

## Modelo de projeção para o consumo de energia elétrica e óleo diesel no interior do estado do Amazonas

João Caldas do Lago Neto<sup>1</sup>  
José de Castro Correia<sup>1</sup>  
Rosana Cristina Pereira Parente<sup>1</sup>  
José Raimundo Gomes Pereira<sup>1</sup>

### RESUMO

Este trabalho aborda técnicas para provisão do consumo de energia elétrica e o consumo de óleo diesel na geração termoeletrica dos sistemas elétricos isolados. Para tal foi utilizado o modelo SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s para descrever a estrutura dinâmica tanto do consumo total de energia como do consumo de óleo diesel. Os métodos do erro quadrático médio (MSE), do desvio absoluto médio (MAD) e o erro percentual absoluto médio (MAPE) são usados na avaliação da consistência das previsões geradas para o período 2005 a 2008. As previsões obtidas para consumo total de energia elétrica são empregadas para avaliar o comportamento futuro da receita exigida pela concessionária CEAM, enquanto as projeções do consumo do energético óleo diesel são usadas para mensurar o impacto do custo com combustível na receita operacional e no custo médio da geração anual de energia elétrica no período 2005-2008.

### ABSTRACT

This work address a common problem in isolated system energy planning, as to forecast the total electric energy consumption and the oil consumption necessary in thermoelectric generation. A class of SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s model is used to describe the random behavior of the total energy consumption and the diesel oil consumption. The minimum square error (MSE), mean absolute deviation (MAD) and mean absolute percentage error (MAPE) methods are used to evaluate the forecasts consistency from 2005 to 2008. The electric energy consumption forecasts are used to evaluation the future demanded budget behavior for CEAM company while oil consumption forecast are used to determine the fuel cost impact in the company budget and the average cost in the electric energy annual generation in 2005-2008 period.

### 1. INTRODUÇÃO

O setor elétrico constitui um dos ramos fundamentais que compõe a infra-estrutura produtiva de uma economia, posto que a produção de energia capacita o funcionamento das máquinas e uma multiplicidade de equipamentos utilizados na produção, e eletrodomésticos adquiridos pelas famílias. A produção de energia em quantidades suficientes para atender a demanda produtiva, a custos reduzidos, constitui um dos fatores determinantes para o desenvolvimento econômico de uma região, uma vez que a mesma é essencial ao atendimento da produção industrial, da sociedade civil e ainda formadora de um ambiente propício a novos empreendimentos.

Destaca-se que nas últimas décadas do século XX, o setor elétrico brasileiro tem passado por grandes transformações estruturais, principalmente a partir do processo de privatização da infra-estrutura iniciada nos anos 1990, no âmbito das reformas do Estado. Sem dúvida, a privatização nos segmentos de transmissão e distribuição de energia veio exigir das empresas confiabilidade e continuidade no atendimento aos usuários, bem como a busca do equilíbrio entre oferta e demanda por energia e competitividade. Nesse cenário é imperativo que o sistema de produção de energia esteja preparado estrategicamente para viabilizar a universalidade do atendimento, minimizando seus custos e maximizando a satisfação ao usuário do sistema.

É oportuno ressaltar que a estimativa da demanda futura de energia elétrica, tanto de curto como de longo prazo, constitui o ponto central para o planejamento de sistema de geração de eletricidade regional. Tal importância reside no fato deste indicar a necessidade de expansão e ampliação da capacidade de oferta, bem como subsidiar a operação dos despachos de carga do sistema elétrico interligado e o cálculo dos montantes gastos com combustíveis nos sistemas elétricos isolados localizados principalmente na região amazônica.

<sup>1</sup> Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM, Universidade Federal do Amazonas. Av. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, n 3000, Campus Universitário, Aleixo, Cep: 69077-00 Manaus – AM, www.cdeam.ufam.edu.br e-mail: cdeam@ufam.edu.br; jcaldas@vivax.com.br

O processo de previsão inicia-se com a especificação do modelo a ser adotado na representação das observações disponíveis. O ponto crucial no processo de previsão consiste em acreditar que as observações futuras serão bem representadas pelo modelo selecionado. Desta forma, vários processos são modelados e as decisões são tomadas baseado na hipótese de que o modelo de previsão em uso é adequado. Neste trabalho, utilizou-se o modelo sazonal integrado autoregressivo de média móvel – SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)s para descrever a estrutura estocástica das séries de consumo total de energia – CTE, no período de 1993 a 2003 e, do consumo de óleo diesel – Diesel, no período de 1997 a 2003, disponibilizado pela concessionária Companhia Energética do Amazonas - CEAM. Os métodos do erro quadrático médio (MSE), do desvio absoluto médio (MAD) e o erro percentual absoluto médio (MAPE) foram utilizados para avaliar a consistência das previsões e o comprimento temporal no qual as previsões do modelo em uso podem ser extrapoladas com segurança.

