

NOTA TÉCNICA CHRONUS - CAERN – Nº 01/2021

I – Breve Histórico

1. Nossos trabalhos foram desenvolvidos à luz da Resolução Nº 002/2018 de 20 de fevereiro de 2018 e da Nota Técnica Nº 001/2018 – ARSBAN, de abril de 2018, ambas emitidas por essa conceituada Agência Reguladora, documentos esses que estabelecem as diretrizes e metodologias dos mecanismos de revisão tarifária e de reajustes tarifários para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, referente ao ciclo tarifário em questão.
2. Alinhados à agência, necessitamos realizar uma série de trabalhos amplos de melhorias e reorganizações de informações que precisariam ser trabalhadas para que o ente regulador tivesse condições de promover uma revisão adequada, baseado nas informações por nós disponibilizadas.
3. Resumidamente, promovemos uma série de trabalhos que trouxeram, notadamente, melhorias e credibilidade às informações apuradas. Dentre os trabalhos mais relevantes que foram realizados, citamos os seguintes: a) Alinhamento das composições das bases de informações contábeis, uma vez que precisamos trabalhar, naquele instante, com uma base de 03 (três) planos de contas diferentes que foram utilizados entre os exercícios de 2013 e 2019; b) realização de inventário patrimonial visando o levantamento da Base de Ativos Regulatórios da Companhia, trabalho esse finalizado em dezembro de 2019; c) desenvolvimento de um sistema contábil (denominado *BI*) obedecendo a estrutura de plano de contas de regulatório sugerido por essa agência, disponibilizado no âmbito da revisão tarifária.
4. Ressaltamos que todo esse material desenvolvido, além de servir de suporte para a Revisão Tarifária em questão, proporcionou uma relevante mudança de opinião dos nossos Auditores Independentes em seu Parecer. A CAERN, que em exercícios anteriores a 2019, convivia com opiniões com ressalvas, e em alguns anos, até com

opiniões adversas às suas demonstrações contábeis, passou a ter seu parecer sem ressalvas, fato que reforça a confiabilidade nos números e informações apuradas de suas informações gerenciais e, principalmente, contábeis.

II – Dos Aspectos Metodológicos das Projeções

II.1 Considerações Iniciais

5. Com o objetivo de estimar o desempenho dos modelos utilizados para a previsão de dados financeiros/contábeis da CAERN utilizados para o pleito do Índice de Reajuste Tarifário, foi utilizada a medida estatística do Erro Quadrático Médio (EQM). Esse indicador tem-se mostrado efetivo como unidade comparativa para desempenho de modelos de previsão de diferentes naturezas e detentores de baixa complexidade.
6. Nesse sentido, entende-se que, por meio desse critério objetivo, será possível estabelecer uma métrica clara de comparação entre os modelos de previsão estimados pela CAERN e pela ARSBAN. Um exemplo do uso desse indicador foi realizado por Vieira (2011)¹ quando da análise do desempenho de modelos de redes neurais para a previsão de falência bancária. De acordo com o estudo premiado pela Federação Brasileira de Bancos – Febraban e apresentado no XXV Encontro Internacional de Economia Aplicada, o EQM foi utilizado como medida de escolha do modelo de melhor poder preditivo de falência bancária. Fato semelhante foi observado no estudo de Lima et al. (2009)², quando da comparação entre a *performance* de Modelos de previsão baseados em Redes Neurais e modelos ARIMA.
7. Vale notar que os estudos mencionados servem de exemplos ilustrativos para validar o uso do ferramental utilizado para a comparação dos modelos de previsão. Outros exemplos de uso são encontrados no estudo de ECR Lima e BJV Céspedes (2003)³ ou

¹ VIEIRA, A. A.; CAVALCANTI, V. G. Ensaios sobre aplicações de métodos de inteligência artificial em Economia. In: XXV Encontro Internacional de Economia Aplicada, 2011, Santander/ES. Anales de Economía Aplicada, 2011.

