



**XXI SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO - 7

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE ESTUDOS ELÉTRICOS - GPL

ANÁLISE DA SAZONALIDADE DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E SEUS IMPACTOS EM UM SISTEMA HIDROTÉRMICO COM CAPACIDADE DE REGULARIZAÇÃO HÍDRICA EM DECLÍNIO

Douglas de Souza Franchini
Bio Energias Renováveis

Fátima Regina Vaz Moreira
Bio Energias Renováveis

Alessandro de Lima Castro
Bio Energias Renováveis

Rafael de Oliveira Gomes
Bio Energias Renováveis

Carlos Alberto Sacco Junior
Bio Energias Renováveis

RESUMO

O artigo tem como objetivo apresentar o comportamento da sazonalidade do consumo de energia elétrica das classes de consumo residencial, industrial e comercial. Para estudar o comportamento das séries históricas de consumo, de 1979 até 2010, foram estimados modelos estruturais via Filtro de Kalman. Nota-se um desvio em relação a média cada vez maior, sinalizando necessidade de atenção para estes picos de demanda em um futuro próximo para não sofrer riscos de incapacidade de atendimento ao sistema.

PALAVRAS-CHAVE

Consumo de Energia Elétrica, Sazonalidade, Modelagem Estrutural, Filtro de Kalman

1.0 - INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica de um país está atrelado ao nível de atividade da economia. A economia gera padrões de comportamento e funcionamento do sistema que podem ser representados por características sazonais. A sazonalidade representa oscilações previsíveis de baixa e alta. No Brasil, existem três grandes classes responsáveis por grande parte do consumo de energia elétrica: Residencial, Comercial e Industrial. Estas apresentam comportamentos sazonais distintos por possuírem motivações diferentes para o consumo de energia elétrica.

O setor residencial tem como principais contribuintes para o aumento no consumo de energia elétrica o número de residenciais, população e o número e características dos eletrodomésticos presentes nas residências. Conforme dados divulgados pelo PNAD 2011, cerca de 90% dos domicílios já possuem geladeiras. Atualmente, o grande responsável pelo aumento no nível de consumo é o ar condicionado, utilizado para combater as temperaturas cada vez maiores ocasionados por fenômenos como "El Niño", "La Niña" e o aquecimento global. O comércio oscila a sua participação no consumo em resposta ao desempenho do comércio, correlacionado com a propensão marginal ao consumo dos residentes de um país. O crescimento econômico faz com que o número de estabelecimentos comerciais aumente para atender uma demanda maior e um número de pessoas cada vez maior. A indústria aumenta seu comércio em virtude de aumentos na quantidade de unidades produzidas.

A sazonalização da produção de energia elétrica deve coincidir com a sazonalização do mercado para suprir as necessidades de todos que fazem uso do insumo. Com isso, é de extrema importância o estudo do comportamento sazonal do mercado para tentar antecipar os picos e planejar a geração para atender o mesmo.

Este trabalho tem como objetivo apresentar as características do comportamento sazonal atual do consumo por Classe (Residencial, Comercial e Industrial) e por região (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste). Na seção 2 será feita uma breve discussão sobre a base de dados utilizada para realizar as estimativas. Na seção 3 serão descritos os procedimentos metodológicos e softwares utilizados para realizar as estimativas. Na seção 4 os resultados serão expostos. No item 5 será apresentada a conclusão do trabalho e por último, no item 6, as referências bibliográficas.

2.0 - BASE DE DADOS

No trabalho foram considerados os dados históricos de consumo publicados pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) obtidos do SGS (Sistema Gerador de Séries Temporais) do Banco Central. O horizonte de estudo compreende o período de janeiro/1979 até jan/2011. As classes estudadas foram Residencial, Comercial e Industrial e as regiões estudadas foram Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

3.0 - METODOLOGIA

Foram estimados modelos estruturais para cada uma das séries de consumo. A equação considerada foi:

$$Cons(c, r)_t = \mu_t + \gamma_t + \varepsilon_t + k$$

Onde:

Cons(c, r)_t = consumo apresentado pela classe *c*, na região *r*, no período de tempo *t*

c = classe de consumo; residencial, industrial ou comercial

r = região de consumo: norte, nordeste, centro – oeste, sul ou sudeste

μ_t = tendência

γ_t = componente sazonal

ε_t = componente irregular

k = intervenções

As intervenções são detectadas automaticamente pelo modelo e são representadas por dummies.