Finalmente, este estudo visa apresentar um modelo de previsão que retrate o consumo total de energia elétrica e do consumo de óleo diesel das localidades situadas na área de abrangência da concessionária CEAM. Vale salientar que as previsões para consumo de energia elétrica são usadas na avaliação do comportamento futuro da receita exigida pela concessionária e as projeções obtidas para o consumo do energético óleo diesel são empregadas para determinar o impacto do custo com combustível (CCC) na receita da empresa e no custo médio (R\$/MWh) da geração anual de energia elétrica no período 2005-2008.

## 2. METODOLOGIA DE ANÁLISE

Uma série temporal caracteriza-se por um conjunto de valores observados para uma determinada variável ao longo do tempo. Quando as observações são obtidas continuamente, isto é a todo instante ao longo do tempo, diz-se que a série temporal é contínua, cuja representação é  $X_t$ . Contrariamente, uma série temporal discreta é aquela em que as observações são tomadas em intervalos fixos de tempo.

O objetivo da metodologia de séries temporais é encontrar um modelo estocástico linear da classe ARIMA que possa ter gerado  $\{X_t\}$  e possa ser utilizado para fornecer previsões de valores futuros do fenômeno em estudo. Caso a série temporal  $\{X_t\}$  apresente sazonalidade,  $\{X_t\}$  pode ser representada por um modelo da classe SARIMA (p,d,q)(P,D,Q).

A estratégia de modelagem, tanto para modelos sazonais quanto para não sazonais é baseada em um ciclo de três etapas iterativas: a) identificação do modelo; b) estimação do modelo; e c) verificação de diagnóstico.

A etapa de identificação consiste em selecionar valores para p,d, q e P, D, Q. Essa etapa envolve subjetividade e julgamento pessoal. Na etapa de estimação, os coeficientes identificados anteriormente são estimados usando técnicas estatísticas. A última etapa indica se o modelo identificado e estimado descreve adequadamente o comportamento dos dados da série  $\{X_t\}$ . Caso o modelo não seja adequado, o ciclo deve começar novamente. (Box, Jenkins e Reinsel, (1994)).

A verificação da adequabilidade do modelo ARIMA ou do SARIMA é efetuada analisando as autocorrelações amostrais dos erros ( $\epsilon_t$ ) as quais devem seguir assintoticamente uma distribuição normal com média zero e variância  $1/N$ , gerando um ruído branco. Como os erros verdadeiros  $\{\epsilon_t\}$  não são conhecidos, a inferência baseia-se nas estimativas dos erros, os resíduos  $e_t$ . Desta forma, se o modelo estiver corretamente especificado, os resíduos não devem apresentar correlação serial, pois toda a dinâmica dos dados já foi capturada pelo modelo proposto.

Para medir a exatidão das previsões, a maioria dos métodos empregam o resíduo  $e_t = X_t - \hat{X}_t$  em seus cálculos. Os três métodos mais conhecidos são o erro quadrático médio (EQM), o desvio absoluto médio (MAD) e o erro percentual absoluto médio (MAPE) descrito pelas equações:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}; \quad MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad \text{e} \quad MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{X_t} \right|}{n},$$

onde n corresponde ao número de valores

preditos para a série  $\{X_t\}$ . Destaca-se que não há um consenso a respeito do melhor método a utilizar. Se o analista desejar obter um modelo de variância mínima recomenda-se o MSE. Se for possível desprezar alguns erros elevados, o MAD pode ser a melhor opção. Já o MAPE é indicado quando desejamos comparar a precisão de duas séries temporais distintas (Brockwell e Davis, (2002)). A seguir apresenta-se o modelo proposto para descrever o comportamento do consumo total de energia elétrica, do consumo de óleo diesel, bem como reflexões econômicas a respeito do custo médio (R\$/MWh) na geração anual de energia elétrica no período 2005-2008 e o impacto do custo com combustível na receita operacional da empresa CEAM.

