



Parte 01

Introdução ao Curso

Prof. Dr. Renato de Oliveira Moraes



Sumário

- Objetivo do Curso
- Programa
- Avaliação



Objetivo

- Capacitar os alunos na análise e interpretação de dados, mediante a inferência estatística.
- Apresentar aplicações de Estatística à Engenharia de Produção.



Programa

- a) Introdução à Estatística: população, amostra, variáveis e tipos de dados.
- b) Estatística descritiva: medidas de posição e dispersão. Técnicas gráficas de descrição de dados. Análise de dados suspeitos.
- c) Estimação de parâmetros: métodos para estimação e propriedades dos bons estimadores. Estimação por ponto e por intervalo.
- d) Testes de hipóteses para um e dois parâmetros (médias, variâncias e proporções). Teste t para amostras emparelhadas.
- e) Análise de variância com uma e duas classificações (modelo cruzado).
- f) Modelo de Regressão simples e múltipla: coeficiente de correlação parcial, análise de variância aplicada à regressão, melhoria de ajuste e multicolinearidade.
- g) Testes de aderência
- h) Noções de análise de decisão



Avaliação

Prova 1: 9/setembro, segunda feira

Prova 2: 14/outubro, segunda feira

Prova 3: 25/novembro, segunda feira

Sub: 02/dezembro, segunda feira (fechada)

$$Média = \frac{2 \times P_1 + 3 \times P_2 + 4 \times P_3}{9}$$

Média Final ≥ 5 e Freq $\geq 70\%$ \rightarrow aprovado

$(3 \leq$ Média Final $< 5)$ e Freq $\geq 70\%$ \rightarrow recuperação

Média Final < 3 ou Freq $< 70\%$ \rightarrow reprovação

REC: 09/dezembro, segunda feira (fechada)



Bibliografia

DEVORE, J.L. Probabilidade de Estatística para Engenharia e Ciências, Editoras Thomson.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A., Estatística Básica, Editora Atual, 2003.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A., Análise de Variância e Regressão

COSTA NETO, P.L.O., Estatística, Editora Edgard Blücher, 1977.



Ambiente Virtual de Aprendizagem

- O AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) contém o material de apoio da disciplina
 - Transparências
 - Listas de Exercícios
- É baseado no Moodle (ferramenta de ensino à distância)
- Pode ser acessada pelo site da Produção (www.poli.usp.br/pro) ou diretamente pelo link www.ava-producao.net
- Os alunos devem se inscrever neste ambiente e consulta-lo regularmente
- A disciplina é presencial e o uso deste ambiente não é um substituto das frequência em sala de aula



Curso: PRO3200-T9/2015 x PRO | Departamento de E

pro.poli.usp.br

AVA TRANET SISTEMAS USP NOTÍCIAS EVENTOS BIBLIOTECA CONTATO

Pesquisar

Notícias

- 02/07/2015
Apresentação do Programa de Pós-Graduação 2015 – 2016
- 01/07/2015
Alunos de disciplina do PRO desenvolvem projetos de sistemas de informação
- 23/06/2015
Nova chefia do Departamento de Engenharia de Produção – Poli/USP

Destaques

- Edital Programa Unificado de Bolsas de Estudo para Estudantes de Graduação 2015-2016
- Resultado: Edital – Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD) da Capes 2015
- Calendário Escolar 2015 – Graduação
- Recuperação das Disciplinas de Graduação 1º semestre 2015: 13 a 24/07/15

INSTITUCIONAL	GRADUAÇÃO	PÓS-GRADUAÇÃO	PESQUISA	ACESSE TAMBÉM
O Departamento	O Curso	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção	Editais Vigentes	LETICIC
Corpo Docente	Disciplinas		Grupos de Pesquisa	LGP
Extensão	Trabalho de Formatura	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Logísticos	Pós-Doutorado	LGI
Notícias	Atividades Acadêmicas		Apoio à Pesquisa	REDECOOP



Ambiente Virtual de Aprendizagem: Acesso ao site - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/login/index.php

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Ambiente Virtual de Apr... Galeria do Web Slice

Português - Brasil (pt_br)



Ambiente Virtual de Aprendizagem

Nome de usuário

Senha

Entrar

[→ Criar uma conta](#)

