

# Métodos estatísticos aplicados ao fluxo de caixa de uma distribuidora de energia elétrica

*Statistical methods applied to the cash flow of an electricity distribution utility*

Norma Alice da Silva Carvalho

Doutoranda em Engenharia de Produção e Mestre em Metrologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ [Brasil]. Graduada em Matemática pela Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ [Brasil]  
ncarvalho@aluno.puc-rio.br

Reinaldo Castro Souza

Doutor em Estatística pela University of Warwick, Coventry, Inglaterra. Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.  
Rio de Janeiro, RJ [Brasil]  
reinaldo@ele.puc-rio.br

Maurício Nogueira Frota

Doutor em Engenharia Mecânica pela Stanford University, Stanford, Estados Unidos. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Metrologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.  
Rio de Janeiro, RJ [Brasil]  
mfrota@puc-rio.br

## Resumo

Governo, indústria e consumidores são os principais agentes motrizes do setor elétrico. A manutenção desse setor é garantida pela tarifa de fornecimento de energia recolhida mensalmente pelo agente da indústria responsável pela distribuição de energia aos mercados consumidores. Para as empresas distribuidoras de energia elétrica, realizar a previsão e o monitoramento do arrecadado mensal (i.e.: retorno dos custos e a geração de excedentes para investimentos) é essencial no alinhamento estratégico empresarial do setor junto aos investidores. Neste artigo, propõe-se a utilização de métodos estatísticos como ferramenta para análise do fluxo de caixa destas empresas. Os resultados mostram que os métodos estatísticos empregados auxiliam as organizações em modelar e quantificar as incertezas presentes no processo de tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Arrecadação. Gráficos de controle. Metrologia. Previsão. Setor elétrico.

## Abstract

Governments, industry and consumers are the active agents of the electrical sector. The maintenance of this sector is guaranteed by the tariff applied to the supply of electricity, monthly collected by the electricity utility. The prediction and monitoring of the monthly collected value (i.e., return costs and generating surpluses for investments) are essential for the strategic alignment of the sector with investors. The article proposes the use of statistical methods as a tool to analyze the cash flow of the utility. The results show that the statistical methods are quite important in helping the company to model and quantify the uncertainties associated to its process of decision making.

**Key words:** Collection. Control charts. Electrical sector. Forecasting. Metrology.

## 1 Introdução

O setor elétrico brasileiro é composto por três principais agentes: governo, indústria e consumidores. Tais agentes são segmentados, respectivamente, por instituições, atividades e categorias que em conjunto integram o sistema de valor do setor (CARVALHO, 2011).

As instituições governamentais têm como função planejar, regular e fiscalizar a ação dos agentes da indústria que são responsáveis pelas atividades de geração, transmissão, comercialização e distribuição de energia aos mercados consumidores. O fornecimento de energia elétrica no Brasil é determinado pelo órgão regulador do setor (a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL) por força da Resolução Normativa nº 414/2010 (ANEEL, 2010). A solicitação do fornecimento de energia compete aos consumidores que são classificados por categorias de mercado (cativo, livre ou especial).

Conforme mencionado por Carvalho et al. (2013), o valor agregado do setor elétrico é expresso pela tarifa de fornecimento de energia arrecadada mensalmente dos consumidores pelas empresas concessionárias distribuidoras de energia elétrica por meio da fatura de energia. Nessa fatura, devem constar informações inerentes ao consumo (kWh, quilowatt-hora) do mês anterior, a demanda de potência (kW, quilowatt) contratada e a conversão destas em unidades monetárias acrescida dos encargos e tributos determinados por lei.

Dessa forma, para as distribuidoras de energia elétrica, prever e monitorar diariamente o valor arrecadado do mês que se inicia é de fundamental importância para o gerenciamento dos custos operacionais, remuneração do capital e reposição dos ativos da empresa.

Sob essa perspectiva, neste estudo, objetiva-se propor a utilização de métodos estatísticos como ferramenta para análise do fluxo de caixa<sup>1</sup>

de empresas distribuidoras de energia elétrica. O trabalho se estrutura em quatro seções: introdução, metodologia, resultados e conclusão.

## 2 Metodologia

Discutem-se, a seguir, os preceitos metodológicos que orientaram o desenvolvimento do trabalho.

### 2.1 Classificação da pesquisa

Seguindo as definições de Vergara (2005), este estudo classifica-se como descritivo, metodológico, aplicado, bibliográfico, documental e de investigação *ex post facto* e, considerando, as de Yin (2010), constitui-se essencialmente em um estudo de caso com características predominantemente quantitativas.

### 2.2 Unidade de análise

O estudo se concentra na categoria de consumidores cativos que integram o grupo A de uma distribuidora de energia elétrica brasileira, aqui ficticiamente denominada Energy Service.

A pesquisa foi realizada com base nos dados mensais de faturamento (jan/2005 a abr/2011) e de arrecadação (jan/2009 a abr/2011) disponibilizados pela empresa supracitada.

O problema da pesquisa é complexo, pois o faturamento dos consumidores de energia é contabilizado por lotes com rotas de leitura que os subdividem em dois grupos: Tipo 1 (aqueles cujo consumo é mensurado na segunda quinzena do mês anterior e com vencimento no período corrente) e Tipo 2 (aqueles cujo consumo é mensurado e faturado na vigência do mês corrente).

### 2.3 Projeção da arrecadação mensal

A projeção da arrecadação mensal é obtida considerando: (i) a previsão de faturamento; (ii)

comportamento médio de cada cliente quanto ao pagamento do valor faturado mensal e (iii) condições gerais de fornecimento de energia.

### 2.3.1 Previsão de faturamento mensal

Compreende o valor faturado dos clientes Tipo 1 e a previsão de faturamento dos clientes Tipo 2. A previsão é realizada por meio de modelos clássicos estruturais de previsão que consideram a série temporal da variável de interesse em um somatório de componentes (tendência, sazonalidade e erro aleatório). A equação (1) descreve o modelo generalizado de uma série temporal. Aprofundamentos desses modelos encontram-se descritos na literatura (BARROS, 2004; BOX et al., 1994; GOOIJER; HYNDMAN, 2006).

$$Z_t = \mu_t + \rho_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Nesta expressão

$t$  – representa o instante de tempo;

$Z_t$  – valor observado da variável de interesse no instante  $t$ ;

$\mu_t$  – tendência (indica o comportamento da série ao longo do tempo);

$\rho_t$  – sazonalidade (indica a repetição de um padrão na série para uma dada periodicidade);

$\varepsilon_t$  – erro aleatório (ruído).

