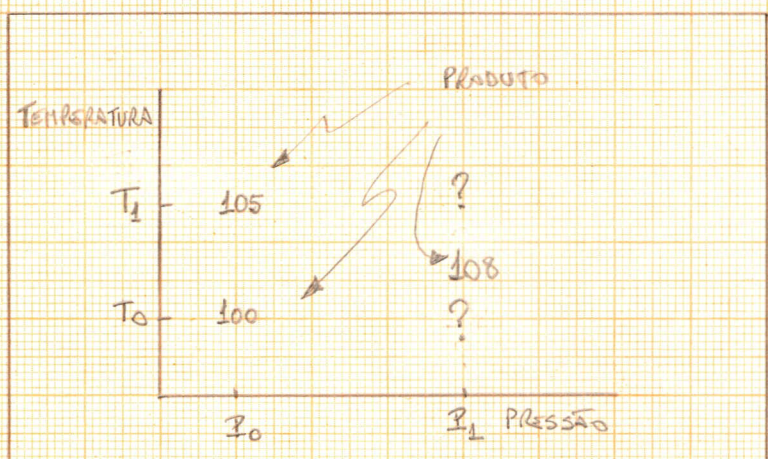


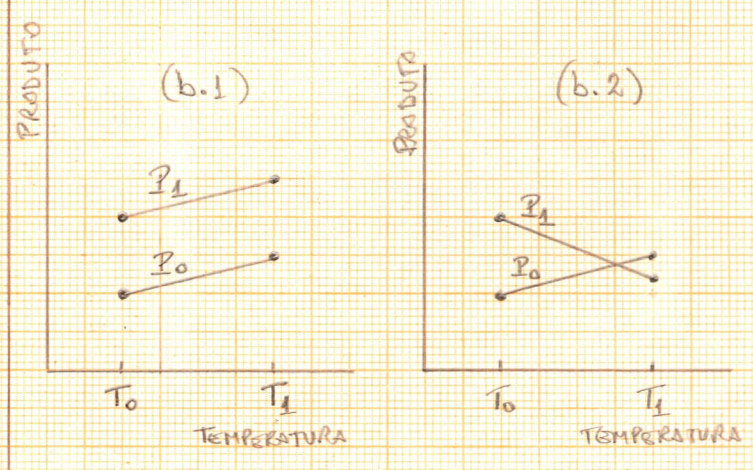
14. INTERAÇÃO ENTRE FATORES OU VARIÁVEIS^{8, 53, 54, 54, 55, 56 e 57}

Interação é um efeito adicional ocorrido num experimento devido à influência combinada de dois ou mais fatores (variáveis independentes).

Os gráficos de interação (diagramas bi e tridimensionais) representam os resultados de experimentos fatoriais, isto é as respostas dos efeitos combinados de dois ou mais fatores que são investigados simultaneamente, em dois ou mais níveis para cada fator e em todas as combinações possíveis; são aplicáveis a misturas. Ver Figuras 42 a 46.

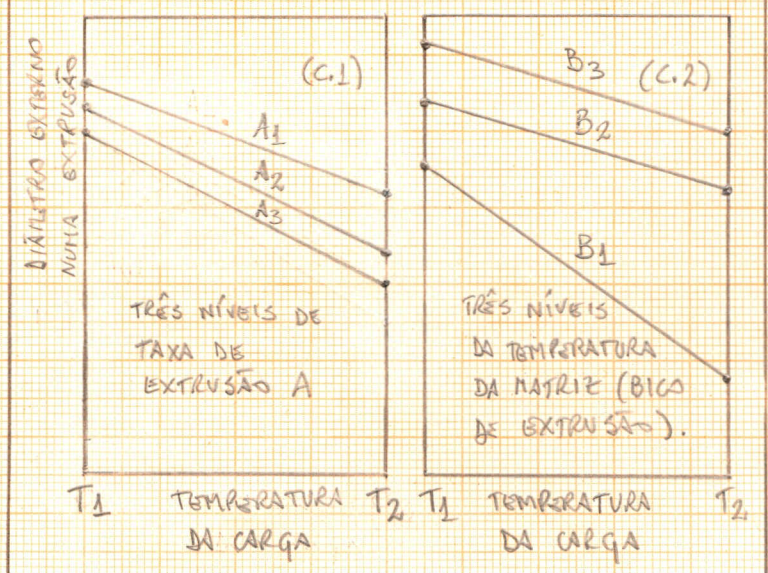


(a) EXPERIMENTOS "UM DE UMA VEZ"



(b) DOIS POSSÍVEIS CONJUNTOS DE RESULTADOS

- b.1 - LINHAS PARALELAS, SEM INTERAÇÃO
- b.2 - LINHAS NÃO-PARALELAS, COM INTERAÇÃO



- c.1 - INTERAÇÃO INSIGNIFICANTE ENTRE A E T.
- c.2 - INTERAÇÃO SIGNIFICATIVA ENTRE B E T.

