



Carolina Teixeira Nicolau

**Medição de Energia Elétrica: impactos da mudança
tecnológica no setor jurídico de uma concessionária
distribuidora de energia elétrica**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação.

Orientador: Prof. Reinaldo Castro Souza
Co-orientador: Prof. Mauricio Nogueira Frota

Rio de Janeiro, 15 de abril de 2013



Carolina Teixeira Nicolau

**Medição de Energia Elétrica: impactos da mudança
tecnológica no setor jurídico de uma concessionária
distribuidora de energia elétrica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora e homologada pela Coordenação Setorial de Pós-Graduação, formalizado pelas respectivas assinaturas.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Reinaldo Castro Souza

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)

Prof. Dr. Maurício Nogueira Frota

Co-Orientador

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PUC-RIO)

Prof. Dr. João Carlos de Oliveira Aires

Universidade Gama Filho (UGF)

Dr. Pedro Guilherme Costa Ferreira

Departamento de Engenharia Elétrica

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)

Prof. Dr. Fabricio Casarejos Lopes Luiz

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PUC-RIO)

Coordenação Setorial de Pós-Graduação:

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do

Centro Técnico Científico (PUC-RIO)

Rio de Janeiro, 15 de abril de 2013

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

Carolina Teixeira Nicolau

Graduada em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009). Trabalha desde 2010 na diretoria jurídica da Light Serviços de Eletricidade S.A.

Ficha Catalográfica

Nicolau, Carolina Teixeira

Medição de energia elétrica: impactos da mudança tecnológica no setor jurídico de uma concessionária distribuidora de energia elétrica / Carolina Teixeira Nicolau; orientador: Reinaldo Castro Souza; co-orientador: Mauricio Nogueira Frota. – Rio de Janeiro: PUC, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação, 2013.

90 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação, 2013.

Inclui bibliografia

1. Metrologia – Teses. 2. Metrologia. 3. Séries temporais. 4. Processos jurídicos. 5. Medição energia elétrica. I. Souza, Reinaldo Castro. II. Frota, Mauricio Nogueira. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação. IV. Título.

CDD: 389.1

Para meu avô, meus pais e meu marido,
pelo amor e apoio.

Agradecimentos

Aos professores Reinaldo Souza Castro e Mauricio Frota, pela orientação, conhecimentos transmitidos, ajuda, disponibilidade e pela confiança de estar aqui;

Aos membros da banca avaliadora dessa dissertação, por terem aceitado o convite;

Ao Fernando Pires Mello e à empresa, pela oportunidade de estudo e apoio ao longo do curso;

Ao Pedro Guilherme Ferreira, por toda ajuda e ensinamento nos últimos dois anos;

À minha família, que tanto amo, por terem me apoiado e ajudado ao longo desse processo;

Especialmente minha mãe, Silvia, pela imprescindível ajuda no desenvolvimento do trabalho. E meu pai, Jorge, certamente o homem mais inteligente que conheço;

Ao meu marido, Mauro Adriano, por todo amor, compreensão e eterno apoio nos momentos mais difíceis;

À minha família carioca, por tudo, todo amor e companheirismo ao longo dos últimos 5 anos, as meninas do meu coração;

Aos amigos campineiros que me acompanham nessa jornada desde sempre;

Aos meus queridos amigos do trabalho: Fernanda, Francisco, Andréa e Mônica;

Aos amigos que conheci na PUC e pretendo sempre manter contato: Laura, Livia, Camila e Bruno;

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente me ajudaram e fizeram parte do meu desenvolvimento profissional e, principalmente, pessoal.

Resumo

Nicolau, Carolina Teixeira; Souza, Reinaldo Castro (Orientador); Frota, Mauricio Nogueira (Co-orientador). **Medição de Energia Elétrica: impactos da mudança tecnológica no setor jurídico de uma concessionária distribuidora de energia elétrica.** Rio de Janeiro, 2013. 84p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A presente pesquisa de mestrado se desenvolve no contexto de um amplo programa estimulado pelo organismo regulador do setor elétrico brasileiro no âmbito do qual concessionárias brasileiras distribuidoras de energia elétrica desenvolvem seus projetos eficiência energética. Mais especificamente, o trabalho tem por objetivo analisar os impactos que resultam da introdução de inovação tecnológica (troca de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos) no setor jurídico dessas empresas tendo em vista que a tecnologia de medição possui influência no faturamento dos clientes e na sua relação com a concessionária. O impacto estudado refere-se (i) à quantidade de entrada de processos (no contencioso de massa do departamento jurídico da concessionária) e (ii) aos custos adicionais que passam a ser gerados pela introdução dessa alternativa tecnológica na medição de energia elétrica. Fazendo uso da metodologia por séries temporais, modelos de previsão univariados, amortecimento exponencial, e modelos de regressão dinâmica, o trabalho inclui um estudo de caso de uma empresa distribuidora de energia. Como resultado, o trabalho mostra que os modelos de regressão dinâmica mostram-se mais eficazes. A partir dos modelos gerados, foi possível comprovar e quantificar o impacto da mudança da tecnologia de medição na quantidade de entrada de processos de *reclamação sobre fatura no contencioso geral de massa*.

Palavras-chave

Metrologia; Séries Temporais; processos jurídicos; Medição energia elétrica.

Abstract

Nicolau, Carolina Teixeira; Souza, Reinaldo Castro (Advisor); Frota, Mauricio Nogueira (Co-advisor). **Measurement of Electrical Energy: impacts of the technological changes introduced in the legal department of an electricity utility.** Rio de Janeiro, 2013. 84p. MSc. Dissertation - Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This Master dissertation is developed in the context of a broader program stimulated by the regulatory body of the Brazilian electrical sector under which Brazilian electricity distributors develop their energy efficiency projects. More specifically, the study aims to analyze the impacts that result from the introduction of technological innovation (replacement of electromechanical meters by electronic meters) in the legal departments of these companies with a view that measuring technology does have influence on customer billing and on its relationship with the electricity utility. The impact study refers (i) to the amount of input processes (mass litigation in the legal department of the utility) and (ii) to the additional costs generated by the introduction of this alternative technology in electricity metering. Making use of the time series methodology, forecasting univariate models, exponential smoothing, and dynamic regression models, the work includes a case study of an energy company. As a result, the work shows that the dynamic regression models are even more effective. From the generated models, it was possible to demonstrate and quantify the impact of the change in the measurement technology on the amount of input processes named *invoice complaint on mass general litigation*.

Keywords

Metrology; time series; lawsuits; measurement of electrical energy.

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Caracterização do Problema	14
1.2. Objetivos: Geral e Específicos	15
1.3. Motivação	16
1.4. Metodologia	17
1.5. Estrutura da dissertação	17
2. Medição de Energia Elétrica: Medidores Eletromecânicos e Eletrônicos	19
2.1. Breve histórico	20
2.2. Medidores Eletromecânicos	24
2.2.1. Desvantagens dos medidores eletromecânicos	25
2.2.2. Vantagens dos medidores eletromecânicos	26
2.3. Medidores Eletrônicos	27
2.3.1. Sistema de Medição Individualizado	28
2.3.1. Sistema de Medição Centralizado	29
2.3.3. Desvantagens dos medidores eletrônicos	32
2.3.4. Vantagens dos medidores eletrônicos	33
3. Referenciais Normativos e Regulatórios de Sistemas de Medição Normas e Certificações	35
3.1. ANEEL	36
3.2. INMETRO	37
3.3. Sistemas de Medição: Referenciais Normativos	38
4. Séries Temporais	41
4.1. Séries Temporais	41
4.1.1. Processo Estocástico	42
4.1.1.1. Estacionariedade	43
4.1.1.2. Ergodicidade	43
4.1.1.3. Ruído Branco	44
4.2. Modelos Univariados	44
4.2.1. Amortecimento Exponencial	44
4.2.1.1. Método de Amortecimento de Holt-Winters	47
4.3. Regressão Dinâmica	48
4.3.1. Modelo geral regressão dinâmica	49
4.3.2. Construção de modelos regressão dinâmica	51
4.3.2.1. Estatísticas	53
4.3.2.2. Testes de verificação da dinâmica do modelo	53
4.3.2.3. Testes para a especificação das variáveis causais	54
4.3.2.4. Testes baseados na autocorrelação dos resíduos	54
5. Estudo de Caso: Reclamação sobre Fatura	56
5.1. Análise da base de dados	57
5.1.1. Análise da base de dados para o recorte Entrada de Processos	58

5.1.2. Análise da base de dados para o recorte Encerramento e Valor Pago	59
5.1.3. Análise da base de dados para o recorte Custas e Despesas Gerais	62
5.1.4. Análise da base de dados para o recorte Honorários de Escritórios	62
5.2. Modelo Univariado	63
5.3. Modelo de Regressão Dinâmica	65
5.3.1. Reclamação sobre a Fatura (Modelo Juizado Especial Cível)	67
5.3.1. Reclamação sobre a Fatura (Modelo Vara Cível)	70
5.4. Impactos Jurídicos da entrada de processos Reclamação sobre Fatura	72
6. Conclusões	74
6.1. Conclusões	74
6.1.1. Relevância da substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos	74
6.1.2. Aplicação de ferramenta por séries temporais para avaliação de impacto da alternativa tecnológica no setor jurídico da concessionária	75
6.1.3. Impacto econômico das variáveis ofensoras no setor jurídico	75
6.2. Limitação do estudo	76
6.3. Proposta para desdobramentos futuros do tema	77
7. Referências	78
Anexo A	81

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Tipo de Medidor utilizado por Região (2009)	19
Tabela 5.1 – Média entrada - <i>Reclamação sobre Fatura</i> (Juizado Especial Cível)	59
Tabela 5.2 – Média entrada - <i>Reclamação sobre Fatura</i> (Vara Cível)	59
Tabela 5.3 – Situação de Encerramento Juizado Especial Cível	60
Tabela 5.4 – Encerramento de processos na Vara Cível	60
Tabela 5.5 – Média do valor pago no Juizado Especial Cível (em reais, R\$)	61
Tabela 5.6 – Média do valor pago na Vara Cível (em reais, R\$)	61
Tabela 5.7 – Modelo Univariado Reclamação Sobre Fatura (Vara Cível)	64
Tabela 5.8 – Comparação Real vs. Previsto Univariado (Vara Cível)	64
Tabela 5.9 – Modelo Univariado Reclamação Sobre Fatura (Juizado Especial Cível)	65
Tabela 5.10 – Comparação Real vs. Previsto Univariado (Juizado Especial Cível)	65
Tabela 5.11 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Juizado Especial Cível)	68
Tabela 5.12 – Comparação entre o real vs. previsto pela regressão dinâmica (Juizado Especial Cível)	69
Tabela 5.13 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Vara Cível)	70
Tabela 5.14 – Comparação real vs. previsto regressão dinâmica (Vara Cível)	71
Tabela 5.15 – Previsão de entrada de processos <i>Reclamação sobre Fatura</i>	71

Lista de Gráficos

Gráfico 5.1 – Reclamação sobre Fatura Juizado Especial Cível	58
Gráfico 5.2 – Reclamação sobre Fatura Vara Cível	58
Gráfico 5.3 – Comportamento das variáveis explicativas	67

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Medidor de lâmpada hora de Samuel Gardiner	21
Figura 2.2 – Medidor de lâmpada hora de J. B. Fuller	21
Figura 2.3 – Medidor químico de energia elétrica desenvolvido por Thomas Edison	22
Figura 2.4 – Exemplos de medidores utilizados até década de 1970	23
Figura 2.5 – Funcionamento medidor eletromecânico	24
Figura 2.6 – Funcionamento medidor eletrônico	27
Figura 2.7 – Esquema de funcionamento SMI	29
Figura 2.8 – Interior de um medidor eletrônico SMI	29
Figura 2.9 – Esquema de funcionamento SMC	30
Figura 2.10 – Esquema de funcionamento SMC	31
Figura 2.11 – Terminal de leitura SMC	32
Figura 3.1 – Selo Inmetro no interior do medidor eletrônico	38
Figura 4.1 – Comportamento Processo Estocástico	42
Figura 4.2 – Processo Estocástico	43
Figura 4.3 – Modelo Aditivo (a) Modelo Multiplicativo (b)	46
Figura 4.4 – Construção do modelo Regressão Dinâmica	52
Figura 4.5 – Autocorrelação dos resíduos	55

Introdução

Esta dissertação de mestrado discute as vantagens e benefícios da substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos. Investiga os motivos pelos quais essa substituição ocorreu, bem como os impactos que decorrem dessa substituição de tecnologia nos departamentos jurídicos de empresas concessionárias distribuidoras de energia elétrica.

Em consonância à legislação vigente, todo serviço de distribuição de energia elétrica no Brasil é regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Com base em Resoluções Normativas e Portarias o regulador impõe às concessionárias as condições e os critérios aplicáveis à prestação desses serviços serem seguidos por essas.

Tais empresas vêm desenvolvendo, em todo o país, projetos de Eficiência Energética. Beneficiando-se dos ganhos de eficiência e das inovações introduzidas pelas tecnologias de *smart grid*, as concessionárias de energia desenvolvem projetos que visam tornar o setor mais sustentável quer incentivando gerações independentes, quer promovendo o uso de energias alternativas. Iniciativas como essa reduzem perdas não comerciais no âmbito da área de concessão da concessionária e dificultam o (indesejável) acesso de consumidores aos instrumentos de medição da energia. E mais, viabilizam uma prática de medição com mais assertividade, permitindo controlar os gastos de seus consumidores e mapear o perfil de consumo de sua área de concessão. A ferramenta que assegura tais benefícios é a medição eletrônica, que tira de uso os medidores eletromecânicos. Esta alternância de tecnologia, imposta pelo regulador, consiste no tema central desta dissertação. Assim determina a legislação: — “*O medidor e demais equipamentos de medição devem ser fornecidos e instalados pela distribuidora, às suas expensas, exceto quando previsto o contrário em legislação específica.*” (ANEEL, 2010).

O estudo aqui proposto avalia os impactos que decorrem desta alternância de tecnologia de medição, notadamente aqueles que mais intensamente repercutem nos departamentos jurídicos das concessionárias. Para melhor analisar

tais impactos é utilizado o estudo de caso de uma empresa distribuidora de energia elétrica brasileira. Com o propósito de assegurar a confidencialidade das informações optou-se por designar o estudo de caso da empresa fictícia CTN Energia.

A metodologia de análise baseia-se em estudos de previsão de processos jurídicos, a partir de modelos univariados de séries temporais pelo método de amortecimento exponencial. Utiliza, também, métodos de regressão dinâmica, que permitem avaliar se a substituição de medidores encontra-se entre os fatos geradores das demandas jurídicas. Em particular foi estudada a demanda jurídica originada do objeto reclamação sobre fatura, já que esta mostrou ser a principal ofensora dentro do Juizado Especial Cível¹ e da Vara Cível comum da concessionária selecionada para fundamentar o estudo de caso.

Destaca-se o caráter inovador do estudo que combina a análise estatística com o “universo jurídico”, assim caracterizando uma nova abordagem para induzir avanços do conhecimento no setor elétrico brasileiro, que vem se capacitando para enfrentar os desafios impostos pelos projetos de eficiência energética.

1.1

Caracterização do Problema

Caracterizando o contexto das responsabilidades institucionais, são discutidos os papéis (i) da agência reguladora para o setor (ANEEL) e do organismo nacional de metrologia (INMETRO), ao primeiro a quem competiu a decisão pela substituição dos medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos. A principal questão que é respondida nessa dissertação é:

¹ Juizado Especial Cível (JEC) é uma divisão do direito destinada a promover a conciliação, o julgamento e a execução das causas consideradas menos complexas. Ou seja, causas de menor complexidade, com valor de até 40 salários mínimos, passando a ser facultativa a assistência de um advogado. Tal divisão foi criada com o intuito de “desafogar” a matéria cível e dar maior agilidade a esses tipos de processos.

- Como avaliar os impactos econômicos e de imagem no setor jurídico da CTN Energia decorrentes da substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos?
- A dissertação busca responder também as seguintes questões:
- Por que a substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos?
- Quais os novos problemas que surgem no setor jurídico da CTN Energia em decorrência da mudança tecnológica introduzida pelo sistema eletrônico de medição?
- Quais ferramentas de séries temporais devem ser utilizadas para modelar os históricos dos processos jurídicos de objeto “*reclamação sobre fatura*”?
- Quais são as principais variáveis ofensoras no histórico dos referidos processos jurídicos?
- Quais os cenários mais prováveis das variáveis ofensoras e as respectivas respostas na entrada de processos jurídicos de objeto “*reclamação sobre fatura*”?

1.2

Objetivos: Geral e Específicos

O objetivo geral da dissertação é propor uma sistemática de avaliação dos impactos (econômicos e de imagem) observados no âmbito da ação do setor jurídico da CTN Energia, decorrentes da substituição em curso de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos.

Como estratégia de desenvolvimento do trabalho, são definidos objetivos específicos que complementam o objetivo geral descrito acima. São eles: (i) evidenciar a importância da substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos em concessionárias distribuidoras de energia elétrica; (ii) identificar os principais problemas jurídicos impostos à concessionária em decorrência dessa troca de tecnologia no sistema de medição.

À luz desses objetivos, o trabalho avalia as ferramentas de séries temporais necessárias à modelagem dos processos jurídicos de objeto “*reclamação sobre*

fatura” observados pela concessionária. Consegue-se, assim, desenvolver um modelo causal a partir da identificação das principais variáveis ofensoras no histórico dos referidos processos jurídicos.

No momento subsequente à modelagem, a partir do *What if analysis*, são criados os cenários mais prováveis das variáveis ofensoras e as respectivas respostas na entrada de processos jurídicos.

1.3

Motivação

O desenvolvimento desta pesquisa foi motivado pelo interesse da concessionária em avaliar o decisivo impacto que mudanças introduzidas pela substituição da tecnologia de medição do consumo de energia de seus clientes acarretam no setor jurídico da empresa. A título de ilustração, destaca-se que a quantidade de processos entrantes, somente do objeto *reclamação sobre fatura*, aumentou de 2.007 reclamações no ano de 2010 para 6.014, em 2012, o que representa 26% da carteira do Juizado Especial Cível. Já na Vara Cível, passou de 531 (em 2010) para 1.867 (em 2012), o que contabiliza 33% da carteira.

