

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Química



Disciplina

QUIO95 - Análises Volumétricas

I semestre 2020

**Erros Experimentais e Tratamento
de Dados Analíticos**

Profa. Maria Auxiliadora Costa Matos

Downloads aulas: <http://www.ufjf.br/nupis/>

Semana	Data	Práticas
2°	09-Mar	Erros e Tratamento de Dados
3°	16-Mar	Limpeza e aferição dos materiais volumétricos. Preparo da solução de NaOH.
4°	23-Mar	Padronização da solução de NaOH com biftalato de potássio.
5°	30-Mar	Preparo e padronização das soluções de HCl e H ₂ SO ₄ com Solução padrão de NaOH
6°	06-Apr	Determinação da concentração de ácido acético em vinagre.
7°	13-Apr	Determinação do teor de ácido acetilsalicílico em medicamento.
8°	20-Apr	Recesso
9°	27-Apr	Determinação da acidez total em vinho branco.
10°	04-May	Determinação da concentração de H ₃ PO ₄ em uma solução aquosa (Estágio à docência: Guilherme Alves)
11°	11-May	1a Avaliação
12°	18-May	Aferição da solução de AgNO ₃ e determinação da concentração de cloreto em soro fisiológico. (Estágio à docência: Guilherme Alves)
13°	25-May	Determinação das concentrações de iodeto de potássio e de brometo de potássio em soluções.
14°	01-Jun	Determinação da dureza em águas e determinação das concentrações de cálcio e magnésio em amostras de calcário dolomítico
15°	08-Jun	Padronização da solução de KMnO ₄ , determinação da concentração de peróxido de hidrogênio e volume em amostras de água oxigenada. (Estágio à docência: Guilherme Alves)
16°	15-Jun	Padronização da solução de Na ₂ S ₂ O ₃ e determinação da concentração de cobre em esponjas de uso doméstico.
17°	22-Jun	2a Avaliação
Nota Final =		Prova 1 + Prova 2 + Caderno de Laboratório + Teste (40 pontos) (40 pontos) (10 pontos) (10 pontos)

Referências Bibliográficas

1. Baccan, N., Andrade, J.C., Godinho, O.E.S, Barone, J.S. Química Analítica Quantitativa Elementar, Editora E. Blücher, 3ª. edição, 2001.
2. Harris, D. C. Análise Química Quantitativa, Editora LTC, 5ª edição, 2001 (6ª ed. 2005, 7ª ed. 2008).
3. Jeffery, G. H.; Bassett, J.; Mendham, J.; Denney, R. C. Tradução Macêdo H. Vogel Análise Química Quantitativa, Editora Guanabara Koogan S.A, 5ª. edição, 1992.
4. Skoog, D. A, West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. Fundamentos de Química Analítica, Editora Thomson, tradução da 8ª edição, 2006. (Skoog, D.A.; West, D.M.; Holler, F.J. Fundamentals of Analytical Chemistry, 6ª ed., Saunders, Philadelphia, 1992, ou versão condensada, mesmos autores, Analytical Chemistry, An Introduction, 6ª ed., Saunders, Philadelphia, 1994).

Introdução

Erros Experimentais e Tratamento de Dados Analíticos

Todas as medidas físicas possuem certo grau de incerteza. Quando se faz uma medida, procura-se manter esta incerteza em níveis baixos e toleráveis, de modo que o resultado analítico possua uma confiabilidade aceitável, sem a qual a informação obtida não terá valor.

A **estatística** fornece parâmetros que são capazes de interpretar resultados com grande probabilidade de correção e de rejeitar resultados sem condição.

Aceitação ou não dos resultados de uma medida dependerá de um tratamento estatístico

Decisão Final
Analista

Quais as causas de variação de um processo de medida?



Diagrama de Causa e Efeito Para um Processo de Medida

Em um processo de medida não só é importante reduzir as causas de variação, mas também quantificá-las, pois um resultado analítico não tem um fim em si mesmo, mas será usado para tomada de decisões

COMO DEVO EXPRESSAR O RESULTADO FINAL?