FIG. 42 - DIAGRAMAS DE INTERAÇÃO BIPUNTUAIS

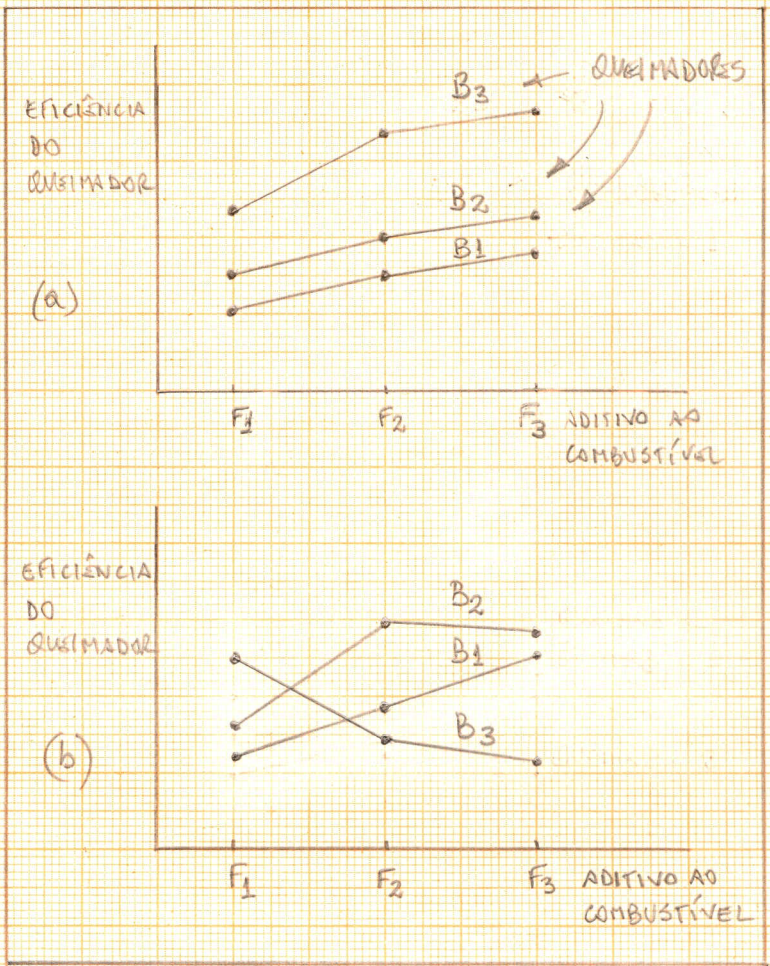


FIG. 43 - DIAGRAMAS DE INTERAÇÃO PARA CURVAS DE TRÊS PONTOS

- a - SEM INTERAÇÃO
- b - COM INTERAÇÃO

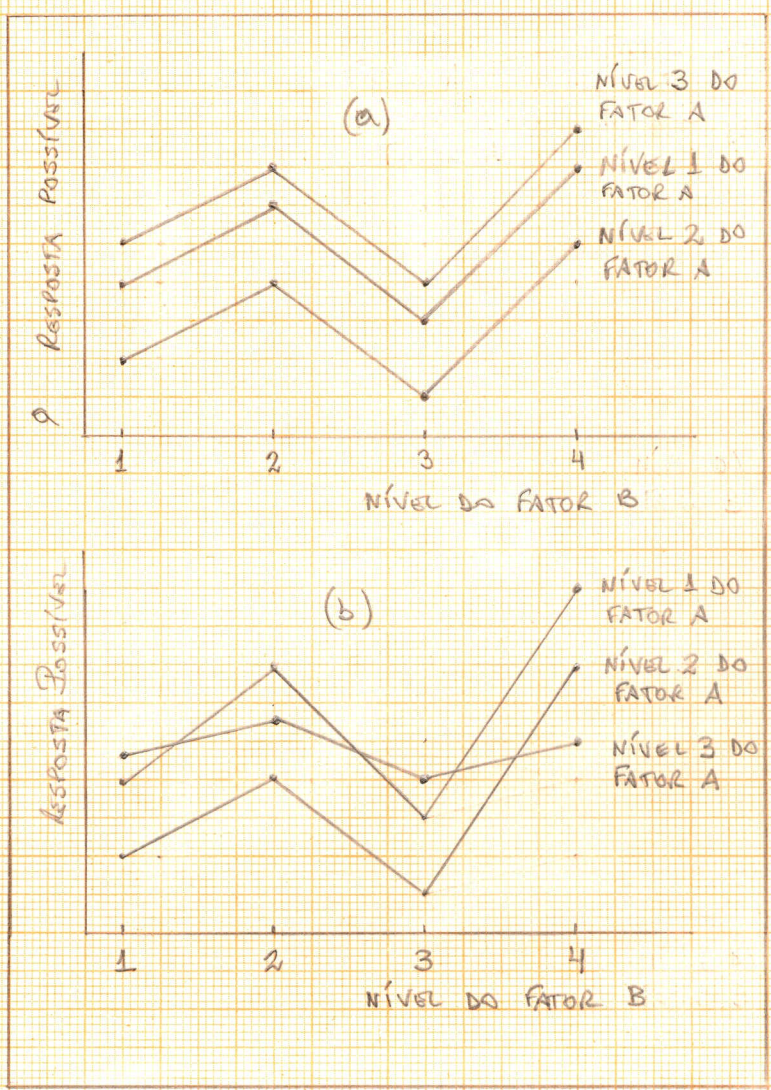


FIG. 44 - DIAGRAMAS DE INTERAÇÃO PARA CURVAS DE QUATRO PONTOS

- a - SEM INTERAÇÃO - MODELO ADITIVO: OS EFEITOS DO NÍVEL 3 SÃO ADICIONADOS AOS DO NÍVEL 1, E OS DO NÍVEL 2 ATUAM EM SENTIDO CONTRÁRIO. AS DIFERENÇAS ENTRE AS DIFERENTES CURVAS DE A PERMANECE CONSTANTE PARA TODOS OS VALORES DO FATOR B.
- b - COM INTERAÇÃO - A DIFERENÇA ENTRE OS NÍVEIS 1 E 3 DO FATOR É ALTERNADAMENTE POSITIVA E NEGATIVA, POIS O COMPORTAMENTO DA RESPOSTA DEPENDE DOS NÍVEIS DE A E B; O MODELO É INTERATIVO.