O presente estudo parte da premissa de que tal crescimento esteja correlacionado ao movimento de substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos. Considerando que tal tendência não constitui privilégio da concessionária estudada, parece refletir a situação vivenciada por todas as concessionárias. Acredita-se que os resultados do presente trabalho também serão úteis ao setor como um todo no que concerne a gestão de seus respectivos setores jurídicos.

Ademais, mostra-se interessante desenvolver trabalhos que juntem análises estatísticas com o “universo jurídico”, uma vez que esse tipo de análise é muito novo, o que pode acarretar grandes avanços do conhecimento na área.

1.4

Metodologia

Quanto aos fins, o trabalho se enquadra como descritivo (detalha e desenvolve análises a partir do problema da quantidade de entrada de processos jurídicos com o objeto “*reclamação sobre fatura*”); e aplicado (reflete a realidade de uma empresa específica, ou seja, CTN Energia).

Como meio de investigação, foram realizadas pesquisas bibliográficas que permitiram: (i) embasar a conceituação da metrologia utilizada; (ii) identificar os aspectos regulatórios relacionados à regulação de distribuição de energia elétrica e (iii) definir as ferramentas estatísticas e de séries temporais utilizadas no desenvolvimento das análises desenvolvidas.

Outro meio de investigação utilizado foi a pesquisa documental e o estudo de caso, que fundamentaram a pesquisa aplicada e o tratamento da base de dados da concessionária selecionada para o estudo. Já as análises estatísticas e de séries temporais desenvolvidas mostraram-se fundamentais para a modelagem de previsão de processos jurídicos e para a definição de cenários das variáveis ofensoras, levando-se em conta as respectivas respostas na entrada desses processos.

No que concerne a caracterização do trabalho, este é predominantemente de caráter quantitativo.

1.5

Estrutura da dissertação

A presente dissertação é constituída por seis capítulos. O primeiro deles é a introdução com a caracterização do problema tratado, seus objetivos, motivação e metodologia, conforme exposto anteriormente.

O segundo capítulo define e caracteriza os sistemas de medição de energia elétrica, estabelecendo a comparação entre os sistemas de medidores eletromecânicos e eletrônicos, bem como fazendo um breve histórico dos medidores.

O terceiro capítulo apresenta uma contextualização do tema quanto aos seus aspectos regulatórios. Ou seja, identifica os referenciais normativos e regulatórios e a sua evolução no curso das inovações introduzidas e que resultaram no aprimoramento das técnicas de medição no Brasil. Sob esta perspectiva, o trabalho discute o papel da agência reguladora e do Inmetro.

O quarto capítulo concentra-se nos métodos estatísticos e de séries temporais, que fundamentam a modelagem de previsão de entrada de processos jurídicos do objeto “*reclamação sobre fatura*”, decorrentes da introdução dos medidores eletrônicos.

Estruturada a parte teórica e definidos os modelos estatísticos, o quinto capítulo desenvolve o estudo de caso tomando como foco o setor jurídico da empresa CTN Energia. Detalha os modelos criados para fazer a previsão de entrada de processos jurídicos do objeto “*reclamação sobre fatura*” e o desenvolvimento desses modelos na vigência do estudo; i.e.: de 2010 a 2012.

O sexto capítulo apresenta as conclusões do trabalho e encaminha recomendações para seu desdobramento futuro.

Finalizando, são listadas as referências bibliográficas utilizadas e organizada no Anexo as massas de dados pesquisadas.

2

Medição de Energia Elétrica: Medidores Eletromecânicos e Eletrônicos

Toda empresa distribuidora de energia elétrica depende de seus equipamentos e sistemas de medição para mensurar e faturar sua principal receita.

“Medição: processo realizado por equipamento que possibilite a quantificação e o registro de grandezas elétricas associadas à geração ou consumo de energia, assim como à potência ativo ou reativa, quando cabível...” (RESOLUÇÃO 414 ANEEL, 2010)

Toda energia fornecida pelas concessionárias distribuidoras a seus clientes é quantificada a partir de um equipamento, o medidor. *“Um medidor de energia elétrica é um dispositivo ou um equipamento eletromecânico ou eletrônico capaz de medir (mensurar) o consumo de energia elétrica de um estabelecimento.”* LIMA e PEREIRA (2011).

Conforme discutido no capítulo 3, os equipamentos utilizados para a medição de energia elétrica devem atender padrões técnicos predeterminados por órgãos oficiais de metrologia, em conformidade às normas aplicáveis ao setor.

Desde o início do século XXI, o medidor eletromecânico tem sido o instrumento de medição utilizado pelas distribuidoras do setor elétrico brasileiro, fato confirmado pelos dados da Aneel (2009) explicitados na tabela 2.1, abaixo.

Tabela 2.1 – Tipo de Medidor utilizado por Região (2009)

Região Geográfica	Tipo de Medidor	
	Eletromecânico	Eletrônico
Norte	79,09%	20,91%
Nordeste	88,27%	11,73%
Centro-Oeste	96,11%	3,89%
Sudeste	94,60%	5,40%
Sul	97,38%	2,62%
BRASIL	92,61%	7,39%

Fonte: VAZ (2012)

Todavia, com o advento das redes inteligentes e das tecnologias de *smart grid*, os medidores eletrônicos vêm ganhando representatividade no setor elétrico brasileiro.

“...Os novos sistemas de medição têm sido instalados em maior quantidade nos últimos anos devido ao desenvolvimento de novas tecnologias de informação e meios de comunicação, além das diversas vantagens apresentadas.

No Brasil, diante dos benefícios proporcionados pela utilização de sistemas de medição eletrônica, algumas distribuidoras estão aumentando a utilização dessa tecnologia em baixa tensão. É possível constatar que a inexistência de determinação regulatória para as funcionalidades mínimas que este tipo de medidor deve apresentar está fazendo com que as distribuidoras passem a instalar medidores com funções que atendam apenas à solução de problemas localizados, tal como o de perdas não técnicas. (Nota técnica 0044/2012, SRD/ANEEL)

Adicionalmente, modelos básicos de medidores eletrônicos já se encontram disponíveis no mercado a preços compatíveis àqueles dos eletromecânicos, o que torna a alternativa eletrônica atrativa e competitiva.

A título de contextualização, o presente capítulo apresenta um breve histórico dos medidores de energia elétrica. Discute os medidores eletromecânicos e eletrônicos, o seu princípio básico de funcionamento, suas vantagens e desvantagens para o consumidor e para a concessionária distribuidora de energia.

2.1

Breve histórico

O primeiro medidor de energia teve sua patente registrada, no século XIX, nos Estados Unidos, por Samuel Gardiner (LIMA e PEREIRA, 2011). Basicamente, um relógio (medidor) acoplado a um eletroímã. Esse medidor, ilustrado na figura 2.1 abaixo, operava em corrente contínua expressando resultado da medição na unidade de medida *lâmpada-hora*. Isto é, a medição tinha como base o tempo em que uma lâmpada pré-definida permanecia acesa.

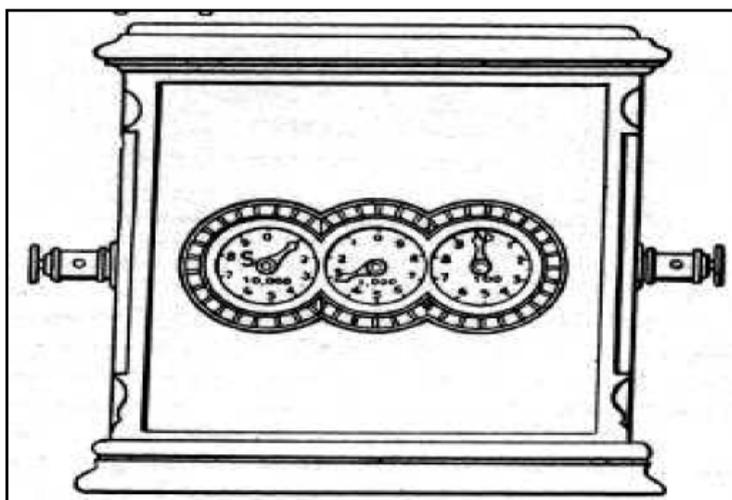


Figura 2.1 – Medidor de lâmpada hora de Samuel Gardiner
Fonte: LIMA e PEREIRA (2011)

Em 1878, um novo tipo de medidor foi concebido. Igualmente referenciado à unidade de medida *lâmpada-hora*, porém operando em corrente alternada, o protótipo foi patenteado por J. B. Fuller. Diferentemente do anterior, seu mecanismo de funcionamento se baseava na vibração de um par de bobinas que vibravam de acordo com a frequência de alimentação de um relógio, possibilitando assim a medição do consumo. A figura 2.2 ilustra o esquema de funcionamento do primeiro medidor de corrente alternada.

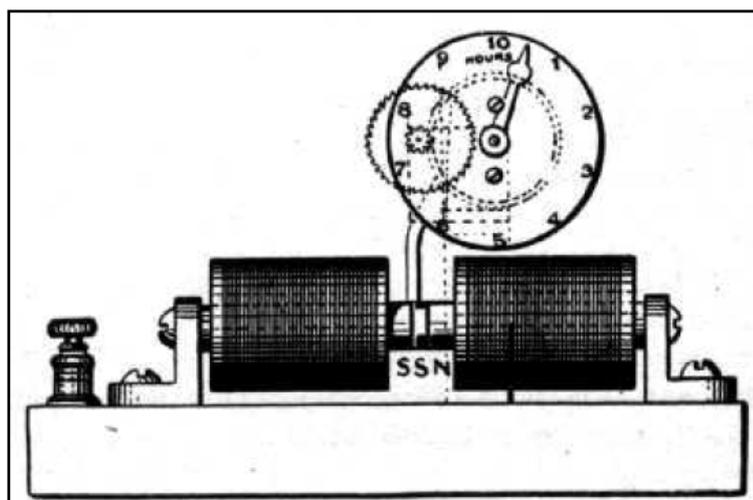


Figura 2.2 – Medidor de lâmpada hora de J. B. Fuller
Fonte: LIMA e PEREIRA(2011)

Tal tipo de medidor só se mostrava eficiente para cargas conhecidas, não sendo de bom uso para cargas com variação de potência durante o período de medição.

O primeiro medidor que de fato conseguiu medir a quantidade de energia consumida (contrapondo-se ao tempo de duração da energia) foi criado por Thomas Edison, em 1882, mostrado na figura 2.3. Esse medidor ampère-hora incorporava duas placas de zinco mergulhadas em uma solução condutora e conectadas em série com o circuito elétrico (VAZ (2012)). A medição do consumo era então realizada a partir de medições mensais das placas de zinco e o resultado obtido por diferença entre as medições realizadas. .

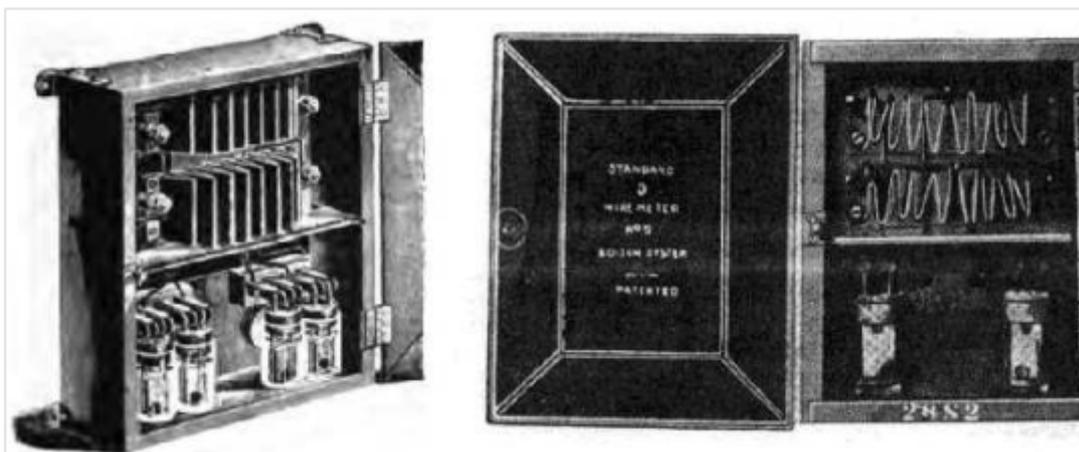


Figura 2.3 – Medidor químico de energia elétrica desenvolvido por Thomas Edison
Fonte: VAZ (2012)

Entretanto, foi somente em 1888 que Oliver B. Shalleberger, a partir de experimentos relacionados à construção de uma lâmpada de arco corrente alternada, conseguiu desenvolver o medidor ampère-hora para corrente alternada, que fez sucesso nos anos seguintes, tornando-se o padrão adotado pelas indústrias da época. (LIMA e PEREIRA, 2011).

A partir da rápida expansão do setor elétrico, os motores elétricos utilizavam a corrente alternada para seu acionamento. Mas os medidores existentes à época não tinham capacidade de mensurar o consumo em diferentes tipos de tensões, tampouco em baixa potência de corrente alternada. Assim, Shallenberger conseguiu desenvolver um novo modelo de medidor funcional,

composto por um pequeno motor de indução com bobinas de tensão e corrente defasadas de 90 graus entre elas. Considerado inovador para a época, o protótipo era pesado (19 kg) e de custo elevado (VAZ, 2012).

Os primeiros medidores watt-hora datam de 1903, comercializados em massa pela General Electric. Tal tecnologia de medição foi então amplamente utilizada até o início da década de 70 e adotada por diversos fabricantes. A figura 2.4 apresenta alguns modelos desses medidores.



Figura 2.4 – Exemplos de medidores utilizados até década de 1970
Fonte: LIMA e PEREIRA (2011)

A partir da década de 1970 começaram a surgir novos avanços na medição de energia elétrica. Surgiram os medidores híbridos que fazem uso do sistema mecânico tradicional, porém dotados de visores eletrônicos para facilitar a leitura do consumo de energia.

No setor elétrico brasileiro, os medidores eletrônicos passaram a surgir apenas na virada da década de 1980 para 1990.

Na próxima seção são discutidas as características dos medidores eletromecânicos, que ainda representam a grande maioria dos medidores em uso no setor elétrico brasileiro. E, também, os medidores eletrônicos, nova tecnologia de medição progressivamente substituindo a tecnologia tradicional.

2.2

Medidores Eletromecânicos

Devido ao seu baixo custo e à sua disponibilidade no mercado, o medidor eletromecânico ainda representa a tecnologia de medição dominante no setor elétrico brasileiro. Fazendo uso da unidade de medida *watt-hora*, preterida nos dias atuais, possui como princípio de funcionamento a indução. O instrumento possui uma bobina de corrente que conduz a corrente de linha e uma bobina de potencial, que mede a tensão da energia que por ela passa. Os dois enrolamentos estão sob uma estrutura metálica criando, assim, dois circuitos eletromagnéticos. No campo de ação do campo magnético da bobina de corrente está localizado um disco de alumínio, para que nele sejam induzidas correntes parasitas. Assim, o disco gira em torno de seu próprio eixo em uma rosca sem fim.

A medição, feita em kWh, se dá a partir da quantidade de rotações feitas por esse disco de alumínio, que representa, proporcionalmente, a quantidade de energia consumida no período. A figura 2.5, a seguir, ilustra o esquema de funcionamento desse tipo de medidor.

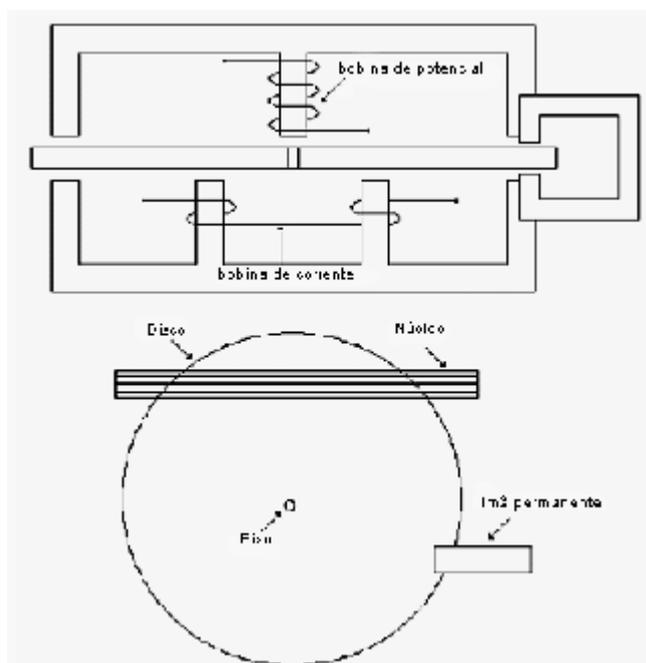


Figura 2.5 – Funcionamento medidor eletromecânico
Fonte: PINCHEMEL (2013)

A indicação do consumo de energia é feita por meio de engrenagens, semelhantes às de um relógio, daí sua denominação popular “relógio de luz”.

Geralmente, esses medidores eletromecânicos são utilizados em residências e áreas de comércio leves (i.e.: padarias e pequenas lanchonetes). Esses instrumentos possuem um erro de medição da ordem de $\pm 2\%$. Embora erros de medição sejam inevitáveis, estes devem ser reduzidos já que por um lado representam prejuízos financeiros para a concessionária (que depende do faturamento para oferecer serviços de qualidade) e, por outro, prejuízos para os consumidores (que acabam tendo uma sobretaxa em suas faturas de energia). Compete, portanto, à metrologia (ciência e tecnologia das medições) minimizar os erros associados às medições assegurando o preço justo baseado na medição confiável do consumo de energia.

2.2.1

Desvantagens dos medidores eletromecânicos

Além da assertividade da medição, esse tipo de equipamento possui outras desvantagens, que têm motivado o setor elétrico a incorporar ações de eficiência energética.

