

# Teste Wald Para Avaliação de Parâmetros de Regressão e Dispersão em Modelos Multivariados de Covariância Linear Generalizada

Estudante: Lineu Alberto Cavazani de Freitas - Avaliador: Daniel Furtado Ferreira\*  
Departamento de Estatística-Universidade Federal de Lavras-Cx. Postal 37 - Lavras-MG -Brasil  
(Dated: 12 de agosto de 2022)

## I. VISÃO GERAL

A dissertação tem como foco principal é o desenvolvimento de testes de hipóteses para os McGLMs, por se tratar de uma classe de modelos flexível e com alto poder de aplicação a problemas práticos.

A proposta é adaptar o teste Wald para a realização de testes de hipóteses gerais sobre parâmetros de McGLMs. Além disso tem-se como objetivos à implementação funções para efetuar tais testes, bem como funções para efetuar ANOVAs e MANOVAs.

As propriedades e comportamento dos testes propostos são verificados com base em estudos de simulação e o potencial de aplicação das metodologias discutidas é apresentado com base na aplicação a conjuntos de dados reais.

Agradeço ao orientador Prof. Dr. Wagner Hugo Bonat, bem como ao estudante Lineu Alberto Cavazani de Freitas a possibilidade de participar e colaborar um pouco mais com o trabalho.

## II. QUESTIONAMENTOS SOBRE A INTRODUÇÃO

O texto como um todo (não só da introdução) está bem escrito e algumas correções foram anotadas no arquivo pdf que será enviado à você. Seguem as principais questões sobre a introdução:

- a) (Página 15) Os modelos multivariados de covariância linear generalizada (McGLM) foram propostos por Bonat e Jørgensen (2016). Ficou claro agora a diferença entre seu trabalho e a proposta dos autores, pela subseção 1.2.
- b) Na página 15, você usa a hipótese de que o teste de Wald, no contexto dos McGLMs, não precisa ter originado de um processo de estimação de máxima verossimilhança. Pergunto, se não há nenhuma restrição para o uso deste teste ou algum outro pressuposto? R. Na estimação de máxima verossimilhança os estimadores possuem distribuição assintótica normal multivariada. Dá para garantir isso nos estimadores dos McGLMs? Nada é mencionada sobre uma possível normalidade assintótica dos estimadores. (R. Veja páginas 21 e 30).

## III. QUESTIONAMENTOS SOBRE O REFERENCIAL

Seguem as principais questões sobre o referencial:

- a) As dúvidas que eu tinha apresentado na qualificação sobre as seções 2.1.2 e 2.1.3 foram sanadas, nas páginas 19 e 20. Eu usaria na expressão  $Bdiag(\tilde{\Sigma}_1, \dots, \tilde{\Sigma}_R)$  o operador soma direta, mais conhecido, da seguinte forma:  $\bigoplus_{r=1}^R \tilde{\Sigma}_r$ .
- b) O que não ficou claro é como tratar a função  $h()$  da página 19 e determinar a matriz  $Z$  das estruturas de covariância presente nos dados? Sei que é de outro artigo, mas enriqueceria seu trabalho.
- c) Na página 25, seção 2.2.2.1 você fala novamente do teste de Wald e não apresenta os pressupostos, que diretamente foram mencionados na página 21 e página 30. Não há um pressuposto forte para usar o teste Wald?
- d) Você apresenta uma revisão sobre ANOVA e MANOVA. Questionei na qualificação que os nomes apropriados para o caso de modelos lineares é análise de deviance, mas você não atendeu a esta sugestão. Tem alguma razão especial para isso?
- e) Na página 27 você diz “Para proceder um teste de comparações múltiplas basta selecionar os contrastes desejados nas linhas da matriz  $K_1$  e utilizar estas linhas como matriz de especificação de hipóteses do teste Wald.” Na verdade, o que deve ser feito, é selecionar cada linha separadamente, pois os testes são feitos contraste a contraste separadamente e não simultaneamente. Não é isso? Se concorda, deve mudar a redação deste trecho.

## IV. QUESTIONAMENTOS SOBRE A PROPOSTA

Seguem as principais questões sobre a proposta:

- a) Na página 30 você diz que os **estimadores** seguem uma distribuição normal. Como pode-se garantir isso em um modelo com cada variável sendo originária de uma distribuição diferente em potencial?