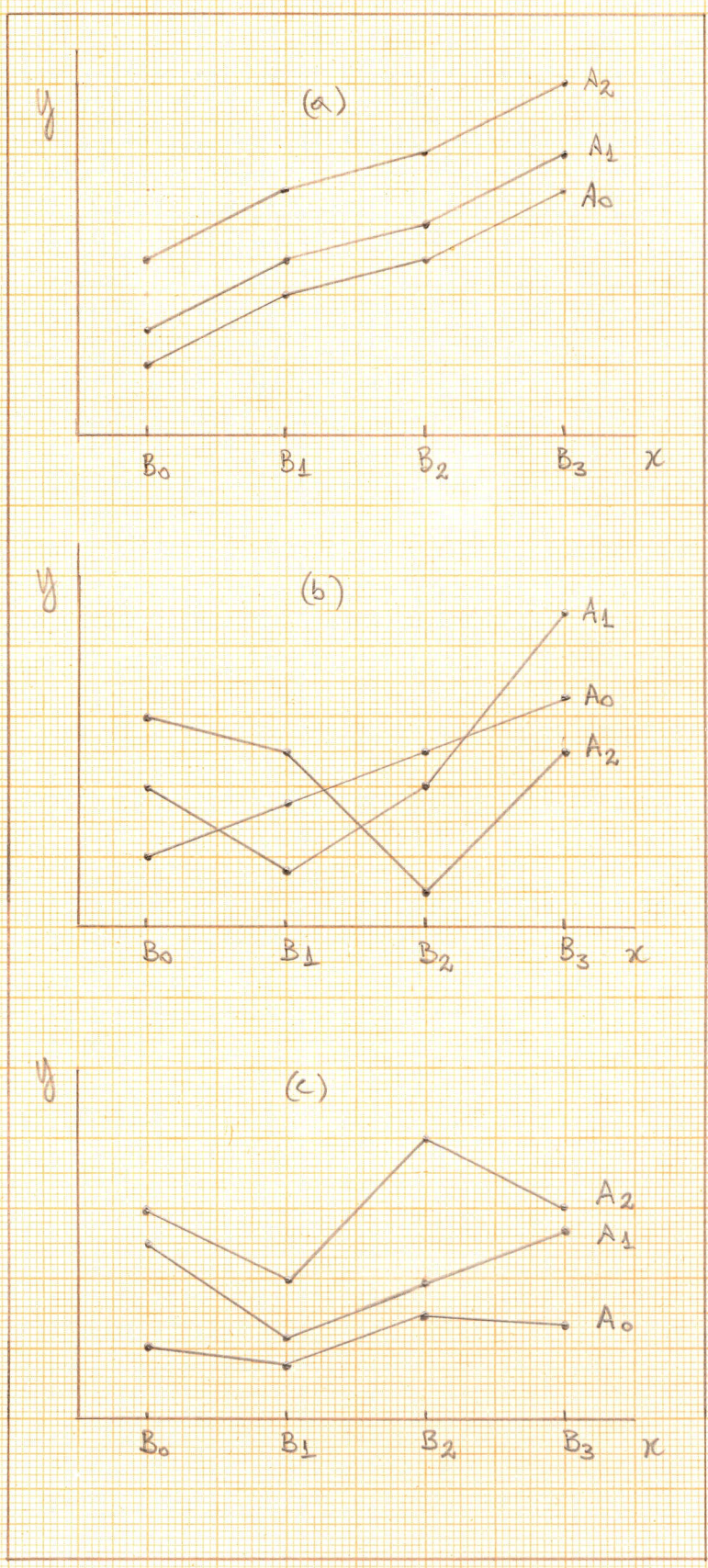


Fig. 45 - DIAGRAMAS DE EXPERIMENTOS FATORIAIS 4 x 3

- a - SEM INTERAÇÃO
- b - COM INTERAÇÃO
- c - COM INTERAÇÃO

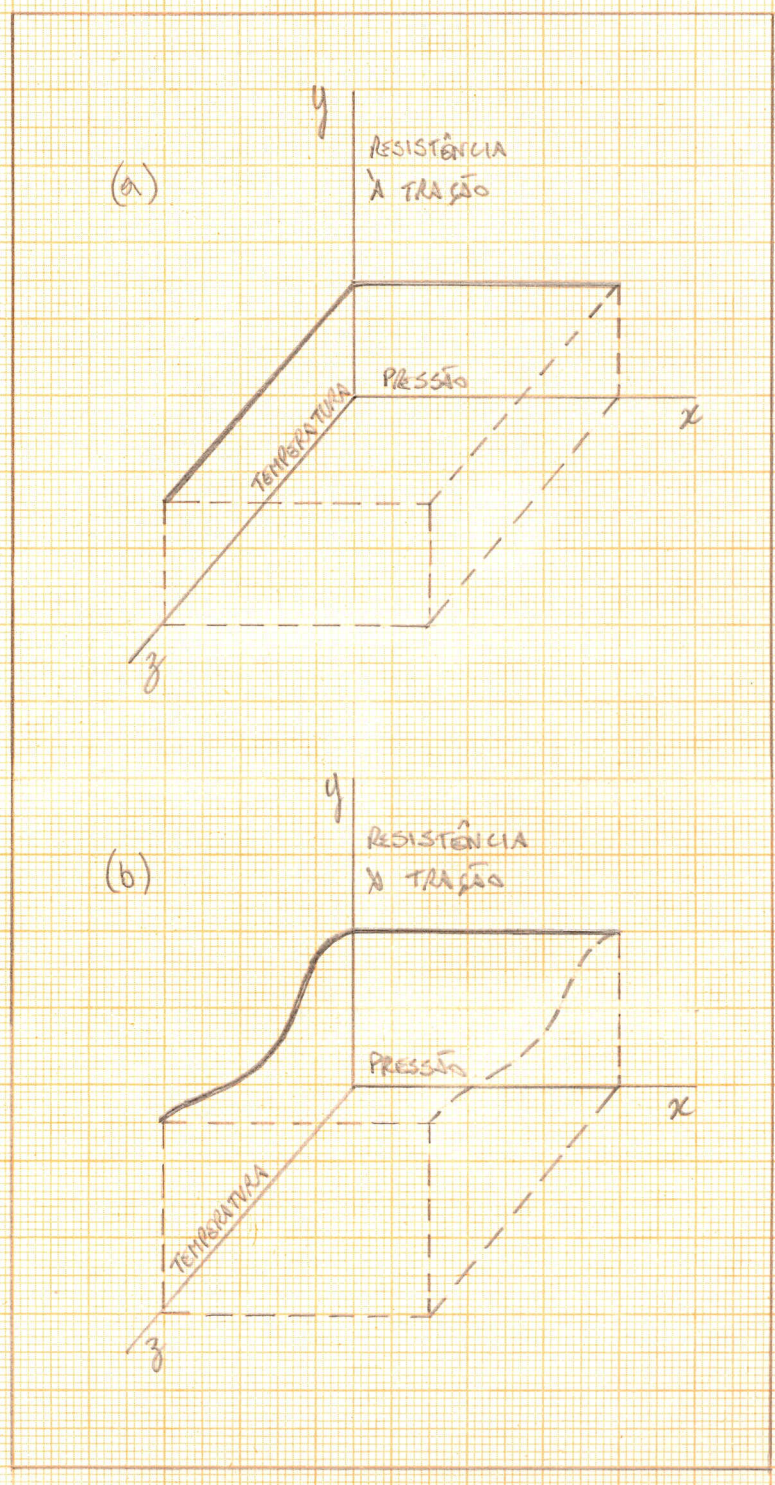


Fig. 46 - GRÁFICOS DE INTERAÇÃO TRIDIMENSIONAIS

- a - AUSÊNCIA DE EFEITOS DA TEMPERATURA E DA PRESSÃO SOBRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO - SEM INTERAÇÃO
- b - EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO COM AUSÊNCIA DE EFEITOS DA PRESSÃO - SEM INTERAÇÃO

36
MILIMETRO A4 210x297mm