O fato de os medidores eletromecânicos permanecerem fisicamente instalados na unidade consumidora traz problemas para a empresa distribuidora. Dentre esses, a falta de acesso do leiturista no momento da visita mensal *in loco* para instruir o faturamento da unidade consumidora. Quando não se tem acesso à leitura do medidor, a concessionária faz o faturamento desse cliente com base na média de consumo de meses anteriores, o que pode ser nocivo a ambas as partes interessadas, empresa e cliente consumidor.

Outro problema que resulta da medição de energia elétrica pelo leiturista que visita as unidades consumidoras reside no procedimento de registro manual das informações. No caso dos medidores eletromecânicos, o leiturista registra os valores que aparecem no leitor do equipamento, redigita-os nos *palm-tops* da empresa para posterior processamento do faturamento. Erros de “leitura” e de registro podem resultar desse processo manual essencialmente dependente da ação

humana, que pode ser influenciada pela dificuldade de acesso ao local dos medidores e de visibilidade dos visores.

Outra desvantagem de a instalação estar dentro da unidade consumidora é a sua direta acessibilidade a consumidores mal intencionados expondo os medidores a fraudes. Nem sempre lacres que inibem o acesso às engrenagens e mecanismos de funcionamento dos medidores conseguem evitar adulterações e violações desses medidores de energia elétrica. Inúmeras (e criativas) são as formas já identificadas pelas concessionárias que têm sido praticadas por fraudadores para corromper os medidores. Além disso, essa fraude só será descoberta após análises feitas dentro da empresa, que então enviará técnicos a essa unidade consumidora para inspecionar as condições de funcionamento do medidor. Enquanto isso, a fraude gera prejuízos de faturamento para a concessionária distribuidora.

Com o intuito de minimizar irregularidades e modernizar a rede pela instalação de novos instrumentos que operam segundo os preceitos da eficiência energética, as distribuidoras do setor elétrico brasileiro vêm, em áreas predeterminadas de suas áreas de concessão, progressivamente fazendo a substituição dos medidores eletromecânicos pelos eletrônicos.

2.2.2

Vantagens dos medidores eletromecânicos

A vantagem que pode ser atribuída aos medidores eletromecânicos reside na credibilidade conquistada pelos consumidores ao longo de muitos anos de adoção dessa tecnologia consolidada. Via de regra, todo consumidor torna-se desconfiado quando inovações são introduzidas em sistemas que afetam a cobrança por seus serviços. Assim ocorreu com a introdução de sistemas eletrônicos na engenharia de automóveis (que definitivamente alijou do mercado toda uma classe de mecânicos sem formação em eletrônica), mudança, entretanto, que consolidou um novo conceito de automóvel sem condição de retorno à mecânica convencional dos motores operando com dispositivos essencialmente mecânicos. Possivelmente assim ocorrerá com a tecnologia da medição

inteligente, que promete revolucionar o mercado de medição de energia, sem deixar espaço para mecanismos eletromecânicos de medição.

2.3

Medidores Eletrônicos

Diferentemente dos medidores eletromecânicos, os eletrônicos não possuem engrenagem mecânica, que se constitui no mecanismo primário da medição tradicional do consumo de energia elétrica.

Os medidores eletrônicos possuem como método de medição transdutores de corrente e potência, alimentados por sinais de entrada. Conforme mostrado na figura 2.6, a potência é obtida via bloco multiplicador e a energia via bloco integrador. As informações de consumo são registradas e armazenadas em um bloco registrador.

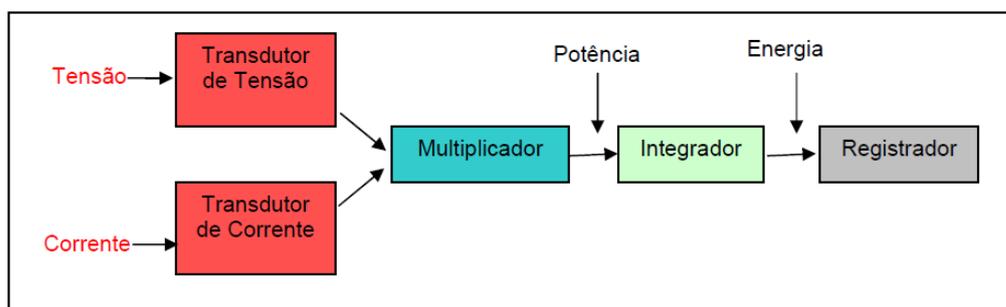


Figura 2.6 – Funcionamento medidor eletrônico
Fonte: LIMA e PEREIRA (2011)

De acordo com o conceito utilizado pela CTN Energia, a telemedição se baseia na “obtenção e transporte de dados de um equipamento de forma remota (a distância), por meio de um instrumento transmissor (antena), visando o monitoramento, medição e controle dos mesmos”.

Esse tipo de sistema de medição, cada vez mais utilizado pelo setor elétrico brasileiro, possibilita ao sistema de distribuição um controle mais eficaz no dimensionamento das demandas. E, também, um fornecimento de energia com menor variação da tensão.

A seguir são discutidas duas formas de medição eletrônica utilizadas pela empresa estudada (ficticiamente denominada CTN Energia para se manter a privacidade dos dados disponibilizados). Cada sistema de medição eletrônica possui característica específica, o que justifica a escolha do sistema de medição a ser adotado.

2.3.1

Sistema de Medição Individualizado

De acordo com a estratégia empresarial da CTN Energia e, levando-se em conta as características do Sistema de Medição Individualizado (SMI) a ser adotado, a medição eletrônica deve ser utilizada apenas em áreas bem urbanizadas, que possuam redes subterrâneas ou aéreas². É indicado apenas para áreas que tenham baixo índice de acesso à rede por parte dos consumidores, limitando as possibilidades de fraude³ ao acesso direto ao medidor ou ao ramal⁴ de cada unidade consumidora.

O SMI funciona por meio da instalação de medidores eletrônicos diretamente nas unidades consumidoras, medidores esses que permanecem ligados diretamente ao transformador de distribuição (também conhecido como medidor de balanço). A figura 2.7 ilustra esse esquema de medição e a figura 2.8 ilustra o interior de um medidor SMI.

² Redes subterrâneas, como o próprio nome diz, são aquelas que correm por baixo do chão. Já as redes aéreas são aquelas que passam pelo alto dos postes.

³ Dentro da área de concessão da *CTN Energia* existem diversos tipos de fraudes que podem ser feitas a partir do medidor ou até mesmo da própria rede da empresa.

⁴ Ramal é o cabo de energia de baixa tensão destinado a alimentar uma unidade consumidora específica.

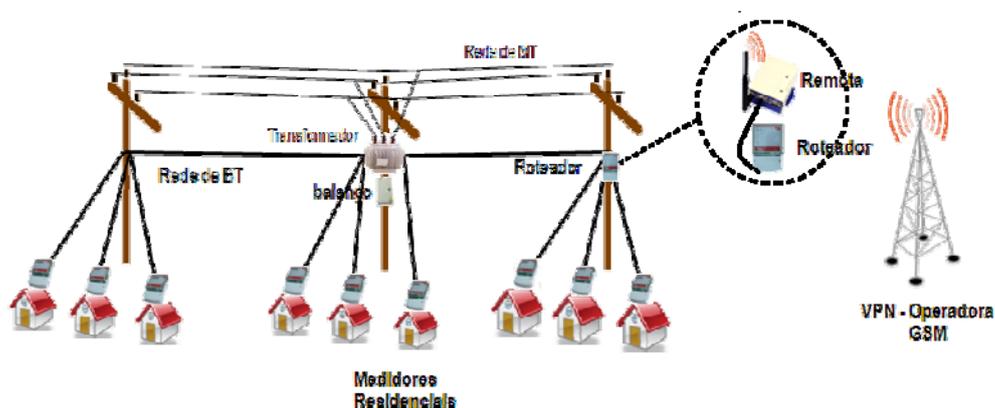


Figura 2.7 – Esquema de funcionamento SMI
 Fonte: Disponibilizado pela CTN Energia (2012)



Figura 2.8 – Interior de um medidor eletrônico SMI
 Fonte: Disponibilizado pela CTN Energia (2012)

Os medidores instalados nas unidades consumidoras se comunicam a partir da *Power Line Communication* (PLC), por meio de um roteador instalado na rede de baixa tensão, que envia as informações para um sistema centralizado, fazendo uso da tecnologia GSM/GPRS. Chegando ao sistema centralizado, a informação é distribuída para um sistema de faturamento utilizado pela empresa. Nesses casos, o sistema de faturamento da medição eletrônica é o mesmo da medição eletromecânica.

2.3.2

Sistema de Medição Centralizado

Também seguindo as estratégias da CTN Energia, e de acordo com as características do Sistema de Medição Centralizado (SMC), esse tipo de sistema é direcionado para áreas com alto índice de perdas de energia e com acesso a rede

dos consumidores de forma agressiva. As áreas ocupadas pelas Unidades de Polícia Pacificadora no Rio de Janeiro caracterizam um exemplo atual dessa situação. Esse tipo de sistema de medição é exclusivo das medições de baixa tensão, o que exclui supermercados e shoppings centers que são consumidores de energia na rede de média tensão (MT). O sistema de medição centralizada possui medidores eletrônicos que expressam o consumo na unidade de medida kWh. Esses instrumentos de medição permanecem agrupados em concentradores secundários (CS), controlados por outro concentrador principal (CP). Na figura 2.9 é apresentado o esquema do SMC.

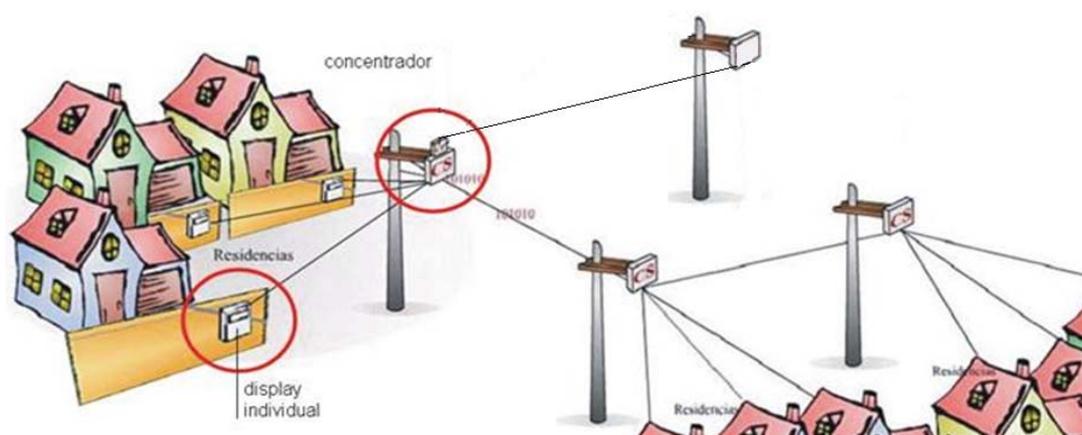


Figura 2.9 – Esquema de funcionamento SMC
Fonte: Disponibilizado pela CTN Energia (2012)

Diferente do sistema de medição individualizado, o sistema de medição centralizada possui seus medidores instalados no topo do poste, caracterizando uma situação que é denominada rede blindada. Ou seja, a linha de distribuição de baixa tensão é suspensa e passa a ficar alinhada com as linhas de média tensão. Portanto, fora do alcance de pessoas não autorizadas, o que dificulta o acesso irregular à rede. A foto 2.10 mostra um esquemático da rede blindada que exhibe o concentrador secundário instalado no topo do poste com os medidores dos consumidores daquela área.

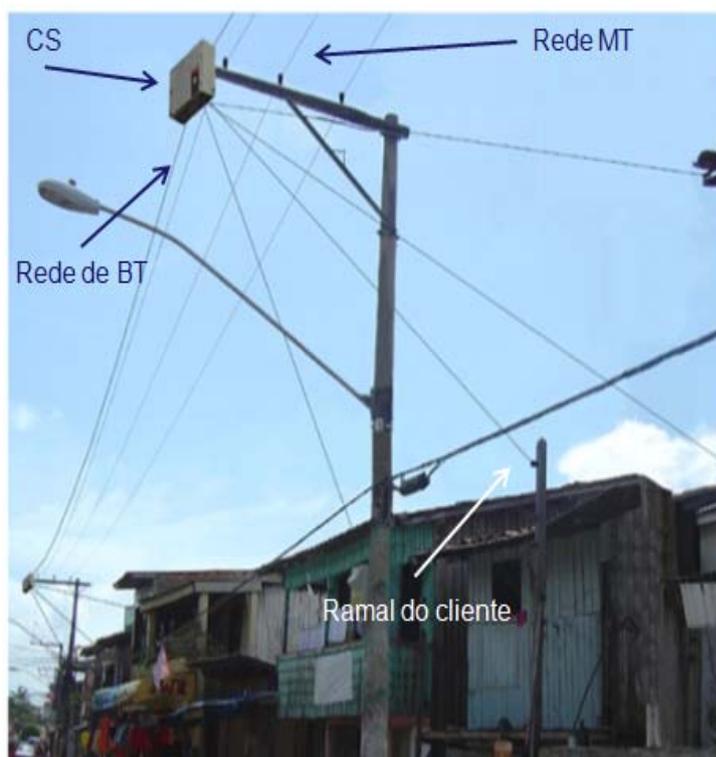


Figura 2.10 – Esquema de funcionamento SMC
 Fonte: Disponibilizado pela CTN Energia (2012)

Cada concentrador secundário possui em seu interior no mínimo 12 medidores eletrônicos, dependendo do fabricante desses medidores. Uma das características que diferencia essa caixa que acopla os medidores é que ela não poder ser aberta sem prévio aviso. Caso isso ocorra, todos os medidores instalados dentro dela são automaticamente desligados e a empresa é acionada imediatamente. O concentrador só pode ser aberto sem que os medidores sejam desligados. Essa é uma situação que somente ocorre durante a manutenção programada, quando há um dispositivo informativo para a empresa que garante a segurança das informações lá mantidas durante o período em que ocorre a manutenção. Esse sistema de monitoramento garante que os acessos aos medidores fiquem restritos aos técnicos, diminuindo as chances de irregularidades e fraudes nos medidores⁵.

Muito embora os consumidores finais não tenham acesso direto aos medidores, cada unidade consumidora possui um terminal de leitura digital, que

⁵ Ressalte-se que até o momento desse estudo não foram registradas fraudes no interior dos CS na empresa CTN Energia.

mostra, em tempo real, o consumo de energia do respectivo cliente. A figura 2.11 ilustra um dos modelos de terminal de leitura utilizados pela CTN Energia.



Figura 2.11 – Terminal de leitura SMC
Fonte: Empresa Landis+Gyr (2013)

Esse terminal de leitura é sempre instalado pela distribuidora responsável e precisa estar localizado no exterior da unidade consumidora. Porém, para realizar a medição do consumo, as informações dos medidores acoplados nos concentradores secundários são transmitidas para o concentrador principal. Esse, por sua vez, envia os dados por tecnologia GSM/GPRS a uma central remota de controle, localizada dentro da sede da empresa distribuidora. Assim como no SMI, todas as informações de leitura e consumo passadas para a central de informações são transmitidas para o sistema de faturamento interno da empresa. A partir desse momento, a metodologia e procedimento de faturamento são iguais aos medidores eletromecânicos.

2.3.3

Desvantagens dos medidores eletrônicos

Por se tratar de uma tecnologia nova para os consumidores finais, muitos deles ainda não confiam nas medições realizadas por esse tipo de medidor. Uma resistência esperada sempre que uma nova tecnologia substitui outra já consolidada. Entretanto, até que a tecnologia se consolide e se apresente como vantagem competitiva para o consumidor, haverá sempre consumidores resistentes que acreditam que a nova medição (que inclusive reduz e combate a fraude) é responsável pelo acréscimo da sua conta de luz.

Exaustivamente documentado na literatura especializada, muitos são os artigos na mídia que descrevem a desconfiança dos consumidores pela introdução da tecnologia da medição inteligente. Competirá às concessionárias distribuidoras, ao organismo de metrologia responsável por assegurar a confiabilidade dos novos medidores (INMETRO) e ao órgão regulador prover as evidências técnicas que sejam capazes de sensibilizar e convencer os consumidores finais dos benefícios da nova tecnologia.⁶

Dentro da área de concessão do Rio de Janeiro houve determinação do Ministério Público para que fosse feita uma medição paralela pelo Ipem-RJ, a fim de comprovar a correção dos os valores. No anexo A estão referenciadas algumas dessas publicações relevantes.

2.3.4

Vantagens dos medidores eletrônicos

Os medidores eletrônicos estabelecem a base para a implementação do que hoje se define como medição inteligente (*smart grid*), certamente uma tecnologia que deverá causar uma revolução radical no setor elétrico e facilitar as ações de eficiência energética.

Dentre os benefícios dessa nova tecnologia revolucionária de medição centralizada destaca-se a modernização dos circuitos aéreos de baixa e média tensão. Se por um lado protege o sistema de medição já que requer blindagem da rede, por outro expõe a rede a ataques cibernéticos que não ocorriam com a tecnologia anterior⁷.

Uma vez que todo sistema de controle é realizado de forma remota, inclusive eventuais suspensões no fornecimento de energia, considera-se que o cliente tem maior privacidade em relação aos medidores eletromecânicos, pois com esses são necessárias visitas de técnicos da empresa distribuidora responsável.

⁶ No capítulo 3 são apresentadas as normas e certificações da metodologia e sistemas utilizados pelas distribuidoras do Brasil.

⁷ Ver mais sobre segurança na rede em (Costa, 2012)

Por fim, o sistema de medição eletrônica é de grande valia para a empresa, pois possibilita maior assertividade na supervisão do sistema elétrico em situações de interrupções do fornecimento, no controle do balanço energético. A introdução da nova tecnologia de medição inteligente reduz a probabilidade de irregularidades e fraudes de energia que passam a ser de fácil identificação, eliminando a tradicional e dispendiosa inspeção prévia feita pelos técnicos da empresa. Segundo dados fornecidos pela CTN Energia, nas áreas escolhidas para a implementação da medição eletrônica, que apresentavam 45% de fraudes, passaram a ter em torno de 20%, metade do índice apresentado anteriormente.

