

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

Carolina Teixeira Nicolau (caroltnic@yahoo.com.br)

Reinaldo C. Souza (reinaldo@ele.puc-rio.br)

Maurício N. Frota (mfrota@puc-rio.br)

Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Metrologia para Qualidade e Inovação
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, RJ, 22453-900 - BRASIL

Abstract

Even though intelligent measurements of energy consumption is envisioned by electric utilities as a strategic communication network to create transparency and efficiency in the operation of the energy industry, the transition from traditional to state-of-the-art technologies have induced an impact in the legal department of the utilities. Not straightforwardly understood by consumers unfamiliar with the updated innovative technologies, surprisingly, the modernization of the sector has generated complaints and legal processes that are everyday filed in the legal departments of the utilities. In connection with a project developed under the framework of the regulated ANEEL R&D Program (sponsored by the Brazilian Regulatory Agency responsible for controlling the electrical sector), a study was developed (i) to evaluate the litigation impact caused by the replacement of electromechanical to electronic meters and (ii) to estimate the additional operating costs generated by this change in metering technology. Making use of the time series methodology, forecasting univariate models, exponential smoothing, and dynamic regression, a case study was developed based on real data made available by an electricity company operating in Brazil. Results of the work confirm the applicability of the dynamic regression model proposed that allowed an estimation of 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.

Resumo

O presente artigo 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 de 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 elétrica. 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 chaves: Metrologia; Séries Temporais; Processos Jurídicos; Medição de Energia Elétrica.

Introdução

Todo serviço de distribuição de energia elétrica no Brasil é regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, que impõe condições para a prestação desse serviço a partir de Resoluções Normativas e Portarias que estabelecem os critérios a serem seguidos pelas distribuidoras de energia. Ademais, para atender critérios técnicos de operação, os equipamentos utilizados na medição precisam ser certificados pelo órgão máximo de metrologia no Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

Em sintonia com diretrizes governamentais que estimulam o consumo consciente, as empresas de distribuição de energia, em parceria com universidades e instituições de pesquisa, desenvolvem projetos de Eficiência Energética. Um dos focos desses projetos é conseguir medir com mais assertividade os gastos de seus consumidores, para que seja possível mapear o perfil de consumo de sua área de concessão. Para tanto, uma ferramenta eficaz que tem sido utilizada é a medição eletrônica, a partir da substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos, que será o foco do presente artigo. Ou seja, a empresa distribuidora substitui o medidor eletromecânico instalado da casa de seus consumidores por medidores eletrônicos inteligentes, assim atendendo resolução normativa do regulador que determina que "... 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." [1]

No presente trabalho são estudados os impactos que tais procedimentos geram para as empresas, mais especificamente em seus departamentos jurídicos. Esses impactos foram estudados com base no estudo de caso de uma empresa brasileira distribuidora de energia elétrica, aqui denominada CTN Energia para preservar a sua confidencialidade.

A metodologia para análises será baseada em estudos de previsão de processos jurídicos, a partir de modelos de regressão dinâmica de Séries Temporais de Cochrane e Orcutt [2], que permitem avaliar se a substituição de medidores está entre os fatos geradores das demandas jurídicas quanto à motivação *Reclamação sobre Fatura*, uma vez que esta passou a ser a principal ofensora dentro do Juizado Especial Cível e da vara cível comum da empresa estudada.

Dada a recorrência dos fatos, o estudo do "universo jurídico" proposto neste trabalho beneficia-se de análises estatísticas contribuindo para avançar o conhecimento de tema de interesse para o setor elétrico como um todo, assim capacitando-o para fazer frente aos avanços que resultam dos projetos de Eficiência Energética.

1. Estado da Arte: medição de energia elétrica

1.1. Referenciais normativos e regulatórios: medição de energia elétrica

O Estado é o responsável pela regulação dos serviços de energia elétrica já que estes se constituem em serviços básicos de caráter essencial. Compete, também, ao regulador estabelecer a conexão entre as empresas distribuidoras e os segmentos consumidores da sociedade. Por força da regulação é estabelecido um contrato de concessão entre o Estado e a empresa privada responsável pela prestação do serviço assim assegurando que "... *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.* [3]

Vinculada diretamente ao Ministério de Minas e Energia, a agência reguladora responsável pelo setor elétrico brasileiro 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.

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. Sua fiscalização é baseada na legislação aplicável, que reflete as diretrizes e políticas governamentais.

