

Apêndice - 4

Detalhamento da análise estatística dos resultados

1 - Cálculo dos efeitos (*Eff*) dos parâmetros empregados

O efeito de um determinado parâmetro é a medida de sua influência para o resultado experimental. Neste trabalho, os parâmetros experimentais avaliados foram a temperatura, o tempo experimental; e a proporção molar $\text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{C}$.

De acordo com a codificação adotada, temos o cálculo do efeito.

Trat (glb)	Trat (loc)	Temp a	tempo b	Carb c
abc	()	1000	45	3
Abc	A	1100		
aBc	B	1000	60	
ABc	AB	1100		
abC	C	1000	45	4
AbC	AC	1100		
aBC	BC	1000	60	
ABC	ABC	1100		

Cálculo do efeito

$$Eff(a) = [(RA-R())+(RAB-RB) + (RAC-RC) + (RABC-RBC)+ (RA-R())+(RAB-RB) + (RAC-RC) + (RABC-RBC)] / 8$$

$$Eff(b) = [(RB-R())+(RAB-RA) + (RBC-RC) + (RABC-RAC)+ (RB-R())+(RAB-RA) + (RBC-RC) + (RABC-RAC)] / 8$$

$$Eff(c) = [(RC-R())+(RAC-RA) + (RBC-RB) + (RABC-RAB) + (RC-R())+(RAC-RA) + (RBC-RB) + (RABC-RAB)] / 8$$

$$Eff(ab) = [(R()-RB)+(RC-RBC) + (RAB-RA) + (RABC-RAC) + (R()-RB)+(RC-RBC) + (RAB-RA) + (RABC-RAC)] / 8$$

$$Eff(ac) = [(R()-RC)+(RB-RBC) + (RAB-RA) + (RABC-RAB) + (R()-RC)+(RB-RBC) + (RAB-RA) + (RABC-RAB)] / 8$$

$$Eff(bc) = [(R()-RC)+(RA-RAC) + (RBC-RB) + (RABC-RAB) + (R()-RC)+(RA-RAC) + (RBC-RB) + (RABC-RAB)] / 8$$

$$Eff(abc) = [(RA-RBC)+(RB-RAC) + (RC-RAB) + (RABC-R()) + (RA-RBC)+(RB-RAC) + (RC-RAB) + (RABC-R())] / 8$$

O cálculo dos efeitos pode ser também realizado a partir do emprego do algoritmo de Yates, conforme descrito em Hunter *et al*⁹⁵.

Nas expressões acima, os termos grifados correspondem às replicatas.

2 - Teste de significância

Este teste consiste em se obter o valor da significância de um determinado efeito e compará-lo com o valor tabelado de t dentro de um intervalo de confiança considerado. Neste trabalho, utilizou-se um t *crítico* = 2,3646, referente a 7 graus de liberdade dentro de um intervalo de confiança de 95%. Os parâmetros considerados significantes dentro de um intervalo de confiança de 95% são aqueles nos quais o valor de sua significância são iguais ou superiores ao t *crítico*.

Cálculo da significância

$$signif = \frac{eff(\text{parâmetro})}{\sqrt{\frac{\sum(v)}{7 \times 2}}}, \text{ onde}$$

eff (parâmetro) = efeito do parâmetro experimental nos resultados;

v = variância entre o experimento considerado e a sua replicata.

3 - Homocedasticidade dos resultados

Este termo mede a dispersão dos resultados dentro de uma série de experimentos realizados. São considerados homogêneos todos os resultados com valores iguais ou inferiores a um determinado valor tabelado de F. Neste trabalho, foram utilizados $F_{críticos} = 6,388$ e $7,305$ para tolerâncias de 5 e 2,5 % respectivamente.

Cálculo de F

Para o cálculo de F utilizou-se a codificação de valores máximos e mínimos, atribuindo-se "-1" (mínimos) e "1" (máximos) de acordo com as variáveis temperatura (a), tempo (b) e quantidade molar de carbono (c). As variáveis combinadas (ab, ac, bc, abc) apresentam como código a multiplicação dos valores atribuídos às variáveis isoladas. Pode-se observar na tabela abaixo, a codificação gerada.

Tabela I: Valor mínimo = -1 ; Valor máximo = 1

trat	a	b	ab	c	ac	bc	abc
()	-1	-1	1	-1	1	1	-1
A	1	-1	-1	-1	-1	1	1
B	-1	1	-1	-1	1	-1	1
AB	1	1	1	-1	-1	-1	-1
C	-1	-1	1	1	-1	-1	1
AC	1	-1	-1	1	1	-1	-1
BC	-1	1	-1	1	-1	1	-1
ABC	1	1	1	1	1	1	1

A partir desta tabela, gerou-se uma segunda tabela, na qual atribui-se o valor "1" para todos os valores "-1" da tabela acima e o valor zero para os valores "1". Uma terceira tabela também foi gerada. Nesta tabela há a codificação invertida da que foi atribuída à tabela II.

Tabela II

trat	a	b	ab	c	ac	bc	abc
()	1	1	0	1	0	0	1
A	0	1	1	1	1	0	0
B	1	0	1	1	0	1	0
AB	0	0	0	1	1	1	1
C	1	1	0	0	1	1	0
AC	0	1	1	0	0	1	1
BC	1	0	1	0	1	0	1
ABC	0	0	0	0	0	0	0

Tabela III : inversão da Tabela II

()	0	0	1	0	1	1	0
A	1	0	0	0	0	1	1
B	0	1	0	0	1	0	1
AB	1	1	1	0	0	0	0
C	0	0	1	1	0	0	1
AC	1	0	0	1	1	0	0
BC	0	1	0	1	0	1	0
ABC	1	1	1	1	1	1	1

As variâncias para cada tratamento, considerando os resultados R1, R2, R3 e R4 estão na tabela a seguir.

Tabela IV : variância dos resultados

trat	vR1	vR2	vR3	vR4
()	98,0	338,0	0,001	11,0
A	3698,0	4324,5	0,019	471,2
B	1682,0	312,5	0,005	108,0
AB	112,5	0,0	0,000	0,0
C	98,0	392,0	0,002	21,3
AC	1800,0	50,0	0,001	21,5
BC	312,5	364,5	0,000	9,6
ABC	4704,5	0,0	0,000	0,0

Utilizando-se os valores das tabelas II, III e IV, pode-se finalmente calcular F para cada parâmetro, através da seguinte expressão:

$$F(\text{parâmetro}) = \left(\frac{\sum(TII_{ij} \cdot x \cdot vR_{ij})}{\sum(TIII_{ij} \cdot x \cdot vR_{ij})} \right)^{-1}, \text{ onde:}$$

TII_{ij} = termo de coordenadas ij para o parâmetro, na tabela II

$TIII_{ij}$ = termo de coordenadas ij para o parâmetro, na tabela III.

vR_{ij} = termo de coordenadas ij para o resultado, na tabela IV.

Assim, para o parâmetro temperatura (a), teremos, considerando R1:

$$F(a) = \left(\frac{(1x98 + 0x3698 + 1x1682 + 0x112,5 + 1x98 + 0x1800 + 1x312,5 + 0x4704,4)}{(0x98 + 1x3698 + 0x1682 + 1x112,5 + 0x98 + 1x1800 + 0x312,5 + 1x4704,4)} \right)^{-1} = 4,71$$

Seguindo o exemplo acima, pode-se calcular F para todos os parâmetros considerando R1, R2, R3 e R4.