

PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE  
ENERGIA: ESTUDO DE CUIABÁ, MATO GROSSO – BRASIL

*Aldecy de Almeida Santos*<sup>1</sup>  
*Weliton Ttatom Pereira da Silva*<sup>2</sup>  
*Claudete Therezinha Schmidt*<sup>3</sup>

**RESUMO**

No momento econômico atual as empresas se diferenciam no conhecimento que detêm o que certamente as colocam em vantagem competitiva. A desinformação ou a falsa informação pode significar perdas e até mesmo morte empresarial. Neste cenário, encontra-se a gestão energética com a veracidade da fatura residencial de energia como um dos fatores determinantes do sucesso empresarial. A existência de 15% de perdas e a necessidade de competitividade das empresas justifica a propositura de pesquisas objetivando a aplicação de um modelo matemático ao consumo residencial de energia. Baseado em série históricas de seis anos, cujo período abrange desde 2001 a 2006. Para tal, realizou-se análise estatística de variáveis possivelmente explicativas e se buscou modelos matemáticos com a projeção do consumo residencial de energia. Os resultados reportam a necessidade de inserção de variáveis econômicas, a existência de um abismo socioeconômico entre as residências de Cuiabá, evidenciou também a possibilidade de existência de fraudes no consumo de energia.

*Palavras-chave:* gestão energética, regulação, fatura de energia.

**RESUMEN**

En el momento económico actual, las empresas se diferencian por el conocimiento que tengan o que ciertamente les otorgue una ventaja competitiva. La desinformación o falsa información puede significar pérdidas y hasta la muerte empresarial. En este escenario se encuentra la gestión energética con la verdad en la facturación residencial de energía como uno de los factores determinantes del éxito empresarial. La existencia del 15% de pérdidas y la necesidad de competitividad de las empresas justifica la propuesta de investigaciones validando la aplicación de un modelo matemático al consumo residencial de energía. Se basa en series históricas de seis años desde el 2001 al 2006. Para el caso, se hizo un análisis estadístico de variables posiblemente explicativas y se buscó modelos matemáticos como una proyección del consumo residencial de

---

<sup>1</sup> Estudante de Maestria de la Universidad Federal de Mato Grosso. E-mail: <aldecy\_allmeida@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Estudante de Maestria de la Universidad Federal de Mato Grosso.

<sup>3</sup> Estudante de Maestria de la Universidad Federal de Mato Grosso.

energía. Los resultados reportan la necesidad de insertar variables económicas, pues, la existencia de un abismo socioeconómico entre las residencias de Cuiabá, evidenció también la posibilidad de fraudes en el consumo de energía.

*Palabras clave:* gestión energética, regulación, factura de energía

#### **ABSTRACT**

At present time, enterprises differ from each other by the knowledge they have of their business which gives them a competitive advantage. Lack of knowledge or false information may mean losses and even entrepreneurial death. In this scenario energy management with true billing of residential energy is one of the determinant factors of the enterprise success. The existence of 15% losses and the competitive need of enterprises justify the proposal to do a research validating the application of a mathematical model to the consumption of residential energy. This model is based on historic series in a six-year period, from 2001 to 2006. To do this, I made a statistic analysis of possible explicative variables and searched for mathematic models using a projection of the residential energy consumption. The results showed the need to insert economic variables, because of the existence of a great socioeconomic gap among the Cuiabá residences, and it also showed fraud possibilities in energy consumption.