Para a medição de energia elétrica, adicionalmente à da fiscalização imposta pelo regulador no cumprimento dos requisitos regulatórios, os equipamentos utilizados pelas distribuidoras de energia devem atender a requisitos técnicos controlados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), órgão máximo de metrologia no país. Vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, o Inmetro, operando com base em

instrumentos normativos, é o organismo responsável pela verificação da conformidade às normas técnicas e legais (regulamentos técnicos) aplicáveis a instrumentos de medição.

1.2. 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. [4]

A medição se dá a partir da quantidade de rotações feitas por esse disco de alumínio, que representa, proporcionalmente, a quantidade de energia consumida no período.

Embora amplamente utilizados, os medidores eletromecânicos possuem a desvantagem da assertividade na medição, cujo erro da medição é da ordem de $\pm 2\%$. Adicionalmente a esta desvantagem, esses medidores são, via de regra, instalados dentro das próprias unidades consumidoras, dificultando o seu acesso ao leitorista durante a sua visita mensal *in loco* para instruir o faturamento da unidade consumidora. Dado à proximidade com o consumidor, a sua acessibilidade torna o medidor vulnerável a fraudes [5]. Contrapondo-se a essas desvantagens, os medidores eletromecânicos conquistaram credibilidade por parte dos consumidores que confiam nessa tecnologia consolidada após anos de operação. Via de regra, todo consumidor torna-se desconfiado quando inovações são introduzidas em sistemas que afetam a cobrança pelos serviços que lhe são oferecidos.

1.3. Medidores eletrônicos

Diferentemente dos medidores eletromecânicos, os eletrônicos não possuem engrenagem mecânica, faz uso de transdutores de corrente e potência, alimentados por sinais de entrada. A potência é obtida via bloco multiplicador e a energia via bloco registrador. Já as informações de consumo são registradas e armazenadas em um bloco registrador.

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”. [6]

Explica-se, a seguir, o funcionamento dos dois tipos de medidores utilizados na empresa CTN Energia, explicitando-se suas diferenças e particularidades.

1.3.1. Sistema de medição individualizado (SMI)

O SMI funciona por meio da instalação de medidores eletrônicos diretamente nas unidades consumidoras, que permanecem ligados diretamente ao transformador de distribuição (também conhecido como medidor de balanço).

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 no sistema centralizado, a informação é distribuída para um sistema de faturamento utilizado pela empresa.

1.3.2. Sistema de medição centralizada (SMC)

O Sistema de Medição Centralizada (SMC) é direcionado para áreas com alto índice de perdas de energia e com acesso a rede dos consumidores de forma agressiva, a exemplo das áreas ocupadas pelas Unidades de Polícia Pacificadora no Rio de Janeiro. Esse tipo de sistema de medição é exclusivo das medições de baixa tensão. 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).

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. Assim, cada CS 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 pode ser aberta sem prévio aviso. Caso isso ocorra, todos os medidores instalados dentro dela são automaticamente desligados e a empresa é acionada imediatamente. O CS só pode ser aberto sem que os medidores sejam desligados.

Muito embora os consumidores finais não tenham acesso direto aos medidores, cada unidade consumidora possui um terminal de leitura digital, que mostra, em tempo real, o consumo de energia do respectivo cliente. E, 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.

1.3.3. Vantagens e desvantagens

Por se tratar de uma tecnologia nova para os consumidores finais, muitos deles ainda não confiam nas medições realizadas por esse tipo de medidor. Assim, exaustivamente documentado na literatura especializada, muitos são os artigos na mídia que descrevem, a desconfiança dos consumidores pela introdução da tecnologia da medição inteligente. Pelo interesse que desperta, este tema inspirou o estudo de caso discutido na seção 3 deste trabalho.

Esses equipamentos de medição eletrônica são a base para a implementação das chamadas redes inteligentes (*smart grid*) no país, cuja função é facilitar ações de eficiência energética. Assim, além da modernização requerida da rede, essa nova tecnologia de medição possibilita maior assertividade na supervisão do sistema elétrico em situações de interrupção de fornecimento e maior controle no balanço energético.

Inevitavelmente, a implementação da tecnologia *smart grid* permitirá a automação e racionalização do faturamento da tarifa horária e pré-pagamentos. Essas são apenas algumas das vantagens competitivas oferecidas por essa tecnologia que promete revolucionar o setor.

2. Metodologia: regressão dinâmica

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. [7] Essa metodologia utiliza variáveis explicativas para justificar a previsão da variável que se pretende estudar.

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) foram capaz de afetar a quantidade de entrada de processos jurídicos de objeto Reclamação sobre Fatura.

