

Planejamento de Experimentos

15 de dezembro de 2023

Arthur Marchito, Camila Galhardo, Gustavo Almeida, Joysce da Silva, Lucas Ávila, Natasha Ferrari, Pedro Almeida

Neste experimento, queremos comparar 4 diversidades de feijão, onde o algodão será empregado como substrato, proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento de raízes e brotos iniciais das sementes de feijão, que incluem variedades como fradinho, branco, preto e vermelho.

Etapas do planejamento experimental:

1. **Reconhecer o problema e Definir os objetivos:** Verificar qual das 4 variedades de feijão (fradinho, branco, preto e vermelho) é mais produtiva em termos de crescimento das plantas.
2. **Selecionar a variável resposta:** Altura máxima entre brotos de cada variedade de feijão.
3. **Reconhecimento e classificação das variáveis/fatores envolvidos no experimento:**
 - a. **Fatores em Potencial:** As 4 variedades de feijão.
 - b. **Fatores de Perturbação:**
 - **Controláveis:** luminosidade, ventilação, temperatura, profundidade da semente, quantidade de algodão e água, frequência diária da irrigação.
 - **Não Controláveis, Porém Mensuráveis:** variações naturais das sementes (idade, tamanho, formato, peso, cor, ...).
 - **Não Controláveis e Não Mensuráveis:** micróbios de difícil identificação na semente.
4. **Escolha do Delineamento Experimental:** Delineamento em Blocos Casualizados
 - a. **Número de Repetições/Blocos:** 7 blocos, onde cada aluno vai ser um bloco. O número mínimo de repetições foi obtido seguindo as recomendações de Pimentel Gomes (2000), onde os graus de liberdade dos resíduos devem ser no mínimo 10 e o experimento deve possuir no mínimo 20 observações. Sendo assim, temos que:

$$I \times J \geq 20 \rightarrow 4 \times J \geq 20 \rightarrow J \geq 5$$

$$(I-1) \times (J-1) \geq 10 \rightarrow 3 \times J - 3 \geq 10 \rightarrow J \geq 4,3$$

Logo, o número de repetições deve ser no mínimo 5. Como são 7 blocos e, cada bloco é considerado uma repetição, as recomendações são atendidas neste experimento.

b. Controle Local: Formação de blocos e parcelas mais homogêneos, uma vez que, para cada bloco, o ambiente, a irrigação, a luminosidade, entre outros fatores de perturbação, são os mesmos.

c. Parcela: Conjunto de 3 sementes de feijão, totalizando $4 \times 7 = 28$ parcelas.

d. Aleatorização: Foram feitos 2 tipos de sorteio. Primeiramente, os blocos foram sorteados, escolhendo aleatoriamente cada aluno. Em seguida, em cada um dos blocos, foi feito um sorteio da ordem dos tratamentos nas parcelas. Com isso, obteve-se o seguinte croqui.

e. Croqui:

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Bloco 1 - Lucas	Fradinho	Preto	Vermelho	Branco
Bloco 2 - Camila	Branco	Preto	Vermelho	Fradinho
Bloco 3 - Pedro	Branco	Vermelho	Preto	Fradinho
Bloco 4 - Joysce	Vermelho	Branco	Fradinho	Preto
Bloco 5 - Arthur	Preto	Fradinho	Branco	Vermelho
Bloco 6 - Natasha	Fradinho	Preto	Branco	Vermelho
Bloco 7 - Gustavo	Vermelho	Fradinho	Preto	Branco

5. Implantação do Experimento: Cada bloco semeou 12 feijões, previamente aleatorizados, em uma quantidade específica de algodão, visando alcançar a maior homogeneidade possível nas quantidades. Os feijões receberam uma rega leve sempre que o algodão estivesse seco ao longo dos 15 dias de observação, sendo mantidos recebendo luminosidade solar e devida ventilação, mas em ambientes distintos.

6. Análise Estatística dos Dados:

Os dados coletados (Tabela 1) são referentes ao tamanho máximo de cada variedade de feijão.

Tabela 1							
Tratamento	A	C	G	J	L	N	P
Branco	19.5	25.5	3.6	20.6	24.8	32.2	7.9
Fradinho	16.0	20.0	16.1	3.4	17.3	36.2	11.2
Preto	10.5	24.0	18.2	2.1	15.1	27.8	11.7
Vermelho	20.0	23.5	27.3	15.5	20.9	37.2	13.0

Uma vez que queremos comparar o efeito entre os tratamentos e verificar se há diferença entre eles, vamos utilizar a ANOVA.

