

Análise e previsão de geração de energia

Este relatório técnico tem por objetivo analisar os dados de geração de energia elétrica no Brasil, entre 2000 a 2020, adquiridos no portal da ONS¹, e realizar uma previsão de energia geradas a partir de 2021 a 2024.

1. Principais descobertas na análise exploratória de dados

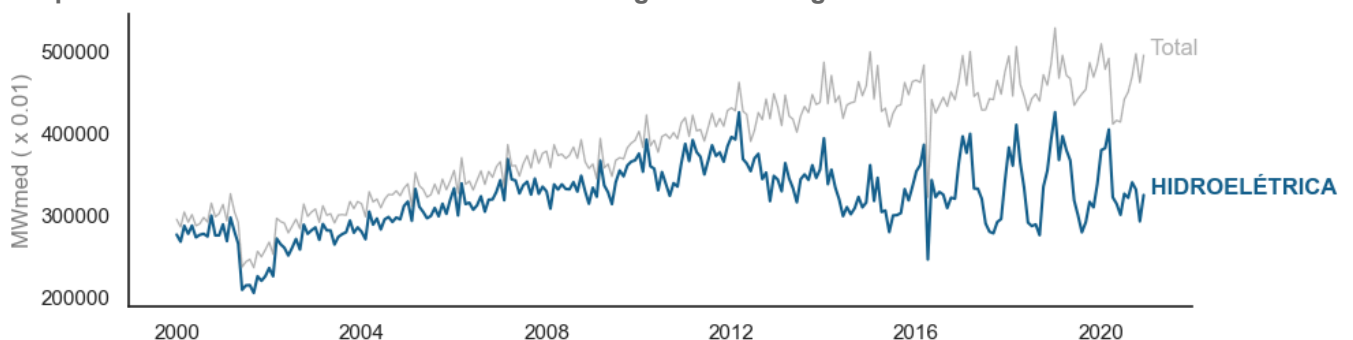
O Brasil dispõe de diversos tipos de usinas geradoras de energia elétrica, e a maior parte dessa energia gerada vem das usinas Hidroelétricas, graças à abundância de rios no território brasileiro.

Percentual médio mensal de energia gerada
por tipo de usina, entre 2000 a 2020



Porém esse cenário começou a mudar a partir de 2012. Enquanto o total de energias geradas continuou a crescer, as **Hidroelétricas apresentaram queda na geração de energia**, e a partir de 2016 apresentou picos e vales bem definidos em determinadas épocas do ano

Comparativo entre Hidroelétricas e o Total de energias elétricas geradas



¹ ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico - <https://dados.ons.org.br/dataset/geracao-usina-2>

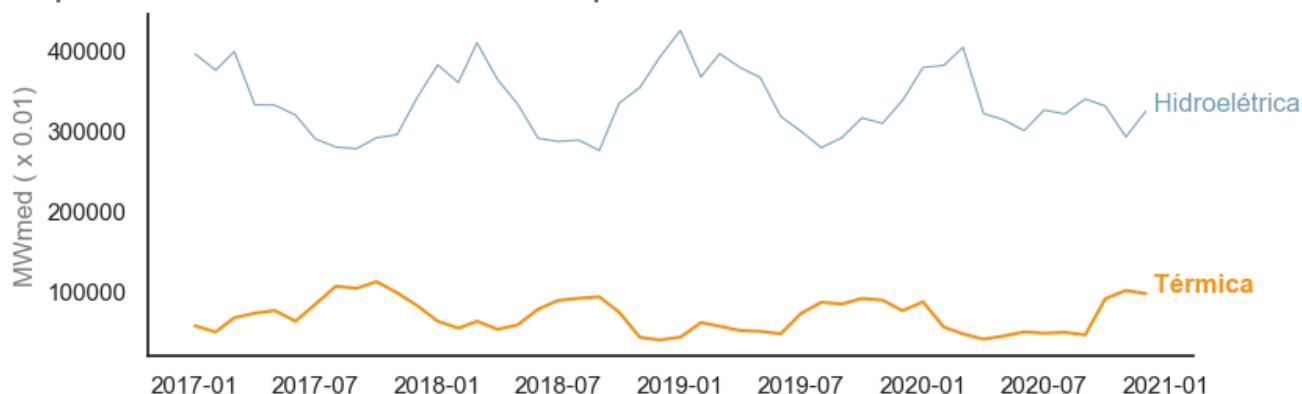
Essa condição se dá devido aos períodos chuvosos que ocorrem na maior parte do território entre novembro e março, e períodos secos entre junho e setembro. Mas com as mudanças climáticas, as chuvas têm ficado cada vez mais concentradas e volumosas em pouco espaço de tempo.