2.1. 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. Ou seja, manter no modelo apenas as variáveis nas quais os parâmetros sejam significantes, caso contrário, não é recomendado mantê-las no modelo escolhido. Uma vez que a quantidade de variáveis utilizadas não representa se o modelo é mais ou menos adequado à série estudada. Tal estratégia reflete o princípio da parcimônia, ou seja, quanto mais simples o modelo, melhor.

A elaboração de um modelo de regressão dinâmica requer conhecimento e habilidade dada a especificidades inerentes a cada método. Via de regra não trata apenas da escolha de variáveis causais, mas, também, de como as defasagens dessas variáveis podem integrar o 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 algumas variáveis muito específicas (e.g.: DEC, que é o indicador de qualidade do fornecimento de energia, o qual mede a duração média das interrupções

mensais do fornecimento de energia na área de concessão da empresa), mesmo que estatisticamente elas apresentem uma correlação forte. Conforme concluído por [2], “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 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 1 abaixo é mostrado como construir, de forma genérica, um modelo de regressão dinâmica a partir da premissa chamada *bottom-up*, mencionada anteriormente.

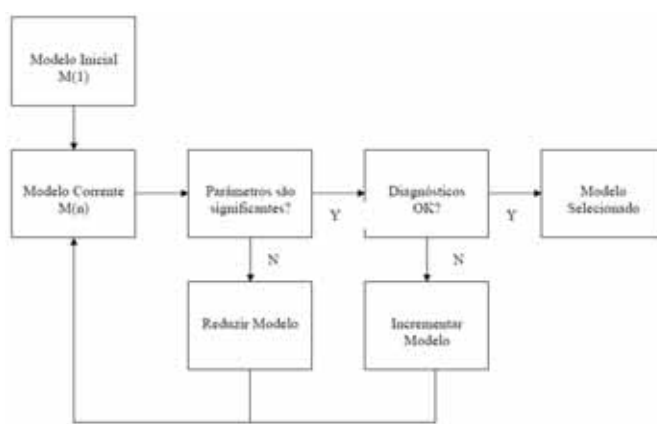


Figura 1 – Construção do modelo Regressão Dinâmica

Outro recurso utilizado nesse tipo de modelo são as chamadas variáveis *dummy*¹. 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 variável *dummy* para o dia comemorativo desta data (12 de junho).

Com a regressão dinâmica também é possível incorporar ao modelo a sazonalidade da série, o que é possível de duas maneiras: via variáveis *dummies* ou, diretamente, por meio de defasagens da variável independente. A referência [7] 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.

2.2. Estatísticas

O presente trabalho faz uso de estatísticas e testes, para que seja possível fazer uma comparação entre opções de modelos e que seja possível escolher a melhor delas [2]. Entre as estatísticas, as principais utilizadas para a comparação entre os modelos são listadas abaixo:

- **Mean e Standard Deviation:** respectivamente a média e o desvio padrão da série;

¹ Variável *dummy* é uma variável binária (variável zero-um) que permite identificar momentos de uma variável que devem ser desconsideradas do modelo. Como no exemplo descrito acima.

- **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.

3. Estudo de caso

Como mencionado anteriormente, é feito no presente trabalho um estudo de caso com uma das principais distribuidoras do setor elétrico brasileiro. A presente seção é separada em análise geral da base de dados disponibilizada, a criação do modelo de previsão de entrada de processos judiciais e, por fim, as análises dos resultados apresentados pelos modelos.

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.

Vale ressaltar que, para respeitar a privacidade da empresa, a mesma será representada como CTN Energia. Ademais, os dados foram multiplicados por uma constante real entre zero e dez, assim, os resultados não se alteram e a identidade da empresa se mantém preservada.

3.1. Análise da base de dados

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, este artigo 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).

Conforme já mencionado, tal objeto passou a ser o principal ofensor na empresa ao longo de 2011, tanto para o Juizado quanto para Vara Cível. A média de entrada mensal de processos com essa motivação passou de 170 no ano de 2008 para 501 no ano de 2012 no Juizado e de 30 em 2008 para 156 em 2012 na Vara Cível, com tendência de crescimento, conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3, abaixo.



Figura 2 – Reclamação sobre Fatura [Juizado Especial Cível]

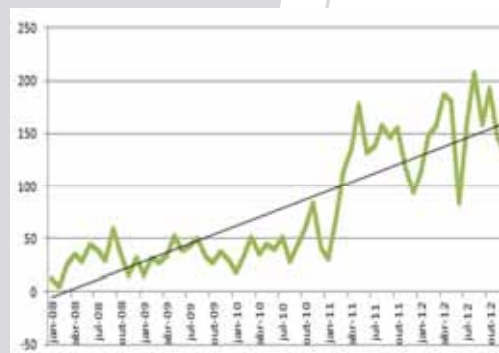


Figura 3 – Reclamação sobre Fatura [Vara Cível]

Além da quantidade de processos entrantes na empresa, também é importante olhar outros dados, como o resultado nos encerramentos dos processos, bem como os valores pagos com condenação. Isso porque, juntamente com a análise de pagamentos de custas e honorários de escritórios terceirizados que será feito posteriormente, a partir desses dados, é possível fazer uma análise dos custos gerados para a CTN Energia em relação ao objeto estudado no contencioso de massa em geral.