A implementação da tecnologia de *smart grid*, com os medidores eletrônicos, permitirá a automação e racionalização do faturamento da tarifa horária e pré-pagamentos. Essas são apenas algumas das vantagens dessa revolucionária tecnologia de redes inteligentes.

Na continuidade, o capítulo 3 discute a importância de se estabelecer conformidade às normas aplicáveis e o papel da certificação dos medidores eletrônicos no setor elétrico brasileiro.

3

Referenciais Normativos e Regulatórios de Sistemas de Medição Normas e Certificações

A conexão e atendimento ao consumidor, qualquer que seja o seu porte, são realizados pelas distribuidoras de energia elétrica. Estas são empresas de grande porte que funcionam como elo entre o setor de energia elétrica e a sociedade, visto que suas instalações recebem das companhias de transmissão todo o suprimento destinado ao abastecimento no país (CARVALHO, 2011).

O Estado é o responsável pela regulação do serviço de prestação de energia elétrica devido ao seu caráter essencial e a conexão existente entre empresas distribuidoras e sociedade. Aliado a isso, é estabelecido um contrato de concessão entre o Estado e a empresa privada responsável pela prestação do serviço.

“... são responsabilidades que o Poder Concedente tem perante suas Concessionárias, objetivando a adequação dos serviços concedidos: regulamentar o serviço concedido e fiscalizar permanentemente sua prestação; aplicar as penalidades cabíveis; intervir na prestação dos serviços; extinguir as concessões; homologar reajustes e proceder à revisão tarifária; cumprir e fazer cumprir as disposições regulamentares do serviço e as cláusulas contratuais da concessão; zelar pela boa qualidade do serviço; receber, apurar e solucionar reclamações e queixas dos usuários; estimular o atendimento da qualidade e produtividade; preservar e conservar o meio ambiente; incentivar a competitividade e estimular a formação de associações de usuários para defesa dos interesses relativos aos serviços. Tudo conforme disposição do artigo 29 da lei 8.987/95.” (ASSIS, 2009)

Dessa forma, entende-se que ao governo cabe legislar e fiscalizar a concessão, enquanto que para o concessionário cabe a prestação de serviço adequado e de qualidade, de acordo com a regulação do setor. Para tanto, o Estado utiliza as agências reguladoras, responsáveis por determinados setores e mercados.

Essas agências são fundamentais no processo de fortalecimento institucional, a partir do balanceamento e equilíbrio entre os interesses do governo, de grupos econômicos e a sociedade em geral, garantindo transparência e coerência a esse determinado serviço.

“O direito de utilizar bem público por parte de um particular é assegurado por meio de um contrato de concessão ou de uma autorização de uso. Uma agência que regule esse direito deve equilibrar os interesses do governo e do concessionário ou autorizado, bem como harmonizar os interesses por vezes conflitantes de diferentes usuários. A fim de que isso ocorra, a agência deve valorizar, acima de tudo, o uso sustentável dos recursos naturais para o presente e para as futuras gerações.” (KELMAN, 2009)

O forte papel do Estado brasileiro em seu setor elétrico, antes e após as privatizações na década de 1990, também é explicitado por Leite (2007) *“O Brasil organizou os setores de energia à sua feição, com acertos e erros, sempre com a forte presença do Estado...”*.

Além das agências reguladoras, outros órgãos do governo são essenciais para garantir a qualidade dos produtos e serviços prestados à sociedade. A título de contextualização caracterizam-se, de forma sucinta, nas próximas seções, os dois órgãos governamentais que são responsáveis pelas normas e certificações do setor elétrico brasileiro, Aneel e Inmetro.

3.1

ANEEL

No setor elétrico brasileiro, a agência reguladora responsável é a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), criada pela Lei 9.427, de 26/12/1996, e constituída pelo Decreto 2.335, de 6/10/1997, vinculada diretamente ao Ministério de Minas e Energia. A agência é uma autarquia especial, com personalidade jurídica de direito público e autonomia administrativa e financeira.

Missão da Aneel:

“A missão da ANEEL é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.” (ANEEL, 2013)

A Aneel tem como funções: fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; mediar, na esfera administrativa, os

conflitos entre os agentes e entre esses agentes e os consumidores; e fiscalizar a atuação desses agentes no mercado de energia elétrica no Brasil. (ANEEL, 2013)

Sua fiscalização é baseada nas legislações publicadas e de acordo com as diretrizes e políticas governamentais. Para tanto, a Aneel estabelece condições para garantir à sociedade que os serviços prestados sejam de qualidade, segurança e com preço justo.

Para que todo processo de regulação seja feito com transparência, a ANEEL divulga e discute com as partes interessadas as Resoluções Normativas, através de audiências públicas, antes de sancioná-las.

3.2

INMETRO

Além das inspeções dos serviços prestados pelas concessionárias distribuidoras, feitas pela Aneel, o sistema de medição de energia elétrica também envolve outro órgão governamental, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

Diferentemente da Aneel, o Inmetro é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Esse órgão foi criado pela Lei nº 5.966, de 11/12/1973, com o objetivo de fortalecer as indústrias nacionais, a partir da adoção de mecanismos voltados à melhora da qualidade dos produtos por elas desenvolvidos, posicionando-se como órgão máximo da metrologia no país.

Dentre as funções destinadas ao Inmetro estão: executar as políticas nacionais de metrologia e qualidade; verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere a instrumentos de medição; planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no país. (Inmetro, 2013)

Missão do Inmetro:

“Sua missão é prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a

harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.” (Inmetro, 2013)

A partir das creditações, o Inmetro é responsável por homologar as especificações técnicas e funcionais de todo aparelho de medição de energia elétrica, sendo ele eletromecânico, eletrônico, conjunto primário ou conjunto secundário.

Para que os equipamentos possam ser certificados e seu uso homologado em um sistema das concessionárias distribuidoras, os equipamentos desenvolvidos pelas empresas devem ser encaminhados a um laboratório (que foi previamente acreditado pelo Inmetro) para certificação. Como prova dessa certificação, todo equipamento do sistema de medição elétrica precisa ter um selo de qualidade do Inmetro como, por exemplo, na figura 3.1.



Figura 3.1 – Selo Inmetro no interior do medidor eletrônico
Fonte: CTN Energia (2012)

Na próxima seção, são apresentadas as principais normas e certificações que precisam ser respeitadas por todas as concessionárias distribuidoras de energia elétrica do Brasil.

3.3

Sistemas de Medição: Referenciais Normativos

A legislação vigente, que contextualiza o setor elétrico brasileiro, a partir do ano de 2010, é a Resolução Normativa 414, de 09/09/2010. A partir dessa

resolução, todas as concessionárias distribuidoras são regidas quanto às suas responsabilidades e direitos.

Na discussão da implementação de novos sistemas de medição de energia elétrica afirma-se, no parágrafo 3º, artigo 73, da Resolução Normativa 414/2010, o direito de decisão pela substituição dos medidores eletromecânicos pelos eletrônicos, conforme a citação abaixo.

“Fica a critério da distribuidora escolher os medidores, padrões de aferição e demais equipamentos de medição que julgar necessários, assim como sua substituição ou reprogramação, quando considerada conveniente ou necessária, observados os critérios estabelecidos na legislação metrológica aplicáveis a cada equipamento.” (ANEEL, 2010)

Em contrapartida, no início do artigo 72, tem-se a responsabilidade de fornecimento e instalação de quaisquer equipamentos que façam parte do sistema de medição nas unidades consumidoras.

“O medidor e demais equipamentos de medição devem ser fornecidos e instalados pela distribuidora, às suas expensas, exceto quando previsto o contrário em legislação específica.” (ANEEL, 2010)

Ainda de acordo com a evolução dos sistemas de medição e os equipamentos que dele fazem parte, em 2007 foi elaborada, na Resolução Normativa 292, a possibilidade de adequação de critérios e procedimentos das distribuidoras, uma vez que os desenvolvimentos tecnológicos dos sistemas de medição eletrônica estavam muito aparentes.

Vale ressaltar que, no artigo 73 da Resolução Normativa 414/2010, apesar da possibilidade de escolha de substituição do sistema de medição, as concessionárias são obrigadas a comunicar formalmente os clientes que sofrerão essa substituição e por quais motivos.

Além disso, como dito no parágrafo 3º do artigo 73 da Resolução Normativa Aneel 414/2010, bem como na seção anterior, todos os equipamentos utilizados nesse sistema de medição devem ser certificados pelo órgão máximo de metrologia do Brasil, o Inmetro.

Utilizando como base as informações disponibilizadas pela CTN Energia, dos modelos de equipamentos utilizados pela mesma, dentre os novos sistemas de

medição individualizado e centralizado, tem-se as portarias publicadas pelo Inmetro homologando seu uso:

- Portaria Inmetro/Dimel n° 213, de 23/06/2009: “aprovar o modelo SGP+M, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica – SDMEE, classe de exatidão A, marca LANDIS+GYR...”
- Portaria Inmetro/Dimel n° 0327, de 08/12/2010: “Aprovar os modelos GARNET AGF1, GARNET AGF2 e GARNET AGN, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica - SDMEE, classe de exatidão B, marca ELSTER”
- Portaria Inmetro/Dimel n° 0229, de 21/07/2011: “Aprovar o modelo CAM-MCEE/I-01, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica - SDMEE, classe de exatidão A, marca CAM”

4

Séries Temporais

Tomando como base os referenciais normativos e regulatórios do sistema de medição elétrica no Brasil, e levando em conta as características e diferenças de medidores eletromecânicos e eletrônicos discutidos no capítulo anterior, este capítulo apresenta os fundamentos teóricos estatísticos para a definição dos modelos utilizados no estudo de caso desenvolvido no capítulo 5.

A título de contextualização, são discutidas as principais características dos estudos de Séries Temporais, incluindo-se os modelos univariados (e.g. Amortecimento Exponencial) e os modelos de Regressão Dinâmica.

4.1

Séries Temporais

Antes de definir os modelos univariados e de regressão dinâmica faz-se necessário apresentar as características essenciais dos estudos de Séries Temporais.

Uma série temporal pode ser caracterizada como um conjunto de observações de uma determinada variável, ordenadas a partir do parâmetro tempo em intervalos constantes e dependentes entre si ao longo do tempo. As séries temporais podem ser discretas ou contínuas.

No presente trabalho são utilizadas séries temporais discretas com periodização de coleta de dados mensal.

Tais séries podem ser representadas por $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N$ sendo N o número de observações apresentadas na série e Z_t o valor da observação no instante t .

CARVALHO (2011) elenca as seguintes razões que motivam o uso de séries temporais: descrição, a partir da representação gráfica da série de dados trabalhada; previsão, fundamentada em tentativas de se estimar valores futuros da

série temporal; modelagem, identificação do processo gerador da série e controle, com o qual se faz o monitoramento dos novos valores da série.

4.1.1

Processo Estocástico

O desenvolvimento de um modelo estatístico requer conhecimento sobre processo estocástico, já que a partir deste é possível racionalizar uma análise probabilística de séries temporais (SOUZA, 2004). Segundo esse autor, “um processo estocástico é uma família $\{Z(t, \omega)\}$, tal que para cada t é uma variável aleatória”, sendo que esse processo pode apresentar parâmetros discretos ou contínuos, assim como as séries temporais.

Pode-se dizer, ainda, que um processo estocástico se caracteriza como um conjunto de todas as possíveis realizações da variável aleatória em cada instante de tempo (figura 4.1). Define-se então uma série temporal como sendo uma destas possíveis realizações (trajetória) no tempo desta variável.

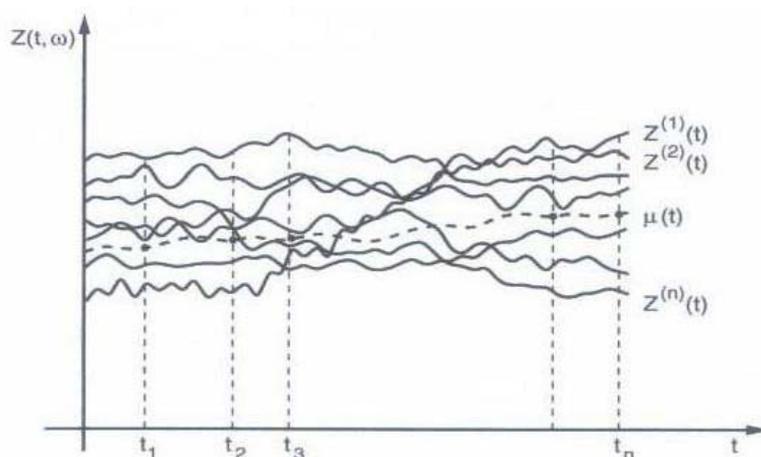


Figura 4.1 – Comportamento Processo Estocástico
Fonte: MORETTIN & TOLOI (2006)

Como dito anteriormente, um processo estocástico é de essencial importância para a análise de séries temporais, tendo em vista que a própria série é derivada desse processo, conforme figura 4.2 abaixo:

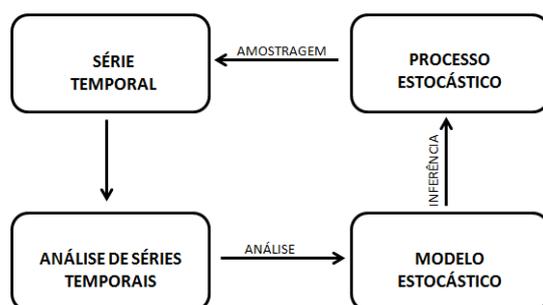


Figura 4.2 – Processo Estocástico
Fonte: SOUZA (2004)

Sendo impossível conhecer até a N-ésima ordem das funções de distribuição de um processo estocástico, utilizam-se duas restrições para conseguir caracterizá-lo, quais sejam: estacionariedade e ergodicidade.

4.1.1.1

Estacionariedade

Um processo estocástico pode ser considerado *estritamente estacionário*, *estritamente estacionário de ordem finita*, ou ainda, *estacionário de segunda ordem* (SOUZA (2004)).

No primeiro caso, *estritamente estacionário*, não importa o instante de tempo em que se dá o processo, suas estatísticas não são afetadas de acordo com essa escolha.

Já no caso de um processo *estritamente estacionário* de ordem finita, essa análise só vale até o instante “i”.

Por fim, a *estacionariedade de segunda ordem* se dá “quando sua função valor médio é constante e sua função covariância depende somente da diferença, em valor absoluto, $t_s - t_j$ ” SOUZA (2004).

4.1.1.2

Ergodicidade

Na concepção de SOUZA (2004), um processo estocástico é considerado ergótico se, com apenas uma realização de processo, é possível obter todas as suas

estatísticas. Além disso, tendo um processo ergótico, pode-se afirmar que o mesmo é estocástico, tendo em vista que a partir da realização de um processo não estacionário não é possível identificar todas as características estatísticas necessárias.

4.1.1.3

Ruído Branco

O estudo de séries temporais requer, também, a conceituação do Ruído Branco, um tipo de processo estocástico específico. Este é composto por variáveis aleatórias, as quais são independentes e identicamente distribuídas (i.i.d.) entre si, o que significa dizer que não há dependência serial entre elas.

4.2

Modelos Univariados

Na presente seção é apresentada uma das principais metodologias de modelos de previsão que utilizam a série histórica para embasar suas previsões, os chamados modelos univariados, a partir do método do Amortecimento Exponencial.

4.2.1

Amortecimento Exponencial

Um dos principais métodos de construção de modelos univariados é o Amortecimento Exponencial.

Para explicar um modelo a partir desse método são utilizadas as experiências passadas do mesmo. Entretanto, enquanto o método ingênuo⁸ simplesmente repete a última previsão realizada e o método de médias móveis⁹

⁸ Ao método ingênuo atribui-se para todo T , $\hat{a}_1 = Z_t$.

⁹ O método de médias móveis consiste em utilizar uma média móvel $N > 1$ para o estimador \hat{a}_1 . O que significa dizer que se tem a média aritmética das últimas N observações.

considera o mesmo peso em todas as observações ao longo do tempo, com o Amortecimento Exponencial é possível solucionar esse problema.

O método atribui pesos variáveis que diminuem geometricamente de acordo com as observações mais antigas. Com isso temos parâmetro $\hat{\alpha}_1$:

$$\hat{\alpha}_1(T) = M_T = \alpha Z_T + (1-\alpha)M_{T-1} \quad 4.1$$

Sendo:

$\alpha = 1/N$, com N inteiro positivo, com isso $0 < \alpha < 1$;

M_T = média móvel de tamanho N;

Sendo alfa a constante de amortecimento, então para valores próximos a um, o método reage mais rapidamente às possíveis mudanças do nível do processo gerador da série. Percebe-se, além disso, que com alfa igual a 1 temos a reprodução do método ingênuo, mencionado anteriormente.

Com o Amortecimento Exponencial é de fundamental importância a utilização de um valor adequado do alfa para conseguir fazer o ajuste necessário do modelo de acordo com os dados obtidos. Para tanto, é prática comum utilizar um trecho da série dos dados disponíveis para a avaliação do desempenho do modelo. A partir desse trecho são feitos testes com diferentes valores de alfa, para que se escolha o modelo que gere os menores erros de previsão.

Na utilização do método de Amortecimento Exponencial é preciso identificar a existência ou não de sazonalidade da série a ser estudada. Ou seja, se no comportamento da série percebe-se uma repetição contínua dentro de algum período específico. Identificando tal repetição, diz-se que a série possui um ciclo sazonal de tamanho S. Por exemplo, no caso da série de entrada de processos jurídicos de motivação Reclamação sobre Fatura – o objeto de estudo do próximo capítulo –, cuja sazonalidade é anual, $S=12$.

Para incluir a sazonalidade ao método é utilizada a modelagem via fatores sazonais, representados por ρ . Isto é, são utilizados valores discretos que caracterizam cada período (mês, trimestre, ano) dentro do ciclo sazonal.