Qual a densidade de um mineral que apresenta uma massa $4,635 (\pm 0,002)$ g e um volume de $1,13 (\pm 0,05)$ mL?

a) Qual a incerteza da densidade calculada?

b) Quantos **algarismos significativos** devem ser usados para expressar a densidade obtida no cálculo?

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

O número de algarismos significativos de uma medida é o número de dígitos que representam um resultado experimental, de modo que apenas o **último algarismo seja duvidoso**.

Algarismos significativos em um número são todos os dígitos conhecidos como certos mais o primeiro dígito incerto.

Pode ser obtido de duas formas:

1) Diretamente

2) Indiretamente

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

1) Diretamente

Ex 1. Determinação da massa de uma substância em uma balança analítica com incerteza $\pm 0,1$ mg (0,0001 g).

Forma correta de expressar os valores pesados nesta balança:

- a) 0,0400 g ou 40,0 mg de NaCl, b) 1,0056 g ou 1005,6 mg de CaCO₃.

Ex 2. Determinação da massa de uma substância em uma balança semianalítica com incerteza ± 1 mg (0,001 g).

Forma correta de expressar os valores pesados nesta balança:

- a) 0,040 g ou 40 mg de NaCl, b) 1,005 g ou 1005 mg de CaCO₃.

Ex 3. Tomada de uma alíquota de uma solução com uma pipeta.

Pipeta volumétrica capacidade de 5 mL (classe A) tem incerteza de $\pm 0,01$ mL. A forma correta de expressar o volume transferido com esta pipeta é 5,00 mL.

Ex 4. Medida do volume de uma solução com uma bureta.

Bureta com capacidade de 10 mL (classe A) tem incerteza de $\pm 0,02$ mL. A forma correta de expressar o volume transferido com esta pipeta é 8,00 mL.

Por exemplo 6-5: Leitura do volume em bureta 50 mL ($\pm 0,05$)

Quando se lê a escala de uma bureta de 50 mL, você pode facilmente dizer que o nível de líquido é maior que 30,2 mL e menor que 30,3 mL. Você também pode estimar a posição do líquido entre as graduações de cerca de 0,02 mL.

Então, usando a convenção do algarismo significativo você deve descrever o volume dispensado, como por exemplo, 30,24 mL, que tem quatro algarismos significativos.

Os primeiros três dígitos são certos e o último dígito (4) é o incerto.

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

O número de algarismos significativos de uma medida é o número de dígitos que representam um resultado experimental, de modo que apenas o último algarismo seja duvidoso.

2) Indiretamente

A partir dos valores de outras grandezas medidas uma única vez
Propagação das incertezas e regra dos algarismos significativos em operações matemáticas:

Ex 5. Cálculo da densidade do mineral que pesa $4,635 (\pm 0,002)$ g e apresenta volume de $1,13 (\pm 0,05)$ mL.

Ex 6. Cálculo da concentração de uma solução a partir da massa do soluto (medido em balança analítica) e do volume da solução (balão volumétrico) - Solubilização de $0,0402$ g de NaCl pesado em balança analítica, em um balão volumétrico de 100 mL. Obs. incertezas: balança analítica $\pm 0,05$ e balão volumétrico $(\pm 0,08)$.

COMO DEVO EXPRESSAR O RESULTADO FINAL?

Qual a densidade de um mineral que apresenta uma massa 4,635 ($\pm 0,002$) g e um volume de 1,13 ($\pm 0,05$) mL?

- Qual a incerteza da densidade calculada?
- Quantos algarismos significativos devem ser usados para expressar a densidade?

I - Através da propagação das incertezas

$$d = \frac{4,635 (\pm 0,002) \text{ g}}{1,13 (\pm 0,05) \text{ mL}} = 4,1018... \text{ g/mL} = 4,1 (\pm 0,2) \text{ g/mL}$$

II - Através da Regra dos algarismos significativos em operações matemáticas


$$d = \frac{4,635 \text{ g}}{1,13 \text{ mL}} = 4,1018 \text{ g/mL} = 4,10 \text{ g/mL}$$

Zero é significativo

- entre dois algarismos significativos,
- depois da vírgula e a direita de outro dígito significativo.

