

## 5 Conclusões e considerações finais

O setor energético brasileiro passou em 2001 por um momento de crise de abastecimento de energia que culminou em um racionamento compulsório para quatro dos cinco subsistemas. Desde então, órgãos criados para dar prioridade ao planejamento do setor, entre eles a EPE, que ficou responsável pela divulgação das projeções a médio e longo prazo do consumo de energia através do Plano Decenal de Energia e do Plano Nacional de Energia, respectivamente.

Ao longo deste trabalho buscou-se através de duas abordagens chamadas de *top down* e *bottom up*, a projeção do consumo de energia até 2050. A primeira para Brasil agregado e desagregado por classes de consumo e a segunda especificamente para o setor Residencial com análises tanto para Brasil quanto por região geográfica.

Com os métodos de suavização exponencial baseados nos métodos desenvolvido por Holt e Pegels, dentro da abordagem *top down*, foram realizados não somente projeções como a otimização dos hiperparâmetros para cada uma das projeções dos estudos PDE e PNE, obtendo assim as equações das técnicas *Standard* e *Damped Pegels* que teriam que ser usadas nos dados históricos para alcançar cada um dos resultados oficiais esperados.

Para a abordagem *bottom up* foi utilizada a plataforma FORECAST-*Residential*, amplamente utilizada na Europa para prever o consumo energético a partir de variáveis macro econômicas, evolução da taxa de posse dos bens-finais e seu consumo específico. Esse modelo foi aplicado somente ao setor residencial, analisando cada uma das regiões geográficas do Brasil, sendo elas, Sul, Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Com relação aos métodos de suavização exponencial, todas as técnicas empregadas mostraram-se bem ajustadas aos dados históricos, apresentando um erro maior somente nos anos de 2001 e 2009, explicado pelo efeito do racionamento e da crise financeira, esta última afetando basicamente o setor Industrial. Ao realizar a previsão com esses modelos para o horizonte de 2050 e

comparar com as pesquisas da EPE, o método de tendência linear de Holt mostrou ser aderente aos resultados da PNE 2050 para o setor Residencial, o método *Standard Pegels* apresentou bom ajuste ao PDE 2023 para as classes Industrial e Residencial e o setor Outros obteve bom desempenho em relação a ambas pesquisas, já a técnica *Damped* ao olhar para o setor Comercial teve boa performance quando comparada com o PDE 2023.

Após utilizar os melhores modelos *in sample* com cada uma das técnicas citadas anteriormente, foi realizado uma otimização dos parâmetros das equações dos métodos de Pegels para ajustar as previsões a: (1) os valores esperados de 2014 a 2023, conjuntamente, do Plano Decenal de Expansão da Energia; (2) cada um dos anos 2020, 2030, 2040 e 2050 disponibilizados pela Pesquisa de Nacional de Demanda de Energia; e (3) todos os anos do PNE, conjuntamente. Em todos os casos foi possível obter tais parâmetros e esse exercício se mostrou importante principalmente para analisar até 2050 o que é esperado de acontecer ano a ano pela EPE, além de proporcionar equações matemáticas com os níveis e tendências das pesquisas.

Para a segunda abordagem, por se tratar de uma abordagem que calcula o consumo final "de baixo para cima" algumas variáveis tiveram que ser projetadas e analisadas, entre elas a população, o número de domicílio, o PIB per capita e o preço médio de eletricidade. Devido a falta de informações para o caso brasileiro, não foi possível realizar uma análise de eficiência energética ao longo do tempo, considerando então o consumo específico de cada equipamento como congelado ao longo do tempo. Mesmo com todas as limitações encontradas a projeção final do consumo de energia para o setor residencial brasileiro mostrou-se condizente com o esperado pela EPE para o longo prazo, com a diferença que após 2030 o crescimento do modelo aplicado se mostrou menos acelerado do que o PNE 2050, ocasionando resultados menos otimistas para os anos seguintes. Ao comparar com o PDE 2023 a previsão encontrada está acima do esperado oficialmente e isso pode ter acontecido por diversos motivos, sendo o mais provável a não consideração de eficiência energética por parte do *bottom up*.

Finalmente, considerando que com os métodos de suavização exponencial na abordagem *top down* foi possível prever satisfatoriamente o consumo de eletricidade até 2050 para todos os setores energéticos e ajustar os parâmetros para cada um dos casos propostos; e a com a última abordagem, *bottom up*,

chegou-se a valores considerados prováveis de acontecer para o setor residencial do Brasil, é possível concluir que todos os resultados aqui obtidos são adequados, considerando os pontos analisados ao longo desta pesquisa.

Para trabalhos futuros recomenda-se a geração de demais cenários das variáveis macro econômicas a fim de verificar sua influência no consumo final de energia e a análise de sensibilidade ao considerar eficiência energética para cada um dos equipamentos residenciais, uma possibilidade é usar as pesquisas do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF, 2013). Por fim, sugere-se a aplicação da plataforma FORECAST aos demais setores energéticos para cálculo do consumo final do Brasil e comparação com as pesquisas oficiais.