O modelo particular que representa a variável de interesse é identificado pela análise do comportamento desta ao longo do tempo. O valor futuro desta variável é obtido aplicando-se a propriedade de valor esperado e estimando-se os parâmetros que compõem tal modelo. Por fim, verifica-se a aderência do modelo e do método de estimação paramétrica aos dados considerando o Mean Absolute Percentual Error (MAPE) – cuja função é medir, dentro da amostra, o ajuste dos dados ao modelo e o desempenho da previsão – e o *goodness of fitting* do modelo expresso pelo pa-

râmetro  $R^2$  (Coeficiente de determinação) – cuja função é indicar o quanto da variação total dos dados é explicado pelo modelo.

É válido ressaltar que programas computacionais, a exemplo do Forecast Pro Windows (FPW) e Minitab, desenvolvidos, respectivamente, pelas empresas Business Forecast Systems Inc. e Minitab Inc., são convenientemente utilizados para realizar a estimativa paramétrica, previsão e a avaliação de desempenho preditivo do modelo.

### 2.3.2 Análise do comportamento de pagamento dos clientes

Esta análise é realizada tendo como base o histórico de arrecadação da empresa em estudo. No que concerne ao comportamento do cliente sobre o pagamento de sua fatura, uma das seguintes categorias se aplica: pagamento antecipado, pagamento em dia e pagamento em atraso. Neste estudo, estatísticas descritivas foram usadas para verificar a capacidade de pagamento dos consumidores.

### 2.3.3 Condições gerais de fornecimento de energia

O período referente à medição, leitura, data de vencimento da fatura bem como a contagem dos prazos para contabilização do pagamento ou inadimplência seguem condições definidas pelo organismo regulador (ANEEL, 2010).

## 2.4 Monitoramento da arrecadação

Ao iniciar o mês de referência, o fluxo de caixa da distribuidora de energia elétrica é monitorado por gráficos de controle desenvolvidos por Wu (1988) e descritos detalhadamente por Wu et al. (1990, 1992).

Wu (1988) desenvolveu três gráficos de controle (Wineglass, Shipwreck e Outlook) que “[...] se inter-relacionam e são usados para avaliar a

capacidade de realização de metas e perspectivas de risco em negócios [...]” (CARVALHO, 2011, p. 76). Apresenta-se, a seguir, a metodologia descrita por Wu et al. (1990, 1992), adequadamente adaptada ao contexto deste estudo.

### 2.4.1 Modelo estatístico

Seja  $T_{i/k}$  o alvo mensal de arrecadação (composto por um conjunto de  $n$  metas diárias de arrecadação –  $T_{1/k}, \dots, T_{n/k}$ ) e  $Y_{i/k}$  a arrecadação mensal (composta por um conjunto de  $n$  arrecadações diárias –  $Y_{1/k}, \dots, Y_{n/k}$ ) que se relacionam, conforme equação (2):

$$Y_{i/k} = g_{i/k} T_{i/k} + \tau_{i/k} \quad (2)$$

Sendo

$i$  – dia correspondente à arrecadação;

$g_{i/k}$  – razão entre o somatório das arrecadações diárias e o das metas diárias de arrecadação – trata-se de um parâmetro que varia mensalmente;

$\tau_{i/k}$  – erro normalmente distribuído ao longo da trajetória com  $E(\tau_{i/k}) = 0$ , e  $Var(\tau_{i/k}) = \omega^2 g_{i/k}^2 T_{i/k} T_{i/k}$ .

Conforme Wu et al. (1990), a estrutura da  $Var(\tau_{i/k})$  surge de uma mistura de experiência e conveniência não detalhada por estes autores. Sendo,  $\omega^2$  uma constante de incerteza global estimada pela média aritmética dos estimadores da constante de incerteza mensal  $\omega_k^2$  obtida conforme equação (3).

$$\omega_k^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{i/k} - g_{i/k} T_{i/k})^2}{g_{i/k}^2 T_{i/k} T_{i/k}} \quad (3)$$

Neste trabalho, as metas diárias de arrecadação serão obtidas por modelos clássicos estruturais de previsão.

### 2.4.2 Gráfico de controle Wineglass

Avalia se o alvo mensal será atingido considerando a trajetória planejada delineada pelo modelo estatístico.

Para um determinado dia  $I$ , tem-se:

Na linha central, o percentual acumulativo das arrecadações em relação à trajetória planejada para cada dia do mês corrente  $P_{acumulado_I}$ , veja equação (4):

$$P_{acumulado_I} = 100 \times \frac{Y_1 + \dots + Y_I}{T_1 + \dots + T_I} \quad (4)$$

Na linha inferior e superior, os limites que são definidos, conforme equações (5) e (6):

$$LSC = 100 \times \left( 1 + \xi_{(1+q)/2} (VW_I)^{1/2} \right) \quad (5)$$

$$LIC = 100 \times \left( 1 - \xi_{(1+q)/2} (VW_I)^{1/2} \right) \quad (6)$$

Sendo

$\xi_{(1+q)/2}$ , percentil de uma distribuição normal padrão sendo  $q$ , definido pela equação (7), a probabilidade do intervalo de confiança da amostra selecionada conter a razão percentual acumulada entre arrecadação e trajetória planejada, ou seja:

$$\Pr \left[ LIC \leq \frac{Y_1 + \dots + Y_I}{T_1 + \dots + T_I} \leq LSC \mid Y_1 + \dots + Y_n = T \right] = q \quad (7)$$

$VW_I$ , variância Wineglass, definida conforme equação (8).

$$VW_I = \hat{\omega}^2 \frac{T_{I+1} + \dots + T_n}{T_1 + \dots + T_I} \quad (8)$$

### 2.4.3 Gráfico de controle Shipwreck

Avalia se os desvios da arrecadação em relação à trajetória planejada tem chances de recuperação.

Para um determinado dia  $I$ , tem-se:

Na linha central, o desvio acumulativo das arrecadações com relação à trajetória planejada para cada dia do mês corrente  $D_{acumulador_I}$ , veja equação (9):

$$D_{acumulador_I} = (Y_1 + \dots + Y_I) - (T_1 + \dots + T_I) \quad (9)$$

Na linha inferior, o limite que é definido conforme equação (10):

$$LIC = \xi_p (VS_I)^{1/2} \quad (10)$$

Sendo

$\xi_{(p)}$ , percentil de uma distribuição normal padrão com  $p = (1-q)/2$ ;

$VS_I$ , variância Shipwreck definida conforme equação (11):

$$VS_I = \hat{\omega}^2 T(T_{I+1} + \dots + T_n) \quad (11)$$

### 2.4.4 Gráfico de controle Outlook

Apresenta as projeções diárias da arrecadação ao longo do mês.