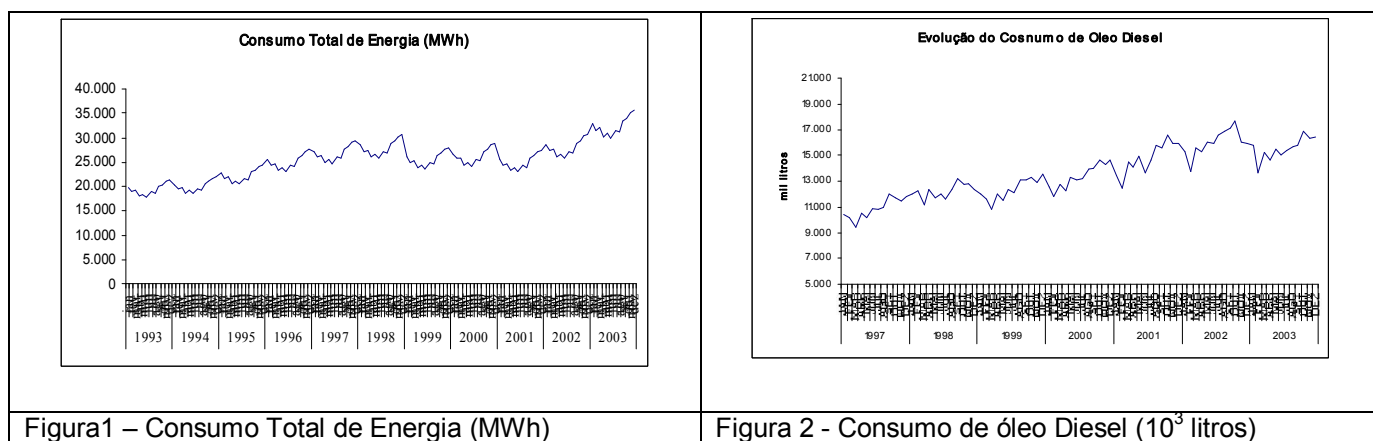
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO ECONÔMICA

#### 3.1 O MERCADO DE ENERGIA CONSIDERADO

A área de concessão da CEAM constitui o maior sistema térmico isolado do mundo, abrangendo uma extensão de 1.566.362 km<sup>2</sup>, representativa de 99,3% do território do Estado do Amazonas, com uma população estimada de 1.581.721 habitantes, dos quais aproximadamente 46,3% não dispõem da energia elétrica.

As sedes municipais têm nível de atendimento médio próximo a 90% mantido por unidade termelétricas a óleo diesel, de médio porte, com redes locais, enquanto na zona rural a situação se inverte, ou seja, grande parte da população rural não tem acesso à eletricidade ou possui pequenos geradores a diesel para usos específicos (CEAM 2005).

Para efeito de estudo, a concessionária disponibilizou uma série de 133 observações referentes ao consumo total de energia elétrica (CTE) relativas ao período 1993 a 2003 cujo gráfico é apresentado na figura 1. O presente conjunto de dados apresenta média amostral de 25.276 MWh com desvio padrão de 3.844 MWh. O valor máximo das observações é de 35.611 MWh correspondendo a dezembro de 2003, e o valor mínimo é de 17.860 MWh referente ao mês de junho de 1993. Nota-se pela Figura 1, a existência de uma flutuação na série que pode estar sendo causada por movimentos sazonais. Supõe-se que esses movimentos tenham origem nas oscilações climáticas uma vez que a região possui no decorrer de um ano de uma estação chuvosa e uma estação seca. Assim, na época da seca (verão amazônico) provavelmente o consumo de energia aumenta.



A Figura 2 apresenta os dados históricos do consumo de óleo diesel ocorrido no período de 1997 a 2003. Verifica-se que o consumo médio anual de óleo diesel foi de 13.588 mil litros/ano. Cabe destacar que as duas séries analisadas apresentam tendência crescente refletindo à decisão da empresa em expandir a base de clientes existentes em sua área de concessão.

#### 3.2 PROJEÇÕES

A estratégia de modelagem de séries temporais foi utilizada para identificar o modelo que melhor adere aos dados descritos nas Figuras 1 e 2. A seguir apresenta-se o processo de construção do modelo para série CTE. Na etapa de identificação utiliza-se o correlograma da série em estudo. O correlograma da série CTE encontra-se descrito na Figura 3, com o número de defasagens variando de 1 a 36. Cabe destacar que os valores elevados observados para as primeiras autocorrelações sugerem que a série original seja não-estacionariedade, indicando a necessidade de diferenciação regular, talvez  $d=1$ .