Os parâmetros são estimados com base no Filtro de Kalman. Para cada período futuro, é considerado o valor realizado no período anterior para estimar o período seguinte, isto é, ele incorpora as novas informações apresentadas na série. A equação do espaço estado é dada por:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \omega_t$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \delta_t$$

$$\gamma_t = \sum_{j=1}^{s-1} \gamma_{t-j} + \alpha_t$$

4.0 - RESULTADOS

Primeiro, foi feita a estimação do comportamento sazonal e análise da evolução das classes de consumo considerando valores que abrangem o Brasil, depois, serão expostas as características sazonais discriminadas por região. Na figura 1 são apresentados na o comportamento sazonal das classes a nível Brasil (SIN).

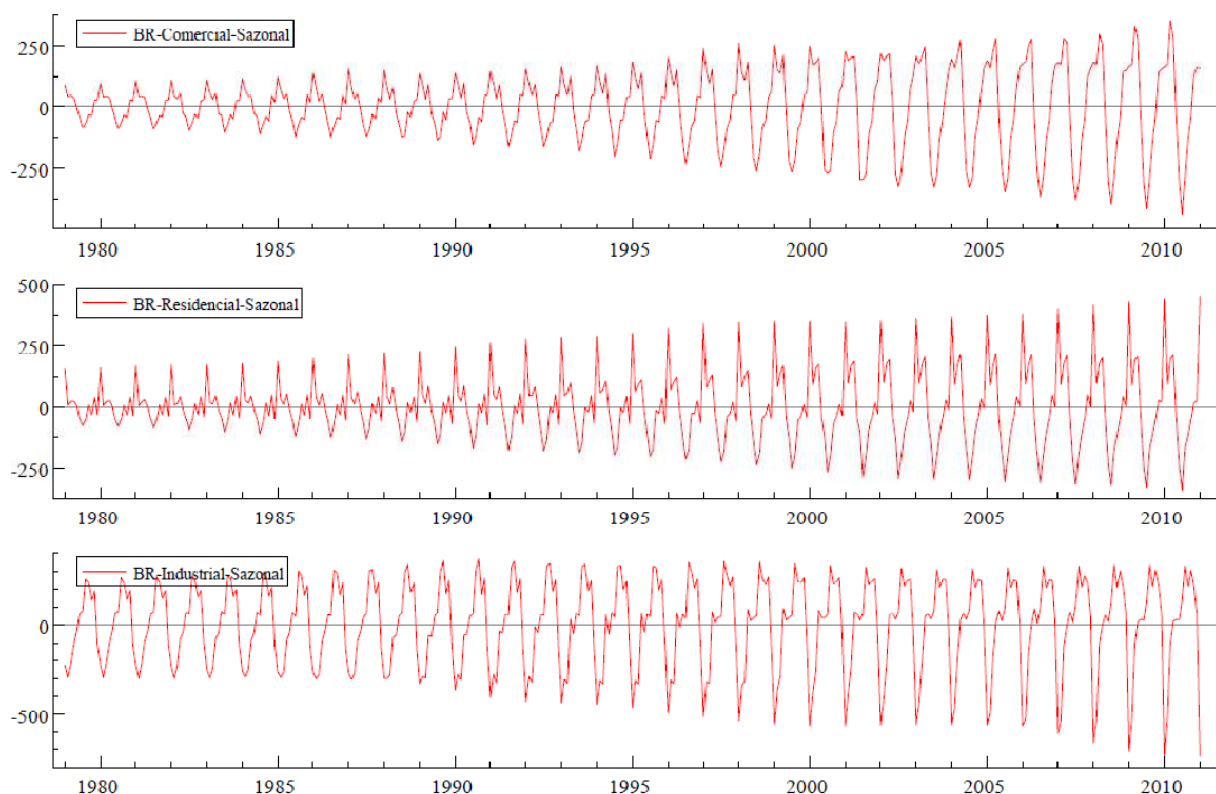


Figura 1 - Componente Sazonal do Consumo por Classe (Brasil)

Nela podemos observar a persistência da estrutura sazonal apresentada desde o início do período, porém, a amplitude se encontra em um nível muito maior em relação a apresentada na década de 80. Isto se deve ao aumento do número de consumidores pertencentes às classes consumidoras.