Para um determinado dia  $I$ , tem-se previsões de arrecadações mensais totais e perspectivas definidas conforme proporções pré-estabelecidas de uma distribuição (percentil de uma distribuição normal padrão), veja equação (12):

$$LP = \hat{g}_I T + \xi_{1-p} (VO_I)^{1/2} \quad (12)$$

Sendo

$\xi_{(1-p)}$ , percentil de uma distribuição normal padrão com  $p$  a especificar. Wu et al. (1990), sugerem três cenários nos quais  $p$  varia:  $p_L = 0,90$ ,  $p_M = 0,50$  e  $p_H = 0,10$ .

$VO_I$ , variância Outlook definida conforme equação (13).

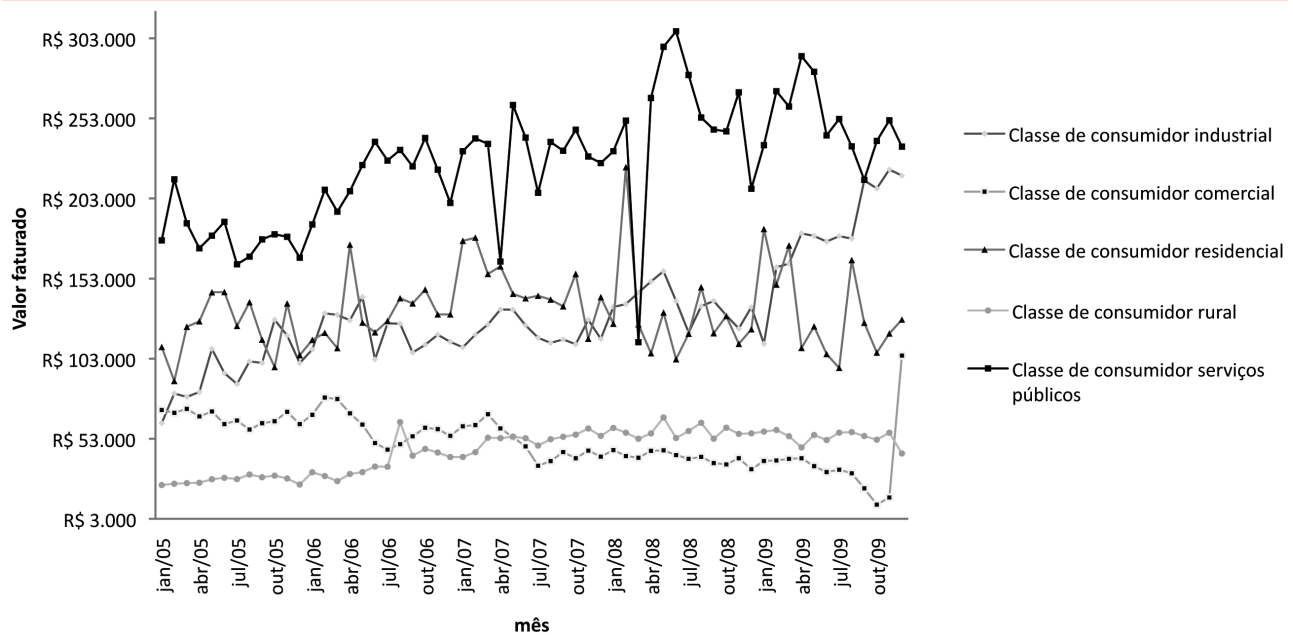
$$VO_I = \hat{\omega}^2 \hat{g}_I^2 T^2 \frac{T_{I+1} + \dots + T_n}{T_1 + \dots + T_I} \quad (13)$$

## 3 Resultados

Considerando a seção 2.2, a população em estudo é composta por 4.265 consumidores cativos com histórico de faturamento superior a 35 meses. Assim, dado esse universo, uma amostra populacional foi extraída considerando o critério de Pareto, o qual propõe que “[...] a maioria da riqueza se concentra nas mãos de um segmento desproporcionalmente pequeno da população [...]” (MONTEGOMERY, 2004, p. 110). Tal relação é estabelecida pela distribuição de frequência, em ordem decrescente, de determinado atributo por categoria em conjunto com o percentual acumulado de riqueza. Neste trabalho, considerou-se o atributo como sendo o valor faturado em 2010 por cliente. Considerou, assim, que 250 clientes representam satisfatoriamente a população em estudo.

Com o propósito de validar a metodologia sugerida, optou-se por prever e monitorar a arrecadação no período de março a abril de 2011, priorizando, assim, manter uma base de dados de faturamento considerável para que o modelo de previsão consiga abstrair do modo mais fidedigno possível o valor previsto mensal por cliente.

A previsão de faturamento foi realizada considerando a série “valor faturado” dos clientes. Um extrato do comportamento é apresentado na Figura 1.



**Figura 1: Representação da série valor faturado**

Fonte: Carvalho (2011).

A análise da Figura 1 mostra que o modelo e método de previsão de faturamento que se ajustam à realidade desses clientes é o linear com sazonalidade multiplicativa de Holt-Winters. Tal modelo consiste em uma particularização da equação (1), cujo método de estimação e atualização dos parâmetros (tendência e sazonalidade) foram definidos por Holt-Winters (BARROS, 2004; MORETTIN ; TOLOI, 2006). A aderência ao modelo e método foi confirmada pela média absoluta do erro percentual (MAPE).

O modelo de capacidade de pagamento adotado foi conservador (optou-se pela média aritmética, estatística descritiva de locação ilustrada na Figura 2). Isto é, considerou-se a data de vencimento da fatura de energia e a média aritmética do comportamento de pagamento por cliente para apontar o dia provável de pagamento da fatura. O modelo mostrou-se razoável devido à baixa quantidade de clientes com variabilidade no pagamento das faturas, ou seja, apenas 59 apresentaram alta variabilidade ( $Var \geq 10$ ) no comportamento de pagamento.

Os gráficos de controle adaptados da metodologia desenvolvida e descrita, respectivamente por Wu (1988) e Wu et al. (1990, 1992), permitiram o acompanhamento diário do fluxo de caixa. Assim procedendo, foi possível fornecer subsídios para a tomada de decisão pelo gestor; ou seja, tomar atitudes corretivas quando julgadas necessárias (e.g.: alterar meta mensal de arrecadação; verificar junto ao cliente data prevista de pagamento de fatura).