Geração de Energia pelas Hidroelétricas a partir de 2016



Esse mesmo comportamento é visto nas usinas **Térmicas**, porém de maneira oposta. Isso ocorre justamente para compensar a falta de energia vinda das hidroelétricas, pois, apesar de oferecem a vantagem de fornecer energia rapidamente e em locais de difícil acesso, **apresentam desvantagens significativas**, como a poluição do ar, contribuição para o aquecimento global, custo mais elevado e dependência de recursos não renováveis².

Comparativo entre Hidroelétricas e Térmicas a partir de 2016



² Vantagens e desvantagens da energia termoeletrica: guia completo
<https://embrasul.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-termoeletrica/>

2. Descrição dos modelos preditivos utilizados e critérios de seleção

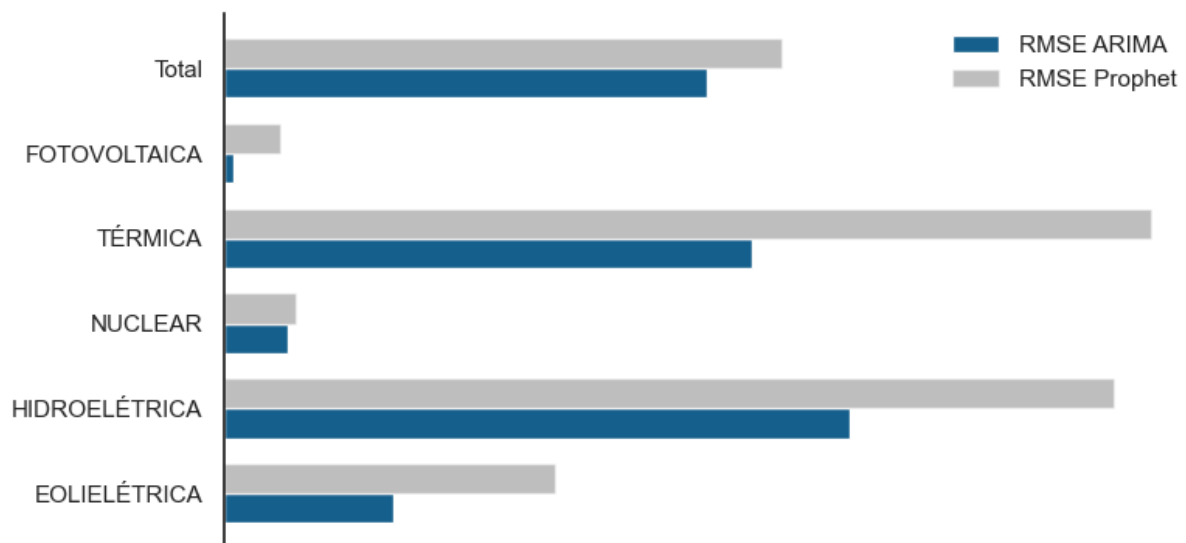
Os modelos preditivos usados, são modelos de baixa complexidade e que trabalham muito bem com séries temporais: **Prophet**, que é uma ferramenta desenvolvida pelo Facebook que utiliza **modelo estatístico**, baseando-se em modelo aditivo, para **analisar padrões em dados históricos e gerar previsões futuras** com intervalos de confiança, o que ajuda a prever como os dados se comportarão no futuro com base em padrões identificados no passado; e **ARIMA**, também um modelo estatístico que possui três partes principais: **AutoRegressão (AR)** onde as observações passadas são usadas para prever observações futuras, **Integração (I)** que verifica se a média e variância permanecem constantes ao longo do tempo, e **Média Móvel (MA)** que indica o número de erros de previsão anteriores usados para prever o próximo valor, sendo assim quanto maior o valor, mais erros do passado são considerados.