Zero não é significativo

Depois da vírgula e a esquerda de um número significativo.

$6,302 \times 10^{-6}$  4 algarismos significativos
 0,000006302

PROPAGAÇÃO DAS INCERTEZAS

TABLE 6-4

Error Propagation in Arithmetic Calculations

Type of Calculation	Example*	Standard Deviation of y^\dagger
Addition or subtraction	$y = a + b - c$	$s_y = \sqrt{s_a^2 + s_b^2 + s_c^2}$ (1)
Multiplication or division	$y = a \times b/c$	$\frac{s_y}{y} = \sqrt{\left(\frac{s_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{s_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{s_c}{c}\right)^2}$ (2)
Exponentiation	$y = a^x$	$\frac{s_y}{y} = x\left(\frac{s_a}{a}\right)$ (3)
Logarithm	$y = \log_{10} a$	$s_y = 0.434 \frac{s_a}{a}$ (4)
Antilogarithm	$y = \text{antilog}_{10} a$	$\frac{s_y}{y} = 2.303 s_a$ (5)

* a , b , and c are experimental variables with standard deviations of s_a , s_b , and s_c , respectively

†These relationships are derived in Appendix 9. The values for s_y/y are absolute values if y is a

COMO DEVO EXPRESSAR O RESULTADO FINAL?

Qual a densidade de um mineral que apresenta uma massa 4,635 ($\pm 0,002$) g e um volume de 1,13 ($\pm 0,05$) mL?

- Qual a incerteza da densidade calculada?
- Quantos algarismos significativos devem ser usados para expressar a densidade?

I - Através da propagação das incertezas

$$d = \frac{4,635 (\pm 0,002) \text{ g}}{1,13 (\pm 0,05) \text{ mL}} = 4,1018... \text{ g/mL} = 4,1 (\pm 0,2) \text{ g/mL}$$

II - Através da Regra dos algarismos significativos em operações matemáticas

$$d = \frac{4,635 \text{ g}}{1,13 \text{ mL}} = 4,1018 \text{ g/mL} = 4,10 \text{ g/mL}$$

Zero é significativo

- entre dois algarismos significativos,
- depois da vírgula e a direita de outro dígito significativo.

Zero não é significativo

Depois da vírgula e a esquerda de um número significativo.

$6,302 \times 10^{-6}$  4 algarismos significativos
 0,000006302

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS EM ARITMÉTICA

Adição e subtração:

Quando duas ou mais quantidades são adicionadas ou subtraídas, a soma ou a diferença deverá conter tantas **casas decimais quantas existirem no componente com o menor número delas**. Neste caso, o número final de algarismos significativos poderá ser maior ou menor que os das grandezas somadas ou subtraídas.

Multiplicação e divisão:

O resultado deverá conter tantos algarismos significativos quantos estiverem expressos no componente com **menor número de significativos**.

ERROS ANALÍTICOS

Toda medida possui certa incerteza, a qual é chamada de erro experimental. Conclusões podem ser expressas com **alto** ou **baixo** grau de confiança, mais nunca com completa certeza.

Erros Sistemáticos & Erros Aleatórios

Erros Sistemáticos ou **Determinados** são Resultantes de desvios constantes nos resultados num mesmo sentido. São erros que podem ser **determinados, evitados ou corrigidos**

Aditivos - constantes qualquer que seja o valor medido

Proporcionais - proporcionais ao valor medido

- 1) Erros do método: Reações incompletas e ou paralelas, co-precipitação, indicador.
- 2) Erros operacionais e pessoais: Técnica correta e pouca experiência do analista.
- 3) Erros instrumentais e erros de reagentes: Falhas nos equipamentos e vidraria volumétrica, equipamentos não calibrados ou com calibração imprópria, reagente com impurezas, etc.

Erros Aleatórios ou **Indeterminados** são resultantes da impossibilidade de se manter os fatores rigidamente idênticos, ou seja, são resultantes de efeitos de variáveis descontroladas nas medidas. As variações são, portanto **inerentes ao sistema, irregulares** e resultam em **variabilidade**.

