

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA INTERATIVA PARA PREVISÃO E ANÁLISE DE MONÓXIDO DE CARBONO UTILIZANDO MODELOS ESTATÍSTICOS NO OESTE PAULISTA

MELINA PAULA BATISTA GARCIA

Fatec Presidente Prudente - Coordenadoria do Agronegócio

e-mail: melina.garcia@fatec.sp.gov.br

*Development of an Interactive Platform for Forecasting and Analysis of Carbon Monoxide Using Statistical
Models in Western São Paulo*

Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação

Resumo

O projeto "Desenvolvimento de uma Plataforma Interativa para Previsão e Análise de Monóxido de Carbono Utilizando Modelos Estatísticos no Oeste Paulista" visa criar uma ferramenta para monitorar, prever e analisar os níveis de monóxido de carbono (CO) na região, fornecendo dados para autoridades, pesquisadores e a comunidade. Justificado pela alta toxicidade do CO e seus graves efeitos na saúde pública, especialmente em uma área com intensa atividade agrícola e industrial, o projeto utiliza técnicas de inteligência artificial e modelagem estatística para permitir previsões e a implementação de medidas preventivas. O objetivo principal é criar uma ferramenta tecnológica avançada que permita monitorar, prever e analisar os níveis de CO na região agrícola do Oeste Paulista, fornecendo dados acessíveis para autoridades públicas, pesquisadores e agricultores familiares, facilitando decisões informadas e ações eficazes para melhorar a qualidade do ar e desenvolvimento econômico. A metodologia envolve a coleta de dados históricos de fontes confiáveis como SEADE e EMBRAPA, complementados por dados locais e questionários direcionados aos agricultores. A análise de dados utilizará técnicas de mineração de dados, regressão e análise multivariada, enquanto o desenvolvimento da plataforma focará em uma interface acessível e capaz de fornecer visualizações interativas e previsões precisas, com alertas configuráveis para níveis perigosos de CO. Os resultados esperados incluem inovação tecnológica, desenvolvimento regional, impacto social significativo e motivação para a iniciação científica, proporcionando uma base sólida para novas pesquisas e envolvendo continuamente os alunos da Fatec Presidente Prudente na manutenção e desenvolvimento da plataforma, promovendo um ambiente de aprendizado constante e facilitando a identificação de padrões e a implementação de políticas públicas eficazes para melhorar a qualidade do ar e a saúde pública na região.

Palavras-chave: Monóxido de Carbono, Monitoramento Ambiental, Modelagem Estatística, Análise Preditiva, Inteligência Artificial.

Abstract

The project "Development of an Interactive Platform for the Forecasting and Analysis of Carbon Monoxide Using Statistical Models in the Western Region of São Paulo" aims to create a tool for monitoring, forecasting, and analyzing carbon monoxide (CO) levels in the region, providing data for authorities, researchers, and the community. Justified by the high toxicity of CO and its serious effects on public health especially in an area with intense agricultural and industrial activity the project employs artificial intelligence techniques and statistical modeling to enable forecasts and the implementation of preventive measures. The main goal is to develop an advanced technological tool that enables the monitoring, forecasting, and analysis of CO levels in the agricultural region of Western São Paulo, providing accessible data to public authorities, researchers, and small-scale farmers. This supports informed decision-making and effective actions to improve air quality and foster economic development. The methodology involves the collection of historical data from reliable sources such as SEADE and EMBRAPA, complemented by local data and questionnaires directed at farmers. Data analysis will utilize techniques such as data mining, regression, and multivariate analysis, while the platform development will focus on a user-friendly interface capable of providing interactive visualizations and accurate forecasts, including configurable alerts for hazardous CO levels. Expected outcomes include technological innovation, regional development, significant social impact, and encouragement of scientific research. The project will provide a solid foundation for future studies and continuously involve students from Fatec Presidente Prudente in the maintenance

and enhancement of the platform, fostering a constant learning environment and facilitating the identification of patterns and the implementation of effective public policies to improve air quality and public health in the region.

Key-words: *Carbon Monoxide, Environmental Monitoring, Statistical Modeling, Predictive Analytics, Artificial Intelligence.*

1. Introdução

O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor, inodoro e altamente tóxico formado pela combustão incompleta de materiais que contêm carbono. A exposição ao CO pode causar sérios problemas de saúde, incluindo envenenamento agudo e crônico, afetando principalmente o sistema nervoso central e o coração. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição do ar, incluindo a presença de monóxido de carbono, é um dos principais riscos ambientais para a saúde pública mundial [1,2].

O aquecimento global, impulsionado pelo aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera, gera diversas consequências negativas nos ecossistemas terrestres. Entre esses gases, o monóxido de carbono é um gás levemente inflamável, inodoro e muito perigoso devido à sua toxicidade. Ele é produzido principalmente pela queima incompleta de combustíveis fósseis, como gasolina, óleo, carvão e madeira [3,4].

O CO representa um poluente atmosférico significativo que apresenta sérios riscos à saúde pública. Ao ser inalado, interfere na capacidade do sangue de transportar oxigênio, ligando-se à hemoglobina e formando carboxihemoglobina, reduzindo a quantidade de oxigênio disponível para os tecidos corporais. Isso pode causar uma variedade de sintomas, como dores de cabeça, tontura, fraqueza, náusea, confusão e, em níveis elevados, pode ser fatal [4,5].

Estudos indicam que a exposição prolongada ao CO está associada a um aumento na incidência de doenças cardiovasculares e respiratórias. Em crianças, a exposição pode prejudicar o desenvolvimento neurológico, enquanto em adultos está ligada a um aumento no risco de infartos e outras condições cardíacas graves [6,7].