*Key words:* energy management, regulation, energy billing

#### **INTRODUÇÃO**

A expansão contínua da capacidade de geração de energia elétrica no Brasil é um requisito primordial em cenários desejados de retomada da produção econômica. Para garantir o atendimento a demandas e a sustentabilidade dos recursos naturais, em longo prazo, tem-se como necessidade o desenvolvimento de instrumentos eficientes de gestão. O momento econômico atual, cada vez mais empresas privadas e públicas são diferenciadas com base naquilo que sabem, e neste cenário, certamente o conhecimento se torna a maior vantagem competitiva (Davenport e Prusak 1998). O gerenciamento de um negócio exige a elaboração de informações, sendo estas a base à tomada de uma decisão. Cada vez mais, a informação torna-se fator determinante de sucesso, é a partir de sua interpretação que o gestor toma decisões e formula planos que vão reger o destino da organização. Uma falsa informação ou a informação de má qualidade pode significar muitas perdas e até mesmo a morte empresarial (Fernandes 2004). Neste contexto encontra-se a gestão energética, que tem a veracidade da fatura residencial de energia como um fator determinante ao sucesso empresarial. Daí surge um gargalo, um problema merecedor de atenção especial, a existência de fraudes na fatura residencial de energia. Viés que promove discussões e pesquisas no sentido de reduzir perdas e ampliar a segurança no uso da energia

Em 2005, no Brasil, aconteceu o primeiro Fórum de Comunicação na Distribuição de Energia Elétrica, realizado pela ANEEL, com o objetivo de trocar e integrar esforços no sentido de combater fraudes no consumo de energia elétrica. Outro fato importante a ser destacado, o índice de perda de energia, ocorre próximo de 15%, entre

perdas técnicas, furtos, erros de medições e fraudes (CCC 2007). O ônus decorrente dessa perda acaba recaindo sobre o consumidor, o que o penaliza devido à falta de instrumentos de controle e regulação.

A classe residência representa 79,59% do total de cliente da empresa de distribuição de energia elétrica no Estado de Mato Grosso. As residências consumiram 9,31% a mais que no ano passado, totalizando 477.976 MWh de janeiro a abril de 2007 (CEMAT 2007).

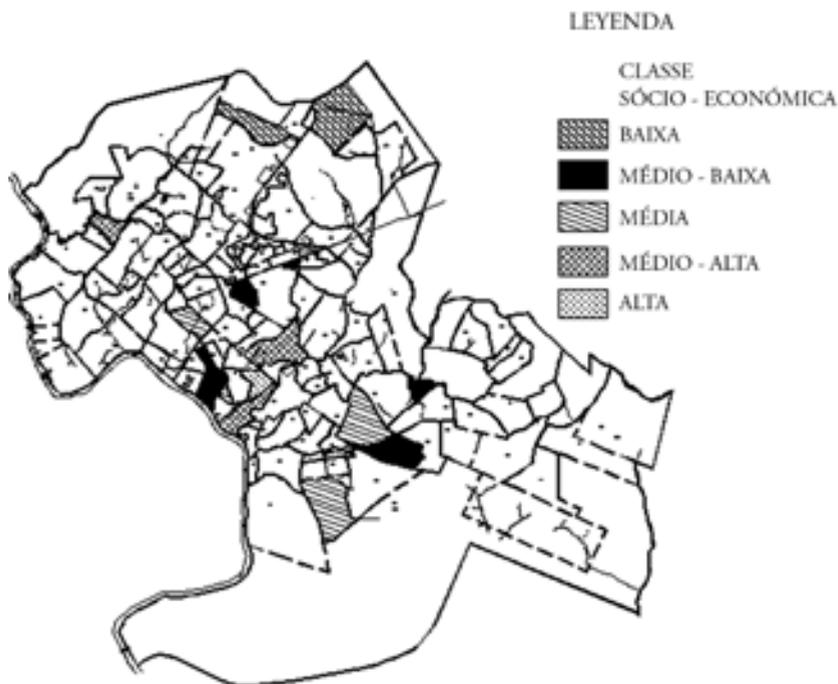
Quando se observa a existência de fatores intervenientes no consumo *per capita* de água, as relações entre fatores socioeconômicos e climáticos na produção *per capita* de resíduos, relacionando-os aos inúmeros estudos relacionados ao consumo de energia, tem-se como hipótese a existência de um modelo matemático que projete, com segurança estatística, o consumo residencial de energia a partir variáveis climáticas e socioeconômicas. Diante deste contexto se tece como objetivo a propositura de um modelo matemático que projete o consumo residencial de energia no município de Cuiabá-MT.