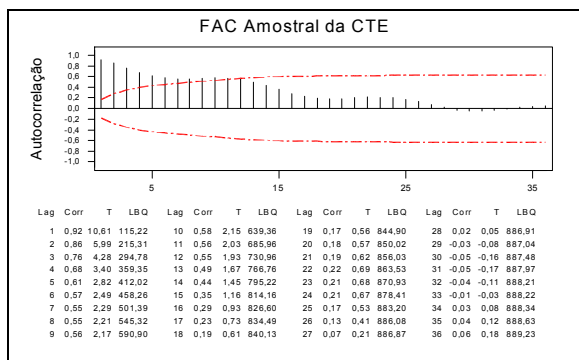


Figura 3 – Função de Autocorrelação Amostra

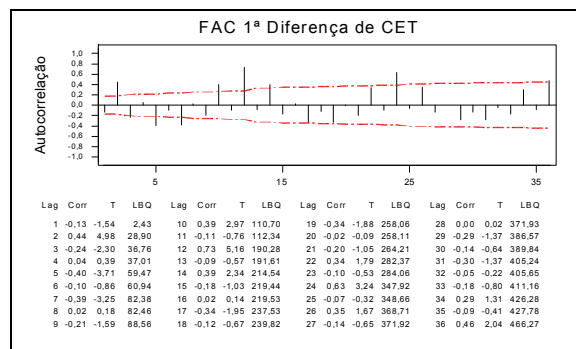


Figura 4 – Função de Autocorrelação da 1ª Diferença

Na Figura 4, evidencia-se fortemente que o polinômio de média móvel pode ser de ordem 2,  $\rho(2) = 0,44$ . Já os valores das autocorrelações amostrais nas defasagens  $r(12) = 0,73$ ;  $r(24) = 0,63$  e  $r(36) = 0,46$  na série CTE indicam a presença de sazonalidade e sugerindo a princípio necessidade de diferenciação sazonal,  $D=1$  com período de 12 meses.

A Tabela 1 apresenta os valores previstos para série CTE em cada um dos modelos identificados. Para cada previsão calculou-se a variação percentual (%) comparando o valor predito com o valor real no respectivo mês. Observa-se que independente do modelo a ser adotado os valores preditos ficaram, em média, 11,37% acima dos valores reais.

Tabela 1 – Previsões geradas para série Consumo Total de Energia (CTE)

Mês	2004 Realizado	Modelos SARIMA(p,d,q)x(P,D,Q) <sub>12</sub>					
		(2,1,0)(1,0,0) <sub>12</sub>		(0,1,2)(0,0,2) <sub>12</sub>		(2,1,2)(1,0,2) <sub>12</sub>	
		Previsão	$\Delta$ %	Previsão	$\Delta$ %	Previsão	$\Delta$ %
Jan	34.312	37.596	9,57	38.391	11,89	38014	10,79
Fev	32.937	36.440	10,64	37.487	13,81	36723	11,50
Mar	33.266	36.718	10,38	37.710	13,36	37082	11,47
Abr	31.353	35.102	11,96	36.410	16,13	35306	12,61
Mai	32.110	35.742	11,31	36.925	15,00	36048	12,26
Jun	31.125	34.910	12,16	36.255	16,48	35101	12,77
Jul	32.829	36.350	10,72	37.413	13,96	36689	11,76
Ago	32.432	36.014	11,04	37.143	14,52	36264	11,82
Set	34.757	37.978	9,27	38.723	11,41	38404	10,49
Out	35.475	38.585	8,77	39.212	10,53	38968	9,84
Nov	36.553	39.496	8,05	39.830	8,96	39973	9,36
Dez	37.075	39.937	7,72	40.129	8,24	40339	8,80
<b>Total</b>	<b>404.224</b>	<b>444.868</b>	<b>10,05</b>	<b>455.626</b>	<b>12,72</b>	<b>448.910</b>	<b>11,05</b>
$\Delta$ % média		10,13		12,85		11,12	
MAD		3.387		4.283		3.724	
MSE		42.871.666		18.759.199		13.914.356	
MAPE		0,0919		0,1286		0,1112	

Fonte: Elaboração própria.

Pelo critério MAD e MAPE, o modelo SARIMA(2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub> aparece como a melhor opção. As Figuras 5 e 6 apresentam a função  $\rho_k$  e  $\phi_{kk}$  para resíduo desse modelo, as quais indicam que as defasagens 12 e 24 são estatisticamente diferentes de zero ocasionando problemas de correlação serial, inviabilizando, assim, este modelo. Nossa segunda opção é o modelo misto SARIMA(2,1,0)(1,0,2)<sub>12</sub>.

A análise das Figuras 7 e 8 indicam que os valores para as autocorrelações  $\rho_k$  e autocorrelações parciais  $\phi_{kk}$  para o resíduo do modelo misto são estatisticamente nulas gerando um ruído branco.

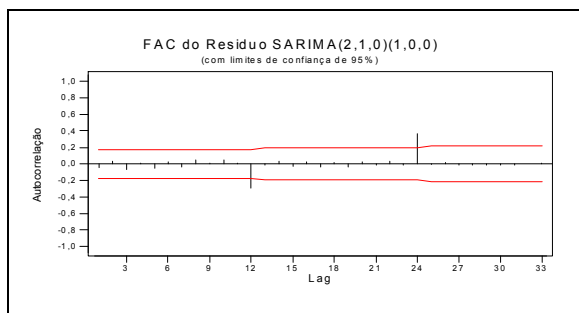


Figura 5 – Função de Autocorrelação (2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>