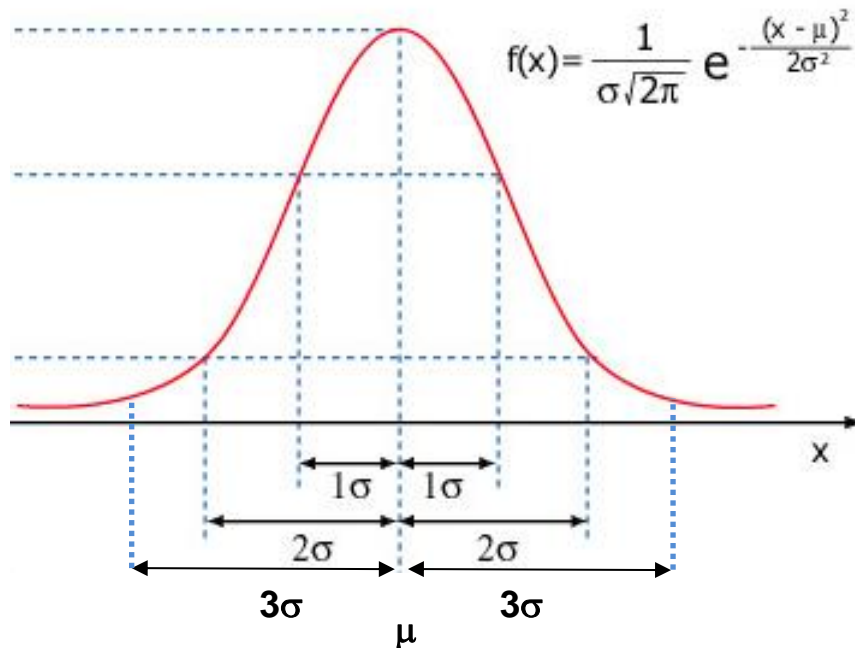
Não podem ser corrigidos

Estes erros podem ser submetidos a um tratamento estatístico que permite saber qual o valor mais provável e também a precisão de uma série de medidas.

A função do analista é obter um resultado tão próximo quanto possível do “**valor verdadeiro**” mediante a aplicação correta do procedimento analítico

TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE ERROS ALEATÓRIOS

A distribuição de réplicas de dados da maioria dos experimentos analíticos quantitativos se aproxima da **curva gaussiana**.



Na ausência de erros sistemáticos, a média da população (μ) é o valor verdadeiro para a quantidade medida.

$(\mu \pm 1\sigma)$ 68,3%	$(\mu \pm 2\sigma)$ 95,4%	$(\mu \pm 3\sigma)$ 99,7%
------------------------------	------------------------------	------------------------------

Média da população (μ) e desvio-padrão da população (σ)

Se um experimento é repetido várias vezes, e se os erros são puramente aleatórios, então os resultados tendem a se agrupar simetricamente sobre o valor médio. Quanto mais for repetido o experimento, mais perto os resultados se agrupam de uma curva suave ideal chamada distribuição gaussiana.

1. Valor médio (\bar{X}) é a soma dos valores medidos dividida pelo número de medidas (n).

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

2. Desvio-padrão da amostra (S) mede a proximidade dos valores agrupados em torno da média. Assim, quanto menor for o desvio-padrão, mais perto os dados estarão agrupados em torno da média.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

3. Coeficiente de variação (CV%) ou Desvio-padrão relativo percentual (DPR%): representa o **desvio-padrão relativo** em termos de percentagem. Estima a precisão de uma medida.

$$CV \% = \frac{s \cdot 100}{x}$$

$$DPR \% = \frac{s \cdot 100}{x}$$

4. Variância (S^2): representa o quadrado do desvio-padrão.

PRECISÃO E EXATIDÃO

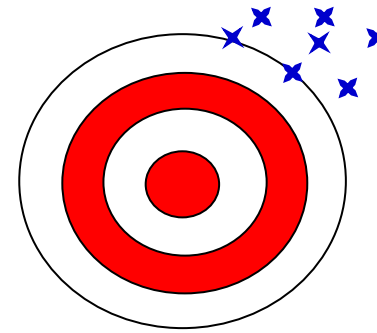
EXATIDÃO Refere-se a concordância da medida com um nível de referência ou valor conhecido (veracidade das medidas). Quanto menor o erro relativo, maior a exatidão.

