

Aplicação de Planejamento de Experimentos Fatorial para verificação do peso final de três marcas de Macarrão Instantâneo

Aline dos Santos Ferreira¹
André Luis Alves Costa¹
Elaine do Carmo de Lima¹
Érica Aparecida Pereira¹
Kátia Maria Domingues¹

1 Introdução

Nesse trabalho acadêmico propõe-se a utilização da metodologia de planejamento de experimentos para a avaliação de diferentes marcas de macarrão instantâneo no que se refere ao peso final, após o preparo (cozimento).

Um planejamento de experimentos consiste em um teste ou uma série de testes nos quais alterações propositais são feitas nas variáveis de entrada de um processo de modo a observar e identificar as mudanças correspondentes na variável resposta (variável de saída). Logo, experimentos são realizados para validar teorias e levantar novas hipóteses. Em todo trabalho de pesquisa experimental é importante planejar os experimentos, com o objetivo de serem reproduzidos sob condições controladas, obtendo-se resultados confiáveis. Um planejamento adequado permite, além do aprimoramento de processos, a redução da variabilidade de resultados, a redução do tempo de análise e dos custos envolvidos (Montgomery, 1991).

2 Material e Método

Para realização do experimento proposto, utilizou-se:

- ♣ 18 pacotes de 80grs de macarrão instantâneo da marca 1.
- ♣ 18 pacotes de 80grs de macarrão instantâneo da marca 2.
- ♣ 18 pacotes de 80grs de macarrão instantâneo da marca 3.
- ♣ 1 litro de óleo da marca ABC.
- ♣ 1 kg de sal da marca Ita.
- ♣ Água quente – ponto de ebulição.
- ♣ Fogão da marca Continental Perfeito – chama maior

¹Departamento de Estatística (Deest)-UFOP

- ♣ Balança de Precisão Dau Home EK3052 2 grs.
- ♣ Cronômetro de telefone celular.
- ♣ Copo e colher medidora.
- ♣ Escorredor de massa tradicional.
- ♣ Local de realização do experimento: República Diferença.

Inicialmente, optou-se neste experimento por utilizar três marcas distintas de macarrão instantâneo. Com o intuito de investigar quais fatores influenciariam no peso final de cada marca após o preparo, foi definido realizá-lo utilizando 03 (três) réplicas, três fatores, subdivididos em níveis, resultando assim em 18 tratamentos e 54 ensaios, conforme especificado na tabela 1:

Tabela 1: Níveis dos fatores

Fatores	Níveis
Solução	Água Água com óleo Água com sal
Tempo	1,5 minutos 3,0 minutos
Marca	Marca 1 Marca 2 Marca 3

Quanto ao tipo de solução, utilizou 450 ml de água fervendo (em ponto de ebulição) para cada pacote de macarrão (conforme definido no modo de preparo da embalagem), bem como 10 ml de óleo e 04 grs. de sal. Também foi definido em 02 minutos o tempo necessário para retirada do excesso de água do macarrão após o cozimento. Após esta definição, aleatorizou, através de sorteio, os fatores e seus respectivos níveis, obtendo as amostras.

Em seguida, passou às fases de realização do experimento:

1ª etapa: Ferveu a água.

2ª etapa: Pesou o macarrão (cru).

3ª etapa: Acrescentou na panela os componentes da solução aleatorizada - água, óleo e sal – na respectiva ordem.

4ª etapa: Colocou o macarrão na panela e levamos ao fogo, em chama alta.

5ª etapa: Marcou o tempo, também de acordo com a aleatorização.

6ª etapa: Retirou do fogo, deixando o macarrão escorrer durante 2 minutos.

7ª etapa: Pesou o macarrão escorrido e anotamos os valores obtidos.

3 Resultados e Discussões

Ao finalizar o experimento, prosseguiu com a análise dos dados obtidos utilizando o software Minitab. Para a inclusão dos dados no referido software, foi necessário renomear os níveis dos fatores, conforme tabela 2:

Tabela 2: Níveis fatores renomeados

Fatores	Níveis	Níveis renomeados
Solução	Água	1
	Água com óleo	2
	Água com sal	3
Marca	Marca 1	1
	Marca 2	2
	Marca 3	3

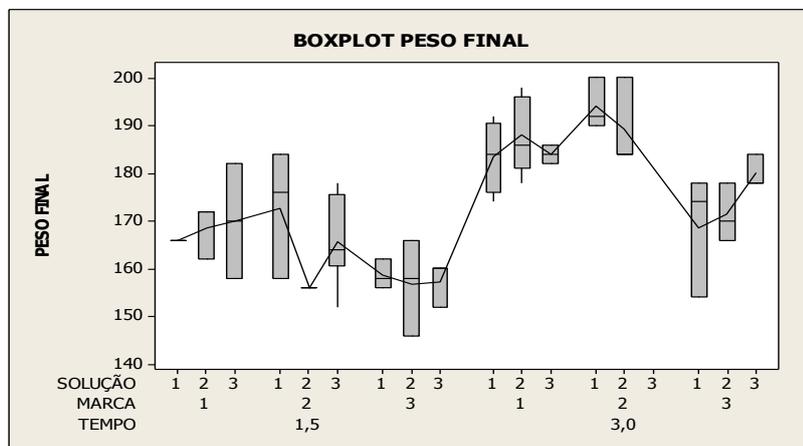


Figura 1: Boxplot do peso final para o tipo de solução

De acordo com a figura 1, pode-se observar que parece haver diferença no peso médio final em relação às marcas e ao tempo. Há indícios de que as marcas 1 e 2 resultam em maior peso final do que a marca 3, tanto em relação ao tempo quanto à solução. No que se refere ao tempo, também parece existir diferença significativa, pois o tempo 3,0 minutos resulta em maior peso médio final do que o tempo 1,5 minutos. Quanto aos tipos de solução, apenas a 1 e a 2 parecem ser significativas em relação ao resultado de maior peso médio final do macarrão instantâneo.