## METODOLOGIA

Assumiu-se como método de amostragem a «amostragem aleatória estratificada». Também se assumiram as classes socioeconômicas (baixa, médio-baixo, média, médio-alta e alta) dos bairros como extratos. As disposições das classes socioeconômicas seguiram o preconizado no Perfil Socioeconômico de Cuiabá (Cuiabá 2004). O número de unidades amostrais (n) a serem observadas foi determinado em 10% do total de bairros existentes em cada classe socioeconômica, os bairros selecionados estão apresentados na Figura 1. A propositura de um indicador de gestão energética deu-se a partir da comparação com os atuais indicadores existentes à gestão de recursos naturais em centros urbanos. Também, levou-se em consideração a capacidade de expressão da realidade, simplicidade de entendimento, abrangência, rastreabilidade, comparabilidade, estabilidade, rapidez de disponibilidade, potencialidade de resposta e baixo custo de obtenção, retrata Fernandes (2004). A Figura 1 ilustra uma forma simples para a construção de um indicador, partindo-se da premissa da determinação do que se pretende ou se deseja medir para, então, estabelecer o padrão e todo o processo de medição.

Em relação às variáveis intervenientes, optou-se por variáveis climáticas e socioeconômicas. As climáticas foram: temperatura média mensal, a umidade relativa do ar média mensal, o índice pluviométrico e a sazonalidade; já as socioeconômicas: classe socioeconômica, tarifa cobrada pela energia, tarifa cobrada pela água. Os dados foram coletados considerando uma série histórica de seis anos, cujo período abrange janeiro de 2000 a setembro de 2006. Estas variáveis foram levantadas junto a quatro fontes principais, SANECAP, Grupo Rede-Cemat, IPDU-Cuiabá e INMET.

De posse do banco de dados, iniciou-se os procedimentos estatísticos utilizando os pacotes SPSS e TableCurve. Outra ferramenta utilizada foi o LAB Fit Ajuste, software desenvolvido para análise e tratamento de dados experimentais. Sendo este



**Figura 1.** Mapa de Cuiabá e bairros inseridos no universo amostral.

fundamentado na consulta e procura as melhores funções de ajuste numa biblioteca de funções não-lineares.

As variáveis intervenientes foram inseridas como independentes e o consumo residencial de energia (CRE) como variável dependente. O tratamento dos dados consistiu na análise estatística descritiva, elaboração de gráficos de dispersão entre variáveis independentes e variável dependente, e, na análise de regressão. Em relação ao modelo estatístico, a existência de um número razoável de variáveis intervenientes norteou à utilização do método de regressão múltipla stepwise.

A partir da seleção das variáveis de importância iniciou-se a pesquisa por um modelo matemático que projetasse satisfatoriamente o CRE. Sendo tal constatado pela realização da análise gráfica residual e o teste de Kolmogorov-Smirnov para aderência dos resíduos a distribuição Normal, conforme preconizado Bussab e Morettin (2006). O modelo de regressão linear múltipla pode ser exemplificado na Equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_k \cdot X_k + \varepsilon \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

Y = Variável dependente;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  = Coeficientes;  $X_1, X_2, \dots, X_k$  = Variáveis independentes e  $\varepsilon$  = Erro.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados da análise estatística descritiva, das 6480 observações, encontram-se na Tabela 1. A partir desta, pode-se constatar maiores valores de variância em CRE e no índice pluviométrico, apontando-nos elevadas dispersões quanto a estas variáveis. A diferença entre o maior e o menor valor médio de CRE mostra a existência de um abismo socioeconômico entre as residências de Cuiabá, além disso evidencia a possibilidade da existência de fraudes no consumo de energia. Destaca-se, com um dos menores indicadores de variabilidade, a temperatura média mensal.

Os principais indicadores utilizados nos recursos naturais baseiam-se no entendimento comum de seus pressupostos, servindo como referência o sistema Pressão-Estado-Resposta sendo o mais adotado atualmente no mundo, Rossetto e outros (2004). Este sistema aglutina aspectos importantes como a perspectiva social, ambiental, físico-espacial e econômica. A perspectiva social aborda indicadores moradia e saneamento básico; a ambiental aborda a qualidade dos mananciais, a qualidade do ar e a qualidade do solo; físico-espacial, a distribuição espacial da população e a organização dos usos; e a econômica, o nível de emprego, o desenvolvimento setorial e a distribuição de renda.