$$\text{Erro relativo} = \frac{(\text{Valor}_{\text{medido}} - \text{valor}_{\text{referência}}) \cdot 100}{(\text{valor}_{\text{referência}})}$$

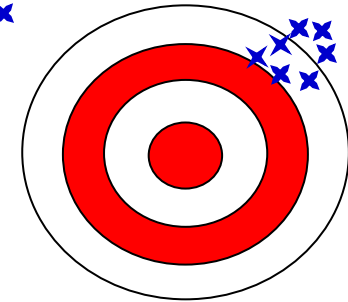
PRECISÃO Refere-se ao grau de concordância mútua entre as medidas individuais, ou seja, a reprodutibilidade da mediada. Quanto maior a dispersão dos valores menor a precisão.

$$\text{DPR} = \frac{S}{X} \quad \text{CV} = \frac{S \cdot 100}{X}$$

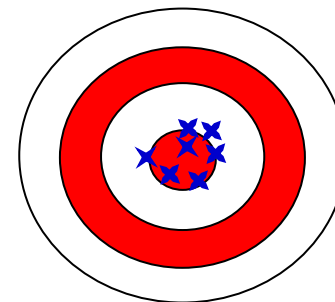
$$\text{DPR}(\%) = \frac{S \cdot 100}{X}$$



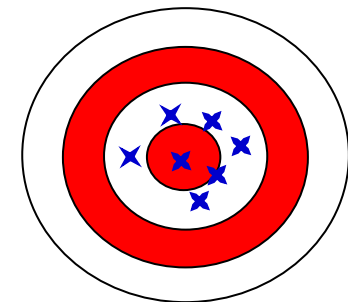
SEM PRECISÃO
SEM EXATIDÃO



COM PRECISÃO
SEM EXATIDÃO



COM PRECISÃO
COM EXATIDÃO



SEM PRECISÃO COM
EXATIDÃO

Ex 1: A quantidade de carboidratos presente em uma planta foi determinado pela análise de 5 replicas da amostra, obtendo-se os seguintes resultados: 11,9; 13,0; 12,7; 12,5; 15,0 e 12,6 mg/g.

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

- 1) Confiabilidade dos Resultados.
- 2) Comparação dos Resultados com um valor verdadeiro ou com outros conjuntos de dados.

CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS

1.1 Rejeição de valores anômalos (*Outlines*):

- ▶ Erros Grosseiros podem ser rejeitados caso exista uma razão química ou instrumental que justifique a rejeição do resultado.
- ▶ Teste estatístico para rejeição ou manutenção de um resultado suspeito.

Teste Q ou Teste de Dixon

Rejeita valores com base na amplitude das medidas

$$Q = \frac{|\text{Valor suspeito} - \text{Valor mais próximo}|}{|\text{Maior Valor} - \text{Menor valor}|}$$

Se Q calculado for maior que o Q crítico, então o valor questionado deve ser rejeitado.

“Testes estatísticos para a rejeição de valores anômalos devem ser usados com cautela quando aplicados a amostras que contenham poucos dados, ou seja, devem ser usados com bom senso.”

Ex 2: Os seguintes valores foram obtidos para análise de NO_3^- em amostras de água de rio: 0,403; 0,410; 0,401; 0,380; 0,400; 0,413; 0,408 mg/L.

Tabela 1: Valores Críticos para rejeição , Q

Número de observações	Q crit (Rejeitar se $Q > Q \text{ crit}$)		
	90 %	95 %	99 %
3	0,941	0,970	0,994
4	0,765	0,829	0,926
5	0,642	0,710	0,821
6	0,560	0,625	0,740
7	0,507	0,568	0,680
8	0,468	0,526	0,634
9	0,437	0,493	0,598
10	0,412	0,466	0,568

Fonte: Skoog, West, Holler. Fundamentals of Analytical Chemistry, 6ª ed, 1992

1.2 Intervalo de Confiança:

Com um número limitado de medidas, não podemos encontrar a média de população real (μ) ou o desvio-padrão verdadeiro (σ).