Cód. 15141

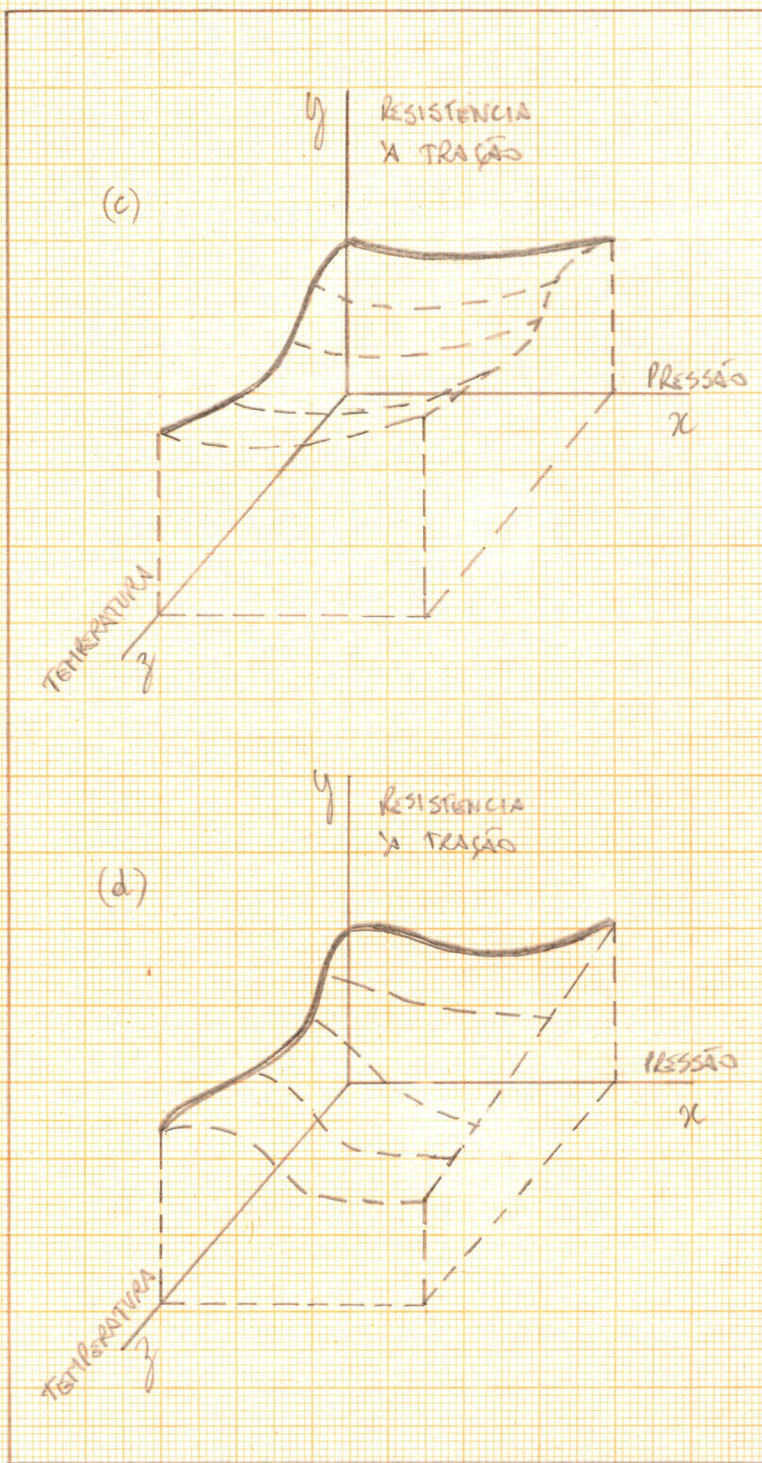


Fig. 46 - GRÁFICOS DE INTERAÇÃO TRIDIMENSIONAIS

c - SEM INTERAÇÃO - OS EFEITOS DA PRESSÃO PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA SÃO OS MESMOS SOBRE A RESISTÊNCIA À TRACÃO.

d - COM INTERAÇÃO - NOS MENORES NÍVEIS DE PRESSÃO OS EFEITOS DA TEMPERATURA SÃO DIFERENTES DAQUELES APRESENTADOS EM NÍVEIS ELEVADOS SOBRE A RESISTÊNCIA À TRACÃO. O MESMO OCORRE PARA A PRESSÃO NOS DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA.

