

# 1 Introdução

## 1.1

### Considerações gerais

O exercício de modelar e prever o consumo de energia no futuro é, por certo, bastante desafiador, porém absolutamente necessário haja vista a necessidade de planejamento e antecipação da disponibilização dos recursos para a sociedade no momento em que for preciso.

Em 2001, em consequência de vários fatores, entre eles baixo volume de chuvas e falta de planejamento (ABRADEE, 2014), o setor elétrico brasileiro sofreu grave crise de abastecimento, que culminou em um plano de racionamento de energia elétrica, no qual foram afetadas todas as categorias de consumidores (Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Poder Público, Iluminação Pública, Serviço Público E Consumo Próprio) (SOUZA *et al.*, 2014). Como a crise foi tratada tardiamente, as medidas de resultados imediatos foram as de controle de consumo, isto é, o governo decretou a redução compulsória de 20% do consumo de todas as classes supracitadas. Porém, nem todas as regiões foram afetadas, como é o caso da região Sul.

Por conta do racionamento de 2001 e de problemas financeiros das distribuidoras poucos anos depois, em 2004 um novo modelo institucional foi criado para o setor energético com o objetivo de corrigir as falhas que ocasionaram a crise, tendo como foco principal as questões de modicidade tarifária, universalização do acesso e retomada do planejamento energético (SOUZA *et al.*, 2014). O novo modelo definiu a criação da Empresa de Pesquisa Energética ou EPE, entidade responsável pelo planejamento do setor elétrico a médio e longo prazo, e algumas outras instituições com demais funções para garantir a nova proposta.

Através do Plano Decenal de Energia (PDE) (EPE, 2013) e do Plano Nacional de Energia (PNE) (EPE, 2014) a EPE divulga as previsões de médio e longo prazo para o setor energético brasileiro, tendo o primeiro estudo um

horizonte de previsão decenal, sendo publicado anualmente; e o segundo estudo um horizonte variável, sem periodicidade de publicação. O PDE traz projeções econômicas e de demanda de energia, juntamente com a definição da trajetória desejável de expansão da matriz de geração e de combustíveis, onde a versão mais recente possui previsões anuais para os anos entre 2014 e 2023 inclusive, sendo chamado de PDE 2014-2023 (EPE, 2013). O PNE mais recente possui previsões até 2050 (PNE 2050) e divulga os consumos esperados para os anos 2014, 2020, 2030, 2040 e 2050 (EPE, 2014), sendo apenas o segundo estudo de longo prazo realizado pela EPE em parceria com o Ministério de Minas e Energia (MME). Em 2007 foi lançado o Plano Nacional 2030 (PNE 2030), uma importante contribuição no âmbito da retomada do planejamento energético nacional sendo sua importância medida pelo número de vezes que foi usado como referência para estudos sobre energia por parte de diversos públicos interessados no setor energético.

Em 11 de setembro de 2012, o Governo Federal editou a medida provisória 579, que tem por objetivo promover a redução no custo final de energia elétrica e, dessa forma, facilitar o crescimento do setor produtivo local. Entre demais importâncias e consequências dessa medida, é o fato de que a diminuição da tarifa de energia poderá estimular a demanda por eletricidade. Porém, dadas as incertezas que cercam este pacote de medidas para o setor elétrico, o mercado reagiu com ceticismo, de maneira imediata e intensa.

Os objetivos da MP 579 se mostraram até agora fracassar, pois atualmente, o Brasil está vivendo um momento preocupante no que diz respeito à infraestrutura, elevando o preço da energia. Por conta de uma estiagem atípica para o começo do ano de 2014 e do sistema de fornecimento de energia do país ser constituído essencialmente de hidrelétricas, existe o risco real de uma eventual necessidade de racionamento de água e energia.

De toda forma, essa situação exige um reordenamento da questão da produção de energia, com medidas para acelerar a execução de projetos no setor e para ampliar a oferta, como a construção de novos reservatórios e a ampliação de hidroelétricas ou até de outras fontes de energia, como os parques eólicos.

## 1.2 **Objetivo**

Por conta da complexidade do setor energético e por não serem divulgados, de forma clara, os métodos aplicados para geração das projeções oficiais, esse trabalho tem como objetivos a aplicação de duas abordagens para preencher essa lacuna, uma de séries temporais e outra por uso final.

Neste contexto, o primeiro objetivo desta pesquisa é, utilizando os métodos de suavização exponencial de Pegels (PEGELS, 1969) (TAYLOR, 2003), definir modelos que se ajustem as projeções do PDE 2014-2023 e do PNE 2050, para Brasil, agregado e desagregado por classes de consumo (industrial, residencial, comercial e outros), realizando a otimização dos hiperparâmetros presentes nas equações. Essa abordagem será chamada de *top down*, pois formula uma visão geral do sistema, partindo de uma instancia final para a inicial.

Além disso, o foco deste trabalho é também o desenvolvimento e aplicação do modelo *bottom-up* conhecido como FORECAST desenvolvido pelo Fraunhofer *Institute* para o setor residencial do Brasil. Ao contrário da abordagem supracitada, os modelos *bottom-up* tem por característica a modelagem detalhada de processos "de baixo para cima", ou seja, partindo de uma instância inicial para a final. Em particular, o FORECAST, visa desenvolver cenários de longo prazo para a demanda futura de energia considerando a dinâmica de difusões tecnológicas e *drivers* socioeconômicos. O modelo tem sido frequentemente aplicado à União Europeia e a seus países individualmente, principalmente na Alemanha.

## 1.3 **Organização do trabalho**

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: no Capítulo 2 são descritos os referenciais teóricos e as motivações para aplicação dos modelos de suavização exponencial e da plataforma FORECAST com detalhes matemáticos pertinentes ao entendimento do leitor quanto à modelagem do problema, sobretudo acerca do setor Residencial. O Capítulo 3 apresenta as séries de consumo de energia elétrica no Brasil para os casos agregados e desagregados pelas classes de consumo Industrial, Residencial, Comercial e Outros, além de

realizar uma análise dos resultados esperados pelo PDE 2014-2023 e PNE 2050. O Capítulo 4 detalha, compara e avalia os resultados obtidos por meio de uma série de análises das medidas de erro e visualizações gráficas que facilitam o entendimento. Finalmente, no Capítulo 5 são expostas as conclusões e considerações do trabalho e as sugestões de possíveis novas investigações e aprofundamentos acerca do tema.