Os comportamentos sazonais dos setores comercial e residencial apresentam características similares. Os desvios de alta ocorrem no término de cada ano e vão até o fim do primeiro quadrimestre de cada ano. No caso do setor residencial, estes podem ser explicados pelo aumento da temperatura, o que leva a um número maior de equipamentos de refrigeração em funcionamento. A classe comercial apresenta desvios em função do aumento do número de vendas devido ao aquecimento ocasionado pelo Natal, que ocorrem em sua grande parte pelo recebimento do Décimo Terceiro e Bônus de fim de ano. A classe industrial tem seu consumo aumentado no segundo semestre do ano em virtude do aumento da produção para suprir o mercado com produtos que serão comercializados no fim do ano.

Na figura 2 são apresentados os gráficos históricos do consumo de energia elétrica para cada classe. Nestes podem ser apontados alguns acontecimentos que resultaram em queda ou aumento do consumo, assim como indicar a tendência de crescimento que estes vêm sofrendo.

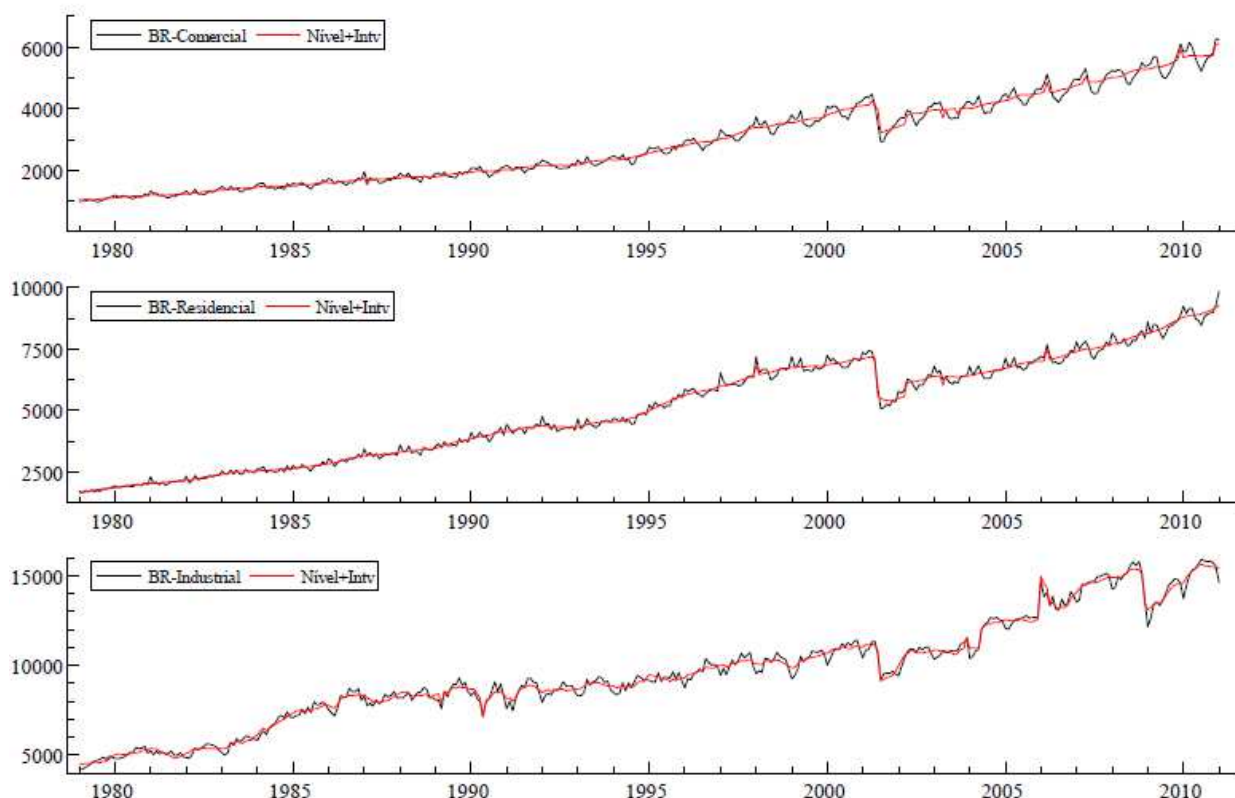


Figura 2 – Tendência Histórica do Consumo de Energia Elétrica por Classe (BR)

Pode-se notar que os consumos residencial e comercial possuem taxas de crescimento mais uniformes quando comparados com o consumo industrial. Este, por sua vez, sofre muito mais oscilações em virtude do alto grau de dependência com o ritmo de expansão da economia nacional e internacional. Aumento na demanda por exportações implicam em aumento na produção industrial e, por consequência, alterar o consumo de energia. Em todas as séries é possível identificar a queda do consumo de energia em 2001, em decorrência do racionamento de energia que foi instaurado pelo baixo nível dos reservatórios, apresentado na figura 3. Os reservatórios do Sudeste e do Nordeste apresentaram mínimas históricas, os do Norte tiveram seu segundo menor valor enquanto os reservatórios do Sul se encontravam em boas condições. A crise ocorrida em setembro de 2008 afetou principalmente o consumo industrial que sofre bastante influência das economias estrangeiras. Os setores comerciais e residenciais, por terem seus desempenhos atrelados às políticas fiscais expansionistas do país, por exemplo, programas de transferência de renda (bolsa família) e aumento dos gastos fiscais, não sofreram quedas.

