

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

THAINA VIEIRA DOS SANTOS

VINICIUS CAUMO SEGATTO

Previsão de Emissões de CO₂ e Otimização do Uso de Energias Renováveis: Uma
Abordagem com Machine Learning

São Paulo

2024

THAINA VIEIRA DOS SANTOS

VINICIUS CAUMO SEGATTO

Previsão de Emissões de CO₂ e Otimização do Uso de Energias Renováveis: Uma
Abordagem com Machine Learning

Trabalho Aplicando conhecimento para entrega no
Moodle referente ao conteúdo 1 de aprendizagem
do componente curricular Ciência, tecnologia e
sociedade;

ORIENTADOR: Prof. GUSTAVO SCALABRINI SAMPAIO

São Paulo

2024

THAINA VIEIRA DOS SANTOS

VINICIUS CAUMO SEGATTO

Previsão de Emissões de CO₂ e Otimização do Uso de Energias Renováveis: Uma
Abordagem com Machine Learning

Trabalho Aplicando conhecimento para entrega no
Moodle referente ao conteúdo 1 de aprendizagem
do componente curricular Ciência, tecnologia e
sociedade;

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Prof. GUSTAVO SCALABRINI SAMPAIO

Universidade Presbiteriana Mackenzie

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável é um dos maiores desafios do século XXI. De acordo com uma matéria da *BBC News*, a crise climática tem se manifestado de diversas formas, a seca na Amazônia é um exemplo alarmante de seus impactos¹. A região amazônica, conhecida como o "pulmão do mundo", desempenha um papel crucial na regulação do clima global. A perda de sua biodiversidade e a redução de sua capacidade de absorver carbono contribuem significativamente para o aumento das temperaturas e a intensificação de eventos climáticos extremos. A recente revisão da meta climática brasileira, conforme anunciado pelo governo federal, demonstra um compromisso renovado com a luta contra as mudanças climáticas. Ao retomar a meta estabelecida no Acordo de Paris¹, o país sinaliza sua intenção de reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa até 2025 e 2030.

A relação entre as emissões de CO₂ e a seca na Amazônia é complexa e multifacetada. O aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis, intensifica o efeito estufa, elevando as temperaturas globais e alterando os padrões de precipitação. A seca prolongada na Amazônia, por sua vez, reduz a capacidade da floresta de absorver CO₂, gerando um ciclo vicioso que acelera o aquecimento global.

A transição para uma matriz energética mais limpa, baseada em fontes renováveis, é fundamental para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e reduzir a frequência e a intensidade de eventos extremos como a seca na Amazônia. Ao substituir os combustíveis fósseis por fontes renováveis, como a energia solar, eólica e hidrelétrica, reduzimos as emissões de gases de efeito estufa e diminuímos a pressão sobre os ecossistemas.

Nosso estudo busca contribuir para o entendimento da relação entre as emissões de CO₂, o uso de energias renováveis e os eventos climáticos extremos. Ao quantificar o impacto das energias renováveis na redução das emissões e ao identificar os fatores que influenciam a vulnerabilidade dos ecossistemas às mudanças climáticas, podemos desenvolver políticas públicas e estratégias de mitigação mais eficazes.

1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A previsão de emissões de CO₂ e a otimização do uso de energias renováveis, com foco no Brasil, representa uma escolha de tema extremamente relevante e estratégica por diversos motivos. O Brasil possui uma matriz energética diversificada, com um grande potencial para o desenvolvimento de fontes renováveis como a hidrelétrica, eólica e solar. O projeto tem o potencial de gerar novas soluções concretas para os desafios relacionados à energia e ao clima. Ao desenvolver modelos precisos de previsão e otimização, poderemos auxiliar na tomada de decisões mais informadas por parte de governos, empresas e sociedade em geral. O tema também abrange diversas áreas do conhecimento, como ciência da computação, engenharia, economia e ciências ambientais. Essa característica multidisciplinar permite a formação de equipes de trabalho mais diversificadas e a geração de soluções mais completas e inovadoras.

2. OBJETIVO

Desenvolver um modelo preditivo robusto e preciso para estimar as emissões de CO₂ no Brasil, com o objetivo de otimizar a utilização de fontes de energia renovável e auxiliar na tomada de decisões estratégicas para a transição energética.

Objetivos Específicos Relacionados ao Desenvolvimento do Projeto:

1. Coleta e Preparação de Dados:

- Identificar e coletar dados relevantes de diversas fontes, incluindo bases de dados governamentais, agências internacionais e estudos acadêmicos.
- Realizar a limpeza e o tratamento dos dados, garantindo a qualidade e a consistência das informações.
- Criar um banco de dados integrado e estruturado para facilitar a análise e o desenvolvimento dos modelos.

