8. Projetos Fatoriais do tipo 2^k

8. Projetos fatoriais do tipo 2^k

K Fatores, cada um deles a apenas dois níveis: alto ou baixo.

O níveis podem ser:

- ***Quantitativos:*** **dois valores de resistência, dois tempos de cozimento, duas concentrações de reagentes, etc.**

- ***Qualitativos:*** **dois "layouts", duas máquinas de corte, a presença ou ausência de um componente, etc.**

Esse projeto é chamado 2^k porque para rodá-lo (uma repetição completa) são necessárias:

$N = 2 \times 2 \times 2 \times \ldots = 2^k$ tratamentos

Por exemplo, para k=3 fatores são necessários:

$N = 2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$ tratamentos

Suposições:

- **Os fatores são a níveis fixos,**
- **Os projetos são completamente aleatorizados e**
- **As hipóteses de normalidade são satisfeitas.**

Vantagens dos projetos 2^k

- Simples de serem analisados
- Especialmente úteis nos estágios iniciais de pesquisa
- Quando há muitos fatores a serem investigados
- Onde outros projetos seriam inviáveis

LOPP

Projetos 2^2

Esse é o mais simples dos projetos 2^k

Vejamos um exemplo:

		Baixo (-1)	Alto (+1)
Fator A:	**% de Cimento**	**15%**	**20%**
Fator B:	**Aditivo**	**Ausente**	**Presente**

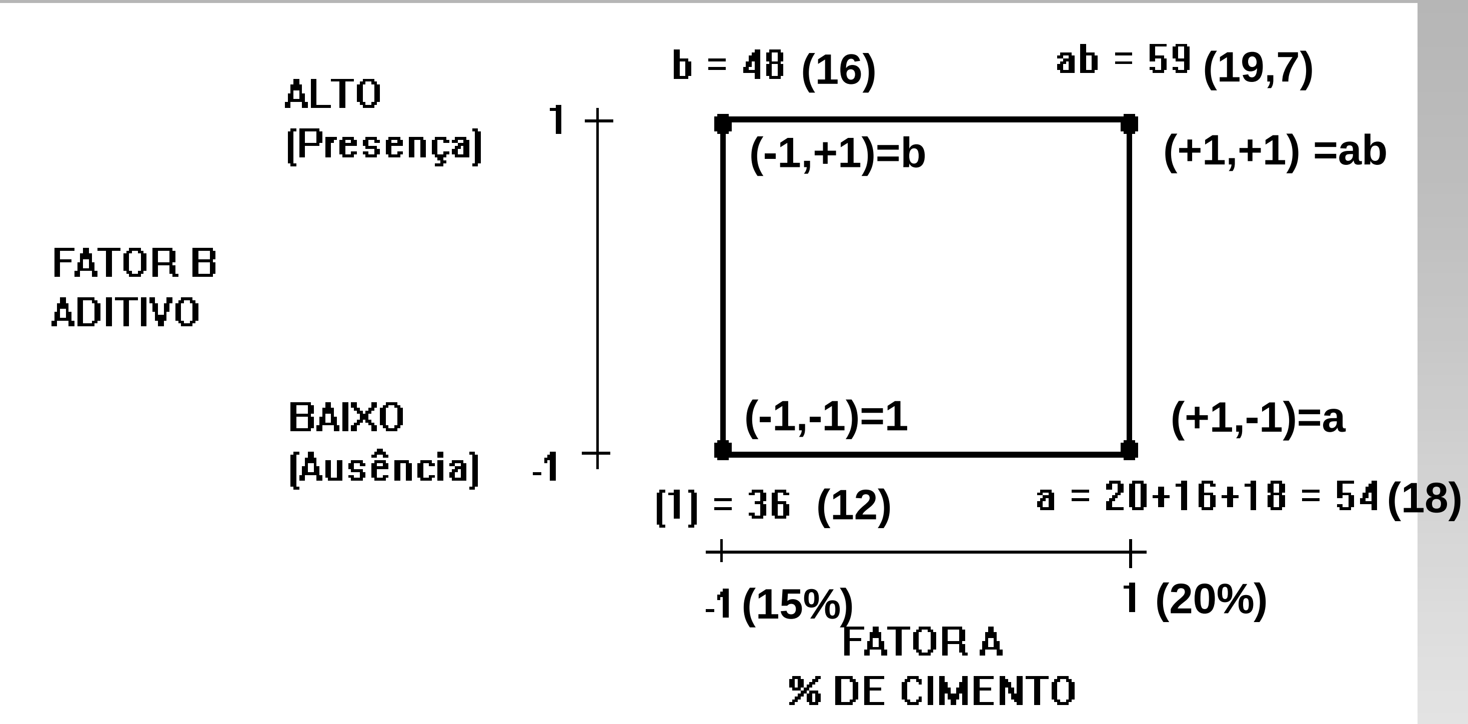
	Fator A	
Fator B	**A baixo (-1)**	**A alto (+1)**
B alto (-1)	48	59
B baixo (+1)	36	54