**Tabela 1.** Análise estatística descritiva

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Mês	720	1	12	6,20	3,353	11,242
IPDU	720	1	5	2,63	1,112	1,236
Saz.	720	1	2	1,49	,500	,250
IP	720	,0	355,5	105,742	89,8549	8073,896
Temp	720	18,1	28,3	25,758	2,2213	4,934
UR	720	52	96	72,82	10,083	101,665
R\$ A	720	1,1	3,7	1,753	,3833	,147
R\$ E	720	,1823	,3050	,297521	,0290683	,001
CRE	720	55,146	2297,938	464,201	438,716	192471,9

As demais variáveis independentes apresentaram ausência de correlação. Para cada uma das variáveis independentes foram elaborados gráficos de dispersão, conforme exemplificado nas Figuras 2, 3 e 4. Inicialmente deparou-se com uma correlação imperfeita negativa entre o CRE e a tarifa de água, ou seja, quanto maior a tarifa de água menor o CRE, Figura 2. O mesmo não se visualiza quando se estuda as variáveis classe socioeconômica e tarifa de energia, onde se tem o aumento simultâneo da classe socioeconômica, tarifa de energia e CRE, Figuras 3 e 4.

Os resultados obtidos pela análise de regressão de *stepwise* indicaram como variáveis relevantes a classe socioeconômica e a tarifa de energia elétrica, conforme apresentado na Tabela 2.

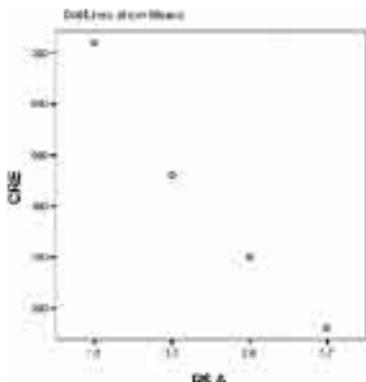


Figura 2. Gráfico de dispersão CRE x tarifa de água.

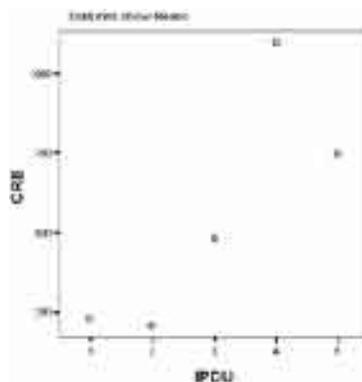


Figura 3. Gráfico de dispersão CRE x classe de rendimento.

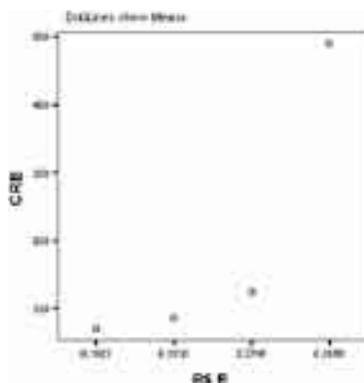


Figura 4. Gráfico de dispersão CRE x tarifa de energia.

Tabela 2. Variáveis selecionadas pela análise de regressão de stepwise

Model	Variables Entered*	Variables Removed*	Method
1	IPDU	.	Stepwise (Criteria: F-to-enter >= 3,840, F-to-remove <= 2,710).
2	R\$ E	.	Stepwise (Criteria: F-to-enter >= 3,840, F-to-remove <= 2,710).

<sup>a</sup>. Dependent Variable: C/UCE

Entre os modelos encontrados, à luz dos valores observados sobre os preditos, destaca-se o modelo 1, onde tem-se a seguinte equação linear múltipla:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \beta_2 \cdot X_1 \quad (\text{equação 1})$$

No qual:  $\beta_0 = -800,686$ ;  $\beta_1 = 255,176$ ,  $\beta_2 = 1995,595$ ; Y = consumo residencial de energia; X = classe socioeconômica e  $X_1 =$  tarifa de energia.