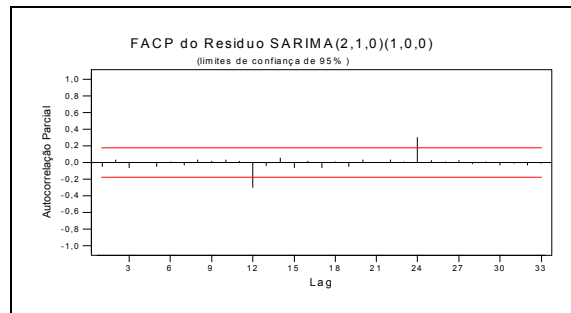


Figura 6 - Função de Autocorrelação Parcial (2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>

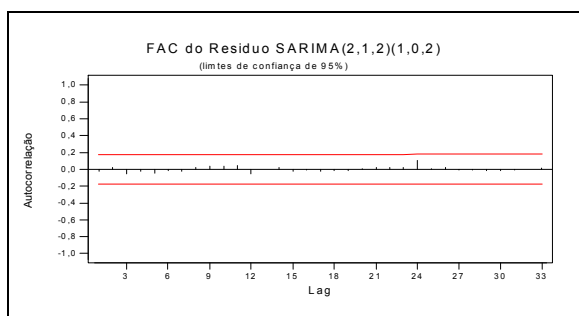


Figura 7 – Função de Autocorrelação (2,1,2)(1,0,2)<sub>12</sub>

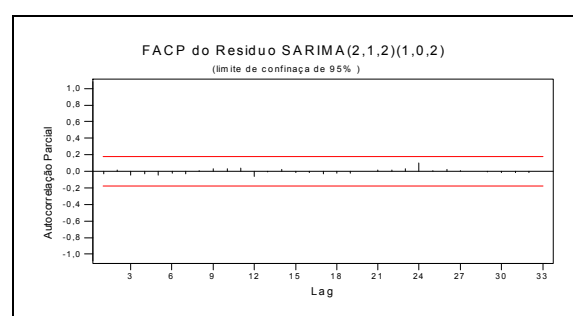


Figura 8 Função de Autocorrelação Parcial (2,1,2)(1,0,2)<sub>12</sub>

Desta forma, a escolha recai sobre o modelo misto SARIMA(2,1,2)(1,0,2)<sub>12</sub> cuja equação diferença é expressa por:

$$(1 + 0,472B - 0,534B^2)(1 - 0,788B^{12})(1 - B)CTE_t = (1 + 0,489B - 0,5280B^2)(1 + 0,958B^{24})\varepsilon_t \quad (4)$$

constituindo, assim, uma possível forma de descrever o comportamento dinâmico da série consumo total de energia.

A Figura 9 apresenta a trajetória da série Consumo Total de Energia – CTE projetada, pelo modelo SARIMA(2,1,2)(1,0,2)<sub>12</sub>, para o período 2004 a 2008.

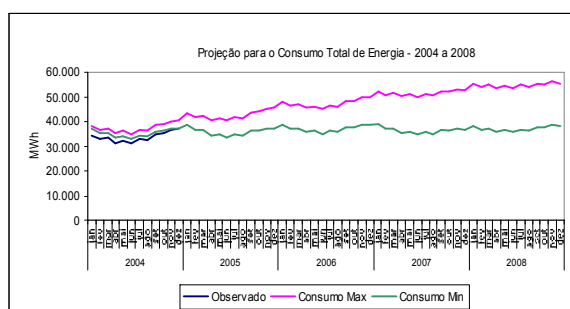


Figura 9 – CTE no período 2004 – 2008

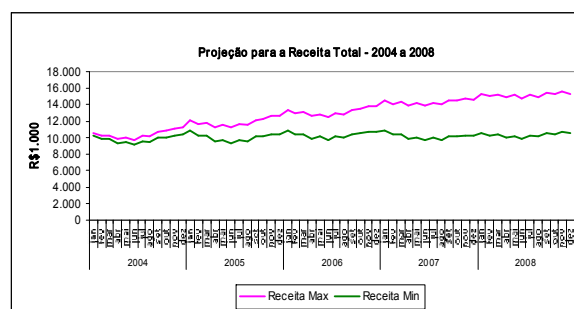


Figura 10 Receita Operacional no período 2004-2008



### 3.3 DISCUSSÃO ECONÔMICA

Em um mercado sob condições de concorrências, o preço de um dado produto ou serviço é formado pelo próprio mercado. O objetivo primordial de qualquer empresa é maximizar os lucros. De forma simples, o lucro pode ser expresso como a diferença entre receita e custo. Como o preço é o praticado pelo mercado, a receita operacional da empresa será dada pela quantidade de energia (MWh) vendida, ou seja, . Entenda-se por receita operacional ou verificada aquela auferida pela empresa na prestação do serviço concedida para a distribuição e comercialização de energia elétrica num período de tempo.