Dados para o projeto fatorial 2^2

Tratamento	Repetições I	II	III	Total
A baixo, B baixo	11	14	11	36
A alto, B baixo	20	16	18	54
A baixo, B alto	15	19	14	48
A alto, B alto	19	18	22	59

	Fator A	
Fator B	**A baixo (-1)**	**A alto (+1)**
B alto (-1)	48	59
B baixo (+1)	36	54

Tratamentos e totais:



Letras minúsculas = ***Tratamentos***
Letras Maiúsculas = ***Efeitos***

O tratamento recebe a letra do fator que estiver no nível alto

LOPP

Cálculo dos efeitos

O efeito de um fator é definido como a mudança média que se verifica na resposta quando o fator é alterado do nível baixo para o nível alto. Assim:

$$\text{Efeito} = [(\text{média\_alto}) - (\text{média\_baixo})] / (2^{k-1} \times n)$$

$$A = \text{direita} - \text{esquerda} = [(ab + a) - (b + (1))] / (2^{k-1} \times n)$$

$$B = \text{topo} - \text{base} = [(ab + b) - (a + (1))] / (2^{k-1} \times n)$$

$$AB = \text{principal} - \text{secund} = [(ab + (1)) - (a + b)]/(2^{k-1} \times n)$$

O K representa o número de fatores, as letras minúsculas (1), a, b, ab representam o total de todas as “n” repetições obtido para o correspondente tratamento.

Para esse exemplo de resistência da argamassa, os efeitos médios resultam:

$A = [59 + 54 - 48 – 36] / (2^{2-1} \times 3) = 4{,}83$

$B = [59 + 48 - 54 – 36] / (2^{2-1} \times 3) = 2{,}83$

$AB = [59 + 36 - 54 – 48] / (2^{2-1} \times 3) = -1{,}16$

Nas fórmulas dos efeitos, as expressões entre colchetes são chamadas de "Contrastes",