As Figuras 5 e 6 nos apresentam o modelo 1, gráficos p-p de resíduos e as tendências de comportamento residuais, tendências estas selecionadas por linha tracejada. O valores de R2 e R2 ajustado foram de 0,462 e 0,461, respectivamente.

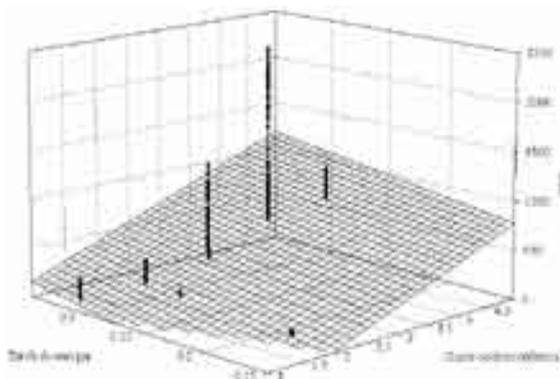


Figura 5. Modelo 1

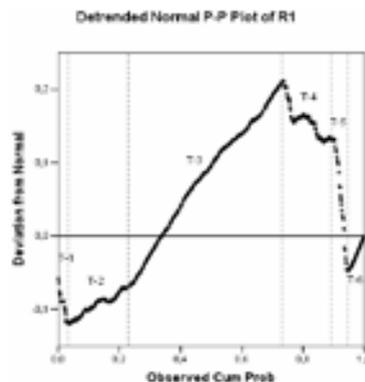


Figura 6. Gráfico *p-p* (normalidade) para os resíduos

Quando se realiza o teste de hipótese para a existência de regressão linear múltipla, para o modelo 1, depara-se com o resultado de  $F_{cal} > F_{tab}$ , então se conclui, com risco de 5%, que existe a regressão linear múltipla e esta pode de prever a variável CRE (Martins 2002). O gráfico de resíduos mostra a existência de uma provável regressão não-linear, uma vez que diante deste comportamento têm-se inadequações do modelo adotado, as curvas sugerem que se tratar de um modelo não-linear (Bussab e Morettin 2006). Outro fato observado trata-se da existência da tendência residual (T), o que reforça a idéia de inadequação e recomenda a realização de estudos à estratificação dos dados. Em relação ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, o mesmo não confirmou a hipótese de normalidade na distribuição de resíduos, daí, o modelo 1 não apresentar validade estatística.

Outro modelo encontrado foi modelo 2, apresentado pela equação 2. O modelo e o gráfico de resíduos p-p estão expostos na Figura 7 e 8, respectivamente.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X \cdot \ln X + \beta_2 \cdot X^{1.5} + \beta_3 \cdot X^{0.5} \cdot \ln X + \beta_4 \cdot (\ln X)^2 + \beta_5 \cdot \beta_6^{(X_1 / \beta_6)} \quad (\text{equação 2})$$

Sendo os coeficientes:  $\beta_0 = 38138,2022$ ;  $\beta_1 = 50703,5522$ ;  $\beta_2 = -38072,5228$ ;  $\beta_3 = 9638,3445$ ;  $\beta_4 = -21077,9078$ ;  $\beta_5 = 0,2806$ ;  $\beta_6 = 0,0477$ ; Y = consumo residencial de energia; X = classe socioeconômica;  $X_1$  = tarifa de energia.

O modelo 2, também, quando da realização do teste de hipótese da existência de regressão linear múltipla depara-se com a existência de regressão linear múltipla ( $F_{cal} > F_{tab}$ ), sendo capaz de prever a variável CRE (Martins 2002). No entanto o valor de  $R^2$  ajustado = 0,6084 aliado ao gráfico de resíduos, Figura 9 e 10, evidencia a existência inadequações do modelo adotado, além de sugerir que a curva se trata de um modelo

não-linear (Bussab e Morettin 2006). Apesar do modelo 2 apresentar o  $R^2$  maior que o modelo 1, observa-se ainda um número maior de tendências residuais, igualmente sugere à estratificação dos dados. No que tange ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov o modelo não apresenta distribuição normal de resíduos, o que vem ao encontro da necessidade de ajustes ao modelo proposto.

