



DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS APLICADO À ANÁLISE DE VARIÂNCIA EM MEDIÇÕES DE DIFERENTES DISTÂNCIAS HORIZONTAIS

Ana V. C. BUENO¹; César F. PAULA²; Eduardo S. FERNANDES³; Enriko P. LIMA⁴; João M. M. COSTA⁵

RESUMO

As teorias e métodos da estatística experimental tiveram suas origens no segmento agropecuário devido a demanda e necessidade de evolução através da experimentação. Podemos dizer que seu objeto de estudo são os experimentos no que compete ao planejamento, execução e análise, não podendo deixar de incluir o estudo dos efeitos de fatores não controlados. O trabalho proposto versa sobre a utilização da análise de variância (ANOVA), por meio do Delineamento em Blocos Casualizado (D.B.C), com o intuito de avaliar a variação das medidas de distância horizontal, utilizando três equipamentos (tratamentos): trena, teodolito (taqueometria) e distânciômetro a laser. Como variante deste experimento tem-se a utilização destes equipamentos em diferentes medidas de distâncias (blocos). O objetivo deste experimento consistiu na avaliação da existência (ou não) de resultados estatisticamente significativos entre os equipamentos testados nas diferentes distâncias. Os resultados mostraram que os equipamentos apresentam diferenças estatisticamente significativas com a variação das distâncias, porém, em uma mesma distância elas são inexistentes.

Palavras-chave: ANOVA; Taqueometria; Distânciômetro a laser.

1. INTRODUÇÃO

A estatística experimental foi desenvolvida em um ambiente agrônomo, onde a necessidade de experimentação do campo e dos animais era imperioso para a evolução da atividade. O precursor da estatística experimental, o biólogo inglês Ronald Aylmer Fisher, que nasceu em Londres em 1890, foi quem primeiro desenvolveu este campo de estudo e pesquisa, sendo considerado o pai da estatística experimental (GOMES; GARCIA, 2002).

Como objeto de estudo da estatística experimental tem-se os experimentos, seu planejamento e sua execução. É importante dizer que os métodos, utilizados nas unidades experimentais, são chamados de tratamentos. A experimentação moderna obedece a dois princípios básicos indispensáveis à boa condução dos experimentos: necessidade de repetição e casualização ou aleatoriedade. Outro princípio de uso muito frequente, mas não obrigatório, compreende no controle

¹Discente do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: ana2.bueno@alunos.ifsuldeminas.edu.br

²Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: cesar.depaula@ifsuldeminas.edu.br

³Discente do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: eduardo.santos@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁴Discente do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: enriko.lima@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁵Discente do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: joao.mazoni@alunos.ifsuldeminas.edu.br

local, que é utilizado quando o ambiente de experimentação é heterogêneo e se deseja dividir o ambiente em blocos o mais uniforme possível (GOMES, 2009).

Na literatura são encontrados três métodos de delineamento experimental. O Delineamento Inteiramente Casualizado (D.I.C.), o Delineamento em Blocos Casualizados (D.B.C.) e o Delineamento em Quadrados Latinos (D.Q.L).

Segundo Gomes (2009) o D.I.C. tem como características fundamentais os princípios da repetição e casualização, sendo empregado em ambientes controlados. O D.B.C, além dos mesmos princípios básicos da experimentação (repetição e casualização) requer um controle local do ambiente. Por fim, no D.Q.L inclui, além dos princípios citados anteriormente, o controle local.

O autor reforça que o D.B.C. é o que apresenta um maior enquadramento experimental, sendo o mais utilizado na prática.

Devido ao fato da estatística experimental ter sido desenvolvida voltada a experimentos agropecuários e na área das ciências biológicas, na literatura são encontrados inúmero trabalhos nestas áreas que têm seus pilares de análise fundamentados nos desdobramentos da estatística experimental. Entretanto, nota-se uma carência de sua utilização em trabalhos e experimentos no campo da Agrimensura e Cartografia, o que é algo que não poderia faltar dado sua relevância e aplicabilidade.

Assim, tem-se que o trabalho proposto neste resumo consiste na execução de um experimento utilizando as diretrizes do D.B.C., sendo seu objetivo principal avaliar o comportamento de três equipamentos/métodos de medição de distância horizontal (tratamentos) em diferentes comprimentos (blocos).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste experimento foram utilizados três tipos de equipamentos: trena de 50 metros, distânciômetro a laser acoplado em uma estação total e um teodolito com mira estadiométrica. No campo de futebol do IFSULDEMINAS, *campus* inconfidentes/MG, foram materializados seis pontos, dentre os quais um deles foi escolhido para ser a origem das medições de distância (montagem dos equipamentos). Como o experimento foi conduzido seguindo o D.B.C., foram adotados os princípios envolvidos neste tipo de experimentação, sendo coletado em campo as seguintes medidas de distância (Tabela 1).