$Contraste_A = C_A = ab + a - b - (1)$

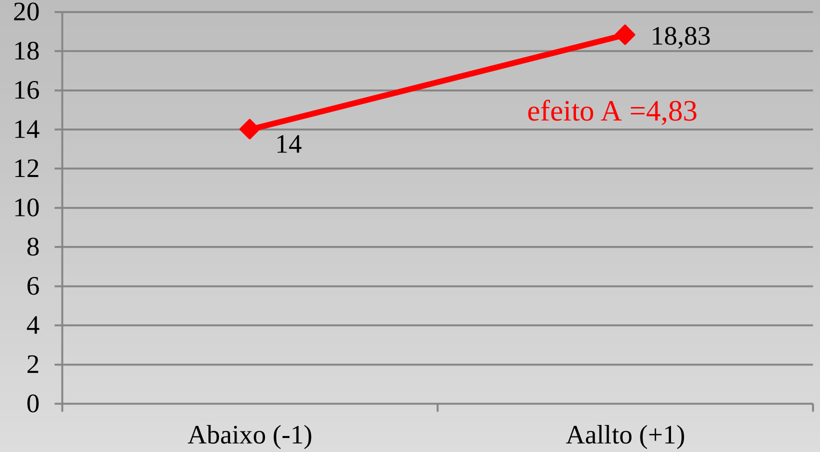
$Contraste_B = C_B = ab + b - a - (1)$

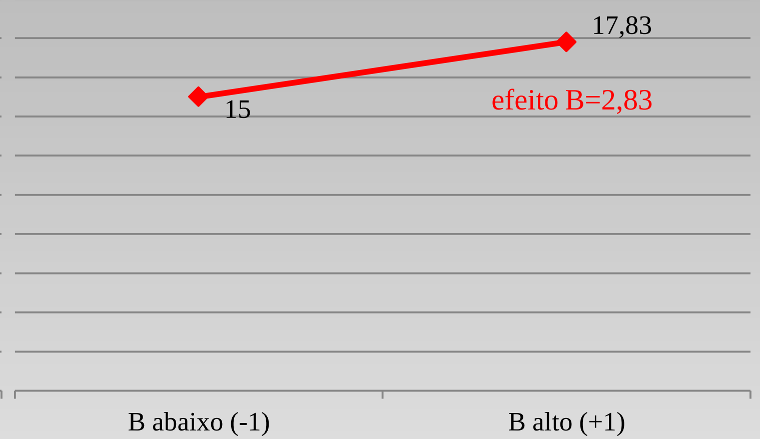
$Contraste_{AB} = C_{AB} = ab + (1) - a – b$

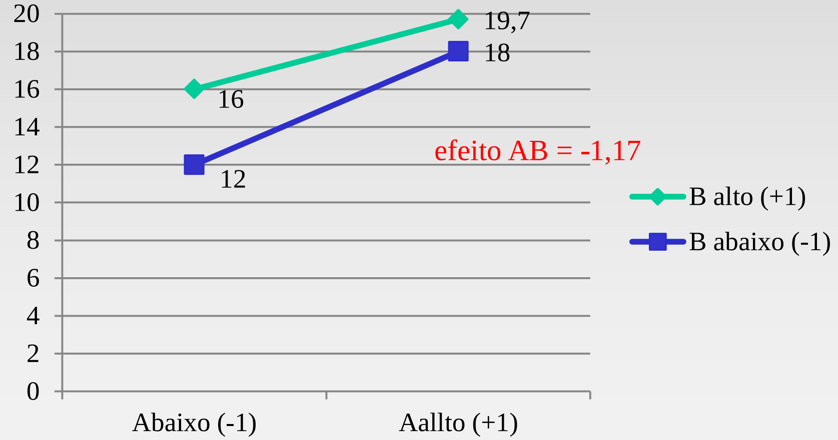
E os efeitos são: $$Efeito = \frac{(Contraste)}{2^{k-1} \times n}$$

Médias

	Abaixo (-1)	Aalto (+1)	Média B	efeito B
Balto (+1)	16	19,7	17,8	2,83
Bbaixo (-1)	12	18	15	
Média A	14	18,83		
efeito A	4,83			







Ordem padrão das combinações de tratamento:

(1) a b ab

Tabela de sinais para o cálculo dos efeitos em um projeto 2^2.

	Efeito fatorial			
Tratamentos	I	A	B	AB
(1)	+	-	-	+
a	+	+	-	-
b	+	-	+	-
ab	+	+	+	+

Obs.: Os sinais para o contraste de AB são obtidos a partir do produto dos sinais das colunas de A e B.

LOPP

Os contrastes são ortogonais:

- As somas dos sinais coef. de ab, a, b e (1) é igual a zero.
- A soma dos produtos dos sinais dos coeficientes (C_A . C_B , etc.) é igual a zero.
- Os contrastes dos efeitos são ortogonais, logo a correlação entre as colunas deve ser zero

Totais Y		
	Abaixo (-1)	Aalto (+1)
Balto (+1)	48	59
Bbaixo (-1)	36	54

Tratamento	A	B	AB	Totais Y
1	-1	-1	1	36
a	1	-1	-1	54
b	-1	1	-1	48
ab	1	1	1	59
Contraste	29	17	-7	
efeito	4,83	2,83	-1,17	
SQ	70,08	24,08	4,08	

Cálculo das somas quadradas

Podem ser obtidas a partir dos contrastes:

$$SQ = \frac{(Contraste)^2}{2^k \times n}$$

SQA = $[ab + a - b - (1)]^2 / (2^k \times n)$

= $(59 + 54 - 48 - 36)^2 / 12 = 70{,}08$

SQB = $[ab + b - a - (1)]^2 / (2^k \times n)$

= $(59 + 48 - 54 - 36)^2 / 12 = 24{,}08$

SQAB = $[ab + (1) - a - b)^2 / (2^k \times n)$

= $(59 + 36 - 54 - 48)^2 / 12 = 4{,}08$

Cálculo das somas quadradas

- **A soma dos quadrados totais é** :

$$SQT = \left(\sum_{ijk} y_{ijk}^2 \right) - \frac{T^2 ...}{N} = 11^2 + ... + 18^2 + 22^2 - \frac{197^2}{12} = 134{,}92$$