Para a construção dos gráficos de controle foram utilizados: (i) histórico de arrecadação do ano 2010 para a obtenção da constante de incerteza global ( $\omega^2$ ) e (ii) a previsão de arrecadação diária do mês monitorado.

Neste trabalho, os seguintes parâmetros foram considerados: (i) nos gráficos de controle Wineglass e Shipwreck,  $q = 0,8$  e (ii) no gráfico Outlook,  $p_L = 0,90$ ,  $p_M = 0,50$  e  $p_H = 0,10$ . Sendo,  $\omega^2 = 0,05$  e as metas diárias de arrecadação ( $T_{ilk}$ ) obtidas por modelos clássicos estruturais de previsão.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram o monitoramento de março/2011.

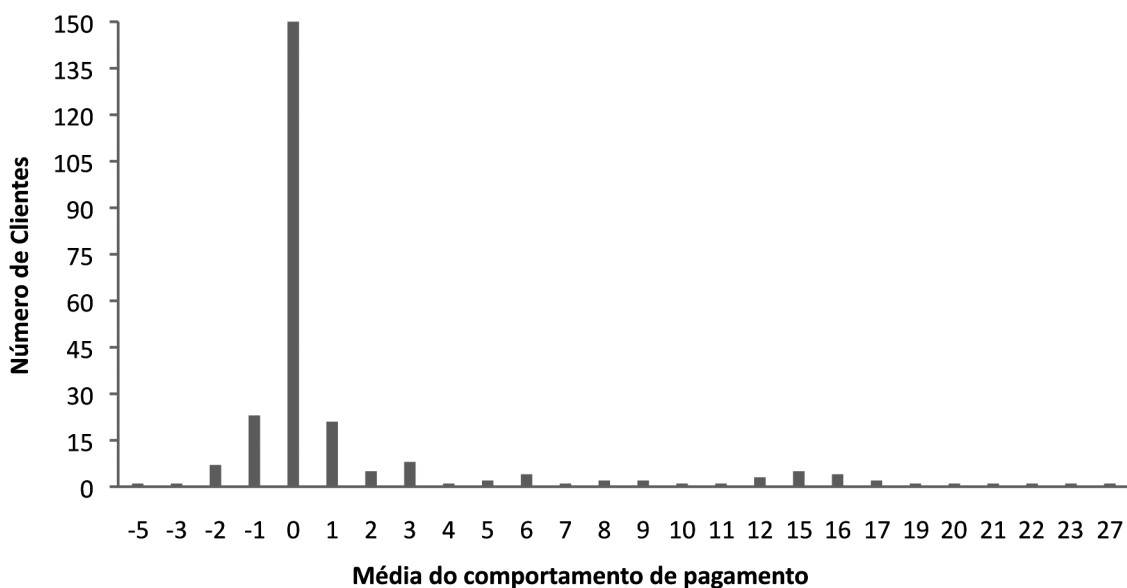


Figura 2: Comportamento de pagamento dos clientes

Fonte: Carvalho (2011).

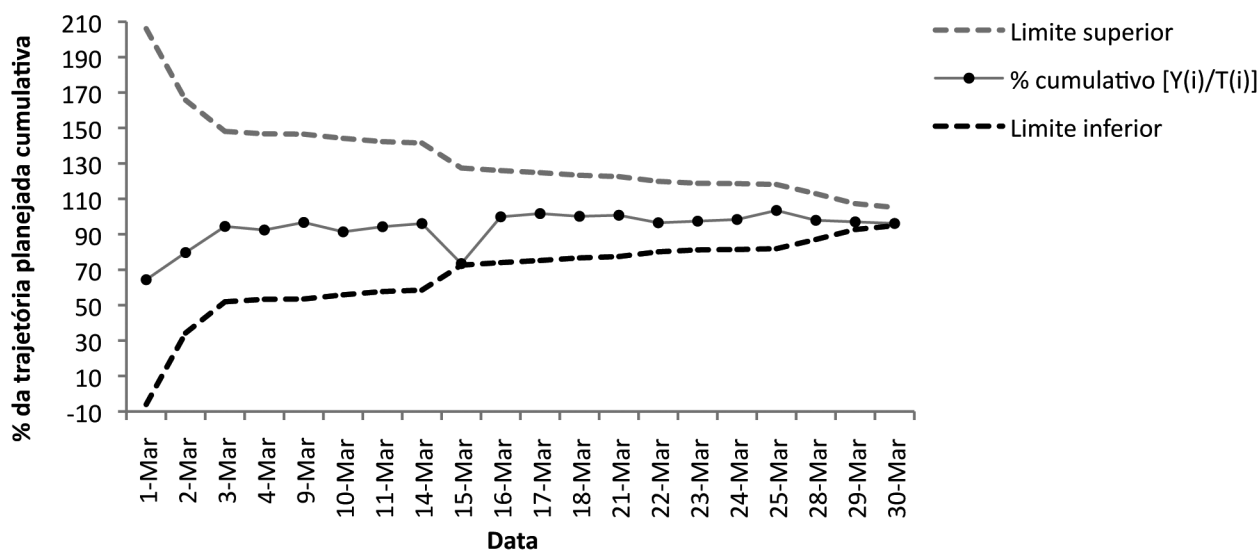


Figura 3: Gráfico de controle Wineglass (março/2011)

Fonte: Carvalho (2011).

Já as Figuras 6, 7 e 8 ilustram o monitoramento de abril/2011.