Também foi realizado o Teste de Igualdade de Variâncias, para avaliar se existe diferença significativa entre as variâncias dos níveis dos fatores do experimento.

Teste de Hipóteses

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_n$$

$$H_1: \text{pelo menos um dos } \sigma^2_i \text{ 's diferente, } i = 1, \dots, n, \text{ com } \alpha = 0,05$$

Ao analisar os resultados, baseando-se tanto no Teste de Bartlett quanto no de Levene, obteve-se p-valor de 0,188 e conclui-se que, ao nível de 5% de significância, H_0 não deve ser rejeitada, ou seja, não existe diferença significativa entre as variâncias dos níveis dos fatores.

Através do gráfico de dispersão da figura 2, observa-se a possível existência de uma associação entre a variável resposta Peso Final e os fatores marca, tempo e solução. Aparentemente a relação entre elas parece ser significativa, mas para comprovar essa suposição será necessário calcular o Coeficiente de Correlação de Pearson e testar se o valor encontrado é significativo.

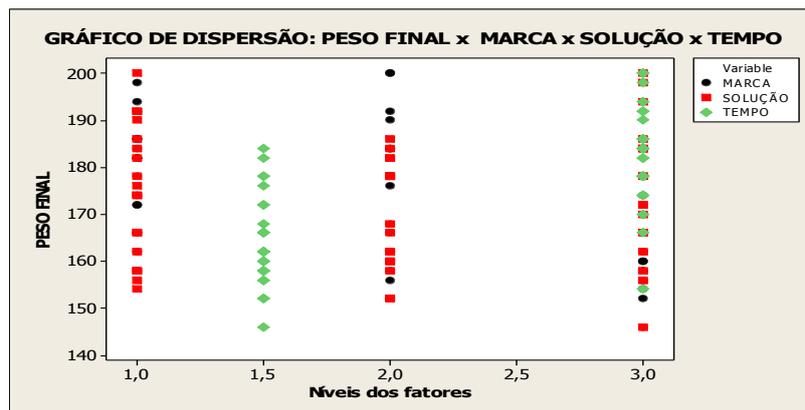


Figura 2: Gráfico de dispersão

Teste de Hipóteses

$H_0: \rho = 0$ - a associação entre as variáveis não é significativa

$H_1: \rho \neq 0$ - a associação entre as variáveis é significativa

$\alpha = 0,05$

Após realizar o cálculo do Coeficiente de Correlação de Pearson, obteve associação entre as variáveis tempo e marca, com p-valor igual a 0,000 e 0,002, respectivamente.

Através da tabela ANOVA é possível fazer um Teste de Hipóteses para avaliar se existe diferença significativa entre as médias dos níveis dos fatores do experimento e entre suas interações, conforme tabela 3.

Teste de Hipóteses

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$

H_1 : pelo menos uma das μ_i 's diferente, $i = 1, \dots, n$

$\alpha = 0,05$

Ao nível de 5% de significância, conclui-se que apenas os fatores marca e tempo são significativos para o modelo, ou seja, rejeita-se H_0 : pelo menos uma das médias dos níveis desses fatores é diferente. Quanto ao fator solução e às interações, não se mostraram significativas, logo, não se rejeita H_0 : não existem diferenças entre as médias dos níveis

desses fatores. No que se refere ao Coeficiente de Determinação, foi obtido o valor de 62,92%, o que indica um bom ajuste para o modelo.

Tabela 3: Análise de Variância

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
MARCA	2	1723,11	1760,50	880,25	12,84	0,000
SOLUÇÃO	2	335,05	76,12	38,06	0,56	0,578
TEMPO	1	4374,58	3655,42	3655,42	53,32	0,000
MARCA*SOLUÇÃO	4	388,46	277,34	69,33	1,01	0,413
MARCA*TEMPO	2	142,62	198,91	99,46	1,45	0,246
SOLUÇÃO*TEMPO	2	91,38	91,38	45,69	0,67	0,519
Error	40	2742,12	2742,12	68,55		
Total	53	9797,33				

$$S = 8,27967 \quad R\text{-Sq} = 72,01\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 62,92\%$$

Através da análise de resíduos, verificou-se que as suposições do modelo, normalidade, independência e homocedasticidade (variância constante), não foram violadas.

4 Conclusões

Após a realização do experimento, percebeu-se que os fatores marca e tempo foram significativos e influenciaram no peso final do macarrão instantâneo, após o preparo (cozimento). Sendo assim, verificou-se que as marcas 1 e 2 no tempo 3,0 minutos, resultaram em um peso final maior em comparação com a marca 3 e com o tempo 1,5 minutos. Quanto à solução, não foi observada nenhuma diferença e/ou influência no peso final.

5 Referências

- [1] BONDUELLE, Arnaud. Caractérisation du panneau de particules surface mélaminé par son aptitude à l'usinabilité. Nancy, 1994. 205p. Thèse (Doctorat) - Université de Nancy I. 205p.
- [2] MONTGOMERY, Douglas C. Design and Analysis of Experiments. 5 th Edition, 1991.
- [3] <http://hid0141.blogspot.com.br/2011/07/historia-do-macarrao.html>