- **Assim como a soma quadrada dos resíduos (por subtração):**

SQR = SQT - SQA - SQB - SQAB

SQR = 134,92 - 70,08 - 24,08 - 4,08 = 36,68

Tabela Anova:

Fonte	SQ	GDL	MQ	F
A	70,08	1	70,08	15,28
B	24,08	1	24,08	5,25
AB	4,08	1	4,08	0,90
Resíduos	36,68	8	4,59	
Total	134,92	11		

$F_{.05}$ (1,8) = 5,32 → A é significativo,
B é quase significativo.

Verificação:

Os mesmos resultados seriam obtidos usando o formulário convencional de projetos fatoriais.

		FATOR A		
		-1	+1	
FATOR B	-1	36	54	90
	+1	48	59	107
		84	113	197

TC = $197^2/12$

$$SQA = [(84^2 + 113^2) / 6] - (197^2 / 12) = 70{,}08$$

$$SQB = [(90^2 + 107^2) / 6] - (197^2 / 12) = 24{,}08$$

$$SQAB = [(36^2 + 54^2 + 48^2 + 59^2) / 3] - (197^2 / 12) - 70{,}08 - 24{,}08 = 4{,}08$$

SQT e SQR calculados como acima

Projetos 2^3

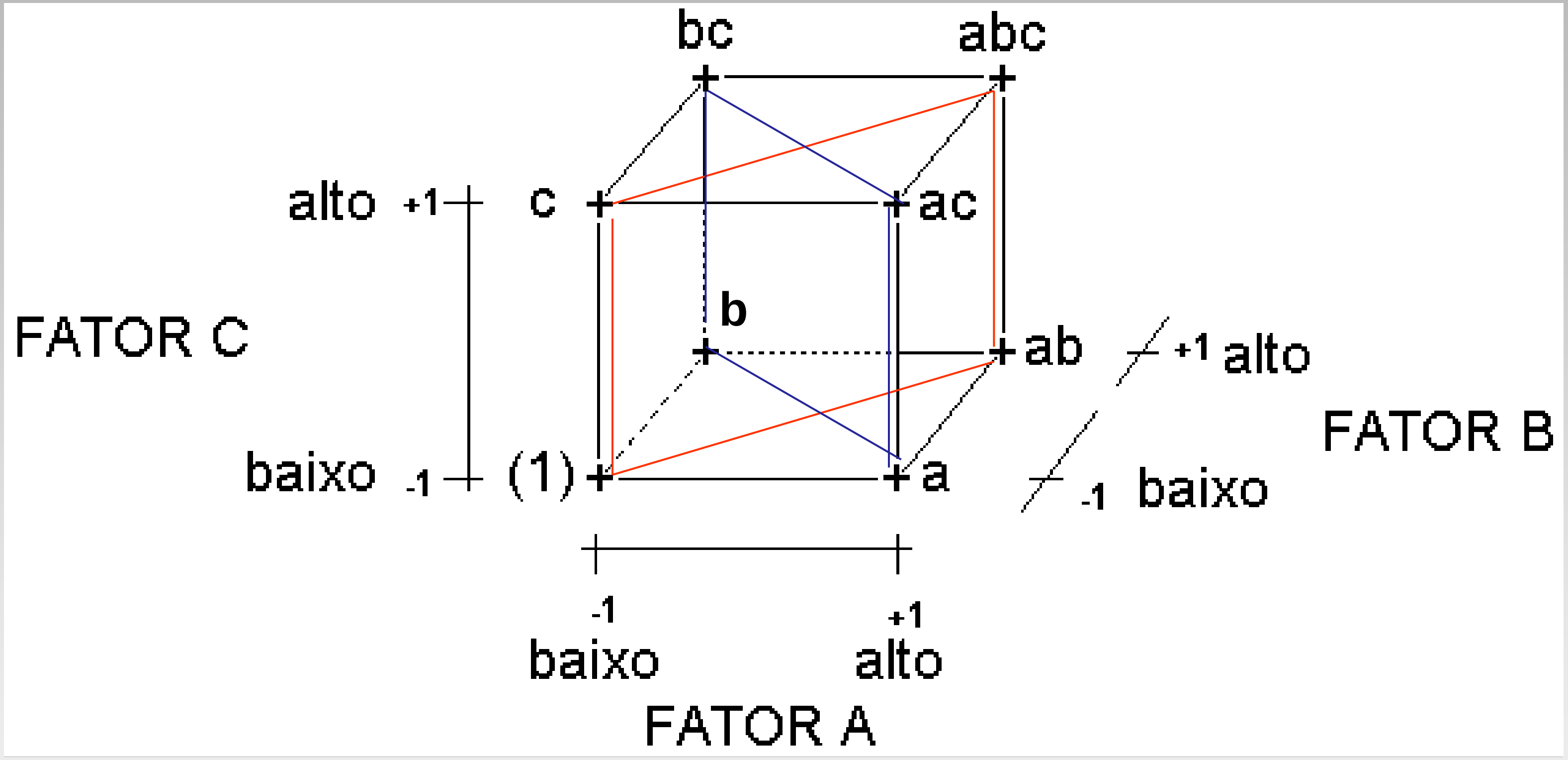
Três fatores, cada um deles a dois níveis.
Assim são necessários N= 2 x 2 x 2=2^3= 8 tratamentos