Podemos determinar a média da amostra (\bar{x}) e o desvio-padrão da amostra (s).

O intervalo de confiança é uma expressão condicionante de que a média real (μ), provavelmente tem uma posição dentro de certa distância da média medida (\bar{x}).

É possível calcular o intervalo de confiança para estimar o valor no qual se espera encontrar a média.

$$\mu = \left(\bar{x} \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \right)$$

t = parâmetro *t-Student*

Depende do grau de liberdade ($GL = n-1$)

Ex 3: Os seguintes valores foram obtidos para análise de NO_3^- em amostras de água de um rio: 11,9; 13,0; 12,7; 12,5; 12,6; 15,0 mg/g.

Tabela 2: Valores de t-student

Grau de Liberdade	80 %	90 %	95 %	99 %	99,9 %
1	3,8	6,31	12,7	63,7	637
2	1,89	2,92	4,30	9,92	31,6
3	1,64	2,35	3,18	5,84	12,9
4	1,53	2,13	2,78	4,60	8,61
5	1,48	2,02	2,57	4,03	6,87
6	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,42	1,90	2,36	3,50	5,41
8	1,40	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,8	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59
15	1,34	1,75	2,13	2,95	4,07
20	1,32	1,73	2,09	2,84	3,85
40	1,30	1,68	2,02	2,70	3,55
60	1,30	1,67	2,00	2,62	3,46
∞	1,28	1,64	1,96	2,58	3,29

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

A comparação entre os valores obtidos a partir de resultados e o valor verdadeiro ou conjunto de outros dados, possibilita determinar se o procedimento foi mais exato ou preciso, ou ambos, ou se é superior a outro modelo.

1) Comparação de Variância (Teste F Sndecor)

2) Comparação de Médias (Teste t)

2.1 Comparação de um resultado obtido com um Valor Conhecido.

2.2 Comparação de Médias Repetidas: n medidas obtidas por métodos diferentes ou analistas diferentes.

a. Quando as **variância** ou **desvios-padrão** populacionais não diferem.

b. Quando as **variância** ou **desvios-padrão** populacionais diferem.

1) COMPARAÇÃO DE VARIÂNCIAS - TESTE F SNDECOR

É possível verificar se as variâncias (S^2) das populações a que pertencem estas amostras podem se consideradas iguais com nível de confiança desejado.

$$F = \frac{(S_1)^2}{(S_2)^2} \quad \text{Sendo } S_1 > S_2 \quad (F > 1)$$

$$GL = n-1$$

Se **F** calculado for menor que o **F crítico**, aceita-se a a igualdade das variâncias.
 Se **F** calculado for maior que o **F crítico**, rejeita-se a igualdade das variâncias.

Ex 4: O desvio padrão de um conjunto de dados de 11 determinações foi $S_a = 0,210$ e desvio padrão de outras 13 determinações foi $S_b = 0,641$. Há alguma diferença significativa entre as precisões destes dois conjuntos de resultados?

$$F = (0,641)^2 / (0,210)^2 = 9,32$$

Confiabilidade	95%	99%
F crítico	2,91	4,71

Tabela 3: Valores F no nível 5 % de probabilidade (95% de confiança)

Grau de liberdade (denominador)	Grau de liberdade (numerador)								
	2	3	4	5	6	10	12	20	∞
2	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,40	19,41	19,45	19,50
3	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,79	8,74	8,66	8,53
4	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	5,96	5,91	5,80	5,63
5	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,74	4,68	4,56	4,36
6	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,06	4,00	3,87	3,67
10	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	2,98	2,91	2,77	2,54
12	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,75	2,69	2,54	2,30
20	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,35	2,28	2,12	1,84
∞	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,83	1,75	1,57	1,00

Fonte: Skoog, West, Holler. Fundamentals of Analytical Chemistry, 6^a ed, 1992

2) COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

2.1) TESTE *t* de Student (Dados independentes)