2. Engenharia de Features:

- Selecionar e criar variáveis relevantes para a previsão das emissões de CO₂, considerando fatores como produção industrial, consumo energético, atividades agrícolas, desmatamento e variáveis climáticas.
- Realizar a engenharia de features para extrair informações relevantes dos dados e melhorar a performance dos modelos.

3. Modelagem Preditiva:

- Experimentar diferentes algoritmos de machine learning para a construção dos modelos preditivos.
- Avaliar a performance dos modelos utilizando métricas adequadas, como RMSE (Root Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error) e R².
- Selecionar o modelo com melhor desempenho para a previsão das emissões de CO₂.

4. Análise de Cenários:

- Validar os modelos utilizando dados históricos e comparando os resultados com previsões anteriores.
- Refinar os modelos de forma contínua, incorporando novos dados e informações para melhorar a precisão das previsões.
- Desenvolvimento de Ferramentas e Visualizações:

Ao longo do desenvolvimento do projeto, é fundamental realizarmos uma avaliação contínua dos resultados e ajustar a metodologia conforme necessário.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS

1. Dados de emissões são provenientes do Climate Watch Historical GHG Emissions (Emissões Históricas de Gases de Efeito Estufa) de 1990 a 2020²
 - **Fonte dos dados:** Os dados sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE) utilizados neste conjunto de dados foram obtidos do Climate Watch, uma plataforma online que oferece dados, visualizações e recursos sobre o clima.
 - **Período:** Os dados abrangem um período de 30 anos, desde 1990 até 2020.
 - **Tipo de dado:** O conjunto de dados se concentra nas emissões históricas de gases de efeito estufa, que são os principais responsáveis pelo aquecimento global.

O que podemos inferir:

Confiabilidade: O Climate Watch é uma fonte confiável de dados climáticos, utilizada por pesquisadores, governos e organizações internacionais. Para termos foco na nossa análise, iremos considerar apenas os dados que dizem respeito ao nosso país, Brasil.

Abrangência: O período de 30 anos permite analisar tendências de longo prazo nas emissões de GEE, o que é crucial para entender a evolução do problema e avaliar a eficácia das políticas climáticas.

2. Consumo de energia renovável (% do consumo total final de energia) - América Latina e Caribe³
 - **Fonte:** Os dados foram compilados por um grupo de organizações internacionais, incluindo a Agência Internacional de Energia (IEA), a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (UNSD), o Banco Mundial e a Organização Mundial da Saúde (OMS).

- **Publicação:** Os dados foram publicados em 2023 no relatório "Rastreamento do ODS 7: O Relatório de Progresso Energético", produzido pelo Banco Mundial.
- **Licença:** O dataset é licenciado sob a Creative Commons Attribution, o que significa que podemos usá-lo, compartilhá-lo e modificá-lo, desde que atribua a autoria original.

O que podemos inferir:

Qualidade dos dados: A colaboração de várias organizações internacionais renomadas sugere que os dados são confiáveis e de alta qualidade.

Relevância: O dataset é diretamente relacionado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7, que busca garantir o acesso universal à energia elétrica e promover o uso de fontes de energia renováveis.

Para relacionar os dois datasets e desenvolver um projeto de machine learning eficaz, é fundamental compreender a fundo cada um deles. Quando falamos sobre previsões de emissões, utilizar dados históricos de consumo de energia renovável para prever futuras emissões de gases de efeito estufa. Pode-se utilizar modelos de séries temporais (ARIMA, LSTM, etc.) para identificar padrões e tendências nos dados de consumo de energia renovável e, em seguida, relacioná-los com as emissões de gases de efeito estufa.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) POYTING, Mark; PRAZERES, Leandro. Mudanças climáticas foram 'principal' fator para seca recorde na Amazônia, diz estudo: o que isso significa para o futuro da floresta?. [S. l.], 24 jan. 2024. Disponível em:
<https://www.bbc.com/portuguese/articles/c88nr0940j8o>. Acesso em: 11 set. 2024.
- (2) CO2 emissions (metric tons per capita) - Latin America & Caribbean. [S. l.], 14 fev. 2023. Disponível em:
<https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?end=2020&locations=ZJ&start=1990&view=chart>. Acesso em: 11 set. 2024.
- (3) RENEWABLE energy consumption (% of total final energy consumption) - Latin America & Caribbean. [S. l.], 11 abr. 2023. Disponível em:
<https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?locations=ZJ>. Acesso em: 11 set. 2024.

5. APÊNDICES

(1) Link do repositório do projeto:

<https://github.com/ViniSegatto/ProjetoAplicadoIV>