Assim, primeiramente tem-se que a qualidade do encerramento dos processos deve ser analisada, uma vez que influencia diretamente nos gastos com condenação e escritórios terceirizados. Ao longo do período estudado, tem-se que apenas em 19% dos casos encerrados do Juizado em relação ao objeto *Reclamação sobre Fatura* tem encerramento vitorioso para a empresa, sem gerar gastos com condenação. Já em relação à vara cível, essa relação é de 34%.

Com o intuito de identificar se os dados de valores pagos dos processos encerrados entre 2008 e dezembro de 2012 seguem uma distribuição normal, foi realizado o teste Jarque-Bera, cuja hipótese nula evidencia que os dados da série seguem a distribuição normal. Entretanto, de acordo com os resultados obtidos, percebe-se a rejeição da hipótese nula para as duas séries (Juizado e Vara Cível), ou seja, há evidências que essas séries de dados não possuem comportamento parametrizado.

Portanto, para ajustar a série e eliminar *outliers*, os valores foram organizados em ordem crescente e eliminados os 2,5% menores e 2,5% maiores valores da série. Com isso, é feita a análise da evolução média ajustada de todos os dados de valores pagos no período na Tabela 1.

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Média Valor Pago Juizado	580,90	828,28	857,32	717,20	831,06
Média Valor Pago Vara Cível	3.088,45	4.090,27	3.671,33	2.521,73	2.002,35

Tabela 1: Médias de Valor Pago – Reclamação Sobre Fatura

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.

Além dos dados de dispêndio com condenações, 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 em R\$, Reais). Por outro lado, no âmbito da Vara Cível, esse tipo de gasto mostrou-se significativamente inferior, na média, R\$ 342,48 por processo.

Por fim, foi analisado o tempo de duração dos processos. Pois, 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.

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]

3.2. Criação do modelo de previsão

Na presente seção é discutida a criação do modelo de previsão de entrada de processos. Para tanto, inicialmente foram feitos modelos de Amortecimento Exponencial como teste e benchmark tanto para o Juizado quanto para a Vara Cível [8, 9]. Todavia, o que mostrou-se mais aderentes à realidade da empresa foram os modelos de Regressão Dinâmica. Isso porque são analisadas variáveis explicativas que possam estar relacionadas à entrada de processos do objeto estudado definidas a partir do conhecimento dos procedimentos realizados pela CTN Energia.

Para consubstanciar a análise foram escolhidas três variáveis explicativas: quantidade de medidores eletrônicos instalados por mês (MEDELE); quantidade de notas de reclamações de consumo em relação à telemedição (AG22) 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.

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).

3.2.1. Reclamação sobre fatura (Modelo Juizado Especial Cível)

Devido à quebra estrutural na quantidade de entrada de processos em meados de 2011 (ilustrados na figura 2) fez-se necessário aplicar uma variável *dummy* estrutural para

a série (D_{201103}). Além dessa *dummy* foi criada outra variável desse tipo para o mês de julho do ano de 2012, devido a grande quantidade de processos entrantes para esse mês. Ou seja, o *outlier* precisou ser tratado e desconsiderado dentro da série. Adicionalmente às variáveis anteriores, o modelo incorpora a AG22, que influencia a entrada dos processos dois meses após seu registro na empresa (AG22(-2)) e a quantidade de processos entrantes no mês anterior ao analisado RECFATJEC(-1). Tendo assim, o modelo representado na fórmula 1:

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

Termo	Coefficiente	Erro padrão	Estatística-t	Percentil
$d_{201207} = \text{YEAR}(2012) * \text{PERIOD}(7)$	0,76	0,37	2,09	0,959
$\log(RECFATJEC(-1))$	0,36	0,11	3,32	0,998
$\log(AG22[-2])$	0,36	0,06	5,79	1,000
d_{201103}	0,61	0,14	4,28	1,000

Tabela 2 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Juizado Especial Cível)

As estatísticas de análise e comparação entre os outros modelos testados mostraram-se satisfatórias. Ademais, quando comparando os seis primeiros meses do ano de 2013 entre previsto e realizado, tem-se como média de variação apenas 2%. Ou seja, o modelo mostrou-se uma boa ferramenta de auxílio para o planejamento orçamentário do setor jurídico em relação a processos do objeto Reclamação sobre Fatura.