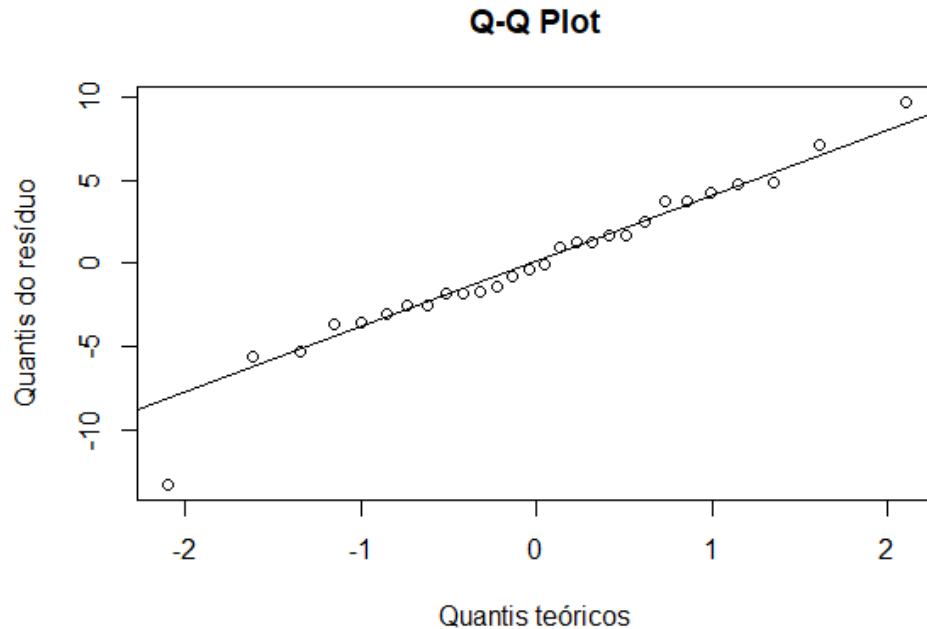
Análise da variância					
CV	GL	SQ	QM	F	Pvalor
Tratamento	3	183.95	61.32	2.02	0.1476
Bloco	6	1502.01	250.34	8.24	2e-04
Resíduo	18	547.12	30.4	-	-
Total	27	2233.09	-	-	-

Para analisar o resultado da ANOVA, uma análise de diagnósticos foi realizada

O modelo de Blocos Casualizados possui os seguintes pressupostos

- Os resíduos devem possuir distribuição Normal com média 0 e variância constante

A hipótese de normalidade não foi rejeitada pelos testes de Anderson-Darling e Shapiro-Wilk ao nível de significância de 5%, onde ambos os testes tiveram p-valores maiores que essa significância



Pelo QQ plot, os resíduos não apresentaram grande afastamento do valor teórico, indicando que esses possuem uma distribuição Normal. Além disso, eles ficaram centrados em torno de 0.

