



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Curso:	<b>Bacharelado em Estatística</b>	Campus:	<b>Sede</b>
Departamento:	<b>Estatística</b>		
Centro:	<b>Ciências Exatas</b>		
<b>COMPONENTE CURRICULAR</b>			
Nome: <b>Modelos Mistos</b>			Código: <b>11808</b>
Carga Horária: <b>68 h/a</b>	Periodicidade: <b>Semestral</b>	Ano de Implantação: <b>2023</b>	
<b>1. EMENTA</b>			
Conceitos de modelos lineares mistos.			
<b>2. OBJETIVOS</b>			
Capacitar o aluno para o ajuste e análise de modelos mistos.			

<b>3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Introdução e formulação geral aos modelos lineares mistos; efeitos fixos e efeitos aleatórios; estrutura das matrizes de covariâncias dos efeitos aleatórios e dos erros aleatórios; alguns casos particulares; porque usar modelos mistos; exemplos introdutórios.</li><li>2. Estimação dos parâmetros do Modelo: método de máxima verossimilhança e de máxima verossimilhança restrita (REML); propriedades dos estimadores de máxima verossimilhança restrita; equações do modelo misto; estimadores lineares não viesados dos efeitos fixos (BLUEs), estimadores lineares não viesados (BLUEs) dos efeitos fixos e estimadores lineares não viesados (BLUPs) dos efeitos aleatórios; propriedades dos estimadores de máxima verossimilhança restrita.</li><li>3. Testes de hipóteses e intervalos de confiança às componentes de variância e aos efeitos do modelo linear misto; comparação e seleção de modelos: testes de razão de verossimilhanças; critérios de Informação de Akaike (AIC) e de Bayes (BIC).</li><li>4. Diagnósticos dos modelos lineares misto; verificação dos pressupostos: normalidade dos resíduos e dos efeitos aleatórios, homogeneidade de variâncias; detecção de outliers e observações influentes.</li><li>5. Modelo linear misto hierárquico de uma e de duas camadas. Parâmetros de variância zero/negativa. Comparação de diferentes estruturas de covariâncias.</li></ol>

6. Modelo linear misto utilizado com experimentos em parcelas divididas (split-plot) em blocos completos casualizados e modelos lineares mistos com variáveis preditoras categóricas e numéricas.
7. Modelo linear misto utilizado com experimentos com medidas repetidas (dados longitudinais) - abordagem simples: análise separada em cada ponto no tempo, análise por estatística resumo e abordagem de efeitos aleatórios; abordagem avançada: modelo gaussiano de correlação espacial; teste de redução do modelo; análise de estruturas de correlação; validação do modelo linear misto para dados de medidas obtidas.

**Obs.:** Deverá ser contemplado o uso de recursos computacionais no conteúdo programático.

#### 4. REFERÊNCIAS

##### 4.1- Básicas (Disponibilizadas na Biblioteca ou aquisições recomendadas)

PAULINO, C. D.; SINGER, J. M. **Análise de dados categorizados**. São Paulo: E. Blucher, 2006.

##### 4.2- Complementares

CROWDER, M. J.; HAND, J. **Analysis of repeated measures**. London: Chapman and Hall, 1990.

DAVIS, C. S. **Statistical methods for the analysis of repeated measurements**. New York: Springer, 2002.

DEMIDENKO, E. **Mixed models: theory and applications with R**. 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

DIGGLE, P. J.; HEAGERTY, P.; LIANG, K.Y.; ZEGER, S. L. **Analysis of longitudinal data**. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Oxford University Press, 2002.

JIANG, J. **Linear and generalized linear mixed models and their applications**. New York: Springer, 2007.

LINDSEY, J. K. **Models for repeated measurements**. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Oxford University Press, 1999.

LITTEL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. 2<sup>nd</sup> ed. Cary: SAS Press, 2006.

MCCULLOCH, C. E.; SEARLE, S. R. **Generalized linear, and mixed models**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. **Mixed-effects models in S and S-plus**. New York: Springer-Verlag, 2000.

SEARLE, S.R.; CASELLA, G.; MCCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: John Wiley & Sons, 1992.

STROUP, W. W. **Generalized linear mixed models: modern concepts, methods and applications.** Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data.** New York: Springer-Verlag, Springer Series in Statistics, 2000.

ZUUR, A.; IENO E.; WALKER, N. , SVELIEV, A. , SMITH, G. **Mixed effects models and extensions in ecology with R.** New York: Springer, 2009.

WEST, B. T.; WELCH, K. B.; GALECKI, A. T. **Linear mixed models: a practical guide using statistical software.** Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2007.

---

APROVAÇÃO DO DEPARTAMENTO

---

APROVAÇÃO DO CONSELHO ACADÊMICO