[→ Não consegue acessar a sua conta ?](#)

 créditos

Concluído Internet | Modo Protegido: Desativado 100%





Internet Explorer - Criar Conta no AVA - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/login/signup.php

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Criar Conta no AVA Galeria do Web Slice

apenas aos alunos inscritos na disciplina. Siga os seguintes passos:

1. Preencha o formulário abaixo com os seus dados.
- 1. Uma mensagem de confirmação da inscrição será enviada imediatamente ao seu endereço de email.**
2. Visite o endereço web indicado no email para confirmar o seu cadastramento automaticamente e começar a navegar.
3. Acesse a sua disciplina clicando o nome correspondente na lista de disciplinas disponíveis.
4. Se for pedido um código de inscrição use a senha que foi fornecida pelo professor. Esta senha é reservada aos usuários do AVA inscritos na disciplina e será necessária apenas na primeira vez que você entrar na disciplina.
5. Quando você retornar ao site, para entrar na disciplina basta usar o seu nome de usuário e a sua senha.

Dados para acessar o AVA

Nome de usuário*

Senha* Mostrar

Dados Pessoais

Endereço de email*

Email (outra vez)*

Nome*

Sobrenome*

Cidade/Município*

País*

PRO USP Pos o noodle

Internet | Modo Protegido: Desativado 100%



Confirmação de registro em um sistema web.

Confirmação de registro

Você ainda não fez o acesso [\(Entrar\)](#)



Confirmar seu registro

Uma mensagem foi enviada para o seu endereço **renato_om@hotmail.com**
Esta mensagem contém instruções para completar a sua inscrição.
Se você encontrar dificuldades contate o administrador do site.

[Continuar](#)

PRO USP moodle

Concluído Internet | Modo Protegido: Desativado 100%



Ambiente Virtual de Aprendizagem - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/index.php

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Ambiente Virtual de Apr... Galeria do Web Slice

Seja Bem-Vindo **Romeu Cambalhota** (Sair)

Português - Brasil (pt_br)

Ambiente Virtual de Aprendizagem

Menu do Usuário

Boa tarde Romeu!

- Meu Perfil
- Mensagens
- Calendário
- Contato

Você está logado pela primeira vez.

Usuários Online

(últimos 5 minutos)

- Romeu Cambalhota
- Carlos Eduardo Guerra Cremaschi

Seja bem-vindo ao **Ambiente Virtual de Aprendizagem** do Departamento de Engenharia de Produção da POLI/USP.

Procure, entre as disciplinas listadas abaixo, a que você pretende acessar. **Atenção!** Para acessar a área restrita de cada disciplina e seu conteúdo, é necessário digitar o **código de acesso**, informado aos alunos pelo **professor**.

Para encaminhar suas **dúvidas** e **sugestões** a respeito do Ambiente Virtual de Aprendizagem do PRO, **CLIQUE [AQUI](#)** e poste seu comentário.

Bons estudos!

Categorias

- Graduação
- Pós-Graduação
- Pesquisa
- Sistemas Logísticos
- Todas as disciplinas ...

Categorias

- Graduação
- Pós-Graduação
- Pesquisa
- Sistemas Logísticos

Concluído

Internet | Modo Protegido: Desativado

100%



Windows Internet Explorer window showing the AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem website. The browser address bar displays `http://www.ava-producao.net/course/category.php?id=14`. The page title is "Página Inicial: Graduação". The website header includes the AVA logo and the text "AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem". A navigation menu shows "Página Inicial", "Categorias", and "Graduação". A search bar is present with the text "Seja Bem-Vindo Romeu Cambalhota (Sair)" and "Buscar disciplinas por Código ou Nome:". A dropdown menu for "Categorias" is open, showing "Graduação" and "Categorias subordinadas" with sub-items: "1º Semestre 2010", "2º Semestre 2010", and "3º Quadrimestre 2010". The footer contains logos for PRO, USP, and Moodle, along with the text "Internet | Modo Protegido: Desativado" and "125%".