As Figuras 3 e 6 ilustram uma grande incerteza associada ao alcance da meta no início do mês de monitoramento. Incerteza essa que é minimizada à medida que o percentual acumulado da arrecadação diária é atualizado e computado

no gráfico. Para alcançar a meta, espera-se que cada observação (percentual acumulado traçado) esteja em torno de 100% da trajetória cumulativa planejada. Observa-se que nos primeiros dias de arrecadação de ambos os meses em estudo, e no dia 15/03 e 15/04 de 2011, há um distanciamento considerável da trajetória planejada em relação ao

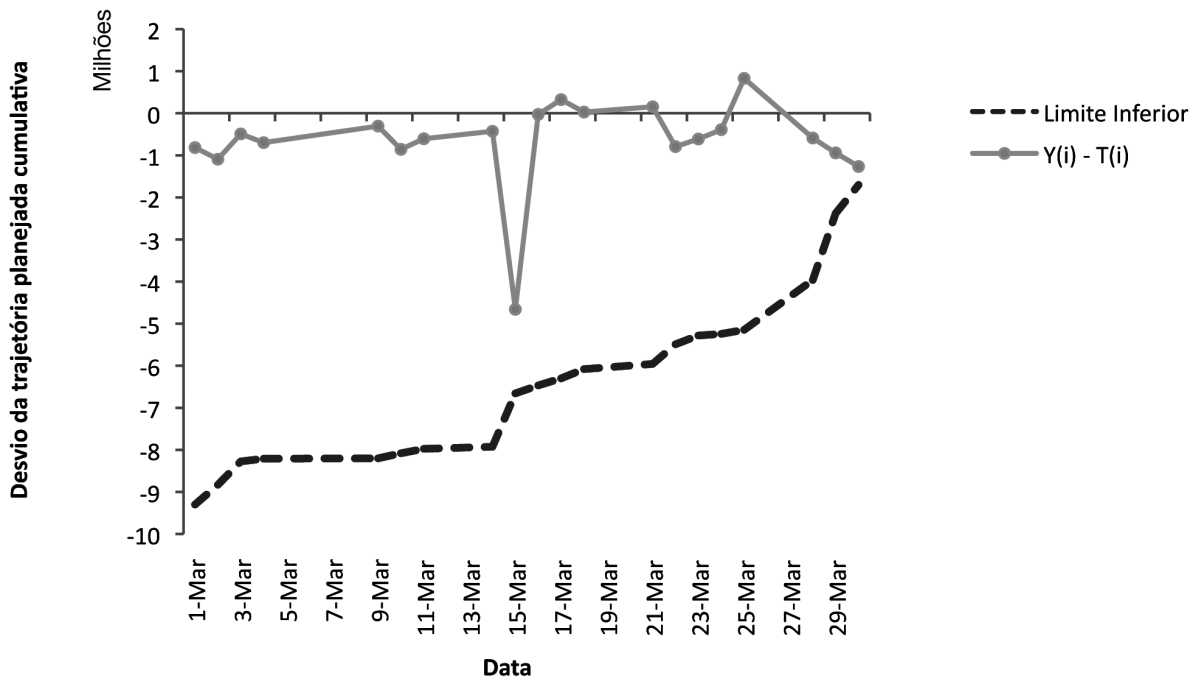


Figura 4: Gráfico de controle Shipwreck (março/2011)

Fonte: Carvalho (2011).

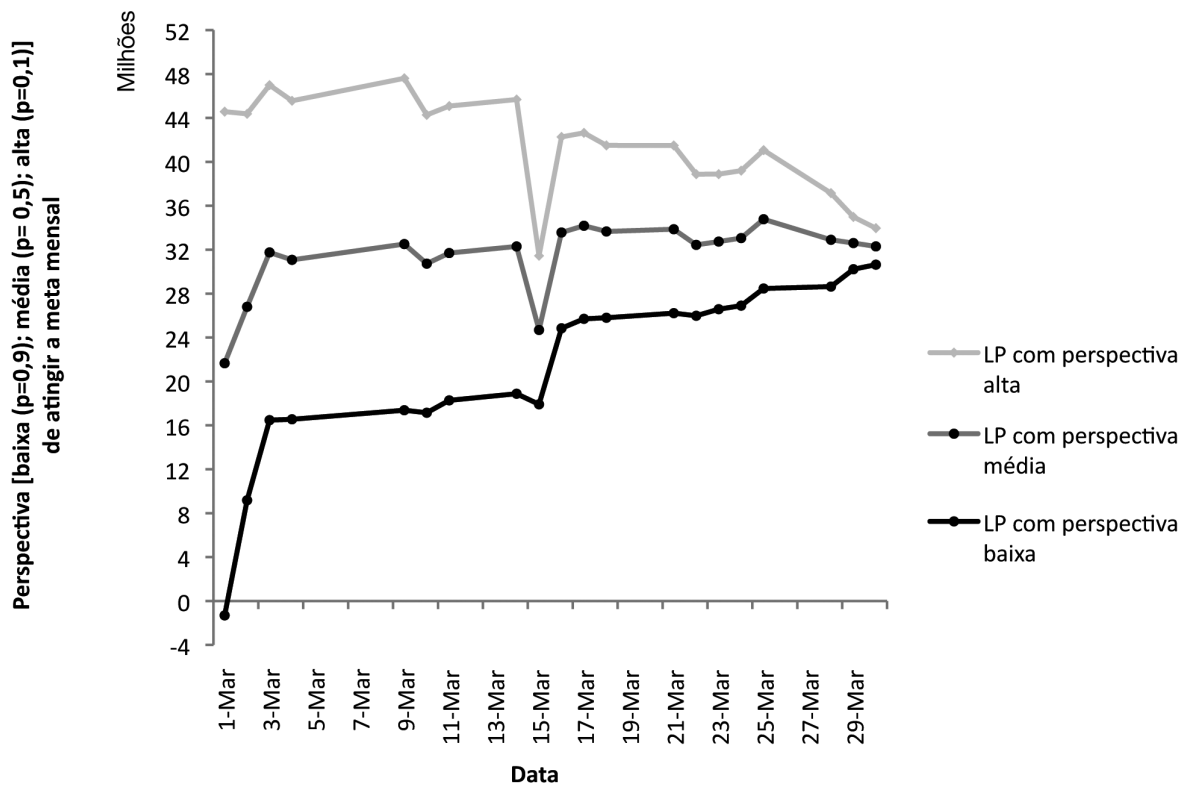
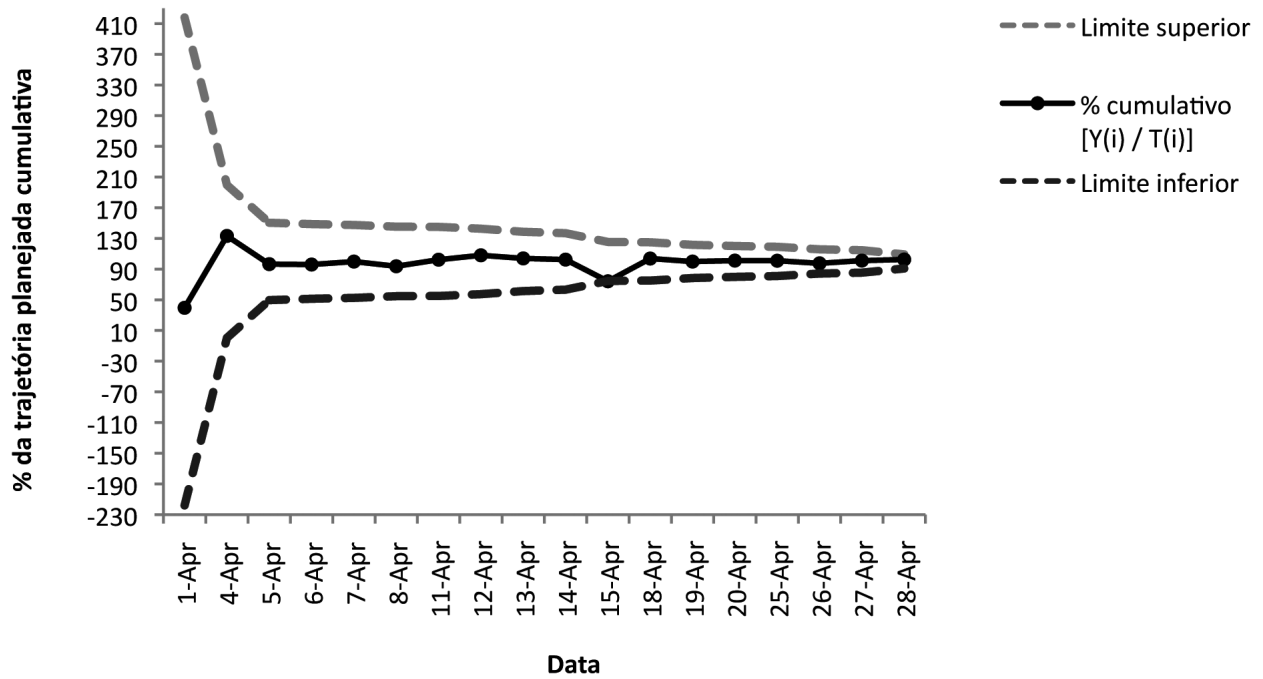