² LIMA, R. C.; VIEIRA, A. A.; MOTA, D. H. L.; Silva Neto, A. V. MODELOS DE PREVISÃO PARA DADOS DE ALTA FREQUÊNCIA: UM ESTUDO COMPARATIVO UTILIZANDO OS MODELOS DE REDES NEURAIS E ARIMA PARA O CASO DO PREÇO FUTURO DO AÇÚCAR. In: Encontro Nacional de Economia e Sociologia Rural, 2009, Porto Alegre. Anais XLVII Congresso da SOBER, 2009.

³ ECR Lima e BJV Céspedes, O desempenho do mercado (Focus) e do BACEN na previsão da inflação: Comparações com modelos lineares univariados, Boletim de Conjuntura IPEA, 2003.

ainda no estudo de Teixeira Neto et al. (2016)⁴. A lista exhaustiva de estudos científicos que utilizam esse indicador é encontrada facilmente nos mais diferentes portais de artigos científicos.

II.2 Aspectos Matemáticos

8. Conforme apontado nas considerações iniciais, foi considerado, para fins de análises de *performance* dos modelos o indicador do Erro Quadrático Médio (EQM). O EQM é calculado de acordo com o a seguinte definição:

$$EQM(\hat{\theta}) = E[(\hat{\theta} - \theta)^2]$$

Ou

$$EQM(\hat{\theta}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{\theta}_i - \theta_i)^2$$

Nota: Em que erro quadrático médio (EQM) ou risco quadrático de um estimador $\hat{\theta}$ de um parâmetro escalar θ .

II.3 Metodologia Aplicada

9. Com o objetivo de comparar o desempenho das modelagens propostas pela CAERN e pela ARSBAN, foi realizada uma comparação entre os valores projetados *ex ante* e os valores realizados coletados diretamente do BI da instituição entre os meses de abril e dezembro de 2019.
10. Com base nos dados projetados, foi feita a análise comparativa de desempenho dos modelos por meio do Erro Quadrático Médio, apresentado acima. Finalmente, para fins de uniformidade da unidade de medida e a fim de entender a dimensão do erro sobre o valor observado, foi considerado o indicador medido através da razão entre a raiz

⁴ Teixeira Neto et All, Descrição do crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos não-lineares selecionados por análise multivariada. Rev. bras. saúde prod. anim. vol.17 no.1 Salvador Jan./Apr. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-99402016000100026&script=sci_arttext&tlng=pt

quadrada do erro quadrático médio e o valor observado da variável em tela – tal indicador representa o % de erro de cada modelagem proposta. Os resultados da comparação são apresentados abaixo.

II.4 Resultados e discussões

11. Para fins de análise dos modelos os resultados serão divididos em duas partes: (i) na primeira, serão feitas análises a respeito do EQM dos modelos de previsão de receita e (ii) na segunda, serão consideradas as medições do EQM dos desembolsos.

II.5 Receitas

12. Os resultados do Erro Quadrático Médio (EQM) para as estimativas de receitas são apresentados abaixo.

II.6 Receita de Água

13. A receita de água estimada pela CAERN e pela ARSBAN, além do realizado de acordo com o sistema BI da CAERN, são apresentados abaixo em formato de tabela e em formato de gráfico para melhor ilustrar o desempenho dos modelos de previsão.

| Período | CAERN | Análise Regulatória (AR) | Realizado CAERN | % de Erro (AR) | % de Erro (CAERN) |
|---------|------------|--------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| abr-19 | 17.187.067 | 18.320.180 | 17.154.050,90 | 0,19% | 6,80% |
| mai-19 | 17.150.708 | 17.520.812 | 19.733.517,55 | 13,09% | 11,21% |
| jun-19 | 17.114.349 | 18.440.260 | 16.796.376,27 | 1,89% | 9,79% |
| jul-19 | 17.077.989 | 16.247.395 | 17.787.994,27 | 3,99% | 8,66% |
| ago-19 | 17.041.630 | 17.770.639 | 16.705.512,78 | 2,01% | 6,38% |
| set-19 | 17.005.271 | 16.625.321 | 16.724.656,40 | 1,68% | 0,59% |
| out-19 | 16.968.912 | 16.137.682 | 18.597.291,05 | 8,76% | 13,23% |
| nov-19 | 16.932.552 | 16.361.323 | 17.729.130,37 | 4,49% | 7,72% |
| dez-19 | 16.896.193 | 17.936.260 | 18.886.836,46 | 10,54% | 5,03% |