Neste trabalho, admite-se que o consumo total de energia projetado para o período 2004 a 2008, descrito na Figura 9, seja igual à quantidade de energia vendida. Logo, para se obter uma estimativa para receita operacional (RO) foi usada a projeção do consumo total de energia (MWh), obtida pelo modelo SARIMA(2,1,2)(1,0,2)<sub>12</sub> e, uma tarifa posicionada em duzentos e setenta e oito reais (R\$ 278,00), valor indicado pela empresa. A Figura 10 apresenta a evolução mensal para receita operacional da CEAM no período 2004 a 2008. Destaca-se que as trajetórias para a receita operacional máxima (ROMAX) e receita operacional mínima (ROMIN), por definição, deveriam ser suficientes para cobrir as despesas operacionais das atividades de geração de energia, garantindo a expansão dos serviços na qualidade desejada, como será possível observar mais à frente, tal fato não ocorre.

Segundo a teoria marginalista a maximização do benefício para a empresa se dá quando o custo marginal de produção iguala-se ao preço de mercado. Ao romper esta relação, a decisão de aumento da produção para atender a demanda crescente de energia (Figura 9) se dará pela expansão física da capacidade de produção.

Em sistemas termoeletrônicos, a expansão baseia-se no estabelecimento de um nível de confiabilidade para o atendimento da demanda máxima futura. Assim, o preço do energético, no caso o óleo diesel, representa um fator crucial na composição dos custos variáveis por ser, este, o principal insumo na geração de energia em tais sistemas.

A partir da série histórica referente ao consumo de óleo diesel observado no período de 1997 a 2003 (Figura 2) foi possível identificar o modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,2)<sub>6</sub> descrito na equação (5)

$$(1 - 0,953B^2)(1 - B)DIESEL_t = (1 + 0,254B^2)\varepsilon_t \quad (5)$$

vale mencionar que o modelo acima identificou uma sazonalidade com periodicidade semestral para o consumo de óleo diesel, diferentemente do consumo de energia elétrica que apresentou sazonalidade com ciclo anual.

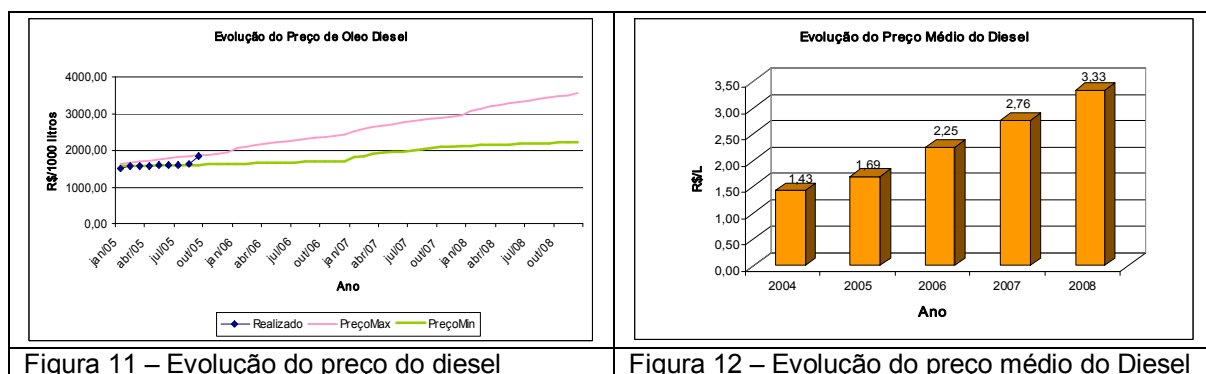
A Tabela 2 apresenta as projeções do consumo de óleo diesel (m<sup>3</sup>) da CEAM para o período 2005 a 2008 obtidas mediante a utilização do modelo descrito na equação (5). Cabe destacar que o crescimento médio no consumo de óleo diesel para geração de energia na área de concessão da CEAM deverá ser, considerando o horizonte até 2008, entorno de 1,92% ao ano.

**Tabela 2 – Previsões para série Consumo de Óleo Diesel (m<sup>3</sup>) no período 2004-2005**

Mês	Consumo de Óleo Diesel (m <sup>3</sup> )				
	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	15.965	16.310	16.638	16.952	17.254
Fev	14.309	14.721	15.121	15.504	15.872
Mar	15.827	16.176	16.512	16.834	17.143
Abr	15.283	15.661	16.024	16.372	16.707
Mai	15.935	16.281	16.612	16.931	17.237
Jun	15.548	15.911	16.259	16.594	16.915
Jul	15.967	16.308	16.637	16.953	17.257
Ago	16.335	16.653	16.959	17.253	17.535
Set	16.441	16.762	17.070	17.366	17.651
Out	17.334	17.613	17.880	18.137	18.385
Nov	16.639	16.951	17.251	17.540	17.817
Dez	16.684	16.993	17.289	17.574	17.848
Total	194.271	198.345	202.258	206.017	209.628

Fonte: Elaboração própria.