Para validar os modelos foi usado a métrica **RMSE** (*Root Mean Squared Error*). Essa métrica **eleva ao quadrado a diferença entre o cada valor previsto e o valor real, faz a média entre esses valores e calcula a raiz quadrada**. Quanto mais próximo de zero for o RMSE, mais preciso é o modelo preditivo.

Embora o ARIMA tenha apresentado um pouco mais de complexidade devido ao fato da necessidade de comparar seus três parâmetros parâmetros **p (AR)**, **d (I)** e **q (MA)**, em cada tipo de usina, ele se mostrou mais vantajoso frente ao Prophet, como mostra o comparativo abaixo, que foi determinante na escolha do modelo a ser usado.

Comparativo entre os modelos ARIMA e Prophet

Usando a métrica RMSE como base de avaliação entre os modelos



3. Conclusões e recomendações

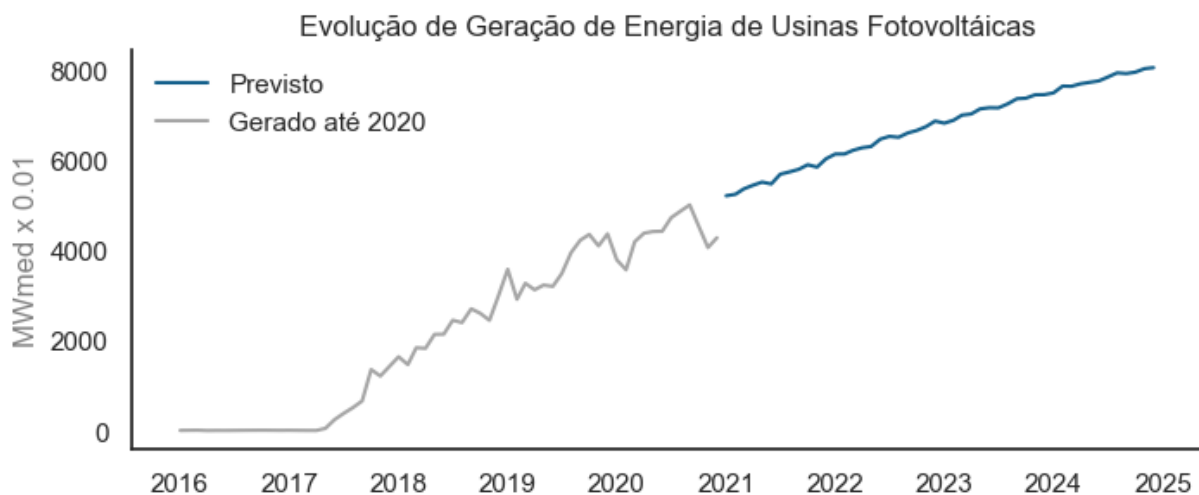
A previsão para os próximos anos mostra que a **tendência dos picos e vales na geração de energia por usinas Hidroelétricas** irão continuar, e também a redução de energia gerada por esse tipo de usina.

Previsão de Geração de Energia das Hidroelétricas - 2021 a 2024



O que tem mostrado promissor crescimento, é a geração de energia por **painéis fotovoltaicos**. O Brasil tem potencial muito grande para se tornar um dos maiores geradores de energia com esse tipo de usina, devido a sua posição geográfica que recebe sol o ano todo.