Figura 5: Gráfico de controle Outlook (março/2011)

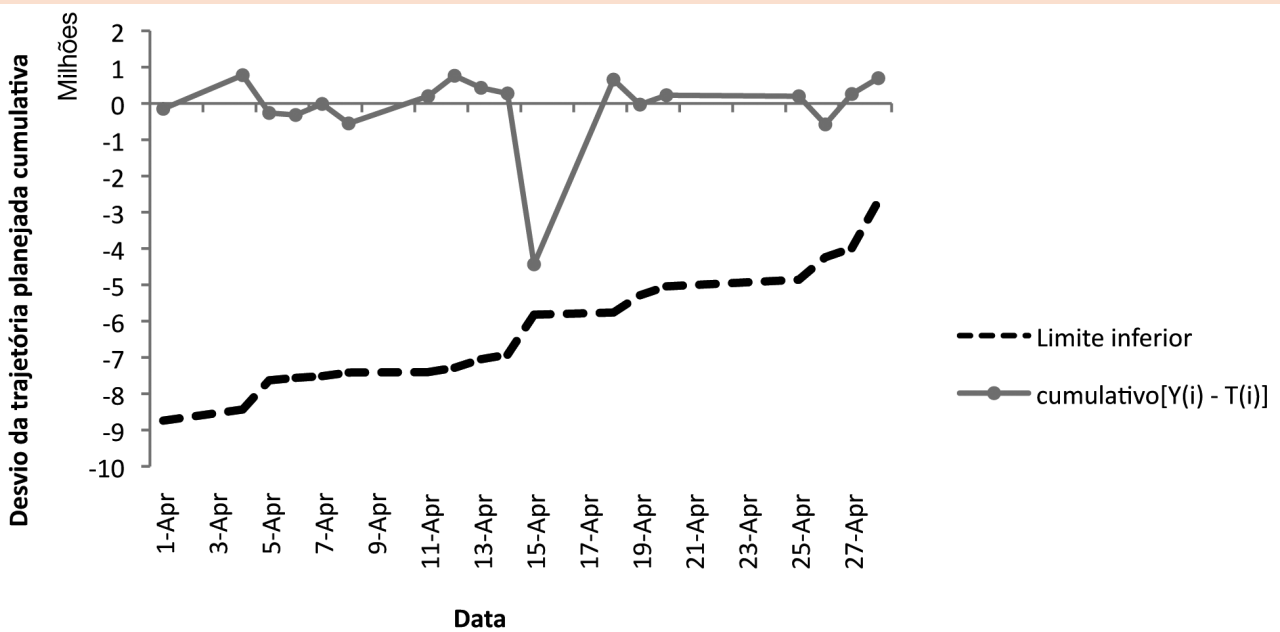
Fonte: Carvalho (2011).





**Figura 6: Gráfico de controle Wineglass (abril/2011)**

Fonte: Carvalho (2011).