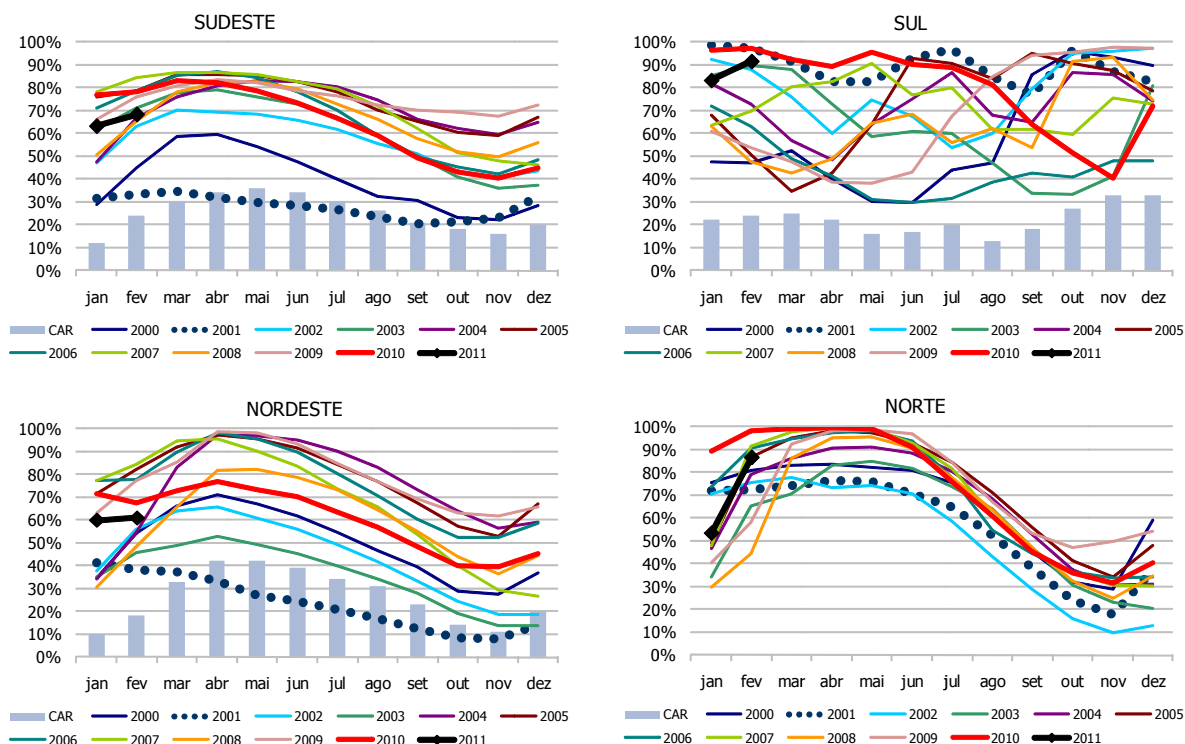


Figura 3 - Nível dos Reservatórios

Apresentadas as características sazonais das classes de consumo do Brasil, as mesmas serão extrapoladas para cada região do Brasil. Na figura 4 apresenta-se o comportamento sazonal do consumo de energia elétrica do setor comercial, dividido por região. Pode-se concluir que o padrão sazonal é parecido entre as regiões, diferindo bastante na intensidade, dado que o consumo de cada região é diferente. O SE, por possuir uma base de consumo maior apresenta valores mais elevados do que as demais regiões. A região Norte apresenta