



**Bruno Agrélio Ribeiro**

**Previsão de Contingência Judicial em Empresas  
do Setor Elétrico: Uma Abordagem via  
Regressão Dinâmica e Amortecimento  
Exponencial**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Elétrica da PUC-Rio como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Reinaldo Castro Souza

Rio de Janeiro  
Agosto de 2011



**Bruno Agrélio Ribeiro**

**Previsão de Contingência Judicial em Empresas  
do Setor Elétrico: Uma Abordagem via  
Regressão Dinâmica e Amortecimento  
Exponencial**

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. Reinaldo Castro Souza**  
**Orientador**

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Richard Hilário**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**Prof. Mauricio Nogueira Frota**  
Programa de Pós-Graduação em Metrologia - PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro  
Técnico Científico

Rio de Janeiro, 26 de agosto de 2011

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

### **Bruno Agrélio Ribeiro**

Graduou-se em Economia pela Universidade de São Paulo - USP, em 2004.

#### Ficha Catalográfica

Ribeiro, Bruno Agrélio

Previsão de Contingência Judicial em Empresas do Setor Elétrico: Uma Abordagem via Regressão Dinâmica e Amortecimento Exponencial / Bruno Agrélio Ribeiro; orientador: Reinaldo Castro Souza. – 2011.

91 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, 2011.

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Modelos de regressão dinâmica. 3. Amortecimento exponencial. 4. Previsão de contingência judicial. 5. Box & Jenkins. I. Souza, Reinaldo Castro. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3

À minha família e à minha namorada

## **Agradecimentos**

A Deus, simplesmente por tudo.

Ao Prof. Ph.D. Reinaldo Castro Souza, por ter sido, e continuar sendo, muito mais do que um orientador.

Aos amigos Pedro e Rafael, pela inestimável ajuda e apoio.

À PUC-Rio, pelo apoio durante as atividades exercidas no decorrer do curso.

## Resumo

Ribeiro, Bruno Agrélio; Souza, Reinaldo Castro (Orientador). **Previsão de Contingência Judicial em Empresas do Setor Elétrico: Uma Abordagem Via Regressão Dinâmica e Amortecimento Exponencial.** Rio de Janeiro, 2011. 91p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação tem como objetivo principal a proposição de modelos para previsão, em um curto prazo, do número de processos que são ajuizados em desfavor de uma empresa do setor elétrico. A metodologia utilizada consiste em, a partir de uma análise exploratória dos dados, construir modelos usando uma estratégia bottom-up, ou seja, parte-se de um modelo simples e processa-se seu refinamento até encontrar um modelo apropriado que mais se adequa à realidade. Partiu-se então de um modelo auto projetivo indo até uma formulação de um modelo de regressão dinâmica. Os modelos são então comparados segundo alguns critérios, basicamente no que tange à sua eficiência preditiva. Conclui-se ao final sobre a eficiência de se utilizar modelos de regressão dinâmica para este tipo de previsão tendo em vista a presença de correlação serial dos resíduos, comumente presentes nas séries econômicas. Propõe-se, ao final, uma ferramenta para, a partir dos valores estimados, analisar a viabilidade econômica de estimular ou desestimular as medidas responsáveis pela geração de processos contra a empresa.

## Palavras-chave

Modelos de Regressão Dinâmica; Amortecimento Exponencial; Previsão de Contingência Judicial; Box & Jenkins.

## Abstract

Ribeiro, Bruno Agrélio; Souza, Reinaldo Castro (Advisor). **Forecasting of Judicial Contingency in Electric Sector Companies: an Approach via Dynamic Regression and Exponential Smoothing**. Rio de Janeiro, 2011. 91p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The aim of this dissertation is to develop short term models to forecast the number of judicial process in electric sector companies. From the methodology point of view, data is analyzed and models using bottom-up strategy is developed. In other words, a simple model is improved step by step until a proper model that fits well the reality is found. From a univariate model it ends up in a dynamic regression model. The models obtained in this study are compared according to some criterion, mainly forecast accuracy. In the end the conclusion is about the efficiency of dynamic regression models for this kind of forecast, which one presents data with serial correlation of residues, commonly present in economic series. In the end, from the estimated values, it's proposed a mechanism to analyze the economic viability, to encourage or not, actions which are responsible for instigating judicial processes against the company.

## Keywords

Dynamic Regression Models; Exponential Smoothing; Judicial Contingency Forecasting; Box & Jenkins.