---

\* <http://www.des.ufla.br/~danielff>; danielff@ufla.br

- b) As seções 4.2.2 e 4.2.3 sobre a manova e ou anova tipo II e III nas páginas 34 e 35, em minha opinião, estão com os conceitos trocados.
- c) Na página 36, seção 4.3, sugiro que mencione que se tratam das matrizes  $K_0$  e  $K_1$  nos passos 1 e 2 descritos.
- d) Na seção 5 (Simulação), página 37, você diz que usa três distribuições. Eu não entendi muito bem o sistema de simulação. Pelo que vi seus níveis (valores médios reais dos 4 níveis) são iguais em todas as simulações e você variou a hipótese a ser testada. Isso é incomum, pois, em geral, fixamos a hipótese nula e variamos os parâmetros da população simulada. Fazemos um caso sob  $H_0$ , para avaliar o tamanho real do teste e depois, consideramos simulações sob  $H_1$ , para avaliar o poder. Se é no contexto das hipóteses de efeito global (modelo possui parâmetros significativamente diferente de zero) faz sentido fazer o que fez, mudando a hipótese nula de tal sorte que houvesse uma distância fixa para os valores reais dos parâmetros. Mas e quanto as simulações de comparações múltiplas?
- e) Não há simulações no contexto de comparações múltiplas multivariadas ou univariadas.
- f) Em minha opinião (visão crítica), a simulação foi o ponto fraco de seu trabalho, da forma como ela foi feita. Apesar de haver bastante coerência com as curvas de poder, que indica que seu teste se comporta como um bom teste, influenciado pelo tamanho amostral e distância entre valor hipotético e paramétrico, como esperado pela teoria, houve uma sub exploração do uso da simulação, principalmente no contexto das comparações múltiplas.
- g) Na página 38, ao comentar sobre os resultados da simulação, no caso trivariado, você menciona que as rejeições quando em  $H_0$  os valores hipotéticos eram iguais aos valores paramétricos, então as taxas de rejeição chegaram a estar em torno de 10%. Este resultado eu não consegui tirar dos gráficos, mas a informação é relevante, indicando que o teste seria liberal se você aumenta a dimensionalidade, pois teria taxas de erro tipo I superiores ao valor nominal de 5% que potencialmente você usou. Não seria prudente fazer testes com dimensionalidade maiores que 3?

## V. QUESTIONAMENTOS SOBRE IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL

Seguem as principais questões sobre as implementações:

- a) O pacote R *htmglm* é capaz de lidar com modelos envolvendo vários fatores e suas interações duplas, triplas, etc.?
- b) O pacote não foi publicado ainda no CRAN por qual razão? (já vi que está, então deve mudar a dica de instalação dele na dissertação na página 43)
- c) Na página 43 tem uma variável *viable peas* que eu acho que deveria ser *viable pod*, pois *pea* é ervilha e o banco e dados é soja. Assim, acho que tem erro na descrição do banco de dados do pacote *mcglm*.
- d) Na página 45, em que tem-se o resultado do experimento em soja ( $3 \times 5$ ) (água x potássio) em 5 blocos, pode me explicar os graus de liberdade encontrados para cada variável (fator) (idem página seguinte)?

## VI. QUESTIONAMENTOS SOBRE O EXEMPLO REAL

Seguem as principais questões sobre o Exemplo Real:

- a) nenhum questionamento, exceto o que se refere aos graus de liberdade das análises de variância do tipo II apresentadas, como anteriormente. Minha sugestão é usar redução de modelos para as somas de quadrados de cada fatores.

## VII. CONCLUSÕES

Minha recomendação é de aprovar a dissertação. O texto foi bem redigido e as divisões ficaram, diferentemente da qualificação, boas. Minha avaliação que o trabalho em seu intento e conteúdo foi muito bom, ambicioso e repleto de méritos. Em minha opinião a simulação Monte Carlo ficou deficiente, principalmente nas comparações múltiplas, além de ter sido feita de forma não muito usual, em que se afastava os valores hipotéticos dos valores paramétricos e não o contrário. Além disso, fiquei em dúvida com relação aos testes do tipo I e II, principalmente em relação aos graus de liberdade.