comportamento distinto, possuindo sazonalidade negativa no início do ano e positiva no término

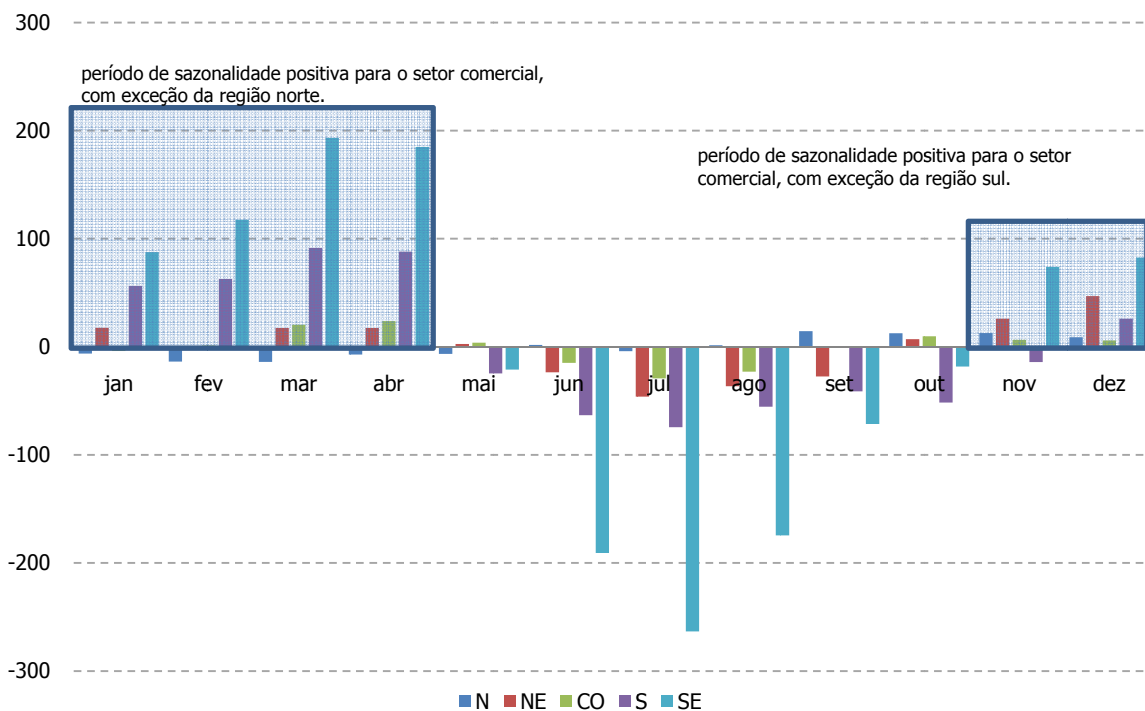


Figura 4 - Comportamento Sazonal do Setor Comercial dividido por região

Na Figura 5 são apresentados os comportamentos sazonais dos consumos industriais de cada região do Brasil. A indústria tem sua produção concentrada no segundo semestre do ano enquanto no primeiro semestre o desvio é negativo. A região Sudeste continua com sazonalidade positiva e expressiva em novembro, enquanto as demais regiões já apresentam tendência de queda que se refletem no início do ano.