Comparação de um resultado obtido com um **Valor Conhecido** ou **Verdadeiro (μ)**

$$t = \frac{\left\| \bar{X} - \mu \right\| \times \sqrt{n}}{S}$$

$$GL = n - 1$$

Ex: O valor médio de 12 determinações do teor de cobre em uma amostra foi 8,37% (m/m) e o desvio-padrão foi 0,17% (m/m). Sendo o valor conhecido usado como referencia 7,91%, verifique se este resultado obtido na análise difere ou não significativamente do valor conhecido.

$$t = [(8,37 - 7,91) \cdot \sqrt{12}] / 0,17 = 9,4$$

$$GL = 12 - 1 = 11$$

confiabilidade	90 %	95%	99%
t crítico	1,80	2,20	3,11

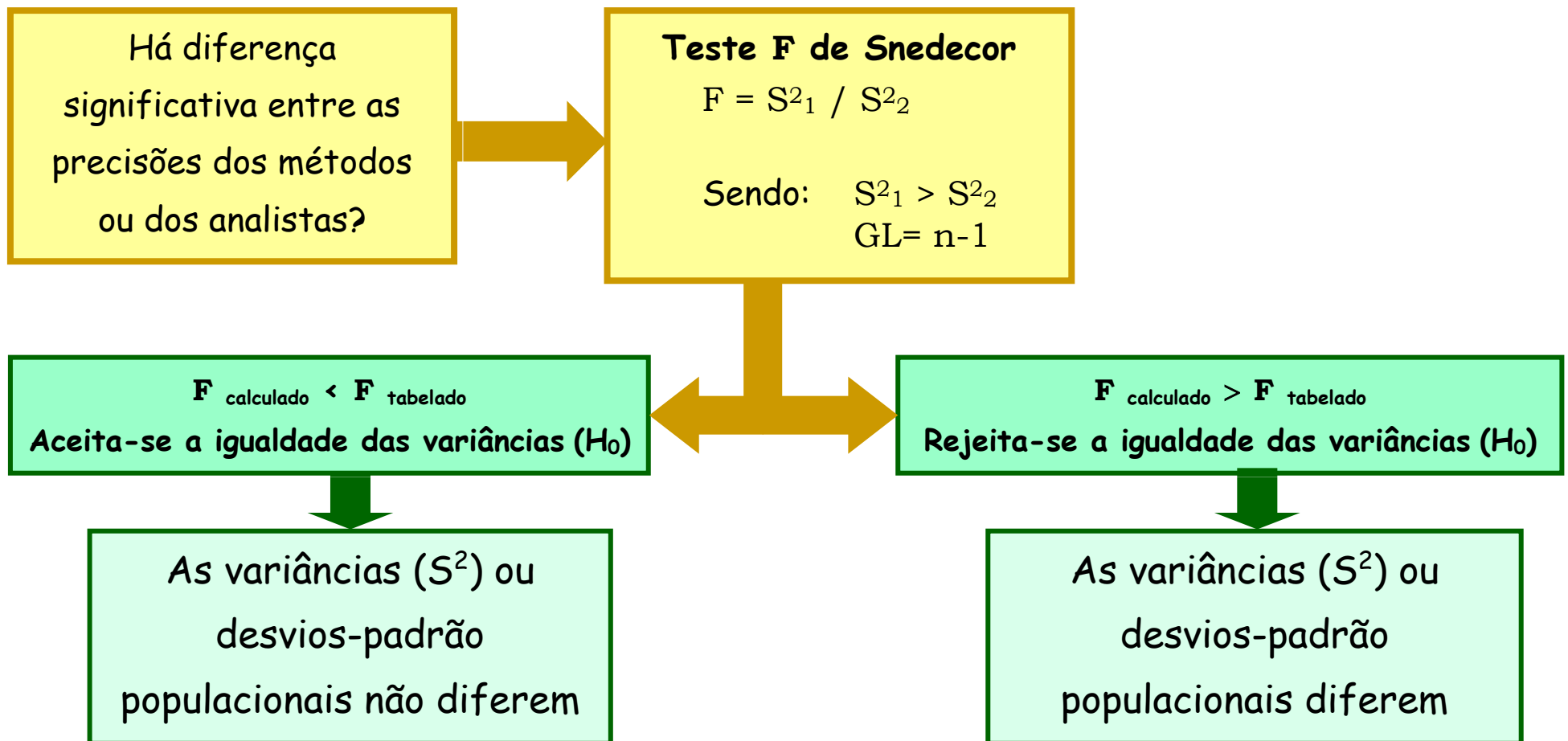
Se **t** calculado for menor que o **t crítico**, aceita-se a igualdade dos resultados.

