100,000	10	100
Instalação B	10,000	63	145
Instalação C	30,000	63	60
Instalação D	120,000	67	116
Instalação E	30,000	89	135
Instalação F	100,000	108	94
Instalação G	50,000	155	155

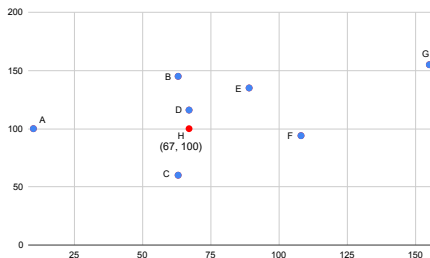


Defina o local de instalação de uma nova unidade (H), de acordo com o modelo da mediana.

Modelo da mediana

Exercício 5: considere a rede abaixo.

Localização	Volume	X	Y
Instalação A	100,000	10	100
Instalação B	10,000	63	145
Instalação C	30,000	63	60
Instalação D	120,000	67	116
Instalação E	30,000	89	135
Instalação F	100,000	108	94
Instalação G	50,000	155	155



Defina o local de instalação de uma nova unidade (H), de acordo com o modelo da mediana.

Materiais relacionados

- Leitura de capítulos:

- ▶ **Moreira:** Cap. 7 – Localização de instalações
- ▶ Slack *et al.*: Cap. 6 – Design of the operations network
- ▶ Chase *et al.*: Facility Location
- ▶ Ballou¹: Cap. 13 – Facility Location Decisions

- Vídeos:

V1. British Airways - Building the 787-9 Dreamliner [3:59]

V2. How Boeing Builds a 737 Plane in Just 9 Days [2:38]

¹BALLOU, R.H. Business Logistics: Supply Chain Management. 5th ed. Prentice Hall, 2003.