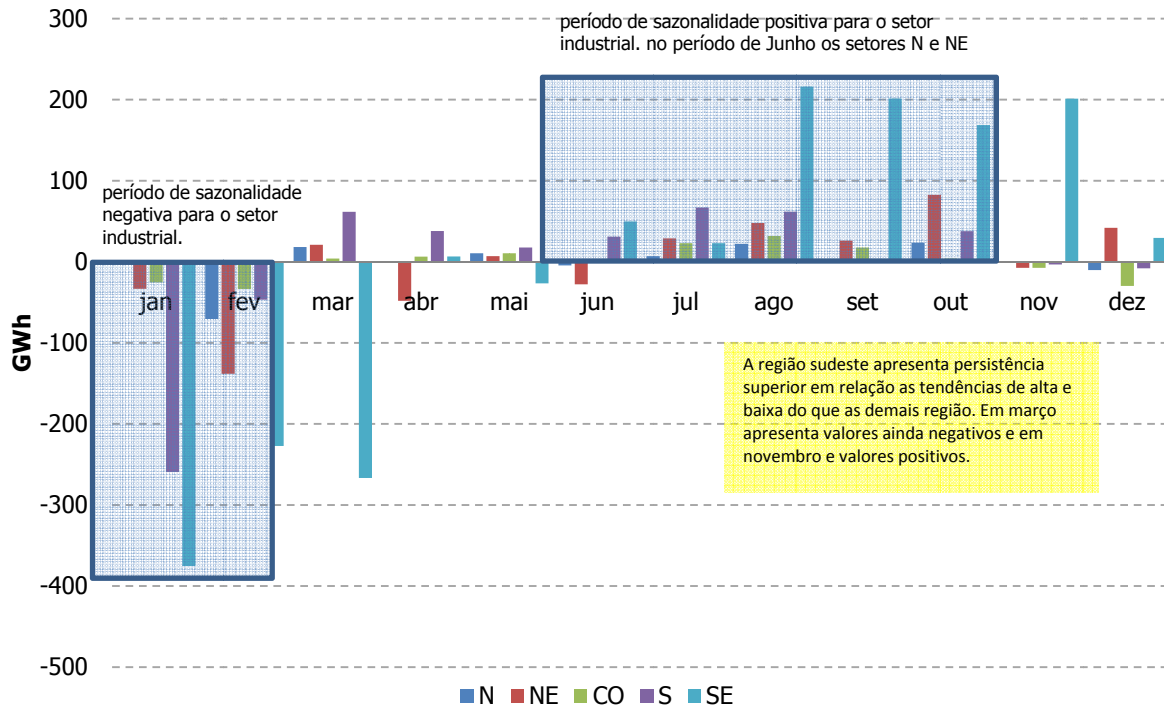


Figura 5 - Comportamento Sazonal do Setor Industrial dividido por região

Por último, na Figura 6 encontram-se os comportamentos sazonais dos consumos residenciais das regiões brasileiras. Estes apresentam comportamento similar dentre as regiões, com exceção da região norte. Nos primeiros 4 meses do ano, que apresentam temperaturas mais elevadas, a sazonalidade é positiva. Com o aumento da renda e a penetração cada vez superior de equipamentos elétricos nas residências, a tendência é de aumento da sazonalidade (como já foi apresentado no gráfico que mostra que a amplitude do comportamento sazonal vem aumentando para o Brasil como um todo).