## Sumário

1.	Introdução	16
2.	Metodologia	18
2.1.	Série Temporal	18
2.1.1.	Processo Estocástico	18
2.1.2.	Componente Cíclica, Sazonal e de Tendência	20
2.1.3.	Tempo x Frequência	21
2.2.	Modelos Univariados	23
2.2.1.	Método de Amortecimento Exponencial	23
2.2.1.1.	Método de Amortecimento Exponencial Simples	23
2.2.1.2.	Método de Amortecimento de Holt	24
2.2.1.3.	Método de Amortecimento de Holt-Winters	25
2.2.2.	Modelos ARIMA	27
2.2.2.1.	Teoria Geral dos sistemas lineares	27
2.2.2.2.	Metodologia dos modelos ARIMA	29
2.2.2.3.	Modelos SARIMA	31
2.3.	Modelo Multivariado de Regressão Dinâmica	32
2.3.1.	Apresentação Teórica	32
2.3.2.	Metodologia dos Modelos de Regressão Dinâmica	34
2.3.3.	Modelos de Cochrane-Orcutt generalizados	35
2.3.4.	Construção do modelo de Regressão Dinâmica	36
2.3.5.	Testes para os modelos de regressão dinâmica	38
3.	Análises dos Dados, Aplicação Dos Modelos E Resultados	42
3.1.	Análise exploratória do histórico de processos jurídicos	42
3.2.	Ajuste dos Modelos para os principais motivos de geração de processos jurídicos	55
3.3.	Análise de Cenários	65
3.4.	Provisionamento de longo prazo	70
4.	Estudo de Viabilidade Econômica	77
5.	Conclusão	81
6.	Referências bibliográficas	83
7.	Anexos	85



## Lista de figuras

Figura 2.1: Fluxograma para a construção de um modelo de regressão dinâmica	37
Figura 2 Teste Jarque-Bera - Irregularidades REN - Cível	85
Figura 3 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – Cível	85
Figura 4 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre corte (indevido) – Cível	85
Figura 5 Teste Jarque-Bera - negativação/protesto – Cível	85
Figura 6 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre fatura – Cível	86
Figura 7 FAC dos resíduos - Irregularidades REN – Cível	86
Figura 8 FAC dos resíduos - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – Cível	86
Figura 9 FAC dos resíduos - Reclamação sobre corte (indevido) – Cível	86
Figura 10 FAC dos resíduos - negativação/protesto – Cível	86
Figura 11 FAC dos resíduos - Reclamação sobre fatura – Cível	87
Figura 12 FAC dos quadrados dos resíduos - Irregularidades REN – Cível	87
Figura 13 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – Cível	87
Figura 14 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre corte (indevido) – Cível	87
Figura 15 FAC dos quadrados dos resíduos - negativação/protesto – Cível	87
Figura 16 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre fatura – Cível	88
Figura 17 Teste Jarque-Bera - Irregularidades REN - JEC	88
Figura 18 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – JEC	88
Figura 19 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre corte (indevido) – JEC	88
Figura 20 Teste Jarque-Bera - Interrupção não programada – JEC	88
Figura 21 Teste Jarque-Bera - Reclamação sobre fatura – JEC	89
Figura 22 FAC dos resíduos - Irregularidades REN – JEC	89
Figura 23 FAC dos resíduos - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – JEC	89
Figura 24 FAC dos resíduos - Reclamação sobre corte (indevido) – JEC	89
Figura 25 FAC dos resíduos - Interrupção não programada – JEC	89

Figura 26 FAC dos resíduos - Reclamação sobre fatura – JEC	90
Figura 27 FAC dos quadrados dos resíduos - Irregularidades REN – JEC	90
Figura 28 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) – JEC	90
Figura 29 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre corte (indevido) – JEC	90
Figura 30 FAC dos quadrados dos resíduos - Interrupção não programada – JEC	91
Figura 31 FAC dos quadrados dos resíduos - Reclamação sobre fatura – JEC	91