Tabela 1 - Quadro de medidas distâncias horizontais obtidas pelos diferentes equipamentos/técnicas.

Equipamento/Técnica	Blocos – Diferentes distâncias (metros)				
	B01	B02	B03	B04	B05

Trena	69,895	89,155	129,410	113,175	106,780
Distanciômetro	69,878	89,176	129,487	113,199	106,827
Taqueometria	69,998	88,999	129,500	133,000	106,899

Fonte: Os Autores.

O tratamento estatístico foi avaliado por meio do cálculo da análise de variância (ANOVA) utilizando como dados de entrada as medidas coletadas no experimento conduzido segundo o D.B.C. Nesta etapa o objetivo consistiu em calcular o valor da variável $F^{Calculado}$ e comparar com o valor do $F^{Tabelado}$, extraído diretamente da tabela da distribuição *Fisher-Snedecor*, considerando os valores dos graus de liberdade e nível de significância, calculados para os tratamentos e blocos. As hipóteses a serem testadas neste experimento, para os tratamentos e blocos, e que trazem as respostas ao objetivo deste trabalho são:

TRATAMENTOS:

H0: Não existe diferença significativa entre os equipamentos/técnicas de determinação de distância horizontal utilizados na topografia.

H1: Existe diferença significativa entre os equipamentos/técnicas de determinação de distância horizontal utilizados na topografia.

BLOCOS:

H0: Não existe diferença significativa entre as diferentes distâncias horizontais determinadas pelos diferentes equipamentos/técnicas.

H1: Existe diferença significativa entre as diferentes distâncias horizontais determinadas pelos diferentes equipamentos/técnicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para as variáveis da ANOVA considerando um experimento conduzido segundo o D.B.C. Pela tabela nota-se que foram calculados dois valores para a variável $F^{Tabelado}$, sendo determinados para as fontes de variações tratamentos e blocos, respectivamente. Esta variável foi obtida por meio da tabela de distribuição de probabilidade *Fisher-Snedecor* considerando os níveis de probabilidade de 1% e 5%. Para a fonte de variação de tratamento, foram encontrados os seguintes valores tabelados (1% e 5%): $F_{(2,8)1\%}^{Tabelado} = 8,65$ e $F_{(2,8)5\%}^{Tabelado} = 4,46$. Para a fonte de variação de blocos, foram encontrados os seguintes valores tabelados (1% e 5%): $F_{(4,8)1\%}^{Tabelado} = 7,01$ e $F_{(4,8)5\%}^{Tabelado} = 3,84$.

Tabela 2 - ANOVA calculada para o experimento realizado seguindo o D.B.C.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	S.Q.	$F^{Calculado}$
TRATAMENTOS	2	0,004	0,002	0,276
BLOCOS	4	6288,179	1572,045	216833,793
RESÍDUOS	8	0,058	0,007	
TOTAL	14	6288,241	-	

Fonte: Os Autores.

A avaliação dos valores das variáveis $F^{Tabelado}$ e $F^{Calculado}$ para o tratamento, resultou no aceite da hipótese H_0 , nas probabilidades de 1% e 5%, porém, a avaliação realizada para os blocos, mostrou na rejeição da hipótese H_0 , também avaliado para as probabilidades de 1% e 5%.

5. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste experimento mostraram que houve discrepâncias muito grandes entre os resultados obtidos para as fontes de variação tratamento e blocos (variáveis Q.M. e S.Q.), o que não se imaginava *a priori*, porém fez total sentido, dado que os tratamentos avaliam os equipamentos/técnicas utilizadas ao passo que os blocos avaliam as diferentes distâncias avaliadas, e esta última apresentou uma grande variação nos cinco blocos constituídos.

A condução da análise da variância para o experimento desdobrado seguindo o D.B.C. mostrou que para o tratamento a hipótese H_0 foi aceita, o que nos permite concluir que não existe diferença significativa entre os equipamentos/técnicas de medições de distância horizontal utilizados, o que era de se esperar pois eles já se encontram consolidados quando utilizados corretamente. Para os blocos, tivemos a rejeição da hipótese H_0 , o que também era de se esperar, pois sabe-se que quanto maior a distância horizontal determinada com os equipamentos utilizados, maior o acúmulo do erro sistemático que sempre irá existir.

Em resumo podemos dizer que, por mais que este experimento tenha sido conduzido seguindo o desdobramento D.B.C., foi verificado que ele pode ser melhor avaliado seguindo os axiomas de um experimento fatorial, o que nos possibilitará dizer qual o equipamento/técnica empregado na medição de distância horizontal pode apresentar menores erros acumulados em distâncias curtas e em distâncias maiores. Esta última conclusão será a continuação deste trabalho nas próximas etapas.

REFERÊNCIAS

- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.
- GOMER, F. P; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. 11ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.