Página Inicial: 2º Semestre 2010 - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/course/category.php?id=19

Seja Bem-Vindo **Romeu Cambalhota** (Sair)

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

Buscar disciplinas por Código ou Nome:

[Buscar]

Página Inicial ► Categorias ► 2º Semestre 2010

Categorias:

(02/08/2010 a 08/12/2010)

Disciplinas

- Estatística 1 - Turma 1
- Estatística 1 - Turma 3
- Estatística 1 - Turma 5
- Estatística 1 - Turma 6
- Estatística 1 - Turmas 8 e 9
- Economia Geral - Turma 1
- Economia Geral - Turma 2
- Princípios de Administração de Empresas - Turma 2
- ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO - Turmas 1 e 2
- Logística e Cadeias de Suprimento - Turmas 1 e 2
- Automação e Controle - Turmas 1 e 2
- Gestão da Tecnologia da Informação - Turmas 1 e 2

Concluído

Internet | Modo Protegido: Desativado 125%



Acesso a PRO2201-T3/2010 - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/course/enrol.php?id=133

Arguivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Acesso a PRO2201-T3/2... Galeria do Web Slice

Seja Bem-Vindo [Romeu Cambalhota](#) (Sair)

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

Página Inicial ▶ Disciplinas ▶ Acesso a PRO2201-T3/2010

PRO2201-T3/2010 - Estatística 1 - Turma 3

Tutor: Prof. Dr. Renato de Oliveira Moraes

Esta disciplina requer um código de inscrição.
Uma senha que deve ser usada na primeira vez em que o usuário inscrito entra na disciplina.

Código de Inscrição:

PRO USP moodle

Concluído Internet | Modo Protegido: Desativado 125%



Acesso a PRO2201-T3/2010 - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/course/enrol.php?id=133

Arguivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Acesso a PRO2201-T3/2... Galeria do Web Slice

Seja Bem-Vindo [Romeu Cambalhota](#) (Sair)



AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

Página Inicial ▶ Disciplinas ▶ Acesso a PRO2201-T3/2010

PRO 3200 – Estatística

Tutor: [Prof. Dr. Renato de Oliveira Moraes](#)

Esta disciplina requer um código de inscrição.
Uma senha que deve ser usada na primeira vez em que o usuário inscrito entra na disciplina.

Código de Inscrição:

[Faça a minha inscrição nesta disciplina](#)

[Cancelar](#)

Digite o código de acesso aqui
Este código foi dado em sala de aula ("zenon")

Concluído

Internet | Modo Protegido: Desativado 125%





Disciplina: Estatística 1 - Turma 3 - Windows Internet Explorer

http://www.ava-producao.net/course/view.php?id=133

Seja Bem-Vindo **Romeu Cambalhota** (Sair)

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

Página Inicial ► PRO2201-T3/2010

Menu da Disciplina

- Alunos e Professores
- Resultado de Avaliação

Atividades

- Fóruns
- Questionários
- Recursos Didáticos

Usuários Online

(últimos 5 minutos)

- Romeu Cambalhota

Minhas disciplinas

- Estatística 1 - Turma 3
- Todas as disciplinas ...

Estatística 1 - Turma 3 (PRO2201-T3/2010)

2º Semestre 2010 (Graduação)

Professor(es): Prof. Dr. Renato de Oliveira Moraes

- Notícias da disciplina
- Programa
- Lista de Exercícios de Probabilidade

Calendário

agosto 2010

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Seleção de Eventos

- Gera/AVA
- Grupo
- Disciplina
- Usuário

1 Questionários

- Questionário 1 - Introdução à Probabilidade - 14/ago
- Questionário 2 - Probabilidade Condicionada - 21/ago

Últimas Notícias

(Nenhuma notícia publicada)