Para tal incorporação é possível obter-se fatores sazonais de duas maneiras, modelos aditivos e modelos multiplicativos, conforme os gráficos representados na figura 4.3.

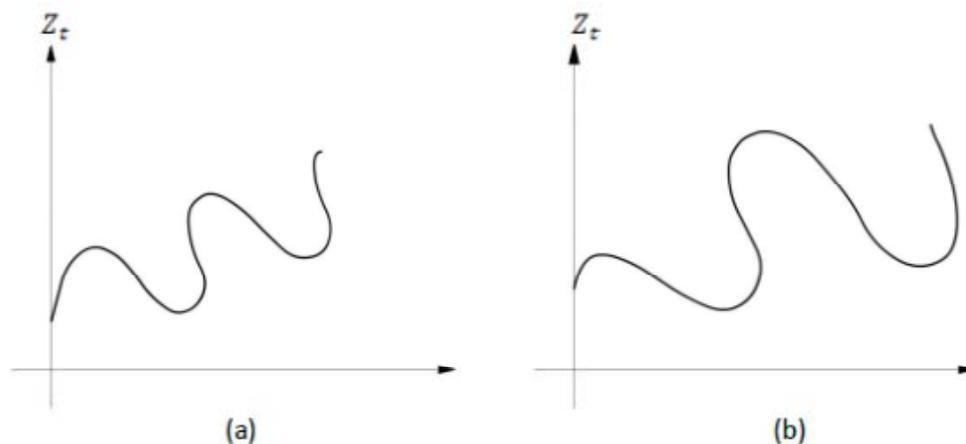


Figura 4.3 – Modelo Aditivo (a) Modelo Multiplicativo (b)
 Fonte: Notas de aula do curso Séries Temporais (ELE7270)

Para o caso dos modelos aditivos (gráfico “a” da figura 4.3) obtém-se a seguinte equação:

$$Z_t = \mu(t) + \rho_t + \varepsilon_t \quad 4.2$$

Sendo o $\mu(t)$ o componente de nível médio, ρ_t o fator sazonal.

Por outro lado, no caso do modelo multiplicativo (gráfico “b” da figura 4.3), obtém-se a seguinte equação:

$$Z_t = \mu(t) \cdot \rho_t + \varepsilon_t \quad 4.3$$

A análise da figura 4.3 sugere o uso de modelo aditivo no caso de séries com variância constante (utilizado no estudo de caso desenvolvido no próximo capítulo). Já os modelos multiplicativos aplicáveis a séries com variâncias crescem com o nível da série.

4.2.1.1

Método de Amortecimento de Holt-Winters

Esse método é utilizado para modelar séries que possuem variações cíclicas ao longo do tempo. Essas variações podem ser aditivas ou multiplicativas.

A série homocedástica (variância constante ao longo do tempo) foi utilizada para fundamentar o estudo de caso objeto desta dissertação. Esse tipo de série faz uso de modelos aditivos. Da equação 4.2 apresentada anteriormente, tem-se:

$$Z_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \rho_t + \varepsilon_t \quad 4.4$$

Os parâmetros sazonais devem seguir a seguinte restrição:

$$\sum_{i=1}^L \rho_i(t) = 0 \quad 4.5$$

No qual L se apresenta como o fator sazonal.

Segundo RIBEIRO (2011), a equação de previsão do modelo aditivo requer estimativa de todos os parâmetros, como mostram as equações 4.6, 4.7, 4.8.

$$\hat{\alpha}_1(T) = \alpha[X_t - \hat{c}_{m(T)}(T-1)] + (1-\alpha)[\hat{\alpha}_1(T-1) + \hat{\alpha}_2(T-1)] \quad 4.6$$

$$\hat{\alpha}_2(T) = \beta[\hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_1(T-1)] + (1-\beta)\hat{\alpha}_2(T-1) \quad 4.7$$

$$\hat{\rho}_t(T) = \gamma[X_t - \hat{\alpha}_1(T)] + (1-\gamma)(T)\hat{\rho}_t(T-1) \quad 4.8$$

Sendo as constantes de amortecimento, respectivamente, α , β e γ .

Assim, tem-se como equação de previsão para o modelo aditivo de Holt – Winters:

$$\hat{Z}_T(\tau) = \hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_2(T)\tau + \rho_{(t+\tau)}(T) \quad 4.9$$

A partir da fórmula 4.9, é possível prever τ passos à frente, com a estimativa correta dos parâmetros do modelo.

4.3

Regressão Dinâmica

Nesta seção é mostrada a metodologia da regressão dinâmica que, diferentemente da seção anterior, não possui modelos univariados. Essa metodologia utiliza variáveis explicativas para justificar a previsão da variável que se pretende estudar.

“Elasticidade” é um conceito importante para avaliar a influência de determinadas variáveis na explicação de outras. A literatura especializada sobre estudos econômicos refere-se à “elasticidade do preço-demanda” do consumidor para explicar o impacto do preço na demanda dos consumidores perante determinado produto.

Tendo em vista que a elasticidade não depende de unidades de mensuração específicas das variáveis estudadas, torna-se possível realizar comparação de relações entre variáveis com quaisquer unidades de medida (ZANINI, 2009). Esse é o caso do estudo de entradas de processos com a motivação Irregularidade-REN, no qual se compara a temperatura mensal média do Rio de Janeiro (medida em graus Celsius) com a própria quantidade de entrada mensal de processos daquela motivação.

A partir da regressão dinâmica desenvolvida neste trabalho foi possível analisar (com base na elasticidade) como determinadas variáveis (e.g.: a substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos realizada por uma empresa distribuidora de energia elétrica) foi capaz de afetar a quantidade de entrada de processos jurídicos de motivação Reclamação sobre Fatura.

O método de regressão dinâmica se mostra como ferramenta eficaz para fundamentar a análise de séries temporais já que se constitui em opção para a hipótese (nem sempre realista) de independência dos ruídos dos modelos. Hipótese essa encontrada nos métodos de regressão linear.

Com as hipóteses dos métodos de regressão linear de: independência, média zero, variância constante e distribuição normal dos resíduos do modelo, é possível perceber que, com diversas séries, mostra-se inviável utilizar tal

metodologia. Isso porque, segundo Barros e Souza (1995), a autocorrelação dos resíduos do modelo pode gerar:

- estimadores por mínimos quadrados, muito embora permaneçam não tendenciosos, deixam de ter variância mínima;
- estimadores de variância e erros padrões dos coeficientes presentes no modelo de regressão linear escolhido são subestimados. Isso pode fazer com que os estimadores pareçam mais precisos do que realmente são;
- intervalos de confiança para os parâmetros da regressão, bem como os testes de hipóteses de tais intervalos, não valem mais.

Com isso, faz-se necessário o estudo de um novo método com o qual seja possível tratar tal problema, conforme mencionado acima.

É importante ressaltar que, muito embora o método tenha a palavra “dinâmica” em seu nome, isso não indica que os parâmetros encontrados em um modelo evoluam no tempo. Na verdade, o termo “dinâmico” está se referindo à dependência do modelo de outras séries temporais.

Assim, os modelos de regressão dinâmica têm o objetivo de escrever uma série temporal em função não só de seu passado, mas sim de demais variáveis explicativas, defasadas ou não, além de trabalhar com a autocorrelação dos ruídos, ou seja, admitindo a existência de erros estruturados.

4.3.1

Modelo geral regressão dinâmica

A equação geral de um modelo de regressão dinâmica pode ser escrita na forma:

$$\phi(B)Y_t = \beta x_t + \varepsilon_t \quad 4.10$$

sendo:

Y_t = variável dependente no instante t ;

β = vetor de coeficientes das variáveis causais (estimado a partir do método dos mínimos quadrados);

x_t = vetor de variáveis causais no instante t ;

ε_t = ruído aleatório associado ao modelo, o qual é suposto que seja independente e identicamente distribuído, bem como com densidade $N(0, \sigma_2)$;

$\phi(B)$ = polinômio autorregressivo de ordem p , ou seja: $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$, no qual B é o operador de atraso.

Como dito anteriormente, nesse tipo de modelo é possível utilizar as variáveis causais em x_t , bem como suas defasagens.

Ao mesmo tempo em que o polinômio autorregressivo permite grande flexibilidade para a escolha do modelo, dificulta a procura pelo modelo adequado, pois pode gerar relações bastante complexas entre a variável dependente e as variáveis causais.

No estudo de caso apresentado no capítulo 5 é utilizado um caso particular dos modelos de regressão dinâmica, conhecidos como Cochrane e Orcutt, que é dado por:

$$\phi(B)Y_t = \beta x_t + w_t \quad 4.11$$

$$R(B)w_t = \varepsilon_t \quad 4.12$$

Percebe-se que o caso do modelo de Cochrane e Orcutt possui em sua fórmula a mesma estrutura que a fórmula geral da regressão dinâmica. Porém, na equação 4.13 abaixo é possível perceber a estrutura autorregressiva dos erros w_t . Assim, fazendo a substituição necessária entre as fórmulas acima, encontra-se:

$$R(B) \cdot [\phi(B)Y_t - \beta x_t] = \varepsilon_t \quad 4.13$$

A equação 4.13 explicita a introdução das defasagens, tanto da variável dependente como das causais. Esta equação mostra, também, que a causalidade existente entre a variável dependente e as causais não é afetada com a introdução do polinômio autorregressivo $R(B)$.

O modelo original do caso de Cochrane e Orcutt possui como fator comum $R(B) = 1 - \alpha B$, que representa a estrutura de correlação existente no erro. Assim, considerando esse fator e utilizando as variáveis Y_t^* e X_t^* , obtem-se a equação 4.14:

$$\phi(B)[Y_t - \alpha Y_{t-1}] = \beta[x_t - \alpha x_{t-1}] + \varepsilon_t \quad 4.14$$

A estimação dos parâmetros desse modelo é feita de forma sequencial, começando com $\alpha=0$ para estimar β e $\phi(B)$ com mínimos quadrados. Logo após, estima-se $R(B)$, que é usado para estimar Y_t e X_t , reestimando β e $\phi(B)$. Repete-se o processo até que se consiga convergência de todos os parâmetros.

4.3.2

Construção de modelos regressão dinâmica

Para a construção de modelos de regressão dinâmica a principal premissa utilizada chama-se *bottom-up*. Isso significa construir o modelo mais simples possível e, quando necessário, aprimorá-lo com a inclusão de variáveis causais adicionais até que o modelo desejado seja encontrado. Tal estratégia reflete o princípio da parcimônia, ou seja, quanto mais simples o modelo, melhor.

A elaboração de um modelo de regressão dinâmica geralmente é um processo muito difícil, já que não se trata apenas da escolha das variáveis causais, mas também de como as defasagens dessas variáveis podem fazer parte desse modelo.

Outro passo importante para a elaboração do modelo é a percepção de sua estrutura lógica. Por exemplo, nos modelos de entrada de processos do objeto Reclamação sobre Fatura não faz sentido introduzir variáveis como o indicador DEC¹⁰, mesmo que estatisticamente elas apresentem uma correlação forte. Conforme concluído por ZANINI (2009), “na escolha de um modelo de regressão, não é necessário apenas encontrar um ajuste de parâmetros adequados, mas, fundamentalmente, faz-se verificar se os coeficientes estimados são coerentes”.

Contrastando-se com o que ocorre nos modelos univariados, os resultados de previsões obtidas a partir dos modelos de regressão dinâmica requerem não apenas os valores passados das séries, mas, também, os valores futuros previstos para todas as variáveis causais incluídas no modelo. Com isso, é imprescindível

¹⁰ O DEC é indicador de qualidade do fornecimento de energia, exigido pela ANEEL. Ele mede a duração média das interrupções mensais de energia dentro da área de concessão da distribuidora.

que a previsão de tais variáveis esteja de acordo com modelos satisfatórios – no caso estudado no capítulo 5 mostra-se que as variáveis causais são previstas de acordo com modelos univariados para servirem como base para a previsão do modelo objeto de estudo. Caso contrário, se essas previsões das variáveis não forem adequadas, o resultado afetará diretamente as previsões do modelo de regressão dinâmica, gerando resultados inadequados.

Na figura 4.4 abaixo é mostrado como construir, de forma genérica, um modelo de regressão dinâmica a partir da premissa chamada *bottom-up*, mencionada anteriormente.

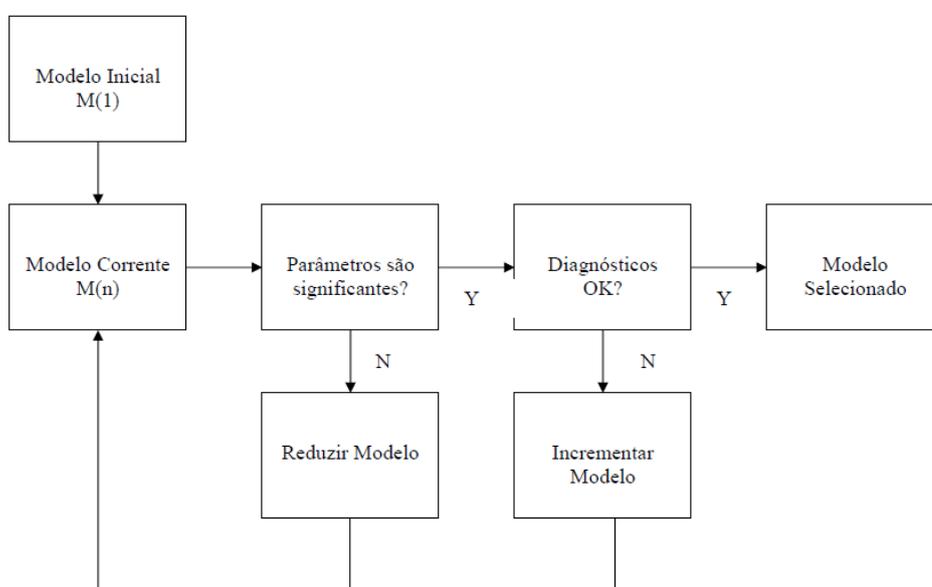


Figura 4.4 – Construção do modelo Regressão Dinâmica
Fonte: ZANINI (2009)

Outro recurso utilizado nesse tipo de modelo são as chamadas variáveis *dummy*. Permitem inserir, e considerar dentro do modelo, situações atípicas de alguma variável. Por exemplo, a venda de rosas vermelhas no dia dos namorados é uma situação atípica, devido à grande procura por essas flores nessa época. Com isso, a previsão de demanda de rosas vermelhas precisa incluir uma *dummy* para o dia 12 de junho.

Com a regressão dinâmica também é possível incorporar ao modelo a sazonalidade da série a partir de duas maneiras: via variáveis *dummies* ou diretamente, por meio de defasagens da variável independente. RIBEIRO (2011)

ilustra este fato ao considerar que o seu modelo de entrada de processos Irregularidade (REN) possui uma *dummy* para o mês de julho. Isso porque a série mostra que a quantidade de processos entrantes para aquele mês é destoante do restante do ano. E mais, geralmente na busca de um modelo adequado para um objeto de estudo são realizados testes com diversas possibilidades de modelos. Com isso é imprescindível a comparação entre essas possibilidades para que se possa escolher a melhor delas. A exemplo do que recomenda ZANINI (2009), o presente trabalho faz uso de estatísticas e testes, a seguir caracterizados.

4.3.2.1

Estatísticas

- **Mean e Standard Deviation:** respectivamente a média e o desvio padrão da série;
- **R-square e R-square ajustado:** coeficientes de determinação do modelo, quanto mais próximo de 100%, melhor;
- **Ljung-Box:** estatística que testa a existência de autocorrelações em k lags do resíduo. O tamanho de k é diretamente relacionado com o tamanho da série de dados;
- **Durbin Watson:** estatística que testa a existência de autocorrelação entre um lag de tempo dos resíduos. Todavia, não se deve usar tal estatística em caso de modelos que possuem variáveis dependentes defasadas.

4.3.2.2

Testes de verificação da dinâmica do modelo

- **Teste de defasagem e sequência de defasagens da variável endógena:** tem o objetivo de mostrar se a adição da variável dependente defasada é significativa no modelo. Caso seja, a mesma deve ser incluída no modelo final. Esse teste pode se juntar ao teste da sequência de defasagens dessa variável, revelando se o coeficiente de todos os lags da variável dependente que ainda não estão no modelo são significantes;

- **Teste de defasagem sazonal da variável endógena:** similar ao teste anterior, entretanto está se referindo à inclusão ou não da sazonalidade da variável endógena. Mais uma vez, se o coeficiente dessa inclusão se mostrar significativo no modelo, a mesma deve ser mantida;
- **Teste da defasagem e sequência de defasagens dos resíduos:** trata-se de avaliar a significância de incluir ao modelo atual o primeiro termo defasado dos erros do modelo. O mesmo acontece com o teste de sequência de defasagens dos resíduos, o qual observa se os termos de resíduo defasados devem ser incluídos no modelo atual;
- **Teste da defasagem sazonal dos resíduos:** o mesmo que o teste anterior, entretanto, a adição ao modelo seria do primeiro *lag* sazonal dos erros.

4.3.2.3

Testes para a especificação das variáveis causais

- **Teste das variáveis causais excluídas:** tem o objetivo de avaliar a inclusão de mais variáveis causais que ainda não estão presentes no modelo atual;
- **Teste de tendência temporal:** avalia a inclusão de um termo de tendência para o modelo atual;
- **Teste da defasagem das variáveis causais:** com esse teste é estudado a significância da inclusão de defasagens das variáveis causais já presentes no modelo;
- **Teste do fator comum:** teste que deve ser utilizado no caso do modelo possuir erros estruturados.

4.3.2.4

Testes baseados na autocorrelação dos resíduos

Em um modelo de regressão dinâmica é imprescindível examinar o gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo. Isso porque, para que o modelo seja satisfatório, os resíduos não podem apresentar nenhum *lag* significativo, caso

contrário significa que ainda há ajustes a serem feitos e alguma característica das variáveis causais ainda não foi capturada. Segue como exemplo, na figura 4.5, o gráfico de autocorrelação dos resíduos de um modelo satisfatório.