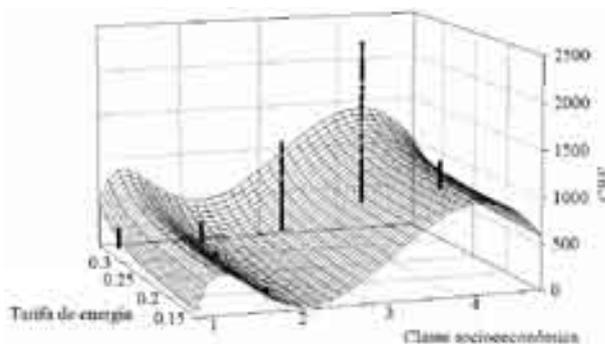


Figura 7. Modelo 2

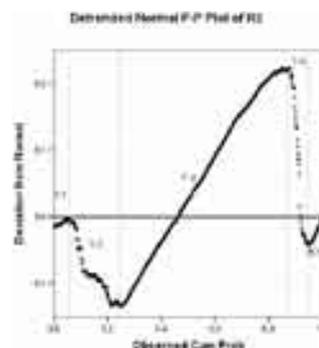


Figura 8. Gráfico  $q-q$  (normalidade) para os resíduos

A partir das proposições das análises dos modelos 1 e 2 estudou-se então modelos não-lineares. Deparou-se então com o modelo 3, apresentado na equação 3 e com  $R^2$  ajustado igual a 0,4247.

$$Y = \text{EXPX}(\beta_1, \beta_2) \cdot \text{EXPX}_1(1, \beta_3) \quad (\text{equação 3})$$

Com os seguintes coeficientes:  $\beta_1 = 2,9211$ ;  $\beta_2 = -2,4354$  e  $\beta_3 = -0,0774$ ;  $Y$  = consumo residencial de energia;  $X$  = classe socioeconômica;  $X_1$  = tarifa de energia.

Quanto ao modelo 3, igualmente aos modelos 1 e 2, depara-se com a existência de regressão linear múltipla ( $F_{cal} > F_{tab}$ ). O emprego de equações não-lineares resultou em alterações no comportamento dos resíduos, sendo estas alterações ainda insuficientes para sua validação.

Quanto ao modelo 3, igualmente aos modelos 1 e 2, depara-se com a existência de regressão linear múltipla ( $F_{cal} > F_{tab}$ ). O emprego de equações não-lineares resultou em alterações no comportamento dos resíduos, sendo estas alterações ainda insuficientes para sua validação.

Ao se comparar os gráficos de resíduos dos modelos 1 e 2 aos resíduos observados na Figura 10, se verifica diferenças na qualidade do modelo, entre estas diferenças destaca-se a redução no número de tendências de comportamento. Tal fato indica que outras variáveis, não consideradas no estudo, poderão se associar de maneira significativa no CRE. Em relação ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov o modelo não apresenta distribuição normal de resíduos, tem-se ainda um modelo que não atende a todos os requisitos para o seu uso.