O custo do combustível (CC) é determinado multiplicado o preço do combustível pela quantidade adquirida desse energético. Logo, é necessário estimar o preço do óleo diesel. A partir da análise das informações mensais referentes ao preço pago (R\$/m<sup>3</sup>) na aquisição do diesel pela CEAM no período 1999 a 2004, projetou-se o preço mensal do óleo diesel para período 2005 a 2008 conforme descrito na Figura 11. A análise da Figura 12 revela que, no período 2005 a 2008, o preço desse energético, deverá registrar crescimento médio de 23,67% ao ano alcançando, em 2008, um preço médio de 3.330 R\$/m<sup>3</sup>.



Fonte: Elaboração própria. Modelo proposto:

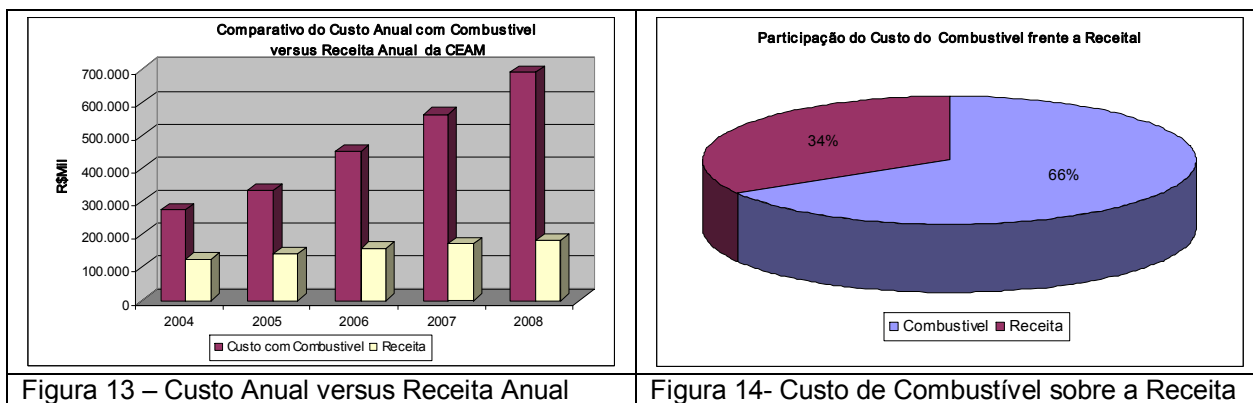
Assim, foi estimado os custos com combustível (CCC), para o período 2004-2008, multiplicando as previsões para consumo de óleo diesel, obtidas através do modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,2)<sub>6</sub>, pelo preço desse energético descrito na Figura 11. A Tabela 3 apresenta as projeções mensais obtidas para CCC tendo como horizonte 2008. Uma análise mais detalhada indica um possível crescimento médio de 26,09% ao ano significando um custo anual médio de 463.449 mil reais com aquisição de óleo diesel.

**Tabela 3 – Previsões geradas para o custo com combustível no período 2004 a 2008.**

Mês	Custo com Combustível (R\$1.000,00)				
	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	22.975	25.560	34.123	42.936	52.993
Fev	20.815	23.155	31.808	40.145	49.721
Mar	23.024	25.538	35.438	44.379	54.596
Abr	22.233	24.816	34.994	43.852	54.000
Mai	23.213	25.893	36.849	46.011	56.486
Jun	20.420	25.399	36.588	45.710	56.155
Jul	20.969	26.130	37.946	47.302	58.004
Ago	23.091	26.782	39.173	48.729	59.648
Set	23.275	31.315	39.910	49.629	60.738
Out	24.761	33.322	42.290	52.424	63.980
Nov	24.193	32.461	41.260	51.257	62.684
Dez	26.049	32.921	41.798	51.909	63.469
<b>Total</b>	<b>275.018</b>	<b>333.293</b>	<b>452.176</b>	<b>564.284</b>	<b>692.474</b>

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 13 mostra o grau de comprometimento da receita operacional (RO) frente ao custo com aquisição de óleo diesel para geração de energia. Destaca-se que, em média, a receita operacional da CEAM no período 2004 a 2008 cobriria apenas 34% dos custos com aquisição de combustível. Essa simples reflexão mostra que sem o subsídio da conta de consumo de combustível a empresa seria obrigada a elevar sua tarifa em 2005 para valores superiores a R\$ 648,00.



A Tabela 4 apresenta uma síntese dos valores obtidos para o consumo total de energia (MWh), custo com combustível (R\$ milhões), a receita operacional (R\$ milhões) e o custo médio de geração no período 2005 a 2008.

