UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

INSTITUTO DE MATEMATICA E ESTATISTICA

DEPARTAMENTO DE ESTATISTICA

“Lyncoln Sousa de Oliveira”

“**Comparando modelos de séries temporais para a previsão de médias mensais de vazão de afluentes da Usina Hidrelétrica de Itá**”

Trabalho apresentado à disciplina Análise de

Séries Temporais do Curso de Graduação em

Estatística da Universidade Federal Fluminense

como requisito parcial para obtenção da nota

final da disciplina.

PROFESSOR

MOISÉS LIMA DE MENEZES, D.Sc.

Niterói

2018

**SUMÁRIO**

[1. Introdução 3](#_Toc26722802)

[1.1. Contextualização 3](#_Toc26722803)

[1.2. Revisão Bibliográfica 3](#_Toc26722804)

[1.3. Proposta 4](#_Toc26722805)

[1.4. Estrutura do trabalho 4](#_Toc26722806)

[2. Materiais e Métodos 4](#_Toc26722807)

[3. Estudo de Caso 4](#_Toc26722808)

[4. Resultados e Discussões 5](#_Toc26722809)

[5. Conclusões 5](#_Toc26722810)

[6. Referências 5](#_Toc26722811)

# 1. Introdução

Atualmente a eletricidade tem um papel fundamental para a sociedade de forma geral, por esse motivo é fundamental estudar maneiras de otimizar sua geração. Para a sua produção, existem meios que utilizam fontes renováveis e não renováveis[1].

No Brasil, a principal forma de produção de energia elétrica é feita através das usinas hidrelétricas, que são responsáveis por cerca de 90% de toda energia produzida no país[2]. Por conta da geografia favorável que conta com muitos rios e desníveis, a produção de energia através das usinas hidrelétricas se torna um método econômico e prático para o Brasil.

Com o aumento populacional, industrialização e o avanço da tecnologia, a energia elétrica se tornou cada vez mais necessária para sociedade, assim tornando cada vez mais importante a produção e otimização nas usinas[3].

Por esses motivos o Brasil é muito prejudicado em períodos de seca, tendo em vista que a necessidade da energia elétrica tende a crescer e quando não há chuva as hidrelétricas não operam com força total.

## 1.1. Contextualização

A potência das usinas hidrelétricas é proporcional à vazão de água disponível para movimentas as turbinas. A vazão é medida em determinados pontos dos rios das diversas bacias hidrográficas. A série das medições de cada ponto forma um conjunto de dados, que podem ser horários, diários ou mensais. Para um planejamento adequado sobre a distribuição de energia é necessário que se tenha um controle preciso da vazão de afluentes das usinas hidrelétricas[4].

O estudo das vazões de afluentes possibilita o entendimento do comportamento do ciclo hidrológico que afeta os rios e as bacias hidrográficas que alimentam as hidrelétricas. Assim é possível reconhecer períodos de precipitação, anomalias climáticas e outros eventos que venham influencias a geração de energia da usina.

Após a coleta de dados das vazões de afluentes, é possível realizar estudos para obter previsões com objetivo de avaliar condições operacionais futuras das hidrelétricas, o que é importante para otimização do desempenho na geração de energia.

Para um planejamento adequado sobre a distribuição de energia é necessário que se tenha um controle da vazão de afluentes das usinas hidrelétricas.

No Brasil existe o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) que é o órgão responsável pela regularização, gestão e otimização do Sistema Interligado Nacional (SIN) de geração de energia[5].

## 1.2. Revisão Bibliográfica

Para confecção deste trabalho foram utilizados alguns outros como referência. São pesquisas que envolvem séries temporais ligadas ao tema de produção de energia elétrica. São estes:

Menezes et al. (2014) utilizam a filtragem Singular Spectrum Analysis (SSA) em uma série de consumo de energia e aplica os métodos de Holt-Winters e de Box & Jenkins para modelar a série sem e com a filtragem. Neste artigo, os autores concluem que a filtragem melhora a acurácia das previsões [3].

Camelo et al. (2016) utilizaram séries temporais para modelar a velocidade de vento para região litorânea no nordeste brasileiro, utilizando o método aditivo de Holt-Winters para a previsão de geração de energia eólica [6].