14. Com base nas estimações e nos valores observados, é possível notar que a raiz quadrada do EQM das estimações é, para o caso da CAERN, de R\$ 964.015,12,

enquanto a estimaco realizada pela ARSBAN demonstra uma raiz do EQM significativamente superior ao estimado pela CAERN, alcançando o valor de R\$ 1.389.530,34. Em termos percentuais,  possível notar que a raiz quadrada do EQM do modelo projetado pela CAERN foi de, em mdia, 5,18%, sobre o valor realizado enquanto o valor projetado pela ARSBAN teve um indicador de 7,71%.

II.7 Receita de Esgoto

15. De forma semelhante ao realizado com a receita de água, apresentamos abaixo a receita direta de esgoto estimada pela CAERN e pela ARSBAN além do realizado de acordo com o BI da CAERN em formato de tabela e em formato de gráfico para melhor ilustrar o desempenho dos modelos de previso.

| Período | CAERN | Análise Regulatória | Realizado CAERN | % de Erro (AR) | % de Erro (CAERN) |
|---------|-----------|---------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| 04/2019 | 7.662.675 | 7.997.131 | 6.762.916,17 | 13,30% | 18,25% |
| 05/2019 | 7.696.086 | 8.468.425 | 6.753.449,90 | 13,96% | 25,39% |
| 06/2019 | 7.729.565 | 8.770.620 | 6.783.781,26 | 13,94% | 29,29% |
| 07/2019 | 7.763.112 | 8.642.395 | 7.040.785,39 | 10,26% | 22,75% |
| 08/2019 | 7.796.728 | 8.793.570 | 6.869.668,41 | 13,49% | 28,01% |
| 09/2019 | 7.830.412 | 8.456.399 | 6.738.748,67 | 16,20% | 25,49% |
| 10/2019 | 7.864.165 | 8.358.882 | 7.553.231,74 | 4,12% | 10,67% |
| 11/2019 | 7.897.987 | 8.802.185 | 7.456.935,24 | 5,91% | 18,04% |
| 12/2019 | 7.931.878 | 9.100.217 | 7.981.925,24 | 0,63% | 14,01% |

16. De forma semelhante ao que foi observado com a Receita realizada de água, a projeo realizada pela CAERN apresentou um EQM melhor frente ao modelo estimado pela ARSBAN. Para o primeiro modelo,  esperada uma raiz quadrada do EQM de R\$ 703.473,35, enquanto para o modelo projetado pela ARSBAN  encontrado um indicador da ordem de R\$ 1.494.264,77. Para a receita direta de esgoto, tem-se que o erro da modelagem prevista pela CAERN  de 10,20%, enquanto a razão entre o erro da modelagem da ARSBAN e o valor realizado pela CAERN nesse caso  de 21,32%, mais do que o dobro verificado na primeira modelagem.