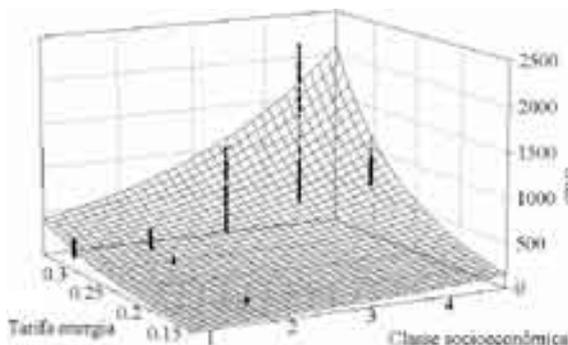


Figura 9. Modelo 3

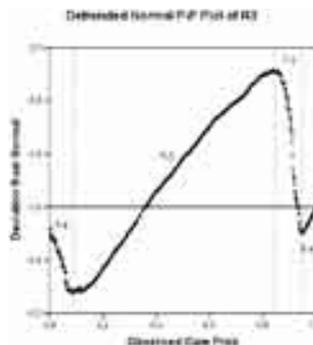


Figura 10. Gráfico  $p \times p$  (normalidade) para os resíduos

Uma outra forma usual de se obter soluções analíticas quando se trabalha com dados brutos é a otimização destes, ou seja, a transformação das variáveis sob estudo (Bussab e Morettin, 2006). De acordo com Gujarati (2000), em análise empírica os dados brutos são muitas vezes manipulados com o intuito de amortecimento de flutuações. Então se considerou ao estudo a transformação das variáveis explicativas e dependente como arco-tangente (ATAN), equação 4.

$$Y^* = \text{ATAN}(Y); X^* = \text{ATAN}(X); X_1^* = \text{ATAN}(X_1) \quad (\text{equação 4})$$

Sendo:  $Y^*$  = consumo residencial de energia tratado;  $Y$  = consumo residencial de energia bruto;  $X^*$  = classe socioeconômica tratado;  $X$  = classe socioeconômica bruta;  $X_1^*$  = tarifa de energia tratada;  $X_1$  = tarifa de energia bruta. Os resultados apontaram ao modelo 4, apresentado na equação 5, com  $R^2$  ajustado de 0,8494 e razoável distribuição residual.

$$(Y^*)^{-1} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X^* + \beta_2 \cdot (X^*)^2 \cdot \ln X^* + \beta_3 \cdot (X^*)^3 + \beta_4 \cdot (X_1^*)^3 \quad (\text{equação 5})$$

Com:  $\beta_0 = 0,6334$ ;  $\beta_1 = -0,0931$ ;  $\beta_2 = -0,2193$ ;  $\beta_3 = 0,1031$ ;  $\beta_4 = -0,1731$ . O referido modelo também nos respondeu com a aceitação da hipótese alternativa, ou seja, existência de regressão linear múltipla ( $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$ ), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. O modelo 4, bem como a visualização do gráfico de resíduos estão apresentados nas Figuras 11 e 12.

Na situação apresentada na Figura 12, ainda, têm-se inadequações do modelo adotado, violação das suposições de média zero, variância comum e distribuição normal, conforme curvaturas de tendência, Figura 12, Bussab e Morettin (2006). No entanto vale ressaltar que o tratamento proposto proporcionou um  $R^2$  maior que os obtidos anteriormente.

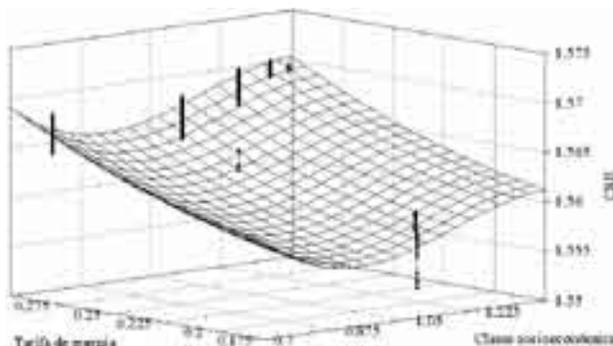


Figura 11. Modelo 4

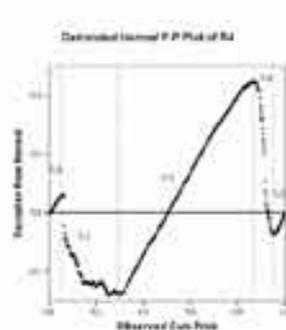


Figura 12. Gráfico  $p-p$  (normalidade) para os resíduos

Uma importante observação a ser destacada quando da modelagem do CRE frente à variável econômica é a intensidade de reação do consumidor diante mudanças no cenário econômico, a elasticidade. Conforme Sullivan e Sheffrin (2000), o conceito de elasticidade ( $E_d$ ) é usado para medir a reação das pessoas frente a mudanças em variáveis econômicas. Essa reação é calculada pela razão entre dois percentuais, a variação percentual na quantidade demandada dividida pela mudança percentual no preço.