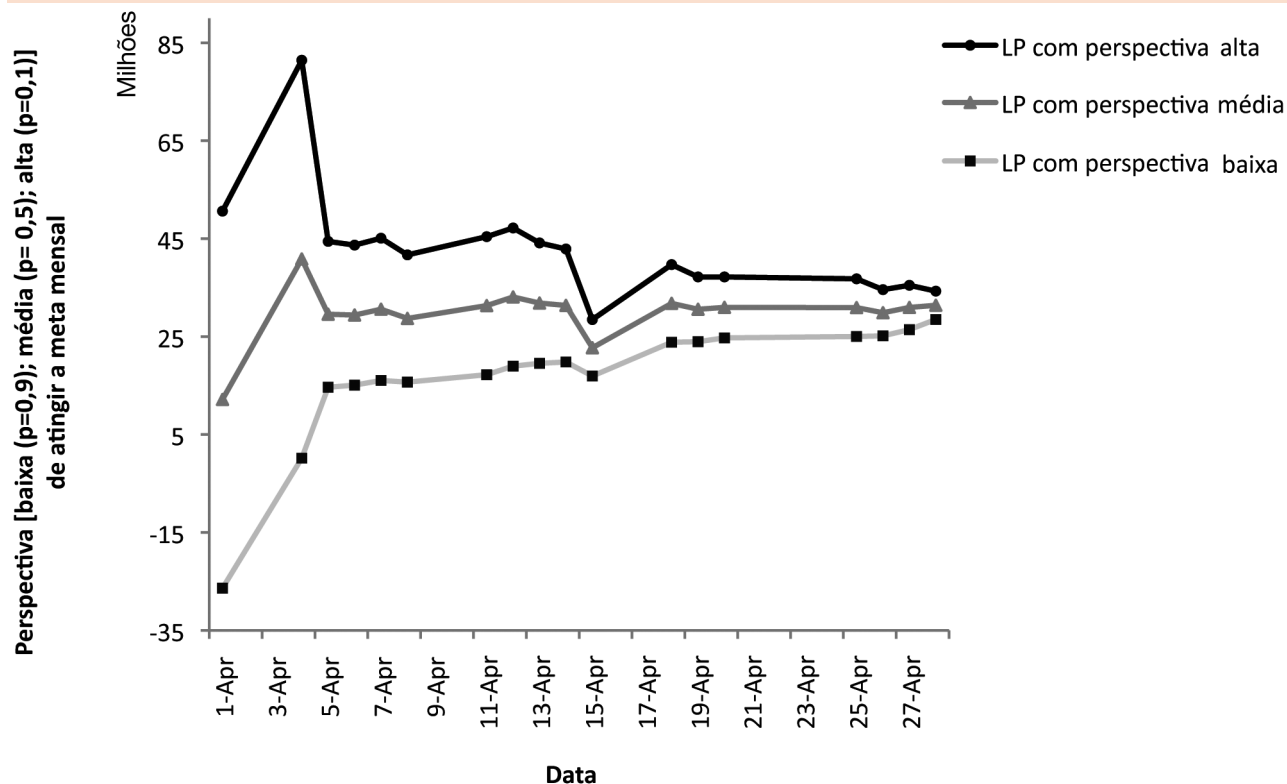


**Figura 7: Gráfico de controle Shipwreck (abril/2011)**

Fonte: Carvalho (2011).

percentual acumulativo. Isso é devido a não contabilização prevista de clientes cujo valor faturado é altamente significativo.

Conforme Carvalho (2011), o gráfico de controle Shipwreck deve ser analisado sempre que ocorrerem quedas significativas do percen-



**Figura 8: Gráfico de controle Outlook (abril/2011)**

Fonte: Carvalho (2011).

tual acumulado no Wineglass a fim de verificar a possibilidade de recuperação dos déficits. As Figuras 4 e 7 ilustram a relação entre os desvios acumulativos da arrecadação, que não apresentaram grandes discrepâncias visto que o limite inferior destes gráficos não foram atingidos. Esse é um indicativo de que existe possibilidade de recuperação desses déficits.

O gráfico Outlook (Figuras 5 e 8) apresenta perspectivas de alcance da meta. Os dados das Figuras 5 e 8 confirmam a convergência do valor previsto no real arrecadado.

Observa-se, assim, que o monitoramento possibilitou ao gestor verificar que o modelo de previsão de arrecadação adotado representa significativamente o valor arrecadado mensal, tal qual mostra o extrato dos resultados constantes nas Tabelas 1 e 2.

## 4 Conclusão

Considerando os resultados discutidos, conclui-se que a metodologia proposta auxilia as distribuidoras no gerenciamento dos custos operacionais e financeiros do setor visto que modelam e quantificam as incertezas presentes no processo de tomada de decisão. No entanto, a utilização de modelos estatísticos mais robustos para análise da capacidade de pagamento dos clientes pode trazer valores diários de arrecadação mais realísticos.

## Nota

- 1 Conforme Zdanowicz (1995, p. 21 apud NEVES, 2001), fluxo de caixa é um “[...] instrumento que permite ao administrador financeiro: planejar, organizar, coordenar, dirigir e controlar os recursos financeiros de sua empresa num determinado período [...]”. Neste estudo, o valor arrecadado representa simplifadamente o demonstrativo do fluxo de caixa.

**Tabela 1: Extrato da arrecadação de março/2011**

| Data   | Arrecadado (R\$) |                  |                  | Real             |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Previsto         | Contabilizado    |                  |                  |
|  |                  | Previsto         | Não previsto     |                  |
| 01/03/2011                                   | R\$ 2.287.943,86 | R\$ 1.404.469,23 | R\$ 68.299,52    | R\$ 1.472.768,75 |
| 02/03/2011                                   | R\$ 3.083.099,71 | R\$ 1.742.968,27 | R\$ 1.064.127,95 | R\$ 2.807.096,22 |
| 03/03/2011                                   | R\$ 3.441.459,66 | R\$ 2.959.387,41 | R\$ 1.082.812,65 | R\$ 4.042.200,06 |
| 04/03/2011                                   | R\$ 383.744,99   | R\$ —            | R\$ 177.142,46   | R\$ 177.142,46   |
| 09/03/2011                                   | R\$ 51.687,40    | R\$ —            | R\$ 443.602,15   | R\$ 443.602,15   |
| 10/03/2011                                   | R\$ 712.687,27   | R\$ 89.554,58    | R\$ 70.987,08    | R\$ 160.541,66   |
| 11/03/2011                                   | R\$ 612.238,71   | R\$ 66.685,41    | R\$ 797.875,37   | R\$ 864.560,78   |
| 14/03/2011                                   | R\$ 279.425,16   | R\$ 144.314,99   | R\$ 312.701,07   | R\$ 457.016,06   |
| 15/03/2011                                   | R\$ 6.699.159,69 | R\$ 1.417.956,50 | R\$ 1.047.851,63 | R\$ 2.465.808,13 |
| 16/03/2011                                   | R\$ 901.928,78   | R\$ 615.013,64   | R\$ 4.921.392,55 | R\$ 5.536.406,19 |
| 17/03/2011                                   | R\$ 773.638,35   | R\$ 735.224,29   | R\$ 389.612,51   | R\$ 1.124.836,80 |
| 18/03/2011                                   | R\$ 990.098,61   | R\$ 450.420,71   | R\$ 243.430,85   | R\$ 693.851,56   |
| 21/03/2011                                   | R\$ 536.705,36   | R\$ 165.359,36   | R\$ 498.109,40   | R\$ 663.468,76   |
| 22/03/2011                                   | R\$ 1.934.223,98 | R\$ 930.659,36   | R\$ 55.408,44    | R\$ 986.067,80   |
| 23/03/2011                                   | R\$ 813.158,32   | R\$ 484.746,00   | R\$ 510.539,07   | R\$ 995.285,07   |
| 24/03/2011                                   | R\$ 147.732,14   | R\$ 122.587,83   | R\$ 246.420,42   | R\$ 369.008,25   |
| 25/03/2011                                   | R\$ 360.177,83   | R\$ 123.787,33   | R\$ 1.455.681,64 | R\$ 1.579.468,97 |
| 28/03/2011                                   | R\$ 3.907.997,38 | R\$ 1.912.818,39 | R\$ 576.984,93   | R\$ 2.489.803,32 |
| 29/03/2011                                   | R\$ 3.638.259,13 | R\$ 2.489.723,17 | R\$ 795.281,77   | R\$ 3.285.004,94 |
| 30/03/2011                                   | R\$ 999.454,62   | R\$ 260.103,63   | R\$ 415.959,07   | R\$ 676.062,70   |
| 31/03/2011                                   | R\$ 1.049.334,48 | R\$ 729.262,49   | R\$ 205.943,64   | R\$ 935.206,13   |
| Total arrecadado previsto: R\$ 33.604.155,41 |                  |                  |                  |                  |
| Total arrecadado real: R\$ 32.225.206,76     |                  |                  |                  |                  |
| Erro absoluto percentual de previsão: 4,28%  |                  |                  |                  |                  |

Fonte: Os autores.