15. ÍNDICES 5, 11, 12, 22

NUMERO ÍNDICE É um número, adimensional ou não, que pode servir para a comparação de fenômenos aleatórios em tempos ou situações diversas. É uma medida estatística idealizada para mostrar as variações de uma variável, ou de um grupo de variáveis, correlacionadas ao tempo, à localização geográfica a outras características como rendimento, profissão, etc.

ÍNDICES, NÚMEROS ÍNDICES E INDICADORES são sinônimos.

SÉRIE DE ÍNDICES É uma coleção de índices de diversos anos, localidades, profissões, etc.

QUADRO 19 Tipos de Índices

Nome	Significado
Preço Relativo	$\frac{\text{Preço da utilidade num período determinado} \times 100}{\text{Preço da utilidade num período de referência(ou básico)}}$
Volume Relativo ou Quantidade Relativa	$\frac{\text{Quantidade produzida(ou consumida) num dado período} \times 100}{\text{Quantidade produzida num período de referência}}$
Valor Relativo	Preço Relativo x Quantidade Relativa
Elo Relativo ou Cadeia Relativa	É o produto dos preços relativos de uma sequência, onde cada preço é referido ao anterior.
Índices Agregativo Simples ou Médios	$\frac{\text{Média Aritmética dos preços da utilidade num dado ano} \times 100}{\text{Média Aritmética dos preços da utilidade num período básico}}$
Índice Agregativo Ponderado	Relaciona os valores relativos da utilidade envolvendo os preços em duas épocas distintas e as quantidades para um ano pré-determinado.

QUADRO 20
Índices Microbianos Típicos

Nome	Significado
Tempo de Duplicação	É o tempo necessário para dobrar a concentração microbiana no meio de cultivo na fase logarítmica de crescimento. $t_d = \frac{\ln 2}{r}$
Taxa Específica de Crescimento	É a taxa de variação da concentração de microorganismos por unidade de concentração dos mesmos. $\mu = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = \frac{d \ln X}{dt}$
Taxa de Diluição ou tempo de Detenção Hidráulica	É a relação entre o volume do bioreator e a vazão de alimentação (igual à de saída na operação contínua). $D = \frac{V}{q}$
Constante de Rendimento para Crescimento	É a relação peso de células produzidas por peso de substrato consumido. $Y_{x/s} = \frac{\Delta X}{\Delta S}$
Tempo de Redução Decimal	É o tempo necessário para reduzir a décima parte a população microbiana através de esterilização D é obtido na equação $e^{-KD} = \frac{N}{N_0} = \frac{1}{10}$
Eficiência de Processo de Esterilização	$\epsilon_f = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \times 100$ onde N_1 é a população microbiana inicial e N_2 é a final, em termos de concentração.

16. TÉCNICAS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA^{4, 8, 11, 12, 17, 21, 23}

ANÁLISE ESTATÍSTICA É o conjunto das técnicas para deduzir ou organizar os dados coletados e os parâmetros estatísticos para determinar a significação que lhes pode ser essencialmente atribuída, incluídas as decisões inerentes.

QUADRO 21

Técnicas de Análise Estatística - Classificação

Objetivos	Técnicas ou Métodos
A. Análise de Dados Experimentais	A.1 Regressão A.2 Correlação A.3 Influências - Estimacão de Parâmetros - Estimacão de Intervalos - Testes de Hipóteses A.4 Diagramas de Interaçao
B. Planejamento de Experiências	B.1 Completamente Aleatório B.2 Amostras Emparelhados B.3 Blocos Aleatórios ou Casualizados B.4 Quadrados Latinos B.5 Parcelas Subdivididas B.6 Fatorial B.7 Fatorial sem Repetição B.8 Blocos Incompletos B.9 Fatoriais Fracionários
C. Simulacão de Processos	C.1 Analógica C.2 Digital C.3 Gráfica

Visa analisar os efeitos ou respostas de dois ou mais fatores (variáveis) investigados simultaneamente ou isolados ou combinados.

QUADRO 22

Técnicas da Análise de Dados Experimentais

Nome	Objetivo
Regressão ou Modelagem Matemática ou Ajustamento de Curvas	Visa desenvolver ou estabelecer uma relação entre duas ou mais variáveis sob forma de uma equação matemática utilizando métodos que envolvam os parâmetros estatísticos.
Correlação	Visa estabelecer ou medir o grau de intensidade de associação entre variáveis observadas.
Inferência Estatística	Visa deduzir ou obter conclusões a respeito de uma população mediante o uso de amostras dela extraídas por meio da Teoria da Probabilidade e indicar a precisão de tais induções.
Estimação de Parâmetros	Visa deduzir um ou mais parâmetros estatísticos de uma distribuição de probabilidades ou os coeficientes de um modelo de processo proposto ou empírico.
Estimação de Intervalos	Visa estabelecer os limites de confiança ou fiduciais (ou os níveis de confiança) dos parâmetros populacionais.
Testes de Hipóteses ou de Significância ou Regras de Decisão	Utilizam-se de suposições ou considerações acerca das distribuições de probabilidades das populações ou de modelos matemáticos propostos, para representar dados experimentais, bem como critérios a fim de verificar e decidir se uma hipótese pode ser aceita ou rejeitada ou indicar se a amostra observada difere, de modo significativo, dos resultados esperados.
Diagramas de Interação	Visam analisar os efeitos ou respostas de dois ou mais fatores (variáveis) investigados simultaneamente, isolados combinados.