II.8 Receitas Indiretas de água e esgoto

17. Ainda de forma semelhante ao que foi observado para as receitas diretas, as receitas indiretas de água apresentaram *performance* de modelos em linha com o observado anteriormente. Nesse caso, a raiz quadrada do EQM do modelo da CAERN foi de R\$ 105.449,67, enquanto o mesmo indicador do modelo desenvolvido pela ARSBAN alcançou o valor de R\$ 168.005,95. Para esse caso, o percentual do erro da CAERN pelo observado foi de 19,94% enquanto o mesmo indicador estabelecido pela ARSBAN foi de 38,20%.
18. Para o caso das receitas indiretas de esgoto, observa-se uma suave melhora do modelo estimado pela ARSBAN frente ao modelo estimado pela CAERN. Para esse caso, o modelo estimado pela análise regulatória apresentou uma raiz quadrada do EQM de R\$ 6.508,95 frente ao resultado de R\$ 8.043,52 do modelo desenvolvido pela CAERN. Contudo, vale mencionar que, para essa análise específica, os modelos apresentaram um grave descompasso com a realidade uma vez que a razão erro pelo valor observado é de 80,86% no caso do modelo estimado pela ARSBAN e de 98,40% para o caso do modelo estimado pela CAERN.
19. No que diz respeito à receita indireta geral, tem-se que o modelo da CAERN apresenta menor raiz do EQM frente ao modelo estimado pela ARSBAN. Tal fato pode ser explicado pelo menor erro observado na modelagem da CAERN quando da estimação da receita indireta de água. Nesse caso, como a receita indireta geral é a soma de receita indireta de água e da receita indireta de esgoto, tem-se que a redução do erro para a estimação da CAERN da receita indireta de água faz com que se tenha uma modelagem mais ajustada. Nesse caso, observa-se um indicador de R\$ 110.958,00 para a estimação da CAERN, enquanto se observa o valor de R\$ 182.990,32 para a estimação da ARSBAN. Em termos da razão entre o erro e o valor observado, tem-se que o modelo da CAERN apresenta um indicador de 22,98%, enquanto a ARSBAN apresenta um indicador de 40,23%.

II.9 Despesas e custos operacionais (OPEX)

1. De maneira semelhante ao observado para o caso das receitas, o critério para medir a *performance* dos modelos de previsão das despesas operacionais foi baseado no EQM das estimações realizadas *ex-ante*. Além disso, ainda de acordo com o realizado anteriormente, para fins de manutenção da unidade de medida das previsões, foi considerada a raiz quadrada do EQM.
2. A fim de entender a dimensão do erro sobre o valor observado, foi considerado o indicador medido através da razão entre a raiz quadrada do erro quadrático médio e o valor observado da variável em tela.
3. No caso das projeções de despesas e custos operacionais, observou-se que, em geral, os modelos projetados pela ARSBAN apresentaram maior aderência (menor Erro Quadrático Médio) aos valores efetivamente realizados no período de abril a dezembro de 2019.

II.10 Considerações Finais dos Aspectos Metodológicos

1. Os resultados acima apresentados evidenciam não existir metodologia única ou ideal de estimação para os modelos de previsão, uma vez que a aderência dos modelos à realidade dos dados não se mostrou uniforme para as duas características de séries.
2. Para o caso das receitas estimadas – sejam diretas ou indiretas, água ou esgoto – tem-se que o modelo de regressão linear se mostrou mais aderente à realidade dos dados.
3. Por outro lado, as séries ligadas aos desembolsos mostram-se mais aderentes aos modelos associados a médias móveis,
4. Nossa conclusão a respeito dos aspectos metodológicos das projeções sugere que a construção de um modelo misto de previsão seja uma alternativa viável para que seja possível alcançar melhores resultados que garantam a estabilidade financeira da

CAERN para que, assim, seja possível atingir o seu maior objetivo, que é o bem-estar social promovido através do fornecimento abastecimento de água e serviço de esgotamento sanitário de qualidade.

Natal (RN), 26 de março de 2021.

Chronus Auditores Independentes S/S

CRC – PE – 000.681/0 – 5 “S” – RN

ROSIVAM PEREIRA
DINIZ:6883943048
2

Assinado de forma digital por
ROSIVAM PEREIRA
DINIZ:68839430482
Dados: 2021.03.25 20:28:12
-03'00'

Rosivam Pereira Diniz

Contadora

CRC – PE – 014050/O-4 - “S” – RN

George Claudio Martins Rodrigues

Contador

CRC – PE – 016212/O-3 - “S” – RN



Amanda Aires

Dra. Economia

Corecon 5004 - PE