Pinto et al. (2015) apresentam uma análise comparativa de modelos de séries temporais das vazões médias mensais do rio doce utilizando modelos estocásticos da classe SARIMA [7].

## 1.3. Proposta

A proposta desse trabalho é realizar modelagens de séries temporais baseadas nos modelos de Holt-Winters e Box & Jenkins. Com os modelos criados, será necessário escolher aquele que melhor representa os dados, essa escolha será feita com auxílio das estatísticas de aderência (MAD, MSE, RMSE, entre outras).

Com o melhor modelo em mãos, será possível realizar uma boa previsão de 12 meses à frente de médias mensais de vazões de afluentes na usina hidroelétrica de Itá.

## 1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado como no seguinte molde, no capítulo 2 serão apresentados os materiais e métodos, dando enfoque aos modelos de amortecimento exponencial de Holt-Winters e os modelos de Box-Jenkins, bem como as estatísticas de aderência a serem utilizadas.

No capítulo 3 será realizado o estudo do caso, isto é, são dadas informações sobre a série utilizada, o método in sample e out of sample, os softwares utilizados, a representação gráfica da série e algumas medidas descritivas.

No capítulo 4 são apresentadas as quantidades de observações in sample e out of sample, os resultados das predições, e as análises de resíduos do modelo SARIMA.

No capítulo 5, são mostradas as conclusões chegadas à cerca das comparações das estatísticas de aderência dos modelos, apontando o modelo escolhido com o melhor ajuste para a série.

# 2. Materiais e Métodos

## 2.1. Séries Temporais

Uma série Temporal é um conjunto de observações sobre uma determinada variável medida ao longo do tempo, igualmente espaçadas. A característica mais importante deste tipo de dado é que as observações vizinhas são dependentes e há interesse em analisar e modelar esta dependência [8].

As séries temporais podem ser classificadas em contínuas e discretas. As sérias ditas contínuas são observações feitas continuamente no tempo, por exemplo, registro de marés no porto de Santos, definindo o conjunto:

# 3. Estudo de Caso

Neste capítulo, você apresenta a sua série, põe gráfico, história do local e da situtação do local em relação aos seus dados. Mostra uma tabela com algumas estatísticas descritivas, etc. Coloca o período inicial e o final e explica a questão do in sample e out of sample. Qual vai ser a sua divisão. Em geral, usa-se os dois últimos anos como out of sample. Aqui também vale citar os softwares utilizados em cada etapa do trabalho.

# 4. Resultados e Discussões

Capítulo de colocar a mão na massa. O trabalho se desenvolve em várias etapas. Inicialmente, vc pode fazer uma transformação na série para tentar torná-la normal e estacionária e mostrar os gráficos da série original e das séries transformadas. Em seguida, mostrar os modelos obtidos nas modelagens e suas estatísticas de aderência e alguns testes, bem como as funções FAC e FACP. A apresentação deste capítulo deve ser desenvolvida como um diálogo, onde você narra o que faz e mostra com figuras, gráficos e tabelas, cada resultado obtido. Sempre fazer comentários sobre as figuras e tabelas apresentados.

# 5. Conclusões

Aqui, você retoma o problema colocado no início e fala do que foi feito. Em seguida comenta sobre os resultados apresentados e conclui revelando o melhor modelo encontrado e em que situação em que se encontrava sua série neste modelo.

# 6. Referências

[1]<https://www.portal-energia.com/fontes-de-energia/>

[2] <https://www.sogeografia.com.br/Conteudos/GeografiaFisica/Hidrografia/content3_6.php>

[3] Menezes, M. L, Cassiano, K. M., Souza, R. M., Junior, L. A. T., Pessanha, J. F. M. e Souza, R. C. (2014). Modelagem e Previsão de Demanda de Energia com Filtragem SSA. *Revista da Estatística UFOP.* 3(2), pp. 170 – 187.

[4] <http://www.antonioguilherme.web.br.com/Arquivos/vazao.php>

[5] <http://www.ons.org.br/>

[6] <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48582/pdf>

[7] ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS PARA MODELAGEM E PREVISÃO DE REGIMES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DO RIO DOCE, COLATINA - ESPÍRITO SANTO, de Pinto et al.

[8] Pedro A. Morettin e Clelia M.C. Toloi - Analise de Series Temporais.