3.2.2. Reclamação sobre 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. Assim, as variáveis explicativas escolhidas – adicionalmente às *dummies*, que tratam a quebra estrutural (D_{201103}) e os *outliers* da série (D_{201206}) – foram: nota de reclamação AG22 com três meses de defasagem e quantidade de entrada de processos do mês anterior. Formando o modelo de acordo com a equação 2:

$$RECFATCIV = 0,19\log(RECFATCIV(-1)) + 0,33\log(AG22(-3)) + 1,1D_{201103} - 0,83D_{201206} \quad (2)$$

Termo	Coeficiente	Erro padrão	Estatística-t	Percentil
Log(RECFATCIV(-1))	0,19	0,13	1,50	0,859
Log(AG22[-3])	0,32	0,05	6,38	1,000
d201103	1,05	0,18	5,80	1,000
d201206	-0,83	0,31	-2,65	0,990

Tabela 3 – Modelo Regressão Dinâmica Reclamação Sobre Fatura (Vara Cível)

Assim como para o modelo do Juizado, as estatísticas de análise e comparação de definição do modelo acima entre os outros modelos testados para a Vara Cível mostraram-se satisfatórias. Ademais, considerando a premissa utilizada pela empresa que variações de até 30% entre o real e o previsto pelos modelos são considerados aceitáveis, tem-se que quando comparando os seis primeiros meses do ano de 2013 o modelo se mostra adequado à realidade da empresa. Com isso, um modelo estatístico mostrou-se mais uma vez uma boa ferramenta de auxílio para o planejamento orçamentário do setor jurídico em relação a processos do objeto Reclamação sobre Fatura.

3.3. 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 entrada de processos de seis passos a frente (dados da tabela 4 abaixo).

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

Tabela 4 - Previsão de entrada de processos Reclamação sobre Fatura

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 trabalho, 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 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 artigo, observa-se que para 66% dos casos 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 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. Ou seja, um montante considerável que poderia ser empregado em diversas formas de investimento na empresa, mas que está direcionado para o suporte das atividades da área jurídica.

Em contrapartida, com base nos dados recentes do trabalho de mestrado [10], 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.

4. Conclusão

O estudo confirma que as mudanças tecnológicas que estão sendo implementadas a partir de projetos de eficiência energética possuem impacto direto no dia-a-dia dos consumidores de energia e das empresas distribuidoras. Com base nos resultados obtidos é possível concluir 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; (iv) reduz a exposição da rede à fraudes por parte de consumidores mal intencionados; e (v) assegura maior assertividade na medição do consumo de energia, beneficiando as concessionárias e os consumidores.

A regressão dinâmica implementada por séries temporais permitiu mensurar o impacto que resultou da 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.

A partir da aplicação dos dois modelos de regressão dinâmica propostos (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 ao impacto econômico que resulta da fraude. Pois, esta cifra de R\$ 5 milhões equivale ao consumo estimado para três cidades (Belford Roxo, São João de Meriti e Nova Iguaçu), de acordo com estudos recentes realizados.

Agradecimentos

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), pela oportunidade oferecida ao primeiro autor permitindo-lhe cursar o Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação, base para o presente artigo.

Referências Bibliográficas

1. ANEEL, (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.
2. 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.
3. KELMAN, J. (2009). *Desafios do Regulador*. Rio de Janeiro, Synergia: CEE/FGV
4. 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.
5. NICOLAU, C.T. (2013). *Medição de energia elétrica: impactos da mudança tecnológica no setor jurídico de uma concessionária distribuidora de energia elétrica*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento Pós-MQI, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
6. CTN Energia (2012). *Conhecendo Telemedicação*. Rio de Janeiro, Brasil.
7. 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, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
8. OLIVEIRA, F. L. C., SOUZA, R. C., MARCATO, A. L. M., *A time series model for building scenarios trees applied to stochastic optimisation*. *Int J Elec Power*, 2015;67, p. 315-323.
9. GOODRICH, R. L. and STELLWAGEN, E. A. (2008). *FORECAST PRO: Statistic Reference Manual*. Massachusetts, Estados Unidos.
10. VINHA, L. M. M. V. (2012). *Sistema de Medição Centralizada, seus impactos e benefícios. Estudo de caso de uma concessionária brasileira de energia elétrica*. Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado - Departamento Pós-MQI, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.