

Washington Leite Junger

**Modelo Poisson-Gama
Semi-Paramétrico**

Uma Abordagem de Penalização
por Rugosidade

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
Programa de Pós-graduação em
Engenharia Elétrica

Rio de Janeiro
janeiro de 2004

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Washington Leite Junger

Modelo Poisson-Gama Semi-Paramétrico

Uma Abordagem de Penalização por Rugosidade

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio

Orientador: Prof. Cristiano Augusto Fernandes

Co-Orientador: Prof. Antonio Ponce de Leon

Rio de Janeiro
janeiro de 2004



Washington Leite Junger

Modelo Poisson-Gama Semi-Paramétrico

Uma Abordagem de Penalização por Rugosidade

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Cristiano Augusto Fernandes

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica — PUC-Rio

Prof. Eduardo Lima Campos

Escola Nacional de Ciências Estatísticas — IBGE

Prof. Antonieta D'Alcântara de Queiroz Peres

Departamento de Matemática e Estatística — Uni-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico —
PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de janeiro de 2004

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Washington Leite Junger

Graduado em Estatística pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – IME/UERJ. Nos últimos anos, tem atuado como pesquisador do Projeto ARES-Rio no Instituto de Medicina Social – IMS/UERJ, em estudos epidemiológicos de associação entre poluição do ar e potenciais efeitos nocivos à saúde. Contexto em que o presente trabalho foi desenvolvido.

Ficha Catalográfica

Junger, Washington Leite

Modelo Poisson-Gama Semi-Paramétrico/
Washington Leite Junger; orientador: Cristiano Augusto Fernandes; co-orientador: Antonio Ponce de Leon. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, 2004.

v., 82 f: il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

1. Estatística. 2. Séries Temporais. 3. Regressão Não-paramétrica. 4. Epidemiologia. 5. Poluição do Ar. 6. Saúde. I. Fernandes, Cristiano Augusto. II. De Leon, Antonio Ponce. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD: 621.3

Agradecimentos

Meus orientadores Cristiano e Ponce pela produtiva parceria.

Toda a família por lidar com a minha ausência.

Cristina pelo apoio pleno e incondicional.

Andréia pela leitura e torcida.

CAPES pelo suporte financeiro.

Resumo

Junger, Washington Leite; Fernandes, Cristiano Augusto; De Leon, Antonio Ponce. **Modelo Poisson-Gama Semi-Paramétrico**. Rio de Janeiro, 2004. 82p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Neste trabalho, os modelos Poisson-gama são estendidos para uma formulação mais geral onde o preditor linear das covariáveis é substituído por um preditor aditivo de funções genéricas destas covariáveis. Como nos modelos aditivos generalizados (MAG), as funções lineares das covariáveis constituem um caso particular de modelo aditivo e as funções suavizadores utilizadas são as *splines* cúbicas naturais. A formulação semi-paramétrica permite ampliar o campo de aplicação desta classe de modelos. Os modelos semi-paramétricos são estimados por um processo iterativo combinando maximização da verossimilhança e algoritmo *backfitting*. Todos os algoritmos de estimação e diagnósticos estão implementados nas linguagens de programação *R* e *C*.

Palavras-chave

Modelos em espaço de estados, séries temporais, regressão não-paramétrica, *splines*, epidemiologia, fatores de confusão, poluição do ar.

Abstract

Junger, Washington Leite; Fernandes, Cristiano Augusto; De Leon, Antonio Ponce. **Semiparametric Poisson-Gamma models : a roughness penalty approach**. Rio de Janeiro, 2004. 82p. MSc. Dissertation — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work is aimed at extending the Poisson-Gamma models towards a more general specification, where the linear predictor of covariates is replaced by an additive predictor of generic functions of these covariates. Just like the generalized additive models (GAM), the linear functions of covariates are a particular case of additive models and the natural cubic splines are used as smoothing functions. The semiparametric specification allows to enlarge the possibilities of application of these models. The semiparametric models are fitted by an iterative process that combines maximization of likelihood and *backfitting* algorithm. All the routines for model fitting and diagnostics are implemented in *R* and *C* programming languages.

Keywords

State space models, time series, nonparametric regression, splines, epidemiology, confounding factors, air pollution.

Sumário

1	Introdução	9
2	Revisão teórico-metodológica	12
2.1	Modelos Poisson-gama	12
2.2	Regressão não-paramétrica	15
3	Modelo Poisson-gama semi-paramétrico	29
3.1	Especificação teórica	29
3.2	Inferência no modelo semi-paramétrico	32
3.3	Aspectos computacionais	35
4	Aplicação e comparação de modelos	38
4.1	Aplicação em Epidemiologia Ambiental	38
4.2	Comparação com outra classe de modelos	44
5	Conclusão	52
	Referências Bibliográficas	54
A	Código fonte em R	59
B	CD-ROM com a Biblioteca pgam para R	82

Todas as religiões, artes e ciências são ramos da mesma árvore. Todas elas aspiram a enobrecer a vida do homem, elevando-a acima da esfera da mera existência física e conduzindo o indivíduo rumo à liberdade. Não foi por mero acaso que nossas mais antigas universidades se desenvolveram a partir de escolas eclesiásticas. Tanto as igrejas como as universidades – na medida em que cumpram sua verdadeira função – servem ao enobrecimento do indivíduo. Buscam cumprir essa elevada tarefa pela difusão do entendimento moral e cultural, renunciando ao uso da força bruta.

Albert Einstein, *Escritos da Maturidade*.