Heath⁸ - "Experimentos sem objetivos são, quase sempre, estereis. A maior parte das descobertas é feita por acaso, através de experimentos que visavam a outros objetivos. Planejar e realizar um bom experimento e apreciar-lhe os resultados requer escrupuloso esforço mental, não raro prolongado. Sem uma hipótese a impelir-nos e sugerir o que observar e anotar, talvez nada percebamos. Todos nós tendemos a proteger experimentos que conduzem a dar apoio à hipótese formulada. Convém fazer um esforço consciente para evitar a tendenciosidade.

18. PLANEJAMENTO DE EXPERIÊNCIAS^{4, 11, 12, 17, 21, 23, 24}

Visa determinar a sequência completa de etapas que assegurem a obtenção de dados apropriados, capazes de permitir uma análise objetiva que conduza a decisões válidas com relação ao problema estabelecido.

Condições imprescindível: o planejador das experiências deve entender claramente os objetivos da investigação/pesquisa proposta.

O experimento, para ser válido, deve não só fornecer informações sobre a natureza e a magnitude dos efeitos aparentes, mas também permitir uma estimativa da variabilidade.

Um tratamento(ou condições impostas) tal como aplicado num experimento, nunca é simples, no sentido de que altere apenas um fator, embora seja isso, via de regra, o que o experimento pretenda.

Para o cientista observacional, os tratamentos que permitem testar suas previsões são fornecidas pela Natureza, e raramente lhe é dado eliminar um componente de confundimento que ache importante.

O Cientista experimental projeta seus experimentos de modo a eliminar ou reduzir alguns daqueles componentes de confundimento mas à custa de introduzir ou acentuar outros.

QUADRO 23

Princípios Básicos de Experimentação

Nome	Significado
1º - POPULAÇÃO GRANDE	A população estudada deve ser sempre considerada ilimitada ou muito grande; deve ser viável, em princípio, obter uma grande população de indivíduos; caso contrário, os dados perdem o caráter científico pois as observações não poderão ser repetidas.
2º - UNIDADE EXPERIMENTAL	Definir a unidade experimental e o seu espaço matemático ou geográfico, para a coleta dos dados que deverão refletir os efeitos dos tratamentos ensaiados.
3º - REPETIÇÃO	a - Cada tratamento, num experimento, deve ser aplicado a vários indivíduos de uma população. b - Todas as comparações experimentais devem ser repetidas no espaço, no tempo ou em ambos.
4º - ALEATORIZAÇÃO OU CASUALIZAÇÃO	Cada tratamento deve ser aplicado aleatoriamente aos indivíduos ou amostras de uma população ou às unidades experimentais.
5º - CONTROLE LOCAL OU ESPACIAL	Cada conjunto estatístico (amostras, populações, unidades experimentais) deve ser o mais homogêneo possível no espaço que ocupa, mesmo que seja diferente dos seus congêneres.

NOTA: Em Bioestatística é preferível empregar o termo REPETIÇÃO ao invés de REPRODUÇÃO (considerados sinônimos pelos estatísticos).

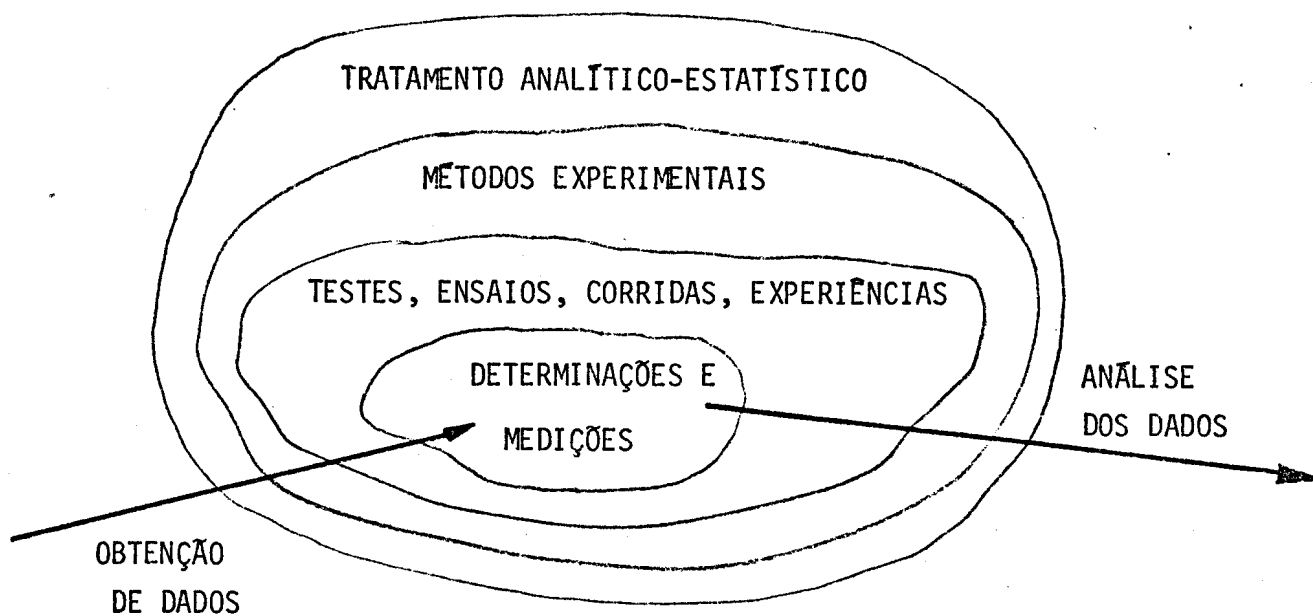
A repetibilidade e a reprodutibilidade são medidas de precisão.

Repetibilidade - é maior diferença entre dois resultados avulsos e independentes que possam ser considerados aceitáveis no nível de probabilidade de 95%.