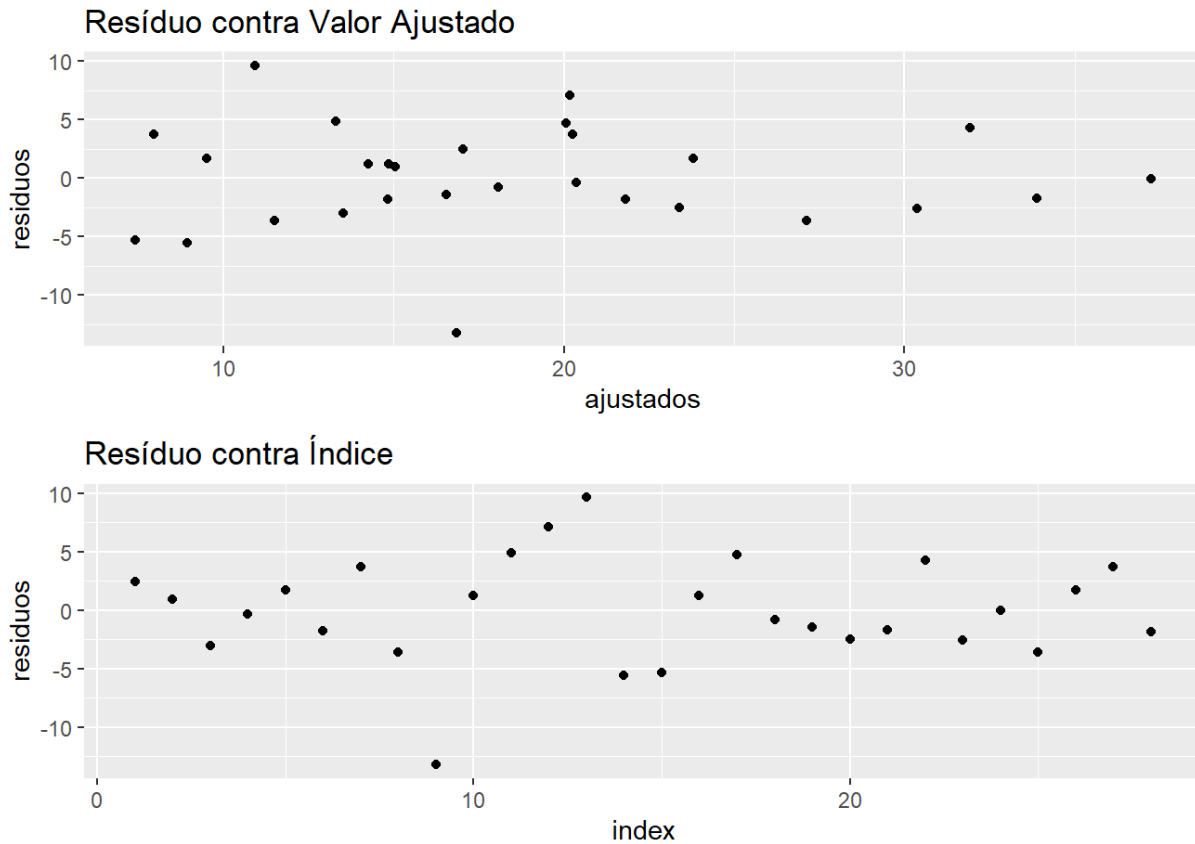
Tais análises indicam que a suposição de normalidade não foi quebrada

- A hipótese de homocedasticidade pelo teste de Bartlett com significância de 5% também não foi rejeitada, uma vez que $p\text{-valor} = 0.1499$.

Bartlett test of homogeneity of variances

```
data: anova_table$residuals by df$trat
Bartlett's K-squared = 5.3191, df = 3, p-value = 0.1499
```

- Pelo gráfico abaixo podemos perceber, também, que os resíduos estão dispostos aleatoriamente, indicando que esses são independentes.



Com os pressupostos atendidos, podemos aplicar a ANOVA.

Um coeficiente de variação igual a 29.62% foi calculado, indicando uma variação alta nos dados.

Portanto, ao interpretar o teste F, vemos que a uma significância de 5%, a hipótese de igualdade entre os tratamentos não foi rejeitada.

Além disso, o p-valor para o efeito dos blocos é de 0.0002, sendo significativo a 5% de significância

7. Conclusões e Interpretações:

Uma vez que o p-valor para o efeito entre os tratamentos é de 0.1476, não podemos rejeitar a hipótese nula de igualdade de tratamentos a nível de 5%, e portanto não podemos considerar que há diferenças significativas entre as médias de produtividade das 4 variedades de feijão.

Por outro lado, o p-valor para o efeito dos blocos é de 0.0002 a mesmo nível de significância, indicando que os alunos afetaram a produtividade do feijão, ou seja, existem fatores relacionados aos alunos que influenciam a altura dos brotos de feijão.

Dessa forma, não há suporte estatístico para afirmar que há diferença significativa na produtividade entre as variedades de feijão testadas, mas podemos concluir que os alunos interferem de maneira distinta no crescimento das sementes observadas.

Assim, em estudos futuros que utilizam a variável de tamanho máximo do broto como alguma variável de interesse, a escolha do feijão pode se basear em outros fatores como o preço e sua disponibilidade na região

Bibliografia:

*** Montgomery, D.C. Design and analysis of experiments. 6aed., John Wiley: New York, 1978.**

*** Barbin, D. Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos. Editora Midas: Araponga, PR, 2003.**

*** Vieira, S. Estatística Experimental. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.**

*** Coelho, A. Notas de Aula Planejamentos de Experimentos. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2023**