Evolução de Geração de Energia de Usinas Fotovoltaicas

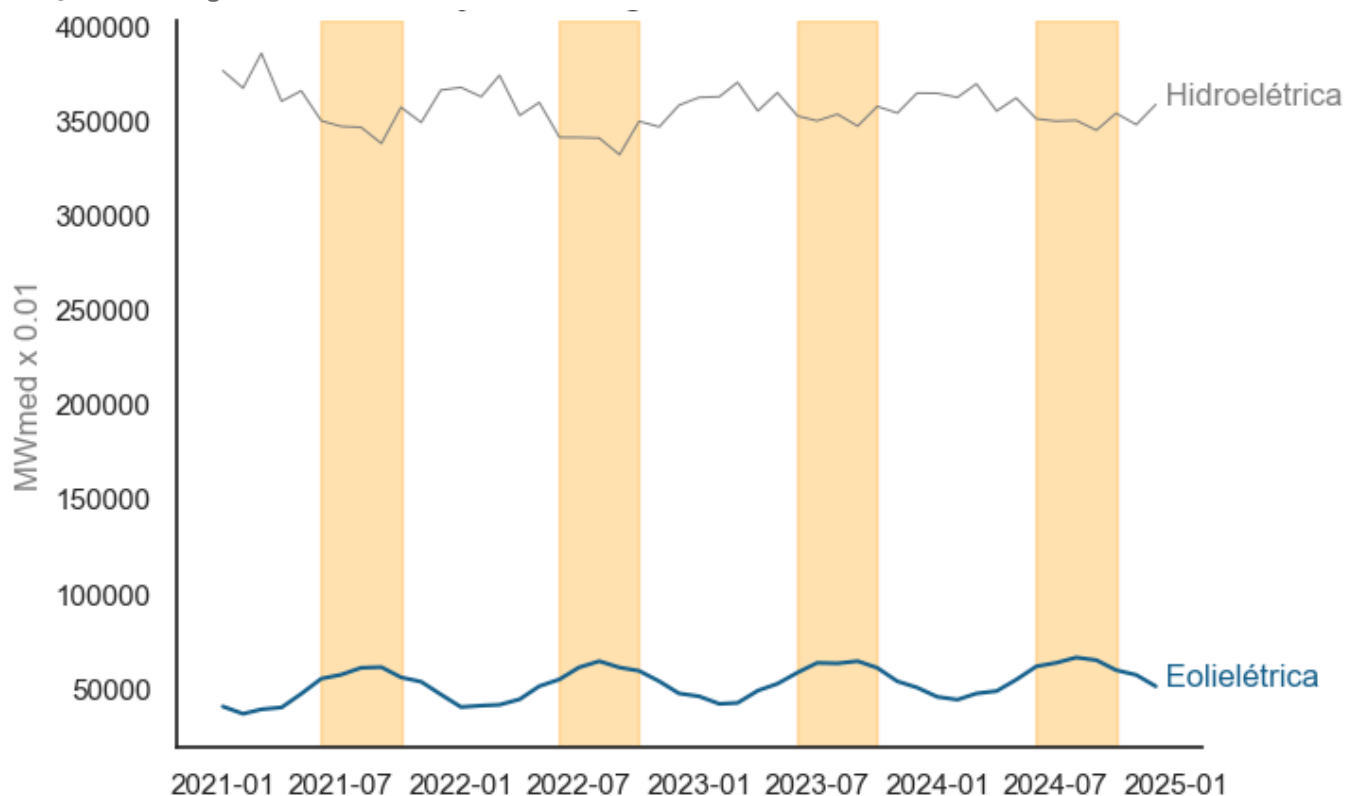


O crescimento na utilização desse tipo de geração de energia passa por investimento em pesquisas para a **redução de custo na aquisição de equipamentos** que ainda é muito alto. Com isso, será possível ter menos dependência quanto ao uso das hidroelétricas.

Outra tipo de usina que é interessante é a **Eolielétrica**, que apesar de ser oscilante, o **seu pico atinge justamente nas épocas de baixa geração de energia das hidroelétricas**. Isso porque no Brasil, as épocas mais secas também são marcadas por maior quantidade de ventos, o que eleva a

produção de energia. Porém, ainda se trata de uma tecnologia cara, e dependente de um fator climático que oscila bastante, o vento.

Geração de Energia de Usinas Elioelétricas



Reduzir o custo, e desenvolver mecanismo, nas usinas Elioelétricas, que consiga gerar energia mesmo com baixa incidência de vento, combinando hidroelétricas e fotovoltaicas, tornará o Brasil uma potência energética mundial, líder em energia limpa e renovável.