**Tabela 4 – Síntese dos valores obtidos para as variáveis Consumo Total de Energia, Custo com combustível, receita operacional e tarifa necessária no período 2005 a 2008.**

Ano	Consumo Total de Energia (GWh)	Custos com Combustível (R\$ milhões)	Receita Operacional (R\$ Milhões)	Custo Médio $\left[ \frac{R\$}{MWh} \right]$
2005	514,34	333,29	142,43	647,99
2006	569,16	452,18	157,67	794,46
2007	619,33	564,28	171,62	911,12
2008	657,80	692,47	182,31	1052,71
<b>Média</b>	<b>590,16</b>	<b>463,45</b>	<b>155,76</b>	<b>817,33</b>

Fonte: Elaboração própria.

Por simplicidade, foi considerado que o consumo total de energia projetado para 2005 fosse igual a quantidade de energia vendida, ou seja, 514,34 GWh. Assim, o valor da tarifa necessário para cobrir os gastos com combustível seria para 2005 igual R\$ 647,99/MWh, muito superior aos R\$ 278/MWh praticado pela CEAM, o que corresponde a um incremento de 133,09% na tarifa caso a empresa não utilizasse a subvenção da conta de consumo de combustível.

Correia (2005) destaca que o custo aproximado de instalação e geração de energia a partir do biodiesel de babaçu situa-se no patamar de US\$ 303/ MWh. Utilizando o câmbio de R\$ 2,50/US\$ o custo médio de geração estaria em torno de R\$ 757,50/MWh. Portanto, em um cenário sem a subvenção da conta de consumo combustível a geração a partir do biodiesel passaria a ser competitiva.

Salienta-se que uma empresa possui equilíbrio econômico-financeiro quando a razão entre receita requerida (RR) e receita operacional (RO) for igual a 1. Se  $RR > RO$  a concessionária encontra-se em desequilíbrio necessitando de incremento de RO para equipara-se a RR. Se o  $RR < RO$ , a empresa encontra-se também em desequilíbrio, porém obtendo lucro na atividade. Nesse caso a RO pode ser contraída igualando-se a RR visando alcançar o ponto de equilíbrio.

O RR é definido como sendo o montante monetário necessário para fazer face as despesas operacionais, para remunerar os ativos disponibilizados para atividade, conforme uma taxa de remuneração considerada atrativa pela ótica da empresa e suportável para os usuários do serviço. A partir dessa definição, é perfeitamente plausível estimar RR através dos custos com combustível para o período 2005-2008.

A Tabela 5 demonstra que a CEAM se encontra em desequilíbrio econômico-financeiro necessitando incrementar sua RO para equipara-se a RR.



**Tabela 5 – Evolução da razão RR/RO no período 2004-2005 da concessionária CEAM**

Ano	<i>RR</i> (R\$ Milhões)	<i>RO</i> (R\$ Milhões)	<i>RR/RO</i>
2004	275,02	124,80	2,2037
2005	333,29	142,43	2,3041
2006	452,18	157,67	2,8679
2007	564,28	171,62	3,2881
2008	692,47	182,31	3,7983

Fonte: Elaboração própria.

#### 4. CONCLUSÃO

O trabalho apresentado consiste em um primeiro momento de um estudo que está sendo desenvolvido para se dotar os sistemas elétricos isolados – SEI's do Norte de metodologias adequadas para o seu planejamento. Vale destacar que até o presente momento, muito embora o Ministério de Minas e Energia tenha constituído uma equipe para tal, os SEI's continuam sem uma definição de modelo e, portanto, sem a perspectiva de políticas, planejamento, arcabouço regulatório e projetos compatíveis com suas potencialidades e demandas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. REINSEL, G. C. Times series analysis: Forecasting and control. (3rd edition). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1994.
- BROCKWELL, P. J., DAVIS, R. A. Introduction to times series and forecasting (2nd edition). Springer, 2002.
- CEAM, Companhia Energética do Amazonas. Relatório de Gestão – Exercício 2004, Manaus. Disponível em: <http://www.ceam-am.com.br/ceam2005.pdf>
- CONEJO, A. J., Contreras, J., Espínola, R., Plazas, M.A. Forecasting electricity prices for a day-ahead pool-based electric energy market, International Journal of Forecasting, Vol. 21, 435-462 pp, 2005.
- CORREIA, J. C. Atendimento energético a pequenas comunidades isoladas: barreiras e possibilidades, T&C Amazônia, Ano III, nº 6, 30-35pp, 2005.
- DABELLAY, G. A., SLAMA M. Forecasting the short-term demand for electricity: do neural networks stand a better chance?, International Journal of Forecasting, Vol. 16, 71-83 p, 2000.
- SILVA, E. P; CAVALIERO, C. K. Regulação energética e meio ambiente: propostas para região amazônica isolada, NIPE/UNICAMP, Campinas, SP, 2001.