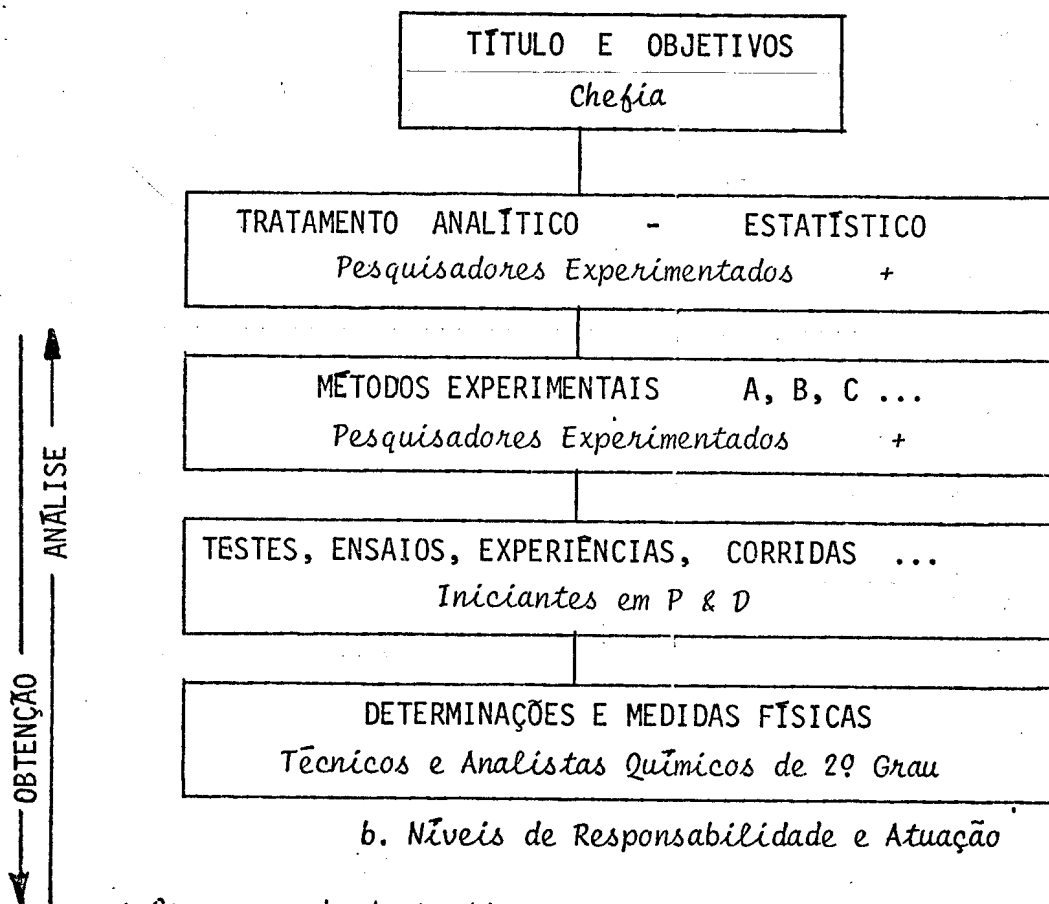
Reprodutibilidade - é maior diferença entre um resultado avulso de teste obtido em um laboratório e um resultado avulso de teste obtido num outro laboratório que não possam ser considerados suspeitos no nível de probabilidade de 95%.

87

TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS - envolvem um tratamento experimental, um planejamento de experiências, uma análise estatística e, opcionalmente, uma simulação.



a. Níveis de Planejamento



b. Níveis de Responsabilidade e Atuação

+ Os cursos de doutorado e mestrado constituem alternativas para formar pesquisadores; nem todo doutor ou mestre está capacitado para efetuar pesquisas em laboratório ou centro tecnológico.

Fig. 47. Obtenção e Análise de Dados Experimentais

TRATAMENTO EXPERIMENTAL - é o conjunto particular de condições experimentais, ou de variáveis, observadas ou impostas numa unidade experimental. Envolve, intrinsecamente, processos ou métodos experimentais. Pode ser simples ou combinado.

QUADRO 24
Tratamentos Experimentais²¹

Tipos de Experimento	Variáveis ou Condições Experimentais Enfocadas
Agrônomico	<ul style="list-style-type: none"> a) um fertilizante específico; b) uma quantidade dum fertilizante; c) a profundidade da sementeira no solo; d) combinação de (b) e (c).
Nutrição Animal	<ul style="list-style-type: none"> a) uma cria de gado; b) o sexo dos animais; c) o pai do animal experimental; d) a ração particular da alimentação dum animal.
Estudos de Psicologia e Sociologia	<ul style="list-style-type: none"> a) idade; b) sexo; c) grau de educação.
Lavagem de Roupa Doméstica	<ul style="list-style-type: none"> a) tipo de água(dura ou mole); b) temperatura da água; c) duração do tempo de lavagem; d) tipo de máquina de lavar; e) duração do agente de limpeza.
Rendimento dum Processo Químico	<ul style="list-style-type: none"> a) temperatura de operação do processo; b) quantidade usada do catalisador.
Desenvolvimento de Baterias Eletroquímicas	<ul style="list-style-type: none"> a) quantidade de eletrólito b) temperatura de ativação da bateria.

Simulação - é o estudo de um sistema ou suas partes através da manipulação de sua representação matemática ou seu modelo físico.