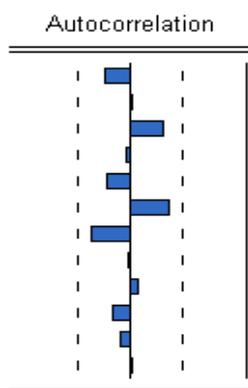


Figura 4.5 – Autocorrelação dos resíduos
Fonte: Elaboração própria

5

Estudo de Caso: Reclamação sobre Fatura

Com base (i) no embasamento teórico da evolução da medição de energia elétrica; (ii) nos referenciais normativos impostos às distribuidoras do mercado brasileiro e (iii) no emprego da metodologia de análise por séries temporais discutidas nos capítulos anteriores, este analisa a entrada de processos jurídicos em uma distribuidora de energia.

O fato de as prestadoras de serviços manterem contato direto com um grande número de consumidores (da ordem de alguns milhões) explica o expressivo número de processos judiciais a que são submetidas as distribuidoras de energia elétrica. Esses processos são suscitados por diferentes motivos.

Em particular, esta pesquisa de mestrado estuda os processos enquadrados no objeto *Reclamação sobre Fatura*. Avalia os processos que tramitam em ambos os órgãos da justiça ordinária de primeira instância, no *Juizado Especial Cível* e na *Vara Cível*, certamente o contencioso de massa de maior volume na carteira de processos das concessionárias.

O objeto *Reclamação sobre Fatura* refere-se ao questionamento do cliente perante a empresa sobre valores cobrados nas faturas. Para efeito do estudo, entretanto, são consideradas apenas as reclamações referentes aos valores faturados em consumo de energia, excluindo-se outras taxas que compõem a fatura, essas contabilizadas em outro tipo (objeto de processos).

Dentre as hipóteses formuladas, entende-se que a substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos impacta diretamente no total de processos jurídicos enquadrados no objeto *Reclamação sobre Fatura*, tanto na *Vara Cível* quanto no *Juizado Especial Cível*. Conforme dito anteriormente, com o propósito de assegurar a confidencialidade das informações optou-se por designar o estudo de caso como o caso da empresa fictícia CTN Energia. E mais, os dados da empresa estudada incluídos na base de dados foram multiplicados por uma constante (um valor entre 0 e 1), mantendo-se as relações de proporções, operação que descaracteriza as informações primárias da empresa.

É imperativo que uma empresa provisione seus recursos financeiros para que seja capaz de pagar os deveres jurídicos dos processos que possui. Além disso, ter capacidade de poder simular cenários referentes à entrada de processos é de grande ajuda para que a concessionária não seja surpreendida no momento do orçamento de tais provisões e, posteriormente, no desembolso do seu caixa. Por isso, é importante conseguir prever a quantidade de entrada de processos que posteriormente terão de ser provisionados.

Para fundamentar a análise, o capítulo foi estruturado nas seguintes seções: (i) análise da base de dados; (ii) construção do modelo univariado; (iii) construção do modelo de regressão dinâmica e (iv) impactos no setor jurídico com a entrada de processos.

5.1

Análise da base de dados

A análise da base de dados de processos de *Reclamação sobre Fatura* requer entendimento a priori do contexto em que se insere. A base de processos ativos do contencioso da CTN Energia apresentou, em dezembro de 2012, cerca de 36 mil processos ativos na Vara Cível e no Juizado Especial Cível.

A análise, que considera dados a partir de 2008, teve início no ano de 2010, estendendo-se até o término do exercício de 2012. Durante esse período, processos enquadrados no objeto *Reclamação sobre Fatura* aparecem em destaque, dada a sua frequência de ocorrência. Aparecem entre os cinco maiores ofensores da empresa, quer na Vara Cível quer no Juizado Especial. Em 2012, figurou como o principal ofensor da empresa estudada, exibindo um índice de crescimento que ultrapassa todas as outras categorias.

5.1.1

Análise da base de dados para o recorte Entrada de Processos

Os gráficos 5.1 e 5.2 ilustram o comportamento das séries do Juizado e da Vara Cível entre os anos de 2008 e 2012. Esses dados revelam uma tendência de crescimento no total de entrada desses processos.

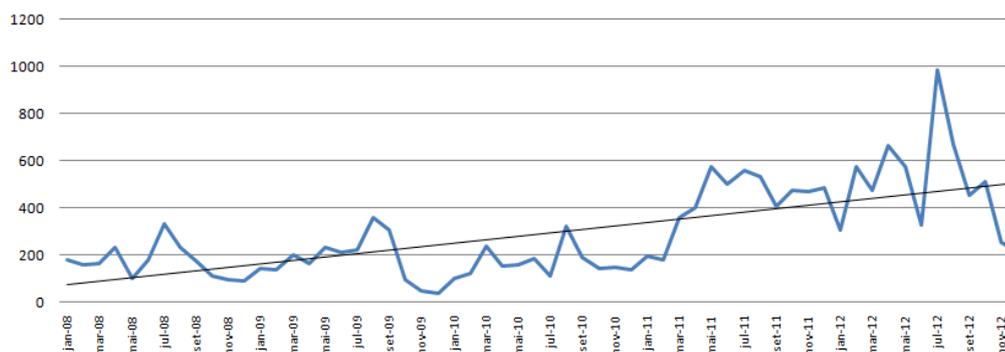


Gráfico 5.1 – Reclamação sobre Fatura Juizado Especial Cível

Fonte: elaboração própria

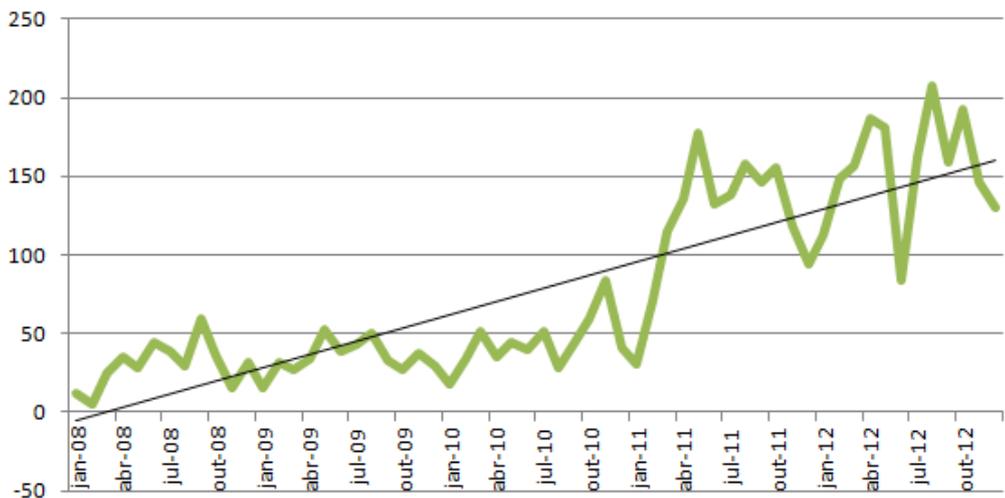


Gráfico 5.2 – Reclamação sobre Fatura Vara Cível

Fonte: elaboração própria

A análise desses dados mostra, também, que existe uma quebra de patamar para as duas matérias estudadas no início de 2011. Esse movimento da entrada de processos e sua mudança de patamar é também perceptível quando se faz uma média mensal de entrada. Verifica-se tendência de crescimento e significativa

descolamento dos valores das médias entre os anos de 2010 e 2011, conforme documentado pelos dados das tabelas 5.1. e 5.2 apresentadas abaixo.

Tabela 5.1 – Média entrada - *Reclamação sobre Fatura* (Juizado Especial Cível)

Entrada Mensal - JEC					
Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Média Mensal	170	179	167	427	501

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.2 – Média entrada - *Reclamação sobre Fatura* (Vara Cível)

Entrada Mensal - Cível					
Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Média Mensal	30	35	44	123	156

Fonte: elaboração própria

É interessante observar que tanto a evolução dos gráficos quanto a média de entrada de processos do Juizado e da Vara Cível exibem comportamento similar. Conforme será analisada posteriormente na estruturação do modelo de regressão dinâmica, tal mudança de patamar coincide com o período de aumento de instalações de medidores eletrônicos nas unidades consumidoras.

Os dados das tabelas 5.1 e 5.2 confirmam um crescimento expressivo da média mensal, entre os anos de 2010 e 2011, estimado em 155% (no Juizado) e 177% (na Vara Cível).

5.1.2

Análise da base de dados para o recorte Encerramento e Valor Pago

Antes de desenvolver os modelos de previsão apresenta-se uma análise dos encerramentos e valores que foram pagos como condenação aos processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, encerrados nos últimos doze meses. Tal análise faz-se necessária tendo em vista que o provisionamento das causas está diretamente relacionado com o montante pago (explicado na seção 5.4).

Foram analisados os processos encerrados entre janeiro/2008 e dezembro/2012. Enquadram-se nessa seleção 16.461 processos que tramitavam no Juizado e 1.709 na Vara Cível.

Para decompor esses números de encerramentos foi feita a separação de acordo com a situação final do processo. São considerados processos encerrados com algum grau de êxito para a empresa ré aqueles enquadrados nas seguintes situações: acordo judicial ou extrajudicial; extinto sem julgamento de mérito; extinto sem julgamento de mérito (incompetência ou perícia) e improcedente.

Percebe-se que o percentual de êxitos nesses processos, no curso desses cinco anos, é de 58% para processos do Juizado e 56% na Vara Cível, conforme documentado nas tabelas 5.3 e 5.4, respectivamente.

Tabela 5.3 – Situação de Encerramento Juizado Especial Cível

Situação de Encerramento	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
Acordo Extra-Judicial	1	2	-	-	-	3
Acordo Judicial	616	1.030	1.131	1.124	2.415	6.316
Extinto sem Julgamento de Mérito	301	323	125	78	8	835
Extinto sem Julgamento de Mérito - Autor Ausente	0	75	230	384	554	1.243
Extinto sem Julgamento de Mérito - Desistencia	55	61	78	150	305	649
Extinto sem Julgamento de Mérito - Incompetência	-	5	32	144	180	361
Extinto sem Julgamento de Mérito - Perícia	-	18	64	156	583	821
Improcedente	117	144	227	280	383	1.151
Procedente	119	123	83	248	1.039	1.612
Procedente em Parte	512	724	599	552	387	2.774
<i>Campo não preenchido</i>	386	287	2	20	1	696
TOTAL	2.107	2.792	2.571	3.136	5.855	16.461

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.4 – Encerramento de processos na Vara Cível

Rótulos de Linha	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
Acordo Extra-Judicial	2	1	6	15	22	46
Acordo Judicial	18	30	36	84	190	358
Extinto sem Julgamento de Mérito	10	19	23	24	28	104
Extinto sem Julgamento de Mérito - Desistencia	2	2	2	10	19	35
Improcedente	39	46	110	106	146	447
Procedente	23	14	27	31	40	135
Procedente em Parte	38	52	113	155	181	539
<i>Campo não preenchido</i>	35	5	1		4	45
TOTAL	167	169	318	425	630	1.709

Fonte: elaboração própria

No cômputo da seleção de situações exitosas, as únicas que via de regra não envolvem pagamento de condenação ao autor são: extinto sem julgamento de mérito; extinto sem julgamento de mérito (incompetência ou perícia) e improcedente. Ainda segundo os dados das tabelas 5.3 e 5.4, percebe-se que, ao longo do período analisado, apenas 19% dos processos que tramitam no Juizado e 34% daqueles na Vara Cível são encerrados sem esse tipo de gasto para a empresa. Ou seja, considerando os números acima e o percentual de ausência/desistência dos autores, conclui-se que algum tipo de dispêndio existiu para a condenação de 12.524 processos.

Com o intuito de melhorar a confiabilidade da análise, optou-se por descartar da amostra de cada uma das matérias 5% das informações mais discrepantes, isto é, foram retirados alguns *outliers* da amostra, compondo a chamada média ajustada.

Assim, com apenas 95% da amostra, a evolução da média de pagamento dos processos encerrados entre 2008 e 2012, tanto no Juizado quanto na Vara Cível, apresenta-se conforme documentado nos dados das tabelas 5.5 e 5.6.

Tabela 5.5 – Média do valor pago no Juizado Especial Cível (em reais, R\$)

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Média Valor Pago	580,90	828,28	857,32	717,20	831,06

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.6 – Média do valor pago na Vara Cível (em reais, R\$)

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Média Valor Pago	3.088,45	4.090,27	3.671,33	2.521,73	2.002,35

Fonte: elaboração própria

É possível perceber que as médias de pagamento dos processos do Juizado tiveram um aumento ao longo do tempo, com exceção do ano de 2011. Já na Vara Cível, esse crescimento oscilou ao longo dos anos, apresentando queda em 2012 em relação ao primeiro ano da análise.

Esses valores são de importância para a análise dos gastos e provisionamento das causas judiciais, tópicos que serão discutidos na seção 5.4.

5.1.3

Análise da base de dados para o recorte Custas e Despesas Gerais

Todo processo que tramita na justiça, não importando o órgão, gera custos para o réu da ação.

Depois da análise dos pagamentos de condenação para os processos que tiveram resultados desfavoráveis para a empresa, foram analisados os custos gerados por qualquer processo judicial, as chamadas *custas judiciais*.

Tais custas estão relacionadas a diversos tipos de pagamentos (e.g.: taxas para recursos, desarquivamentos, expedição de mandatos de segurança). Além disso, juntam-se a esses tipos de gastos outras despesas: fotocópias, transporte, dentre outras pequenas despesas.

Com isso, no ano de 2012 foram gastos no Juizado R\$ 1.083,95 em custas e despesas gerais por processo (média dos valores pagos). Por outro lado, no âmbito da Vara Cível, esse tipo de gasto mostrou-se significativamente inferior, na média, R\$ 342,48 por processo.

5.1.4

Análise da base de dados para o recorte Honorários de Escritórios

Devido ao grande número de processos ativos na carteira da CTN Energia, a empresa contrata escritórios terceirizados para fazer o seu acompanhamento. Incide-se, assim, um custo adicional de terceirização para a empresa em cada processo ativo em sua carteira.

De acordo com os contratos firmados com os escritórios que acompanham os processos da carteira do contencioso de massa, tem-se o pagamento mensal fixo para cada processo.

No Juizado, a empresa paga R\$ 17,41 mensais para o escritório para cada processo. Analisando a média de duração dos processos do objeto *Reclamação*

sobre *Fatura* encerrados entre 2008 e 2012, estes, em média, possuem um tempo de processamento de 9,5 meses. Ou seja, a empresa precisa pagar 10 meses de honorários por processo, chegando a R\$ 174,10. Além disso, processos finalizados em até 10 meses e que possuem resultados de procedência parcial (condenação menor que R\$ 1.400,00) ganham um bônus de R\$ 51,20. Com isso, cada processo do Juizado custa para a concessionária R\$ 225,30 na rubrica *gastos com escritório*.

Já para a Vara Cível, a média de duração desse objeto de processos é de 38,5 meses; resultando em R\$ 33,34 por mês, por processo. O valor do bônus pago aos processos que possuem resultados de procedência parcial quando de seu encerramento é R\$ 111,12. Assim, o pagamento médio para os escritórios de cada processo relacionado ao objeto *Reclamação sobre Fatura* é R\$1.411,38.

5.2

Modelo Univariado

Segundo RIBEIRO (2011), o primeiro modelo utilizado para prever as entradas de processos classificados com o objeto *Reclamação sobre Fatura* foi o univariado, a partir da metodologia do Amortecimento Exponencial (MAE). Destaca, também, que no desenvolvimento de modelos de amortecimento exponencial a série a ser modelada não precisa seguir os pressupostos estatísticos de normalidade e estacionariedade.

Esse modelo foi construído com dados de janeiro/2008 a dezembro/2010. Entretanto, a revisão do modelo realizada em 2011 não se mostrou mais aderente à realidade de quantidade de entrada de processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*. Com isso, surgiu a necessidade de adequar um novo modelo à série de entradas do objeto *Reclamação sobre Fatura*. Ao longo desse período foi possível ter acesso a novas variáveis, anteriormente não disponíveis. Esses dados confirmam que o modelo de regressão dinâmica mostra-se mais adequado para o novo comportamento da série, conforme explicado na seção 5.3.

Muito embora nenhum modelo tenha se mostrado plenamente satisfatório para fundamentar a análise dos processos que tramitam na Vara Cível, naquele

momento, foi escolhido o MAE com tendência linear de Winters Aditivo. Os parâmetros do modelo escolhido podem ser vistos na tabela 5.7 abaixo:

Tabela 5.7 – Modelo Univariado Reclamação Sobre Fatura (Vara Cível)

Componente	Peso da suavização	Valor Final
Nível	0,05	45,41
Tendência	0,11	0,58
Sazonal	0,21	

Fonte: Resultados adquiridos no programa FPW

Com base nos dados da tabela 5.8 apresentada abaixo, o modelo criado foi satisfatório apenas para o mês de janeiro/2011, seguindo a sazonalidade da série que apresenta sempre uma baixa entrada de processos no primeiro mês do ano. Porém, a partir de fevereiro, houve grande tendência de crescimento dessa entrada de processos. Março/2011 caracteriza a mudança de patamar, que se mantém até o início de 2013.

Tabela 5.8 – Comparação Real vs. Previsto Univariado (Vara Cível)

Mês	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11
Previsto	32	39	47	47	52
Real	31	71	115	136	178
Varição	-3%	82%	145%	189%	242%

Fonte: Elaboração própria

Já para o modelo univariado desenvolvido para subsidiar a análise dos processos que tramitam no Juizado Especial Cível, foi escolhido um modelo de amortecimento exponencial sem tendência e com sazonalidade aditiva¹¹, conforme parâmetros da tabela 5.9, abaixo:

¹¹ Também foi testado um modelo similar ao da série dos processos que tramitam na Vara Cível, porém o comparativo entre os períodos previsto e realizado mostrou-se pior, quando comparado aos resultados produzidos pelo modelo escolhido.