## Lista de tabelas

Tabela 3-1– Principais Motivos-ação	43
Tabela 3-2 Análise dos valores pagos - Irregularidade – REN - JEC	45
Tabela 3-3 Análise dos valores pagos - Irregularidade – REN - Cível	45
Tabela 3-4 Análise dos valores pagos - Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) - JEC	47
Tabela 3-5 Análise dos valores pagos - Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) - Cível	47
Tabela 3-6 Análise dos valores pagos - Reclamação sobre Fatura - JEC	49
Tabela 3-7 Análise dos valores pagos - Reclamação sobre Fatura - Cível	49
Tabela 3-8 Análise dos valores pagos - Rec sobre Corte (Indevido) - JEC	51
Tabela 3-9 Análise dos valores pagos - Rec sobre Corte (Indevido) - JEC	51
Tabela 3-10 Análise dos valores pagos - Rec sobre Neg./Prot. – Cível	53
Tabela 3-11 Análise dos valores pagos – Interrupção não programada - JEC	54
Tabela 3-12– Métricas de ajuste dos Modelos (Cível)	55
Tabela 3-13 –Ajuste do Modelo – Irregularidade REN (Cível)	57
Tabela 3-14 Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) (Cível)	58
Tabela 3-15 – Ajuste do Modelo - Reclamação sobre corte (indevido) (Cível)	59
Tabela 3-16– Ajuste do Modelo - Reclamação sobre Negativação/Protesto (Cível)	59
Tabela 3-17 – Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (Cível)	60
Tabela 3-18 – Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (Cível)	60
Tabela 3-19 – Métricas de Ajustes dos Modelos (JEC)	61
Tabela 3-20 – Ajuste do Modelo – Irregularidade REN (JEC)	62
Tabela 3-21 – Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (cobrança indevida) (Cível)	63
Tabela 3-22– Ajuste do Modelo - Reclamação sobre Corte (Indevido) (JEC)	63
Tabela 3-23 – Ajuste do Modelo – Interrupção não programada (JEC)	64
Tabela 3-24 Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (JEC)	65
Tabela 3-25 – Ajuste do Modelo - Reclamação sobre fatura (JEC)	65
Tabela 4-1 – Vencimentos e valores de contratos de taxas de juros DI de um dia negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros em 03/01/2011	80

Tabela 4-2 Tabela fornecida pela empresa Energia S.A. contendo as médias de consumo dos clientes, nos meses seguintes à regularização do furto de energia

80

## Lista de gráficos

Gráfico 3-1 - Irregularidade REN (Cível)	46
Gráfico 3-2 – Irregularidade REN (JEC)	46
Gráfico 3-3– Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (Cível)	48
Gráfico 3-4 – Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (JEC)	48
Gráfico 3-5– Reclamação sobre Fatura (Cível)	49
Gráfico 3-6 – Reclamação sobre Fatura (JEC)	50
Gráfico 3-7– Reclamação sobre Corte (Indevido) (Cível)	51
Gráfico 3-8 – Reclamação sobre Corte (Indevido) (JEC)	52
Gráfico 3-9 – Reclamação sobre Negativação/Protesto (Cível)	53
Gráfico 3-10 – <i>Interrupção de Energia não Programada</i> (JEC)	54
Gráfico 3-11– Cenários: <i>Irregularidade REN</i> (Cível)	66
Gráfico 3-12– Cenários: <i>Irregularidade REN</i> (JEC)	67
Gráfico 3-13 – Cenários: Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (Cível)	67
Gráfico 3-14 – Cenários: Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (JEC)	67
Gráfico 3-15 – Cenários: Reclamação sobre Fatura (Cível)	68
Gráfico 3-16 – Cenários: Reclamação sobre Fatura (JEC)	68
Gráfico 3-17 – Cenários: Reclamação sobre Corte Indevido (Cível)	68
Gráfico 3-18 – Cenários: Reclamação sobre Corte Indevido (JEC)	69
Gráfico 3-19 – Cenários: Reclamação sobre Negativação (Cível)	69
Gráfico 3-20 – Cenários: Reclamação sobre Interrupção Não Programada (JEC)	69
Gráfico 3-21 – Cenários provisionamento: <i>Irregularidade REN</i> (Cível)	71
Gráfico 3-22 – Cenários provisionamento: <i>Irregularidade REN</i> (JEC)	71
Gráfico 3-23 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (Cível)	72
Gráfico 3-24 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Fatura (Cobrança Indevida) (JEC)	72
Gráfico 3-25 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Fatura (Cível)	73
Gráfico 3-26 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Fatura (JEC)	73
Gráfico 3-27 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Corte Indevido (Cível)	74

Gráfico 3-28– Cenários provisionamento: Reclamação sobre Corte Indevido (JEC)	74
Gráfico 3-29– Cenários provisionamento: Reclamação sobre Negativação (Cível)	75
Gráfico 3-30 – Cenários provisionamento: Reclamação sobre Interrupção Não Programada (JEC)	75

*Educar é semear com sabedoria  
e colher com paciência*

*Augusto Cury*