A energia elétrica trata-se de um bem necessário, então os consumidores não podem evitar adquiri-la, ou somente podem fazê-lo com substanciais sacrifícios anotam Wonnacott e Wonnacott (1994), por conseguinte, temos uma demanda inelástica para esse tipo de bem. No tocante à oferta, temos o mesmo efeito ao compararmos o mercado, visto que a elasticidade do consumo de energia elétrica não só determina quem suporta a carga tributária como também afeta a receita total arrecadada, sem substitutos próximos na produção.

Andrade e Lobão (1998) concluem que as elasticidades renda e preço dos eletrodomésticos apresentam efeitos diretos e indiretos que estas variáveis têm sobre as quantidades demandadas de energia. Ou seja, para a elasticidade-renda, o valor a ser estimado para este parâmetro pode sofrer efeito direto da variação da renda sobre a quantidade demandada de eletricidade mais o efeito indireto sobre esta quantidade como resultado da variação do estoque de eletrodomésticos (este provocado pela variação da renda). Em outras palavras, uma renda maior e acesso ao crédito facilitado possibilitam aquisições de equipamentos existentes e, permitem um crescimento do estoque de equipamentos, ambos contribuindo inevitavelmente para uma quantidade maior demandada de eletricidade.

Ademais, vale recomendar novas inserções de variáveis que possam nos orientar a um modelo com maior robustez na resposta para o consumo de energia elétrica em Cuiabá. Eis o desafio.

## CONCLUSÃO

A amplitude entre os valores do CRE mostram a existência de um abismo socioeconômico entre as residências de Cuiabá, além evidenciar a possibilidade da existência de fraudes no consumo de energia.

A hipótese inicial não foi confirmada, os modelos adotados a projeção da variável CRE foram estatisticamente pouco competentes a projeção do CRE, daí sugere-se a inserção de variáveis econômicas, uma vez que as climáticas não apresentaram associação ao fenômeno.

O tratamento dos dados brutos foi uma valiosa ferramenta a obtenção de um melhor coeficiente de determinação ( $R^2$ ), sendo também sugerida sua utilização quando da realização de novos estudos relacionados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, T. A., W. J. A. LOBÃO  
1998 Elasticidade renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil. Texto para discussão N° 489. Rio de Janeiro: IPEA.
- BUSSAB, W.O., P. A. MORETTIN  
2006 *Estatística básica*. 5. ed. São Paulo: Saraiva.
- CCC. Conselho de Consumidores da CMIG  
2007 «Tarifas de energia elétrica: conhecendo os custos e encargos setoriais». Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/conselho/projetos/tarifas\\_energia\\_eletrica.pdf](http://www.cemig.com.br/conselho/projetos/tarifas_energia_eletrica.pdf)> Acesso em: 20 fev.
- CUIABÁ. PREFEITURA MUNICIPAL. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano – IPDU  
2004 *Perfil Socioeconômico de Cuiabá*. Vol. II. Cuiabá: IPDU/ASem/Central de Texto.
- DAVENPORT, T. H, L. Prusak  
1998 *Conhecimento empresarial*. Rio de Janeiro: Campus.
- FERNANDES, D. R.  
2004 «Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial». *Revista FAE*, vol. 7, N° 1, pp. 1-18.
- GUJARATI, D. N.  
2000 *Econometria Básica*. 3. ed. São Paulo: Makron Books.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGICO – INMET  
2006 *Relatório climatológico*. Várzea Grande: INMET. (Relatório técnico, Rt-2001-2006).
- MARTINS, G.A.  
2002 *Estatística geral e aplicada*. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- MATOS, L. B.  
2005 «Demanda residencial de energia elétrica em Minas Gerais: 1970-2002». *Nova Economia*, vol. 15, N° 3, pp. 31-52.

SULLIVAN, O.S.; S.M. SHEFFRIN

2000 *Princípios de Economia*. Rio de Janeiro: LTC.

WONNACOTT, P. e R. WONNACOTT

1994 *Economia*. São Paulo: Makron Books, 2ª edição.