Tabela 5.9 – Modelo Univariado Reclamação Sobre Fatura (Juizado Especial Cível)

Componente	Peso da suavização	Valor Final
Nível	0,01	167,20
Sazonal	0,34	

Fonte: Resultados produzidos pelo software FPW

Devido ao tamanho da série disponível e a realidade da empresa, foi definido que, no primeiro momento, uma previsão com variação de até 30% para mais ou para menos seria aceitável. Assim, o modelo acima produz previsões aceitáveis para os dois primeiros meses de 2011. A partir desse momento, entretanto, o modelo não se mostra satisfatório, conforme mostrado na tabela 5.10 abaixo.

Tabela 5.10 – Comparação Real vs. Previsto Univariado (Juizado Especial Cível)

Mês	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11
Previsto	137	136	201	175	164
Real	193	179	359	399	576
Varição	41%	32%	79%	128%	251%

Fonte: Resultados produzidos pelo software FPW

Com base nos (i) resultados produzidos pelos modelos univariados (anteriormente discutidos) e (ii) em novas informações da empresa estudada (que podem ser usadas como variáveis explicativas de modelos) desenvolveu-se a análise de regressão dinâmica apresentada na seção 5.3.

5.3

Modelo de Regressão Dinâmica

Depois de constatar que o modelo de amortecimento exponencial (discutido acima) não mais é capaz de prever a entrada de processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, quer no âmbito do Juizado Especial Cível quer da Vara Cível, desenvolveu-se uma análise de regressão dinâmica para tentar explicá-lo.

Com a regressão dinâmica foi possível analisar algumas variáveis que permeiam a CTN Energia e podem influenciar essa entrada de processos. Porém, para fazer tal escolha faz-se necessário conhecer o procedimento de faturamento da empresa e características gerais do setor elétrico. Por essa razão, os funcionários das áreas responsáveis foram entrevistados, elucidando, por exemplo, a diferença entre o processo de faturamento indicado por medidores eletrônicos e eletromecânicos. Especificidade essa que explica questões essenciais relacionadas à leitura do medidor para o sistema da empresa, permitindo o cálculo das faturas.

Para consubstanciar a análise foram escolhidas as seguintes três variáveis explicativas: quantidade de medidores eletrônicos instalados por mês (MEDELE); quantidade de notas de reclamações de consumo em relação à telemedição (AG22)¹² e temperatura média mensal do Rio de Janeiro (TEMPMED). Numa primeira rodada foram testados modelos que fazem uso dessas três variáveis, o que foi descartado ao se verificar que existe uma correlação direta entre elas.

A título de exemplificação, observa-se que a quantidade de reclamações de consumo telemedido está diretamente relacionada com a quantidade de medidores instalados nas unidades consumidoras. Dada a forte correlação entre essas duas variáveis optou-se por incluir no modelo apenas uma delas. Tendo em vista a qualidade e o porte da série de dados que envolvem essas duas variáveis, decidiu-se utilizar, quer para o modelo aplicado aos processos associados ao Juizado quer àqueles da Vara Cível, a variável *quantidade de reclamações de consumo*, AG22. O gráfico 5.3 ilustra o comportamento dessas variáveis.

¹² Importante ressaltar que para a base de dados não foram separadas as reclamações consideradas procedentes ou improcedentes pela empresa, uma vez que o cliente que questiona o valor faturado continua insatisfeito, mesmo que a empresa alegue estar correta.

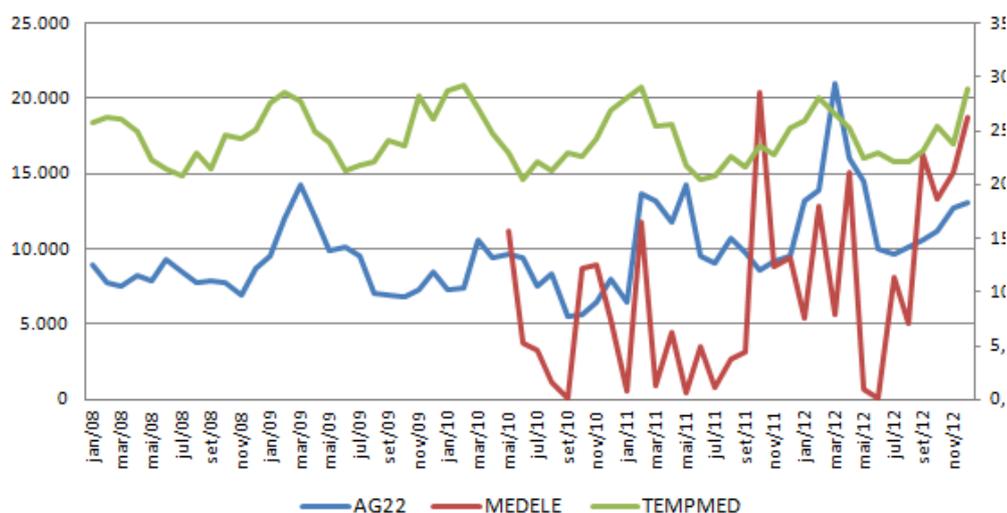


Gráfico 5.3 – Comportamento das variáveis explicativas

Fonte: elaboração própria

A variável temperatura média foi também escolhida devido sua relação direta com o consumo de energia elétrica. O uso de aparelhos de ar condicionado nas unidades consumidoras no verão elucida um bom exemplo. Por não ser um hábito dos consumidores durante as demais estações do ano, o valor da fatura nessa época pode causar certo estranhamento, fazendo com que o cliente abra uma reclamação na empresa responsável. Se essa reclamação for tratada como improcedente pela empresa, muito provavelmente, o cliente entrará na justiça para questionar o valor cobrado em sua fatura.

Antes de apresentar os modelos selecionados destaca-se que os chamados “modelos log-log” foram selecionados já que permitem, pela transformação logarítmica, identificar a elasticidade presente entre a variável dependente (entrada de processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*) e as variáveis explicativas (AG22, TEMPMED e MEDELE).

5.3.1

Reclamação sobre a Fatura (Modelo Juizado Especial Cível)

Devido à quebra estrutural na quantidade de entrada de processos em meados de 2011 (ilustrados no gráfico 5.1) fez-se necessário aplicar uma variável dummy estrutural para a série (D_{201103}). Isso significa dizer que a série possuía um

nível de entrada, até fevereiro de 2011, igual a zero ($D_{201103} = 0$). Porém, após essa data, para que o modelo fosse capaz de identificar essa mudança de patamar, adotou-se o valor unitário ($D_{201103} = 1$).

Além dessa *dummy* foi criada outra variável desse tipo para o mês de julho do ano de 2012. Isso porque, devido ao grande estoque de processos que precisavam ser cadastrados dentro da empresa, foi contratada uma equipe de digitadores. Essa é a razão que explica o fato de a quantidade de processos entrantes para esse mês exceder o restante da amostra. Ou seja, o *outlier* precisou ser tratado e desconsiderado dentro da série.

Por fim, a análise de elasticidade desenvolveu-se com base nas variáveis que consideram a transformação logarítmica. Isto posto, após a realização dos testes, que envolveram comparação entre estatísticas e verificação de adequação de modelos (MAPE e Ljung-Box), optou-se por aplicar aos processos que tramitam no Juizado o modelo a seguir caracterizado:

$$RECFATJEC = 0,76D_{201207} + 0,36\log(RECFATJEC(-1)) + 0,36\log(AG22(-2)) + 0,61D_{201103} \quad 5.1$$

Tabela 5.11 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Juizado Especial Cível)

Termo	Coefficiente	Erro padrão	Estatística-t	Percent
d201207=YEAR(2012)*PERIOD(7)	0,76	0,37	2,09	0,95
Log(RECFATJEC(-1))	0,36	0,11	3,32	0,99
Log(AG22[-2])	0,36	0,06	5,79	1,00
d201203	0,61	0,14	4,28	1,00

Fonte: Resultados produzidos pelo software FPW

Ou seja, adicionalmente as variáveis *dummies* acima explicitadas, incorporar nesse modelo (equação 5.1) a AG22, que influencia a entrada dos processos dois meses após seu registro na empresa. Essa relação do tempo mostrou-se plausível já que considera o tempo de análise da nota por parte da empresa. Se insatisfeito com o tratamento dado pela empresa à sua reclamação ele decide, então, se entra na justiça. Outra variável que deve ser considerada é o tempo associado à distribuição e cadastramento do processo na empresa.

Ainda no que concerne a AG22, para uma apropriada adequação do modelo faz-se necessário assegurar uma correta previsão da variável explicativa. Esta variável foi igualmente tratada pela metodologia de regressão dinâmica.¹³

O modelo mostra, também, que a quantidade de processos entrantes em um determinado mês influencia a entrada de processos do mês subsequente.

As estatísticas MAPE (26,8%) e Ljung-Box (26,6) mostraram-se satisfatórias à luz da qualidade e tamanho da amostra de dados. Certamente, esse foi o modelo que apresentou as melhores estatísticas quando comparadas às alternativas testadas.

Na tabela 5.12 é feita a comparação entre o realizado no período outubro/2012 a fevereiro/2013 e o previsto pelo modelo da equação acima.

Tabela 5.12 – Comparação entre o real vs. previsto pela regressão dinâmica
(Juizado Especial Cível)

Mês	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13
Previsto	451	251	206	206	203
Real	512	255	218	213	184
Variação	14%	2%	6%	3%	-9%

Fonte: elaboração própria

O modelo escolhido mostra-se aderente à realidade da empresa nos meses comparados (tabela 5.12). A média de variação entre o previsto e o realizado no período é de apenas 2%. Contudo, percebe-se uma alteração do desvio de fevereiro em relação ao restante do período. O modelo mostrou-se, entretanto, boa alternativa como ferramenta de auxílio para planejamento do provisionamento de contingências para o objeto *Reclamação sobre Fatura*.

Na seção 5.4 são apresentados os impactos no setor jurídico da empresa, considerando essa quantidade de entrada de processos.

¹³ O modelo de previsão AG22 leva em consideração a temperatura máxima do Rio de Janeiro defasada em três períodos (e.g. a temperatura máxima do mês de janeiro influencia na quantidade de reclamações do mês de abril) e a quantidade de reclamações realizadas no período anterior.

5.3.1

Reclamação sobre a Fatura (Modelo Vara Cível)

Assim como ocorre para o caso dos processos que tramitam no Juizado, a série de entrada de processos do objeto *Reclamação sobre Fatura* (que tramitam na Vara Cível) apresenta uma quebra estrutural em meados de 2011, o que tornou necessária a introdução de uma variável *dummy* estrutural no modelo. Tendo em vista a semelhança da estrutura da série temporal e da realidade entre os processos da CTN Energia que tramitam na Vara Cível e no Juizado, o modelo de previsão de entrada de processos do objeto *Reclamação sobre Fatura* mostrou similaridades entre os processos que tramitam em ambos os órgãos (Vara Cível e Juizado, estes discutidos na seção anterior).

As variáveis explicativas escolhidas – adicionalmente às *dummies*, que tratam a quebra estrutural e os *outliers* da série – foram: nota de reclamação AG22 e quantidade de entrada de processos do mês anterior.

Portanto, depois de testes de modelos e comparações de estatísticas entre essas opções, o modelo de previsão escolhido descreve-se pela equação 5.2

$$RECFATCIV = 0,19 \log(RECFATCIV(-1)) + 0,33 \log(AG22(-3)) + 1,1D_{201103} - 0,83D_{201206} \quad 5.2$$

Tabela 5.13 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Vara Cível)

Termo	Coefficiente	Erro padrão	Estatística-t	Percent
Log(RECFATCIV(-1))	0,19	0,13	1,50	0,8%
Log(AG22[-3])	0,32	0,05	6,38	1,0%
d201103	1,05	0,18	5,80	1,0%
d201206	-0,83	0,31	-2,65	0,9%

Fonte: Resultados produzidos pelo software FPW

Percebe-se que o *lag* de tempo da variável AG22 é maior nos casos das reclamações de natureza cível. Essa diferença de tempo pode ser explicada pelo fato de um processo típico da Vara Cível ser mais complexo que um processo típico daquele que tramita no Juizado (neste último o reclamante não necessariamente precisa de um advogado para representá-lo). Já no âmbito da

Vara Cível, o uso do advogado é mandatório. Isto requer um tempo maior para que a entrada do processo na justiça seja formalizada, o que justifica esse *lag* de tempo.

Assim como no modelo aplicado aos processos que tramitam no Juizado, a quantidade de processos entrantes no mês anterior é utilizada para justificar a entrada de processos do mês atual.

As principais estatísticas, MAPE (22,2%) e Ljung-Box (19,0), mostraram-se satisfatórias tendo em vista a qualidade e tamanho da amostra de dados. Como dito anteriormente, esse foi o modelo que apresentou as melhores estatísticas em comparação com as outras alternativas testadas.

Na tabela 5.14 abaixo são mostradas as variações entre as previsões de entradas pelo modelo acima e o de fato realizado na empresa, entre outubro/2012 e fevereiro/2013.

Tabela 5.14 – Comparação real vs. previsto regressão dinâmica (Vara Cível)

Mês	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13
Previsto	145	145	147	147	158
Real	192	146	130	134	140
Variação	32%	1%	-12%	-9%	-11%

Fonte: elaboração própria

Considerando a premissa de que as variações de até 30% entre o real e o previsto pelo modelo são consideradas aceitáveis, tem-se que o modelo se mostra adequado à realidade da empresa, apenas com um pequeno desvio no mês de outubro de 2012. Dessa forma pode ser adotada como ferramenta eficaz para o planejamento do provisionamento das contingências jurídicas referentes ao objeto *Reclamação sobre Fatura* dos meses subsequentes.

Fazendo uma previsão de seis passos à frente, tendo como base dezembro/2012, tem-se que, apenas no primeiro semestre de 2013, a CTN Energia terá recebido 2.239 processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, conforme dados da tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Previsão de entrada de processos *Reclamação sobre Fatura*

Mês	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13
Juizado	206	203	201	210	227	218
Vara Cível	147	158	161	161	168	179
TOTAL	353	361	362	371	395	397

Fonte: elaboração própria

Na próxima seção são expostos os impactos no setor jurídico da empresa, considerando a quantidade de entrada de processos.

5.4

Impactos Jurídicos da entrada de processos Reclamação sobre Fatura

Depois de apresentados os estudos em relação aos processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, a presente seção tem o objetivo de avaliar o quanto esses processos podem impactar no orçamento do setor jurídico de uma empresa distribuidora.

Com o intuito de estudar os gastos referentes a essa possível quantidade de processos no primeiro semestre de 2013 foram consideradas as previsões de seis passos a frente (dados da tabela 5.15).

Para avaliar o valor de cada processo para a empresa, foram analisados os seguintes tipos de gasto: condenação; honorários com escritórios; custas e despesas gerais.

Para os processos que tramitam no Juizado, a previsão de entrada é de 1.256 processos no primeiro semestre de 2013. De acordo com as informações apresentadas ao longo do capítulo, 81% dos casos analisados geram custos de condenação. Para esses casos, o valor unitário é de R\$ 2.140,31, perfazendo um total de R\$ 2.177.465,78 se forem considerados os 81% dos processos entrantes. Já para os 19% dos processos que não geram gastos com condenação, o valor unitário é de R\$ 1.309,25, totalizando R\$ 312.439,42. Desse modo, os gastos totais com processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, previstos pelo modelo de regressão dinâmica dos processos que tramitam no Juizado Especial Cível, somam um total de R\$ 2.489.905,20.

No que concerne aos processos que tramitam na Vara Cível, a previsão de entrada é de 974 processos do objeto *Reclamação Sobre Fatura*, dados do primeiro semestre de 2013. Em conformidade às informações expostas ao longo do capítulo, observa-se que para 66% dos processos há dispêndio em relação às condenações. Para esses casos, o valor unitário do processo é de R\$ 3.756,21. Multiplicando pelos 643 processos (66% dos entrantes) que podem ter esse tipo de resultado, obtem-se um montante de R\$ 2.414.642,04. Por outro lado, os 34% dos casos com resultados exitosos para a CTN Energia, aos quais não está associado qualquer dispêndio em relação a condenações, o valor unitário é de R\$ 1.753,86, totalizando R\$ 580.808,28. Dessa forma, levando em consideração o modelo de regressão dinâmica para processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, entrantes na Vara Cível pela CTN Energia, o gasto total com esses processos, nos primeiros seis meses de 2013, é de R\$ 2.995.450,31.

Finalmente, conclui-se que a empresa CTN Energia, devido ao total de processos associados ao objeto *Reclamação sobre Fatura*, entrantes apenas no primeiro semestre de 2013, terá um gasto previsto de R\$ 5.485.355,52.

6

Conclusões

O presente capítulo apresenta as conclusões do trabalho à luz dos objetivos originalmente formulados, ou seja: propor uma sistemática de avaliação de impactos econômico e de imagem, gerados por ações impostas por clientes da concessionária no setor jurídico da empresa estudada, decorrentes, essencialmente, da substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos.

6.1

Conclusões

Em sintonia às questões formuladas no início do trabalho, a presente dissertação de mestrado cumpriu o objetivo proposto conforme demonstrado a seguir para cada um dos objetivos específicos que refletem as questões originalmente formuladas.

6.1.1

Relevância da substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos

Com base nos argumentos apresentados no Capítulo 2, que discute os benefícios e as vantagens da alternativa tecnológica dos medidores eletrônicos sobre os eletromecânicos, o trabalho mostra que a modernização dos circuitos aéreos e do sistema de medição de consumo (i) aumenta a segurança e estabilidade do fornecimento de energia; (ii) permite um nível de controle mais eficaz por parte da concessionária viabilizando, em tempo real, o balanço energético da região; (iii) reduz a exposição da rede a fraudes por parte de consumidores mal intencionados; (iv) confere maior grau de privacidade aos clientes uma vez que os serviços de leitura, corte e religação são feitos

remotamente e (v) assegura maior assertividade na medição do consumo de energia, beneficiando as concessionárias e os consumidores.