## Referências

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Regulador Brasileiro para o setor de energia). Resolução Normativa nº 414 de 9 set. 2010. Brasília, DF: Diário Oficial, 15 set. 2010, Seção 1, v. 147, n. 177, p.115. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/biblioteca>>. Acesso: jan. 2011.

BARROS, M. *Processos Estocásticos*. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2004.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. *Time series analysis: forecasting and control*. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

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

CARVALHO, N. A. S.; SOUZA, R. C.; FROTA, M. N. Statistical analysis of the collectability index: a case study of an electricity distribution utility. In: ISORAP 2013, International Symposium Operational Research and Applications, 2013, Marrakesh, *Proceedings...* Marrakesh: [s.n.], 2013, p. 565-570.

GOOIJER, J. G. de; HYNDMAN, R. J. 25 years of time series forecasting. *International Journal of Forecasting*, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 443-473, 2006.

MONTGOMERY, Douglas C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de séries temporais*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

NEVES, W. P. das. Um sistema de fluxo de caixa para a administração pública. *Gestão: Revista de Administração e Gerência – ESAG/UDESC*, Florianópolis, v. 1, n. 1, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.ascisc.org.br/artigo.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

**Tabela 2: Extrato da arrecadação de abril/2011**

| Data   | Arrecadado (R\$) |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Previsto         | Contabilizado    |                  | Real             |
|  |                  | Previsto         | Não previsto     |                  |
| 01/04/2011                                   | R\$ 246.793,23   | R\$ —            | R\$ 97.602,76    | R\$ 97.602,76    |
| 04/04/2011                                   | R\$ 2.094.562,06 | R\$ 1.908.433,63 | R\$ 1.113.554,93 | R\$ 3.021.988,56 |
| 05/04/2011                                   | R\$ 5.138.380,90 | R\$ 3.936.988,69 | R\$ 160.031,95   | R\$ 4.097.020,64 |
| 06/04/2011                                   | R\$ 406.120,47   | R\$ —            | R\$ 350.375,57   | R\$ 350.375,57   |
| 07/04/2011                                   | R\$ 283.326,31   | R\$ 150.266,93   | R\$ 437.737,80   | R\$ 588.004,73   |
| 08/04/2011                                   | R\$ 585.426,43   | R\$ 47.991,98    | R\$ —            | R\$ 47.991,98    |
| 11/04/2011                                   | R\$ 76.246,65    | R\$ 76.246,65    | R\$ 750.444,58   | R\$ 826.691,23   |
| 12/04/2011                                   | R\$ 693.479,64   | R\$ 365.632,90   | R\$ 891.075,28   | R\$ 1.256.708,18 |
| 13/04/2011                                   | R\$ 1.347.172,79 | R\$ 886.543,06   | R\$ 128.225,11   | R\$ 1.014.768,17 |
| 14/04/2011                                   | R\$ 685.898,47   | R\$ 295.376,54   | R\$ 235.755,35   | R\$ 531.131,89   |
| 15/04/2011                                   | R\$ 5.592.642,20 | R\$ 493.640,82   | R\$ 390.506,61   | R\$ 884.147,43   |
| 18/04/2011                                   | R\$ 268.017,85   | R\$ 268.017,85   | R\$ 5.089.432,83 | R\$ 5.357.450,68 |
| 19/04/2011                                   | R\$ 2.087.855,43 | R\$ 1.196.194,81 | R\$ 202.865,33   | R\$ 1.399.060,14 |
| 20/04/2011                                   | R\$ 1.010.106,04 | R\$ 462.777,61   | R\$ 805.631,94   | R\$ 1.268.409,55 |
| 25/04/2011                                   | R\$ 719.905,59   | R\$ 591.386,74   | R\$ 100.935,47   | R\$ 692.322,21   |
| 26/04/2011                                   | R\$ 2.242.980,58 | R\$ 853.452,19   | R\$ 613.533,63   | R\$ 1.466.985,82 |
| 27/04/2011                                   | R\$ 814.464,68   | R\$ 417.630,82   | R\$ 1.234.488,52 | R\$ 1.652.119,34 |
| 28/04/2011                                   | R\$ 3.454.498,44 | R\$ 3.051.181,12 | R\$ 839.371,82   | R\$ 3.890.552,94 |
| 29/04/2011                                   | R\$ 2.868.510,46 | R\$ 2.396.760,22 | R\$ 844.457,80   | R\$ 3.241.218,02 |
| Total arrecadado previsto: R\$ 30.616.388,20 |                  |                  |                  |                  |
| Total arrecadado real: R\$ 31.684.549,84     |                  |                  |                  |                  |
| Erro absoluto percentual de previsão: 3,37%  |                  |                  |                  |                  |

Fonte: Os autores.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2005.

WU, L. S. Business planning under uncertainty: quantifying variability. *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, v. 37, n. 2, p. 141-151, 1988.

WU, L. S.; HOSKING, J. R. M.; DOLL, J. M. *Business planning under uncertainty: will we attain our goal?* Research Report RC 16120, [S.l.]: IBM Research Division, 1990.

WU, L. S.; HOSKING, J. R. M.; DOLL, J. M. Business planning under uncertainty: will we attain our goal? *International Journal of Forecasting*, v. 8, n. 4, p. 545-557, 1992.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Recebido em 7 jun. 2013 / aprovado em 14 ago. 2013

**Para referenciar este texto**

CARVALHO, N. A. S.; SOUZA, R. C.; FROTA, M. N. Métodos estatísticos aplicados ao fluxo de caixa de uma distribuidora de energia elétrica. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 137-148, 2013.