QUADRO 25

Técnicas de Planejamento de Experiências

TÉCNICAS DE EXPERIMENTOS COMPARATIVOS: ALEATORIZAÇÃO OU RANDOMIZAÇÃO
 REPETIÇÃO OU REPLICAÇÃO
 GRUPAMENTO EM BLOCOS

TÉCNICAS DE EXPERIMENTOS FATORIAIS: FATORIAL
 FATORIAL SEM REPETIÇÃO
 FATORIAIS FRACIONÁRIOS

Tipo	Significado e Objetivos
Completamente Aleatório	É o mais simples; distribui aleatoriamente os tratamentos às unidades experimentais, que devem ser homogêneas.
Amostras Emparelhadas ou Repetidas	Aplica aleatoriamente os tratamentos experimentais sobre pares de indivíduos ou amostras homogêneas, visando reduzir os efeitos de variáveis aleatórias não-controláveis.
Blocos Aleatórios ou Casualizados	Distribui as unidades experimentais em grupos ou blocos relativamente homogêneos, nos quais o número de parcelas seja igual ao número de tratamentos a investigar visando reduzir a influência das variáveis não-controláveis. Aplica aleatoriamente um tratamento de cada vez a duas ou mais unidades experimentais formadoras dum bloco.
Quadrados Latinos	Aplica aleatoriamente N tratamentos experimentais sobre N ² unidades experimentais dispostos na forma de uma tabela quadrada com N linhas e N colunas (N ≤ 8). Visa eliminar os efeitos de variáveis não controláveis ou a heterogeneidade em duas direções espaciais, isto é, num plano ou terreno.
Parcelas Sub-divididas	Aplica aleatoriamente dois tipos de tratamento em unidades experimentais, sub divididas em duas ou mais sub-unidades , distribuídas em blocos casualizados ou quadrados latinos. Cada parcela contém sub-parcelas distribuídas ao acaso. <u>Vi</u> sa tratar parcelas muito pequenas.
Blocos Incompletos	Visa reduzir o número de tratamentos quando é grande ou o material estudado é muito heterogeneo ou quando existem limitações ou tamanho dos blocos. Nem todas as combinações de tratamentos ocorrem em cada bloco - estão incompletos.

Heath⁷ - "O método clássico de experimentação era o de investigar os efeitos produzidos pela variação de um fator de cada vez, mantendo-se todas as demais condições tão constantes quanto possível. Esse procedimento é de valor muito limitado na pesquisa biológica, porquanto as reações de um organismo a um fator qualquer dependem acentuadamente dos níveis em que se mantem os demais fatores, de modo que as respostas, sob um conjunto único e arbitrário de condições, raramente apresentam qualquer interesse.

QUADRO 25 - Continuação

Nome	Significado
Fatorial	Inclue combinações de tratamentos experimentais em que dois ou mais fatores (variáveis independentes) são investigados simultaneamente, cada um deles em dois ou mais níveis (variedades) de fator. Visa estudar o tipo de interação entre os vários fatores e testar hipóteses com rigor através da combinação de todos os tratamentos, inclusive os aparentemente irrelevantes e chegar a conclusão mais gerais.
Fatorial sem Repetição	Utiliza somente uma unidade experimental por combinação de tratamentos. Visa eliminar a grande quantidade de unidades experimentais e analisar muitos erros experimentais pequenos comuns na vida industrial (ao contrário dos erros obtidos nos experimentos agrícolas).
Fatoriais Fracionários	Visa reduzir o número de tratamentos e o custo e estuda (investiga) algumas das combinações de tratamentos (metade, terça parte, quarta parte).

QUADRO 26

RÔTEIRO PARA REVISAR, PLANEJAR E EXECUTAR EXPERIMENTOS^{4, 17, 50}

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

1. Qual é o trabalho a ser executado? Quais questões deverão ser respondidas pelos experimentos? Quais as hipóteses a serem testadas?
2. Quais são as consequências de um insucesso caso ocorra durante a investigação de um efeito ou caso indique a sua inexistência?
3. Qual é o espaço experimental a ser coberto?
4. Qual é a programação no tempo?
5. Qual é o custo admissível?
6. Quais as informações prévias existentes sobre a experimentação ou seus resultados?
7. Existe alguma variável otimizada entre as pesquisadas ou somente o efeito das variáveis?

MODELO(S) A EMPREGAR

1. Os modelos a empregar serão empíricos ou resultantes de equações de balanços?
2. As formas dos modelos estão corretas ou deverão ser determinadas experimentalmente?
3. Quais serão as variáveis independentes e dependentes?

PROGRAMA EXPERIMENTAL

1. Qual é a população de dados e a sua ordem de grandeza?
 2. Quais são as variáveis (diretas e indiretas) a serem medidas?
Como serão medidas e qual a sequência de medições?
 3. Quais variáveis são inicialmente consideradas mais independentes?
Quais as menos importantes? O efeito desejado poderá ser detectado?
 4. Quais fatores estranhos ou perturbados devem ser controlados, balanceados ou minimizados?
 5. Qual tipo de controle de variáveis é desejável?
 6. As variáveis são independentes ou funções de outras variáveis?
 7. Qual a exatidão (acuracidade) desejável?
 8. Qual a precisão (ou dispersão) desejável? Qual o nível de confiança desejável?
A precisão será diferente para diferentes níveis das variáveis?
-

REPETIÇÃO E ANÁLISE

1. Qual é a unidade experimental? Qual a técnica de planejamento experimental ou como serão repetidos os experimentos: todos de uma só vez, sequencialmente ou em grupo? Quais são os tratamentos experimentais passíveis de erros?
2. Quantos são e quais os tipo de testes a serem executados?
3. Em que forma estarão os dados a serem analisados e interpretados?
4. Os pesquisadores colaboradores foram solicitados a indicar fatores que pudessem afetar os resultados?
5. As técnicas experimentais foram discutidas em detalhes suficientes capazes de revelar procedimentos tendenciosos?
6. Quais são os erros propagados e suas influências nos resultados?
(O estudo da propagação de erros economiza tempo e trabalho).

CONDUÇÃO DAS MEDIÇÕES

1. Após estimar a precisão desejada, não modificá-la, mesmo que os instrumentos permitam.
2. Repetir medições dos testes passíveis de erros ou acidentes até as medidas se repetirem com frequência.
3. Verificar qual o erro das medições que mais afeta o resultado e corrigi-lo, se for possível.
4. Limitar a precisão de cada medida direta, de modo que todas estas contribuam mais ou menos da mesma forma para o erro final da medida indireta (ou das funções dependentes).