Na ordem padrão:

(1)	**a**	**b**	**ab**	**c**	**ac**	**bc**	**abc**

LOPP

Graficamente podemos representá-las como um cubo:



Efeitos principais:

A = DIREITA - ESQUERDA
A = [a + ab + ac + abc - (1) - b - c - bc] / (2^{k-1} x n)

B = POSTERIOR - FRONTAL
B = [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] / 4n

C = TOPO - BASE
C = [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] / 4n

$$Efeito = \frac{(Contraste)}{2^{k-1} \times n}$$

$$SQ = \frac{(Contraste)^2}{2^{k} \times n}$$

Interações:

Calculadas a partir da comparação das diagonais:

$$AB = [ab - b - a + (1) + abc - bc - ac + c] / (2^{k-1} \times n)$$

$$AC = [ac - a - c + (1) + abc - ab - bc + b] / 4n$$

$$BC = [bc - b - c + (1) + abc - ab - ac + a] / 4n$$

$$ABC = [(abc - bc) - (ac - c) - (ab - b) + (a - (1))] / 4n$$
$$= [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)] / 4n$$

Tabela de Sinais para o cálculo dos efeitos no projeto 2^3

Tratamento	Efeito fatorial							
	I	A	B	AB	C	AC	BC	ABC
(1)	+	-	-	+	-	+	+	-
a	+	+	-	-	-	-	+	+
b	+	-	+	-	-	+	-	+
ab	+	+	+	+	-	-	-	-
c	+	-	-	+	+	-	-	+
ac	+	+	-	-	+	+	-	-
bc	+	-	+	-	+	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+	+

Propriedades da Tabela de Sinais:

1. Exceto para a coluna I, cada coluna tem o mesmo número de sinais positivos e negativos.

2. A soma dos produtos de sinais de quaisquer duas colunas é zero.

3. A multiplicação da coluna I por qualquer outra coluna mantém esta inalterada. (I é o elemento identidade).

4. O produto de quaisquer duas colunas resulta uma outra coluna da tabela. Por exemplo:

$$A \times B = AB$$

$$AB \times B = AB^2 = AI = A$$

Exemplo:

Um técnico deseja melhorar a transparência da água (maior é melhor) . Os fatores controláveis sâo:

Fator A: Quantidade de Sulfato de Alumínio

Fator B: Quantidade de Cal

Fator C: Temperatura

No experimento foram coletadas três repetições para cada tratamento

Dados

Foram coletadas três repetições para cada tratamento

Sulfato de AL	30ppm				40ppm			
Cal	10ppm		15ppm		10ppm		15ppm	
Temperatura	15	20	15	20	15	20	15	20
	6,1 7,6 6,8	6,6 6,0 6,2	5,1 4,6 5,7	6,4 5,5 6,0	8,3 9,2 10,3	10,4 9,8 8,7	9,5 10,7 8,5	8,7 10,7 9,4
Totais	20,5 (1)	18,8 c	15,4 b	17,9 bc	27,8 a	28,9 ac	28,7 ab	28,8 abc