Próximos Eventos

- Questionário 1 - Introdução à Probabilidade - 14/ago

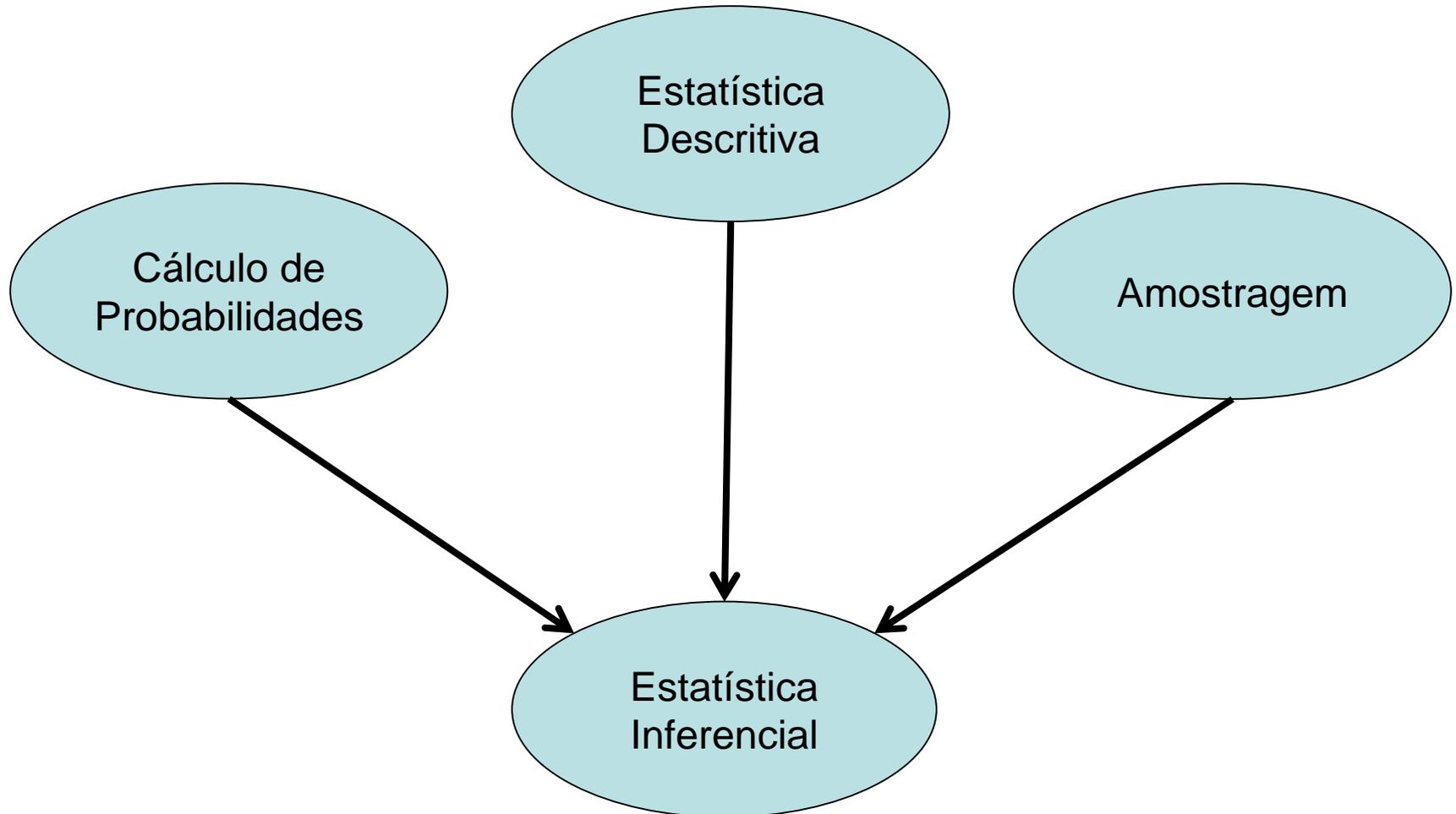
Concluído

Internet | Modo Protegido: Desativado

125%



Estatística





Estatística para que?

- Desejo verificar se uma afirmação sobre uma população é verdadeira.
- Desejo fazer uma afirmação sobre uma população.
- Determinar a probabilidade de uma afirmação sobre uma população ser verdadeira.



Alguém diz

Em nosso restaurante 45% dos clientes (aqueles que pagam a conta da mesa) estão acompanhados de crianças. Por isto devemos criar uma área de lazer com monitores para que os adultos possam ficar mais sossegados (e consumir mais) durante sua permanência no restaurante. Esta afirmação é verdadeira?



Muito provavelmente a afirmação não é verdadeira. Basta que a proporção de clientes acompanhados de criança seja 45,001% (e não 45%) para que a afirmação seja falsa.

Porém em termos práticos, os donos do restaurante sabem que basta que pelo menos 35% dos clientes estejam acompanhados por crianças para que a criação da área de lazer com monitores se justifique. Qual a probabilidade de que a proporção real seja maior ou igual a 35%?



Voltemos a afirmação feita inicialmente.
Ela foi feita baseada em que?

Suponha que uma amostra de 20 mesas
foi analisada. Em nove delas haviam
crianças (45%).