Se **t** calculado for maior que o **t crítico**, rejeita-se a igualdade dos resultados.

2.2) COMPARAÇÃO DE MÉDIAS REPETIDAS

Mede-se uma quantidade n vezes por dois métodos diferentes ou analistas diferentes que fornecem duas respostas diferentes, com desvios-padrão distintos e nenhum valor conhecido ou de referência.

Os dois resultados concordam entre si "dentro do erro experimental" ou eles discordam?



a) Quando as **variâncias (S^2)** ou **desvios-padrão populacionais não diferem**

Cálculo de t

$$t = \frac{(\bar{X}_a - \bar{X}_b)}{Sp \sqrt{\left(\frac{1}{na}\right) + \left(\frac{1}{nb}\right)}}$$

Cálculo do grau de liberdade (GL)

$$GL = na + nb - 2$$

Cálculo do Desvio-padrão agrupado

$$Sp = \sqrt{\frac{(na - 1)Sa^2 + (nb - 1)Sb^2}{na + nb - 2}}$$

a) Quando as **variâncias** ou **desvios-padrão populacionais** diferem

Cálculo de t

$$t = \frac{(\bar{X}_a - \bar{X}_b)}{\sqrt{\left(\frac{S^2_a}{na}\right) + \left(\frac{S^2_b}{nb}\right)}}$$

Cálculo do grau de liberdade (GL)

$$GL = \left[\frac{(W_a + W_b)^2}{\left(\frac{W_a^2}{na - 1}\right) + \left(\frac{W_b^2}{nb - 1}\right)} \right]$$

Sendo $W = \frac{S^2}{n}$

ATIVIDADES

1) Determine a concentração de NaCl e o intervalo de confiança em uma análise de 10 replicatas de uma solução.

Replica (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concentração (mg/L)	15,3	15,4	15,0	15,5	15,7	15,3	15,1	15,2	15,4	15,5

a) Determine o intervalo de confiança a 90% de confiabilidade, b) Determine o intervalo de confiança a 95% de confiabilidade e c) Determine o intervalo de confiança a 99% de confiabilidade.

2) O teor de NaCl em uma amostra de soro fisiológico foi determinado por dois métodos diferentes: Mohr e Fajans. Verifique se o método de Mohr difere do Método de Fajans a 95 % de confiabilidade.

<i>Método</i>	Mohr	Fajans
<i>Número de replicatas (n)</i>	5	6
<i>Concentração média (% m/V)</i>	0,857	0,877
<i>Desvio padrão (% m/V)</i>	0,13	0,09

3) Dois alunos determinaram o teor de NaCl em uma amostra de soro fisiológico pelo método de Mohr. Verifique se os resultados obtidos pelos alunos diferem a 95 % de confiabilidade.

<i>Aluno</i>	João	Maria
<i>Número de replicatas (n)</i>	5	6
<i>Concentração média (% m/V)</i>	0,857	0,877
<i>Desvio padrão (% m/V)</i>	0,13	0,05

CADERNO DE LABORATÓRIO

A função de um caderno de laboratório é ter o **registro do que se fez e do que se observou e deverá ser compreensível a qualquer pessoa**. De maneira que você ou qualquer outra pessoa possa repetir os experimentos.

1. Título do experimento.
2. Objetivos.
3. Um resumo completo dos dados de pesagem, volumes ou respostas instrumentais necessários para calcular os resultados.
4. Equações químicas para as principais reações envolvidas na análise
5. Equações mostrando como os resultados que foram calculados.
6. Comentários sobre o conjunto de dados e sua precisão e exatidão.

Um resumo das observações que dão sustentação a validade de um resultado específico ou de toda análise - *sua conclusão*.