Tratamento	I	A	B	AB	C	AC	BC	ABC	Totais Y
1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	20,5
a	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	27,8
b	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	15,4
ab	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	28,7
c	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	18,8
ac	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	28,9
bc	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	17,9
abc	1	1	1	1	1	1	1	1	28,8
Contraste		41,6	-5,2	6,8	2	0,4	3,2	-5,2	
Efeito		3,47	-0,4	0,57	0,17	0,03	0,27	-0,4	
SQ		72,1	1,13	1,93	0,17	0,01	0,43	1,13	

LOPP

Contrastes obtidos a partir dos totais:

A = [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc]

= [27,8 - 20,5 + 28,7 - 15,4 + 28,9 - 18,8 + 28,8 - 17,9] = 41,6

B = [b - (1) + ab - a + bc - c + abc - ac] = -5,2

AB = [ab - a - b + (1) + abc - bc - ac + c] = 6,8

C = [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] = 2,0

AC = [ac - a - c + (1) + abc - ab - bc + b] = 0,4

BC = [bc - b - c + (1) + abc - ab - ac + a] = 3,2

ABC = [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)] = -5,2

LOPP

Efeitos e Somas Quadradas

$$Efeito = \frac{(Contraste)}{2^{k-1} \times n}$$

$$SQ = \frac{(Contraste)^2}{2^{k} \times n}$$

$2^{k-1} x\ n = 2^{3-1}$ x 3 =12 $\quad$ 2^k x n = 2^3 x 3 =24

E_A = 41,6 / 12 = 3,46 $\quad$ SQA = $(41,6)^2$ / 24 = 72,11

E_B = -5,2 / 12 = -0,43 $\quad$ SQB = $(5,2)^2$ / 24 = 1,13

E_C = 2,0 / 12 = 0,17 $\quad$ SQC = $(2,0)^2$ / 24 = 0,17

E_{AB} = 6,8 / 12 = 0,57 $\quad$ SQAB = $(6,8)^2$ / 24 = 1,93

E_{AC} = 0,4 / 12 = 0,03 $\quad$ SQAC = $(0,4)^2$ / 24 = 0,01

E_{BC} = 3,2 / 12 = 0,27 $\quad$ SQBC = $(3,2)^2$ / 24 = 0,43

E_{ABC} = -5,2 / 12 = -0,43 $\quad$ SQABC = $(5,2)^2$ / 24 = 1,13

A partir das observações individuais, SQT = 87,19

Por subtração, SQR = 10,31

LOPP

Tabela ANOVA

Fonte	SQ	GDL	MQ	F calc	F tab
Sulfato de AL (A)	72,11	1	72,11	111,94	4,49 **
Cal (B)	1,13	1	1,13	1,75	4,49
Temperatura (C)	0,17	1	0,17	0,26	4,49
AB	1,93	1	1,93	2,99	4,49 *
AC	0,01	1	0,01	0,01	
BC	0,43	1	0,43	0,66	
ABC	1,13	1	1,13	1,75	
Erro	10,31	16	0,64		
Total	87,19	23			

- **O fator A é fortemente significativo; seu controle é fundamental para assegurar a transparência desejada.**
- **Notar que muitas vezes o efeito de um fator é significativo, mas praticamente sem importância.**

LOPP

O PROJETO 2^K GENERALIZADO

Projeto que envolvem K fatores, cada um a dois níveis

O modelo estatístico do projeto 2^k inclui:

***k* efeitos principais,**

$\binom{k}{2}$ **interações de dois fatores,**

$\binom{k}{3}$ **interações de três fatores,**

$$\binom{k}{n} = k!/[n!(k-n)!]$$

⋮ ,

Uma interação de *k* fatores.

$\binom{k}{2}$ = permutações de k elementos tomados dois a dois

É possível calcular (2^k - 1) efeitos, calculados a partir dos 2^k tratamentos

Para um projeto 2^4, por exemplo, os tratamentos são:

(1), a, b, ab, c, ac, bc, abc,

d, ad, bd, abd, cd, acd, bcd, abcd

Para se estimar um efeito a tabela de sinais pode ser utilizada, mas escrevê-la é trabalhoso.

Alternativa, usar:

$\text{Contraste}_{AB\ ...K} = (a \pm 1)\ (b \pm 1)\ ...\ (k \pm 1)$

Dentro de cada parênteses utilizamos o sinal (-) se o fator está incluído no efeito ou o sinal (+) se não estiver incluído.