É possível afirmar que, na população, o
percentual de clientes com crianças com
crianças é maior ou igual a 35%?



Com base nos dados da amostra, qual ser a probabilidade de cometer um erro ao afirmar que o percentual de clientes com crianças é superior a 30%?

Se esta probabilidade for baixa (o que é baixa?!), é possível fazer esta afirmação com certa tranquilidade.



Regulagem da máquina

Uma máquina enche pacotes de 1 Kg de açúcar. Contudo, existe uma certa variabilidade neste processo que está associada à precisão do equipamento. Sabe-se que a quantidade de açúcar colocada nos pacotes tem uma distribuição Normal e que se a máquina for ajustada para 1Kg, 99,0% dos pacotes conterão uma quantidade de açúcar entre 0,990 e 1,010 Kg. Uma amostra com 10 pacotes foi analisada, e observou-se que peso médio foi de 1,050 Kg. A máquina está desregulada?



Problemas Típicos

Um lote de parafusos cuja resistência média deve ter um valor mínimo aceitável para ser entregue por um fornecedor (120 kgf/mm^2). Uma amostra de 10 peças é os seguintes dados são obtidos:

- Média amostral = 110 kgf/mm^2
- Desvio padrão amostral = 10 kgf/mm^2

O lote dever ser aceito ou rejeitado?



Problemas Típicos

Os dados ao lado mostram a produção de leite em Kg de dois rebanhos de cabras em um determinado dia. Um especialista garantiu que o rebanho B é mais produtivo do que o rebanho A. Com os dados disponíveis estime a probabilidade desta afirmação não ser verdadeira.

Rebanho A

8	7	9	6
8	9	8	7

Rebanho B

8	8	9	8	9
8	10	10	9	9
10	7	9	8	11
9	9	10	8	9



Problemas Típicos

Considere a relação entre temperatura ambiente e a taxa de defeitos em uma linha de produção. Qual valor máximo de defeitos se a temperatura for de 25 °C?

Temp (°C)	Defeitos
12	5,27%
13	5,56%
15	5,52%
17	7,34%
18	7,67%
22	8,34%



TIPOS BÁSICOS DE ESCALAS

Escala	Características do sistema numérico*	Regra
NOMINAL	Cada número na série é único	Não atribuir o mesmo número a diferentes objetos ou diferentes números ao mesmo objeto
ORDINAL	Os números são ordenados	Manter a numeração crescente ou decrescente, sendo as distâncias quaisquer
INTERVALAR	Podem-se definir diferenças iguais	Arbitrariedade no ponto zero e na unidade de medida
RAZÃO	podem-se definir razões iguais	Arbitrariedade na unidade de medida

(*) todas as características de um nível de escala também serão características dos níveis mais altos



Ilustração de escalas para uma corrida de 100 metros

Escala Nominal	Números atribuídos aos atletas	3	11	7
Escala Ordinal	Ordem de chega na corrida	3 ^o	2 ^o	1 ^o
Escala Intervalar	Desempenho medido numa escala de 0 a 10	7,5	8,5	9,2
Escala Razão	Tempo da	12,3	11,7	10,8



Escala Nominal

- Os números servem como labels (rótulos) apenas para nomear, identificar, classificar e(ou) categorizar dados sobre pessoas, objetos, eventos ou fatos.
- EX.: Número da Carteira de Identidade, placa de veículos, etc. (os números não tem nenhum significado a não ser identificar a pessoa ou objeto associado ao número).
- **USOS COMUNS NAS SEGUINTEs VARIÁVEIS:** sexo, marcas, cores, modelos, tipo de loja, regiões, usa/não usa, gosta/não gosta, ocupação, etc.
- Medida de tendência central possível é a moda.
- Só permite a contagem. Não faz sentido calcular a média de escalas nominais.



Escala Ordinal

- É definida uma relação de ordem entre objetos/eventos.
- Uma escala ordinal é aquela em que os números servem além de nomear, identificar, classificar, também para ordenar, segundo um processo de comparação, as pessoas, objetos ou fatos, em relação a determinada característica. Importante: não se define distância entre os números.
- Ex.:
 - Escolaridade: 1º grau, 2º grau, 3º grau
 - Ordem de importância, preferência
 - Hierarquizar marcas, processos, etc.
- Medidas de tendência central possíveis: moda e mediana



Escala Intervalar

Os números ordenam os objetos tal que a distância (intervalo) entre os eles correspondem às distâncias entre os objetos, pessoas ou fatos na característica que está sendo mensurada; pode-se comparar as diferenças, mas não a magnitude absoluta das medições.

