

MAT02034 - Métodos bayesianos para análise de dados

Introdução ao OpenBUGS

Rodrigo Citton P. dos Reis
citton.padilha@ufrgs.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

Porto Alegre, 2022

OpenBUGS: introdução

OpenBUGS

- ▶ **BUGS** é um *software* para realizar **inferência Bayesiana usando amostragem Gibbs** (**B**ayesian inference **U**sing **G**ibbs **S**ampling).
- ▶ O usuário fornece ao *software* o **modelo** (somente a(s) distribuição(ões) *a priori* e a verossimilhança), os **dados** e **valores iniciais** (da cadeia de Markov); o *software* gera uma sequência de realizações da distribuição *a posteriori* do respectivo modelo.
- ▶ Procedimento básico para executar a simulação:
 - ▶ Comece em um conjunto arbitrário de valores iniciais;
 - ▶ Descarte as realizações da cadeia do período de *burn-in*;
 - ▶ Salve e analise a amostra (resumo numérico, gráficos, avaliação da convergência) de realizações do período estacionário.

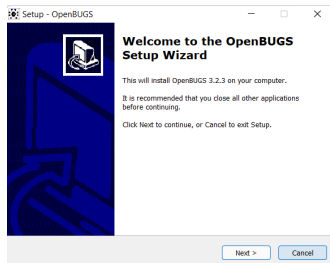
OpenBUGS: primeiros passos

- ▶ <https://openbugs.net/> (não parece muito estável)
- ▶ (Sugestão:)
<https://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/software/bugs/openbugs/>
- ▶ Veja o artigo sobre o projeto BUGS¹ e o Manual do *software* **(no Moodle da disciplina)**.

¹Lunn D, Spiegelhalter D, Thomas A, Best N. The BUGS project: Evolution, critique and future directions. Stat Med. 2009 Nov 10;28(25):3049-67. doi: 10.1002/sim.3680. PMID: 19630097.

OpenBUGS: primeiros passos

1. Na página <https://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/software/bugs/openbugs/>, na seção *Downloads* escolha a opção de acordo com o seu sistema operacional (para esta aula: Windows!).
2. Um arquivo .zip será baixado, com o arquivo “OpenBUGS323setup.exe”. Clique neste arquivo para executá-lo. A seguinte janela de instalação aparecerá na tela



3. Aceite os termos do **contrato de licença** e siga com a instalação padrão (botão “Next” até o fim do processo).

OpenBUGS: primeiros passos

O OpenBUGS possui uma interface gráfica:



Por meio dela o usuário especifica o **modelo**, os **dados** e **valores iniciais** (através de arquivos de scripts). Além disso, a interface gráfica possui funcionalidades para analisar as saídas das cadeias geradas.

OpenBUGS: exemplo

Bombas: modelo hierárquico Poisson-gama conjugado

- Considere os dados de falhas de 10 bombas de usinas de energia. Supõe-se que o número de falhas x_i siga uma distribuição de Poisson

$$x_i \sim \text{Poisson}(\theta_i t_i), \quad i = 1, \dots, 10,$$

em que θ_i é a taxa de falha da bomba i e t_i é o tempo de operação da bomba (expresso em unidade de 1000 horas).

Bombas: modelo hierárquico Poisson-gama conjugado

- Os dados são apresentados a seguir.

Bomba	t_i	x_i
1	94.5	5
2	15.7	1
3	62.9	5
4	126	14
5	5.24	3
6	31.4	19
7	1.05	1
8	1.05	1
9	2.1	4
10	10.5	22

Bombas: modelo hierárquico Poisson-gama conjugado

- Uma distribuição *a priori* gama conjugada é adotada para as taxas de falha:

$$\theta_i \sim \text{Gama}(\alpha, \beta), \quad i = 1, \dots, 10.$$

- Suponha a seguinte especificação *a priori* para os hiperparâmetros α e β

$$\alpha \sim \text{Exponencial}(1.0)$$

$$\beta \sim \text{Gama}(0, 1, 1, 0)$$

Bombas: modelo hierárquico Poisson-gama conjugado

- ▶ É possível mostrar que (para casa) a distribuição *a posteriori* para β é uma distribuição Gama, mas leva a uma distribuição *a posteriori* não padrão para α .
- ▶ O amostrador Gibbs pode ser utilizado para simular as densidades *a posteriori* necessárias.
- ▶ (Demonstração; arquivos no Moodle da disciplina)

OpenBUGS e R

- ▶ Na prática, o usuário deseja armazenar dados e analisar os resultados em R (ou Stata, SAS, etc.)
- ▶ Depois de saber como usar o OpenBUGS, você pode ler a documentação desses pacotes do R:
 - ▶ R2OpenBUGS, BRugs: estes pacotes permitem o usuário interagir com OpenBUGS dentro de R
 - ▶ CODA: conjunto de ferramentas para avaliar a convergência e descrever resultados
- ▶ É possível “chamar” o OpenBUGS do R para automatizar a análise bayesiana.

Para casa

- ▶ Revisar a aula de hoje (passos de instalação do OpenBUGS, rodar o exemplo).
- ▶ Implemente no R modelo do exemplo da aula de hoje. Compare com os resultados encontrados no OpenBUGS.
- ▶ Utilize o OpenBUGS para rodar o modelo do exemplo dos dados de taxas de scram em usinas nucleares (aulas 08 e 09). Compare com os resultados encontrados pela a implementação em R feita em aula.
- ▶ Trazer as dúvidas para o Fórum Geral do Moodle e para a próxima aula.

Próxima aula

- ▶ Modelos lineares.

Por hoje é só!

Bons estudos!