Por exemplo, em um projeto 2^3, o contraste para AB seria:

$$\text{Contraste}_{AB} = (a - 1)\ (b - 1)\ (c + 1)$$
$$= abc + ab + c + (1) - ac - bc - a - b$$

Efeitos e Somas Quadradas:

$$AB...K = \frac{\left(Contraste_{AB...K}\right)}{2^{k-1} \times n}$$

$$SQAB...K = \frac{\left(Contraste_{AB...K}\right)^2}{2^{k} \times n}$$

Onde “n” denota o número de repetições.

LOPP

Tabela ANOVA para o projeto fatorial 2^k

Fonte de variação	SQ	GDL
k efeitos principais		
A	SQA	1
B	SQB	1
:	.	.
K	SQK	1
$\binom{k}{2}$ interações de 2 fatores		
AB	SQAB	1
AC	SQAC	1
:	.	.
JK	SQJK	1

Tabela ANOVA para o projeto fatorial 2^k

$\binom{k}{3}$ **interações de 3 fatores**

ABC	SQABC	1
ABD	SQABD	1
:	.	.
IJK	SQIJK	1
:	.	.

$\binom{k}{k}$ **= 1 interações de k fatores**

ABC .. K	SQAB .. K	1
Erro	SQR	$2^k(n - 1)$
Total	SQT	$n2^k - 1$

O projeto 2^k sem repetições

Quando há vários fatores a serem estudados, o número total de tratamentos (2^k) cresce rapidamente.

Um projeto 2^5 envolve 32 tratamentos, um 2^6 envolve 64, e assim por diante.

Com freqüência:

- **Recursos limitados**
- **Tempo limitado**

$\rightarrow$ **Rodar apenas uma repetição**

Se não há repetições de experimento, isto é, se n = 1, não podemos estimar o SQR de modo independente.

Alternativa:

Contudo, se há motivos para acreditar que um efeito de interação não seja significativo, o teste F resulta aproximadamente 1

$$F = \frac{MQG}{MQR} \cong 1.$$

- **Assim, o MQG dessa interação será aproximadamente igual a variância do erro experimental MQR, logo usa-se o valor do MQG do efeito de interação como estimativa do MQR.**

Para escolher as interações para formar o termo de erro:

➡ **Usar bom-senso**

Interações de três ou mais fatores raramente são significativas

➡ **Usar conhecimentos técnicos.**

Exemplo de Aditivo x Operadores

Exemplo:

Um técnico deseja estudar a taxa de filtragem de um produto químico. Os fatores controláveis são:

Fator (A): Temperatura,
Fator (B): Pressão,
Fator (C): Concentração de reagentes,
Fator (D): Taxa de agitação.

Dados do projeto 2^4 sem repetição

	A0				A1			
	B0		B1		B0		B1	
	C0	C1	C0	C1	C0	C1	C0	C1
D0	45(1)	68 (c)	48 (b)	80(bc)	71(a)	60(ac)	65(ab)	65(abc)
D1	43(d)	75(cd)	45(bd)	70(bcd)	100(ad)	86(acd)	104(abd)	96(abcd)

LOPP

Trat	A	B	AB	C	AC	BC	ABC	D	AD	BD	ABD	CD	ACD	BCD	ABCD	Y
1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	45
a	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	71
b	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	48
ab	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	65
c	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	68
ac	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	60
bc	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	80
abc	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	65
d	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	43
ad	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	100
bd	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	45
abd	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	104
cd	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	75
acd	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	86
bcd	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	70
abcd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	96
Cont	173.0	25.0	1.0	79.0	-145.0	19.0	15.0	117.0	133.0	-3.0	33.0	-9.0	-13.0	-21.0	11.0	
Efeito	21.6	3.1	0.1	9.9	-18.1	2.4	1.9	14.6	16.6	-0.4	4.1	-1.1	-1.6	-2.6	1.4	
SQ	1870.6	39.1	0.1	390.1	1314.1	22.6	14.1	855.6	1105.6	0.6	68.1	5.1	10.6	27.6	7.6	