Exemplo: escalas de temperatura

Celsius	0	10	30	50	100
Fahrenheit	32	50	86	122	212

Zero arbitrário: 0° Celsius não significa ausência de calor

Na escala Kelvin o zero é aceito como absoluto (corresponde a -273°C), permitem a comparação das duas magnitudes.

distâncias são comparáveis, posições absolutas não comparáveis

pode-se falar em razão das distâncias, não falar em razão entre posições

Medidas de tendência central possíveis: média, moda e mediana



Escala Razão

- Possuem as mesmas características das escalas de intervalo, com a vantagem de possuírem o zero absoluto.
- Há relação entre o zero absoluto da variável a ser medida e o zero absoluto da escala, ou seja, as razões estabelecida para a escala correspondem às razões do fenômeno estudado.
- Exemplos: Idade, renda, vendas de um produto, share de mercado, custos, número de consumidores, peso, altura, distância,
- Razões entre posições: $40\text{Kg} = \text{dobro de } 20\text{ Kg}$
- Razões iguais entre valores da escala correspondem a razões iguais entre o fenômeno medido.
- Medidas de tendência central possíveis p/ escala razão: média, média geométrica, moda e mediana



Escalas Métricas e Não Métricas

NÃO MÉTRICAS (qualitativas): ORDINAL e NOMINAL

- Dados não métricos são atributos, características ou categorias próprias que identificam ou descrevem um indivíduo.

MÉTRICAS (quantitativas): INTERVALAR e RAZÃO

- São medidas de precisão que permitem cálculos matemáticos de performance. As diferenças entre pontos da escala podem ser comparáveis.



Escala	Características	Usos Possíveis	Estatísticas Possíveis
NOMINAL	Identidade, Definição única de números	Marcas, sexo, raças, cores, tipo de lojas, regiões, uso/não uso, Gosta/não gosta, E a toda variável que se possa associar números para identificação.	Moda, Percentagens, Teste Binomial, Teste de Qui-quadrado, Mcnemar, Cochran Q
ORDINAL	Ordem dos números	Atitudes, preferências, opiniões, classes sociais, ocupações	Medianas, Quartis, Decis, Percentis, Teste de Mann-Whitney, Teste U, Kruskal Wallis Correlação de postos
INTER-VALAR	Comparação de intervalos	Atitudes, Opiniões, Conscientização Preferências, Números-índices	Média, Intervalo, Amplitude total, Amplitude média, Desvio médio, Variância, Desvio padrão, Teste de Z, Teste de t, Análise de variância, Correlação de produto-momento.
RAZÃO	Comparação de medidas absolutas, Comparação de proporções	Idade, Preço, Número de consumidores, Volume de vendas, Renda, Patrimônio.	Todos da escala intervalar e mais: Média geométrica, Média harmônica Coeficiente de variação



Mudança de tipo de variável

Quanti → Quali

- Valor do salário (Razão)
- Faixa salarial (Ordinal)
 - (a) até 1 SM
 - (b) de 1 a 3 SM
 - (c) de 3 a 6 SM
 - (d) de 7 a 15 SM
 - (e) acima de 15 SM

Quali → Quanti

(uso de variável dummy)

- Gênero (Nominal)
 - Masculino
 - Feminino
- Variáveis dummies
 - Opção 1
 - Gênero
 - 0: Masculino
 - 1: Feminino
 - Opção 2
 - Masc
 - 1: Masculino
 - 0: Não é masculino
 - Fem
 - 1: Feminino
 - 0: Não é feminino



Mudança de tipo de variável

Quali → Quanti (uso de variável dummy)

- Gênero (Nominal)

- Masculino
- Feminino

- Variáveis dummies

- Opção 1

- Gênero
 - 0: Masculino
 - 1: Feminino

$$Y = a X + b$$

- Opção 2

- Masc
 - 1: Masculino
 - 0: Não é masculino
- Fem
 - 1: Feminino
 - 0: Não é feminino

$$Y = a_1 X_M + a_2 X_F + b$$

a: Diferença do comportamento entre mulheres e homens
b: Comportamento comum entre mulheres e homens