Os resultados da avaliação realizada com base nos dados da empresa CTN Energia mostram que, no âmbito das áreas de concessão estudada (i.e.: onde ocorreu a substituição da tecnologia eletromecânica pela eletrônica) a redução da fraude foi de 20 pontos percentuais. Essa redução reflete um ganho surpreendente para a concessionária tendo em vista que esta depende desses recursos para assegurar a manutenção de serviços de qualidade aos seus usuários.

6.1.2

Aplicação de ferramenta por séries temporais para avaliação de impacto da alternativa tecnológica no setor jurídico da concessionária

Fazendo uso da regressão dinâmica por séries temporais foi possível mensurar o impacto que a substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos no setor jurídico da empresa estudada, assim estabelecendo um indicador para as empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil.

Os resultados apresentados no capítulo 5 (estatísticas de substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos) confirmam que o modelo de regressão dinâmica, aplicado a dados dos processos que tramitam no Juizado Especial Cível e na Vara Cível, de fato impacta na quantidade de entrada de processos do objeto “*reclamação sobre fatura*”. Mais especificamente faz-se o cenário de entrada de 2.239 processos no primeiro semestre de 2013.

6.1.3

Impacto econômico das variáveis ofensoras no setor jurídico

A partir dos dois modelos de regressão dinâmica (aplicáveis, respectivamente, aos processos que tramitam no Juizado Especial Cível e na Vara Cível) foi possível estimar o impacto econômico no setor jurídico da empresa que decorre do ajuizamento de processos associados à mudança da tecnologia de

medição (de eletromecânica para eletrônica). A regressão realizada sinaliza para um impacto econômico da ordem de R\$ 5 milhões. Esse é um valor expressivo quando comparado que resulta da fraude. Com base nos dados recentes do trabalho de mestrado de VAZ (2012), que fez uma estimativa de consumo para o ano de 2013 em alguns municípios da baixada fluminense, esta cifra de R\$ 5 milhões equivale ao consumo estimado para três cidades (Belford Roxo, São João de Meriti e Nova Iguaçu), dentro das áreas planejadas para ter a substituição de por volta de 45 mil medidores.

Associado ao impacto econômico, que é factível de ser mensurado, existe ainda o impacto (intangível) que um elevado número de ajuizamento de processos traz para a imagem da empresa. Por outro lado, a expressiva melhoria da qualidade dos serviços, que resulta da adoção da tecnologia eletrônica de medição, contribui favoravelmente para a melhoria da imagem já que sinaliza para (i) investimentos realizados pela concessionária na modernização da rede; (ii) redução da fraude de energia na área de concessão; (iii) melhoria da auto-estima do usuário que não fraudava mas que convivia com a fraude na sua área de concessão.

6.2

Limitação do estudo

Não obstante o trabalho não ter pretendido exaurir tema de tal abrangência, complexidade e de tamanha novidade, destaca-se que os resultados apresentados estão restritos a apenas uma empresa escolhida, dentre as várias concessionárias distribuidoras no setor elétrico brasileiro.

Outra limitação do trabalho diz respeito ao tamanho das séries das variáveis explicativas disponibilizadas. Para uma análise de série temporal, quanto maior o tempo de estudo melhor a qualidade da análise que depende da confiabilidade das informações-chave dos acontecimentos.

A despeito do rigor atribuído ao tratamento dos dados, o autor está ciente das limitações das bases de dados acessadas que suscitam dúvidas de preenchimento e incertezas, notadamente no que concerne às informações

oriundas de escritórios terceirizados que prestam serviços para a empresa estudada.

6.3

Proposta para desdobramentos futuros do tema

A alternância da tecnologia de medição (substituição do medidor eletromecânico pelo eletrônico) reflete uma recente inovação ainda em implantação, portanto disponibilizando uma massa restrita de dados para estudo. À medida que o sistema vai se consolidando novas massas de dados estão sendo geradas, o que permitirá reedições do estudo. Estudos com o foco na trajetória regulatória poderão orientar investimentos em novas tecnologias visando ganhos de assertividade da medição do consumo e ações inibidoras da fraude.

No que concerne ao impacto resultante do ajuizamento de processos no setor jurídico da concessionária, recomendam-se desdobramentos do trabalho para:

- validar novos modelos de análise moldados à área de concessão estudada, ou seja, que permitam avaliar os impactos dentro de cada comarca da justiça situada dentro da área de concessão da concessionária distribuidora;
- explorar o uso de novas ferramentas estatísticas que sejam capazes de avaliar o desempenho de cada escritório terceirizado, já que os processos judiciais são por eles acompanhados;
- avaliar a eficácia e eficiência dos escritórios de advocacia terceirizados, definindo, assim, critérios mais realistas para a sua contratação;
- identificar objetos e documentações que possam ser utilizados nas defesas dos processos do objeto *Reclamação sobre Fatura*, com vistas a melhorar o índice de êxito das empresas nesse tipo de contingência.

Referências

ANEEL (2013). site da Agência disponível no endereço: www.aneel.gov.br. Acesso em: fev.2013.

_____, (2010). *Resolução normativa n.º 414, de 09 de setembro de 2010*. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: jan.2013.

_____. Resolução normativa n.º 292, de 4 de dezembro de 2007. Altera dispositivos da Resolução n.º 258, de 06 de junho de 2003, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2007292.pdf>. Acesso em: dez.2012.

_____. Nota técnica n.º 0044/2010-SRD/ANEEL, de 17 de setembro de 2010. Instauração de Audiência Pública no intuito de coletar subsídios para Resolução Normativa acerca da implantação de medidores eletrônicos em unidades consumidoras do Grupo B.

ASSIS, E. W. B. (2009). *Aspectos Jurídicos da Fraude de Energia Elétrica*. Piauí, Brasil. Monografia - Curso de Bacharelado em Direito - Centro de Ensino Unificado de Teresina.

CAMARGO, M. E. e SOUZA, R. C. (2004). *Análise e Previsão de Séries Temporais: Os Modelos ARIMA*. Rio de Janeiro.

CARVALHO, N. A. S. (2011). *Aplicação de modelos estatísticos para previsão e monitoramento da cobrabilidade de uma empresa de distribuição de energia elétrica no Brasil*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento Pós-MQI, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

COSTA, E. A. (2012). *Automação da medição e segurança de dados em redes inteligentes: estudo da experiência brasileira*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento Pós-MQI, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

CTN Energia (2012). *Conhecendo Telemedição*. Rio de Janeiro, Brasil.

CTN Energia (2013). Disponibilização de dados internos.

FERREIRA, P. G. C. (2009). *Previsão e Impactos Setoriais do consumo de energia elétrica no Brasil: uma análise integrada econométrica com insumo-produto para o período de 2009 a 2014*. Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado - Economia Aplicada, Universidade Federal de Juiz de Fora.

GOODRICH, R. L. and STELLWAGEN, E. A. (2008). *FORESCAST PRO: Statistic Reference Manual*. Massachusetts, Estados Unidos.

INMETRO (2013). site disponível no endereço: www.inmetro.gov.br. Acesso em: fev.2013.

INMETRO/DIMEL (2009). *Portaria Inmetro/Dimel n° 213, de 23/06/09*. Aprova o modelo SGP+M, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica – SDMEE, classe de exatidão A, marca LANDIS+GYR.

INMETRO/DIMEL (2010). *Portaria Inmetro/Dimel n° 0327, de 08/12/2010*. Aprova os modelos GARNET AGF1, GARNET AGF2 e GARNET AGN, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica - SDMEE, classe de exatidão B, marca ELSTER.

INMETRO/DIMEL (2011). *Portaria Inmetro/Dimel n° 0229, de 21/07/2011*. Aprova o modelo CAM-MCEE/I-01, de Sistema Distribuído de Medição de Energia Elétrica - SDMEE, classe de exatidão A, marca CAM.

KELMAN, J. (2009). *Desafios do Regulador*. Rio de Janeiro, Synergia: CEE/FGV

LANDIS+GYR (2013). site da empresa disponível no endereço: www.landisgyr.com. Acesso em: fev.2013.

LEITE, A. D. (2007). *A Energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier - 2º reimpressão

LIMA, A. V. e PEREIRA, V. O. (2011). *Transmissão Automática de Dados de Energia TAD-E*. Espírito Santo, Brasil. Monografia Graduação - Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade Novo Milênio.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. C. *Análise de séries temporais*. 2ª ed. São Paulo: Egard Blucher, 2006.

PINCHEMEL, R. (2013). *Sistemas de Medição de Energia Elétrica*. http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAG_kAD/capitulo-2-sistemas-medicao-energia-eletrica. Acesso em: fev.2013

PUC-Rio. Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro. *Normas para apresentação de teses e dissertações*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2001.

RIBEIRO, B. A. (2011). *Previsão de Contingência Judicial em Empresas do Setor Elétrico: Uma Abordagem Via Regressão Dinâmica e Amortecimento Exponencial*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SOUZA, R. C. (2011). *Notas de aula da disciplina análise de séries temporais*. Departamento de Engenharia Elétrica. ELE2720. PUC-Rio. 2010.

VAZ, L. M. M. (2012). *Impactos e Benefícios do Sistema de Medição Centralizada. Estudo de caso numa concessionária brasileira de eletricidade*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento Pós-MQI, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

ZANINI, A. (2000). *Redes Neurais e Regressão Dinâmica: um modelo híbrido para previsão de curto prazo da demanda de gasolina automotiva no Brasil*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Anexo A

Procuradoria: ação contra novo medidor da Light

Jornal O Globo, 04 de fevereiro de 2012

Ipem-RJ fará medição paralela para verificar real consumo de luz. Ministério Público estadual requer devolução do valor excedente

No mesmo dia que o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro entrou com uma ação civil pública para que a Light substitua os medidores de luz atuais pelos antigos, o Instituto de Pesos e Medidas (Ipem-RJ) informou que começará, em 20 dias, a fazer uma medição paralela para verificar se o consumo de energia cobrado pelos medidores digitais está de acordo com a realidade.

A avaliação, no entanto, será feita com medidores cedidos pela própria concessionária. Os aumentos nas contas de luz de consumidores que tiveram o chip instalado chegam a 846% e também são alvo da ação do Ministério Público estadual, que requer a devolução do valor excedente aos consumidores.

- O medidor/comparador será instalado na presença de um técnico do Ipem/RJ, que colocará um lacre, na presença do morador. Este assinará um termo se comprometendo a não violá-lo em hipótese alguma. Ao fim de no mínimo 30 (trinta) dias, a leitura desse medidor será comparada ao já existente na residência do consumidor, e irá acusar ou não diferenças no consumo - explicou a presidente do Ipem-RJ, Soraya Santos.

Na ação, o promotor Pedro Rubim argumenta que o fato de os medidores serem certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro) não significa que estejam de acordo com o Código do Consumidor.

Rubim afirma que a Light viola o direito à informação dos clientes, já que o aparelho não permite o acompanhamento da leitura do consumo.

O MP-RJ pede que a Light seja impedida de instalar mais medidores digitais, sob pena de multa de R\$ 20 mil por instalação.

E solicita que a concessionária seja proibida de interromper o fornecimento de energia do cliente que formalizar reclamação.

Light: chip faz contas subirem até 846%

Jornal O Globo, 04 de fevereiro de 2012

Consumo de quase a metade dos moradores de bairros do Rio aumentou com nova tecnologia

Com a instalação dos novos medidores de consumo com chips, 45% dos clientes (4.864) da Light no Jardim América e em Vigário Geral receberam contas de luz acima do valor médio dos meses anteriores, segundo dados da própria concessionária.

Alguns moradores apresentam contas com valores 846% mais altos - o que levou a empresa a instalar unidades móveis em ambas as localidades para receber reclamações.

A Light já instalou 180 mil dos 500 mil medidores previstos até 2013 - de um total de quatro milhões de clientes no Estado do Rio, mas a empresa não informou quais bairros foram atendidos até agora.

Ontem, 140 moradores da região foram reclamar das contas. A esses se somam os 500 moradores de Duque de Caxias que reclamaram no fim de 2010 - quando os medidores foram instalados na cidade - no Núcleo de Defesa do Consumidor (Nudecon) da Defensoria Pública, que também recebeu queixas da Associação de Moradores de Jardim América e Vigário Geral:

- Alguns aumentos são muito expressivos, mas ainda não constatamos abusividade. Abrimos procedimento de instrução e vamos ouvir os moradores e a Light para saber se será necessário um termo de ajustamento de conduta (TAC) ou uma ação civil. A princípio, os casos mais absurdos parecem pontos fora da curva - afirmou o coordenador do Nudecon, Fábio Schwartz.

Morador de Vigário Geral, o técnico de informática Renato Chaves diz que a conta de sua residência passou de uma média de R\$ 100 para R\$ 565,55 em novembro, e R\$ 744,97 em dezembro, uma alta de 645% frente à média anterior:

- Somos apenas eu e minha esposa, passamos quase o dia todo fora, trabalhando, e saímos muito no fim de semana. Quando chegou a primeira conta, fomos reclamar na Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), mas recebemos logo em seguida a carta da Light dizendo que a medição estava correta. A primeira conta nova até paguei, mas a segunda não temos como.

A ambulante Cristiane Fajardo diz que fez uma reclamação à Light, que foi considerada improcedente.

- Não deram explicação, apenas disseram que não tem erro no medidor - diz ela, cuja conta passou de R\$ 52,91 em novembro para R\$ 500,74 em dezembro, uma alta de 846%.

Desempregada, Beatriz Azevedo mora numa casa com três cômodos e teve o medidor instalado em 28 de outubro. Sua conta subiu de R\$ 91,81 para R\$ 845,98, uma alta de 821%.

- Os eletrodomésticos que possuo continuam os mesmos, exceto o microondas, que até queimou. - reclama.

Para definir se o Instituto de Pesos e Medidas (Ipem-RJ) vai instalar equipamentos de precisão para verificar os registros da Light, será realizada uma reunião na próxima terça-feira. Segundo a concessionária, a sugestão foi feita pela Ipem, mas não havia medidores disponíveis para instalação desses equipamentos em paralelo.

- A idéia é que até que a análise seja concluída, os moradores paguem a conta referente à média das três últimas cobranças antes da instalação do chip - disse a presidente do órgão, Soraya Santos.

Novo medidor deve ser pedido à Light, diz Ipem

Soraya sugeriu que o pedido para a instalação do medidor seja feito diretamente à Light pelos consumidores. A empresa encaminharia os pedidos ao Ipem-RJ.

A Light informou que tem analisado as reclamações caso a caso. Até o próximo dia 30 de janeiro, a concessionária se comprometeu a não cortar o fornecimento de energia dos clientes com novo medidor de Vigário Geral e Jardim América e que receberam aviso de corte por inadimplência. O deputado estadual Pedro Fernandes (PMDB) afirmou que pedirá a extensão do prazo até a conclusão das análises do Ipem, o que deve demorar 60 dias. A Light disse que analisa esta possibilidade.

Em e-mail, a companhia diz que identificou ligações irregulares, defeitos e roubo de energia por vizinhos.

MPRJ requer que Light substitua chips eletrônicos por relógios convencionais

Agência CanalEnergia, Regulação e Política, 06 de fevereiro de 2012.

Ação pede ainda que seja devolvido em dobro valor cobrado a mais dos consumidores. Concessionária vai avaliar o documento

O Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro ajuizou na semana passada uma Ação Civil Pública, com pedido de antecipação de tutela, contra a Light.

Na ação, que tramita junto à 4ª Vara Empresarial da Capital, o MPRJ requer que a concessionária seja obrigada a substituir o atual medidor digital, com chip eletrônico, pelos tradicionais relógios de medição, que deverão ser instalados no interior do imóvel dos consumidores ao invés do poste, sob pena de multa de R\$ 20 mil.

O MPRJ requer também que a Light efetue a devolução em dobro dos valores cobrados a mais dos consumidores por conta dos medidores digitais. Requer ainda que a concessionária deixe de utilizar o medidor digital, sob pena de multa de R\$ 20 mil por instalação e que não interrompa mais o fornecimento de energia elétrica dos consumidores que formalizem reclamações quanto ao erro de leitura do medidor digital, até que seja demonstrado o valor correto a ser cobrado, também sob pena de multa de R\$ 20 mil por cada corte de luz.

Na ação, o promotor de Justiça, Pedro Rubim Borges Fortes, em exercício na 3ª Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva em Defesa do Consumidor e do Contribuinte da Capital, ressaltou que, após a instalação dos novos medidores, o valor das contas de luz dos usuários que tiveram seus medidores trocados aumentou. "Os acréscimos chegaram a atingir 803%", destacou o promotor.

De acordo com Rubim, ao contrário dos relógios de medição, em que os consumidores têm a oportunidade de visualizar o movimento dos ponteiros e de realizar o controle de suas despesas "em tempo real", os novos medidores

eletrônicos privam o consumidor da segurança de efetuar o acompanhamento contínuo de seu consumo.

A Light informou à **Agência CanalEnergia** que vai avaliar o documento, assim que tomar ciência formal do conteúdo da ação.

Justiça: Light pode trocar os medidores

Jornal O Globo, 16 de maio de 2012

Ministério Público alegava erro de leitura dos aparelhos digitais

A 2ª Câmara Cível do Tribunal de Justiça do Rio, por unanimidade de votos, negou recurso ao Ministério Público (MP) estadual e manteve decisão que autoriza a Light a substituir os medidores mecânicos por digitais nas residências às quais presta serviço de entrega de energia elétrica.

O MP alegou que os novos equipamentos apresentaram erro de leitura, provocando reajustes excessivos e prejudiciais à população de baixa renda.

Para o relator do recurso, desembargador Jessé Torres, a instalação dos novos medidores é lícita, praticada no desempenho regular de competência legalmente deferida à concessionária. Em seu voto, ele considerou que a modernização do sistema foi aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e que o aumento da tarifa somente poderá ser esclarecido por perícia técnica. O desembargador lembrou ainda que a medição eletrônica foi aprovada pelo Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro).

"Se os usuários, a que se refere o Ministério Público, suportam reajustes excessivos em razão da instalação de medidores eletrônicos, imperiosa se faz a produção de prova, dado que o reajuste pode haver decorrido não só de eventual defeito no equipamento ou na instalação, como, também, da real medição do consumo efetivo", afirmou o desembargador.