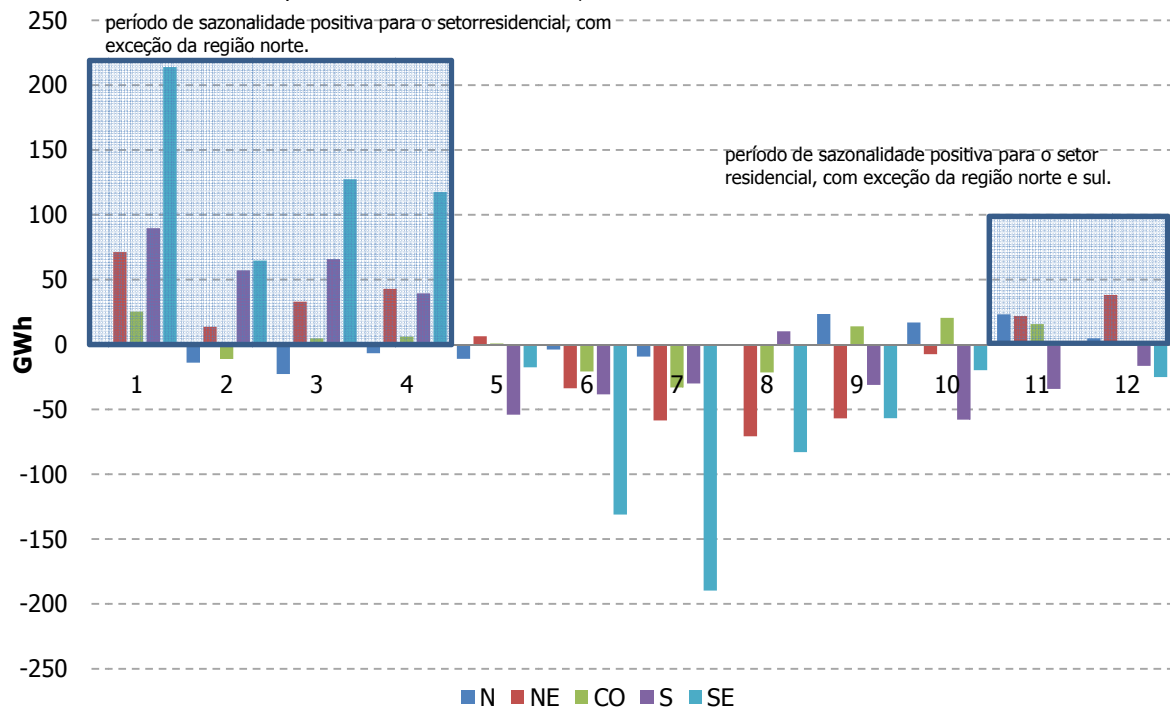


Figura 6 - Comportamento Sazonal do Setor Residencial dividido por região

5.0 - CONCLUSÃO

A sazonalidade do consumo de energia elétrica no Brasil possui padrões distintos para cada uma das classes por motivos diferentes. O consumo de energia tende a refletir o nível de atividade dos setores. O setor residencial apresentam desvios positivos no início e no fim do ano. Estes desvios podem ser explicados por aumento na temperatura e aumento das vendas em virtude do natal. A indústria apresenta desvios positivos no segundo semestre, dado o aumento na produção para suprir a demanda de fim de ano.

O padrão do comportamento sazonal não sofreu mudanças significativas ao longo do tempo, no entanto, a o desvio tem se tornado cada vez mais acentuado. Considerando um sistema em que a geração de energia é feita por empreendimentos com capacidade limitada, é importante frisar a demanda máxima crescente dos picos e ter consciência de que a tendência é de aumento dos mesmos. Sendo assim, considera-se necessário aumentar a flexibilidade do sistema para atender estas demandas de ponta, principalmente, no período de sazonalidade alta da indústria, que apresenta os maiores valores de demanda máxima.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) A.C. HARVEY (1985), "Trends and Cycles in Macroeconomic Time Series", Journal of Business & Economic Statistics, Vol 3, No 3, 216 – 227
- (2) G. RAPOSO, G. IORIO, U. IORIO, "Aplicação da Modelagem Estrutural para avaliação do comportamento do produto interno bruto brasileiro"
- (3) SGS – Sistema Gerador de Séries Temporais - <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/telaCvsSelecionarSeries.paint>

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Nome: Douglas de Souza Franchini
Profissão: Analista Financeiro
Empresa: Bio Energias Renováveis
Formação: Economia