LOPP

Tabela ANOVA para o exemplo

	SQ	GDL	MQ	F	Ftab
A	1870,6	1	1870,6		
B	39,1	1	39,1		
AB	0,1	1	0,1		
C	390,1	1	390,1		
AC	1314,1	1	1314,1		
BC	22,6	1	22,6		
ABC	14,1	1	14,1		
D	855,6	1	855,6		
AD	1105,6	1	1105,6		
BD	0,6	1	0,6		
ABD	68,1	1	68,1		
CD	5,1	1	5,1		
ACD	10,6	1	10,6		
BCD	27,6	1	27,6		
ABCD	7,6	1	7,6		
erro		0			
Total		15			

- **Não há graus de liberdade para estimar o termo de erro pois não tem repetições**
- **Como alternativa, estima-se o erro baseado nas interações de mais alta ordem (ABC,ABD,ACD,BCD e ABCD)**

LOPP

Supondo as interações de 3 e 4 fatores como insignificantes, elas podem ser usadas como uma estimativa do erro:

SQR= SQABC + SQABD + SQACD + SQBCD + SQABCD

SQR= 14,1 + 68,1 + 10,6 + 27,6 + 7,6 = 127,56

GDL=1+1+1+1+1=5

MQR=SQR/GDL=127,56/5=25,56

Tabela ANOVA para o exemplo

	SQ	GDL	MQ	F	Ftab	valor_p	Signif?
A	1870,6	1	1870,6	73,2	6,61	0,00036	Sim
B	39,1	1	39,1	1,5	6,61	0,271297	Não
AB	0,1	1	0,1	0,0	6,61	0,962478	Não
C	390,1	1	390,1	15,3	6,61	0,011337	Sim
AC	1314,1	1	1314,1	51,4	6,61	0,000821	Sim
BC	22,6	1	22,6	0,9	6,61	0,390613	Não
D	855,6	1	855,6	33,5	6,61	0,002172	Sim
AD	1105,6	1	1105,6	43,2	6,61	0,00122	Sim
BD	0,6	1	0,6	0,0	6,61	0,887871	Não
CD	5,1	1	5,1	0,2	6,61	0,674909	Não
erro (ABC,ABD,ACD,BCD,ABCD)	127,8	5	25,5625				
Total		15					

- **Os fatores A, C e D são significativos, devendo-se ajustá-los de forma a assegurar *Qualidade*.**
- **O fator B não é significativo, obtendo *Preço baixo*.**

Métodos gráficos para testar a significância dos efeitos

- Papel de probabilidade
- Pseudo-standard error

Algoritmo de Yates para projetos 2^k

Uma técnica bastante simples

A partir das respostas (totais) chegamos aos efeitos e SQ

Regra básica: somar e subtrair pares adjacentes:

Exemplo: Projeto 2^3 com 2 repetições

Tratamento	Resposta	(1)	(2)	(3)	Efeitos $(3) / 2^{3-1}.2$	SQ $(3)^2 / 2^3.2$
(1)	-4	-3	1	16	I = ---	---
A	1	4	15	24	A = 3,00	36,00
B	-1	2	11	18	B = 2,25	20,25
Ab	5	13	13	6	AB = 0,75	2,25
C	-1	5	7	14	C = 1,75	12,25
Ac	3	6	11	2	AC = 0,25	0,25
Bc	2	4	1	4	BC = 0,50	1,00
Abc	11	9	5	4	ABC = 0,50	1,00

LOPP

Exemplo de Yates para 2^2

- **Exemplo apostila com k=2 fatores e n=3 repetições**

Tratam	Resposta	1	2	Fonte	Efeito	SQ
1	36	90	197	I (total)	--	--
a	54	107	29	A	4,83	70,08
b	48	18	17	B	2,83	24,08
ab	59	11	-7	AB	-1,17	4,08

$$Efeito = \frac{(Contraste)}{2^{k-1} \times n}$$

$$SQ = \frac{(Contraste)^2}{2^{k} \times n}$$

Uma demonstração simples do algoritmo de Yates é obter as colunas (1) e (2) usando as respostas (1), a, b, ab de um projeto fatorial 2^2

Tratamento	Resposta	(1)	(2)	
(1)	(1)	(1)+a	(1)+a+b+ab	= Total
a	a	b+ab	a-1+ab-b	= Cont. A
b	b	a-(1)	b+ab-(1)-a	= Cont. B
ab	ab	ab-b	ab-b-a+(1)	= Cont. AB

Como pode ser visto, os valores da coluna (2), que nesse caso são os contrastes, estão de acordo com as definições.