Na região do Oeste Paulista, especificamente em Presidente Prudente, as emissões de CO são especialmente preocupantes devido às predominantes atividades agrícolas e pecuárias. O uso de maquinário agrícola movido a combustíveis fósseis, práticas de queimadas controladas e o crescimento urbano e industrial são fatores que intensificam significativamente essas emissões [4,8].

Existe um dilema socioeconômico na região Oeste Paulista, pois as principais alavancas de desenvolvimento são baseadas em atividades rurais: usinas de cana-de-açúcar, pecuária e agricultura familiar, cada uma com importante função social. Segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), apesar de representar apenas 1% do PIB paulista, o setor agrícola regional corresponde a 4,8% do Valor Adicionado (VA) na agricultura paulista [9].

O setor agrícola está sendo desafiado a produzir de forma mais sustentável, visando a Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que busca minimizar as emissões de gases através da adoção de práticas como conservação do solo e redução no uso de combustíveis fósseis e fertilizantes químicos [10]. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) destaca que pressões ambientais são o grande desafio da agricultura, especialmente para pequenos produtores, dificultando o acesso à tecnologia e crédito [11].

Diante desse contexto, a integração de modelos estatísticos avançados, como redes neurais artificiais e regressão linear, com plataformas tecnológicas interativas, torna-se essencial para o monitoramento eficaz e previsão dos níveis de CO, permitindo ações preventivas eficazes [12]. A participação da agricultura familiar na coleta de dados potencializa a abrangência e

precisão do monitoramento, fortalecendo o engajamento público e proporcionando um banco de dados robusto e representativo [6].

Portanto, a justificativa para desenvolver uma plataforma interativa que permita prever e analisar níveis de monóxido de carbono no Oeste Paulista é sólida e multifacetada, abrangendo saúde pública, impactos econômicos, avanços tecnológicos e engajamento comunitário. O objetivo principal deste projeto é criar uma ferramenta tecnológica que forneça dados precisos e acessíveis para autoridades públicas, pesquisadores e, principalmente, para a agricultura familiar, facilitando a tomada de decisões informadas e a implementação de medidas eficazes para melhorar a qualidade do ar e proteger a saúde pública.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

A execução do projeto será realizada mediante aos recursos materiais e financeiros necessários, já assegurados tanto pela instituição quanto pelo proponente da pesquisa. Esses recursos abrangem desde equipamentos físicos até infraestrutura tecnológica e educacional, fundamentais para o desenvolvimento das atividades previstas.

O pesquisador e alunos dispõem de um ambiente de trabalho completo, equipado com computador contendo programas voltados à análise de dados e ao desenvolvimento de software, além de impressora, escrivania organizada e arquivos físicos para armazenamento de documentos. O acesso à internet também está disponível, viabilizando pesquisas bibliográficas, reuniões virtuais, participação em eventos online e aquisição de literatura especializada, elementos essenciais para a sustentação teórica e prática do projeto.

A infraestrutura oferecida pela Fatec Presidente Prudente também contribui significativamente para a realização da pesquisa. Estão disponíveis salas de aula equipadas para apresentações, espaços de interação acadêmica e laboratórios com computadores e softwares especializados em análise estatística. O acesso a plataformas como o Microsoft Teams facilita a comunicação e o acompanhamento remoto das atividades, ampliando as possibilidades de trabalho colaborativo.

Além dos recursos institucionais, o proponente também utiliza equipamentos pessoais, como um laptop com os softwares necessários para programação, análise de dados e modelagem estatística, conferindo maior flexibilidade à condução do projeto. O deslocamento até a instituição e a outros locais para coleta de dados será realizado por meio de transporte pessoal, o que assegura autonomia e agilidade na execução das etapas planejadas.

Como objeto de estudo, serão utilizados dados históricos e locais sobre emissões de monóxido de carbono (CO), obtidos a partir de fontes confiáveis como a Agência de Proteção Ambiental (EPA), a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Fundação SEADE, a EMBRAPA, a UNICAMP e a CETESB. Esses dados contemplam séries temporais de concentrações de CO, práticas agrícolas, características ambientais e variáveis meteorológicas. Tais dados servirão de base empírica para a construção dos modelos estatísticos e para o funcionamento da plataforma preditiva.

Os recursos financeiros necessários à execução do projeto serão arcados, majoritariamente, com recursos pessoais do proponente. Esses valores serão destinados à aquisição de livros, periódicos e outras publicações especializadas, participação em congressos e eventos científicos, acesso contínuo à internet e produção de materiais didáticos e publicações acadêmicas. Também está previsto o investimento em softwares específicos e serviços auxiliares, como design gráfico e impressão, quando necessário.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

Todos esses elementos, articulados de forma estratégica, garantem que a pesquisa possa ser conduzida com eficiência, qualidade e dentro dos padrões metodológicos e técnicos exigidos, contribuindo para o alcance dos objetivos estabelecidos e para a geração de conhecimento relevante e aplicável.

2.2. Metodologia

Etapa 1: Coleta de Dados

A aquisição de dados históricos é crucial para a análise e compreensão das emissões de monóxido de carbono (CO). No contexto do monitoramento no Oeste Paulista, essa etapa envolverá a coleta e integração de dados históricos provenientes de fontes confiáveis e reconhecidas globalmente, incluindo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), Organização Mundial da Saúde (OMS), além de protocolos estabelecidos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Os dados da EPA fornecem informações detalhadas sobre emissões atmosféricas de CO coletadas ao longo de décadas por uma extensa rede de estações de monitoramento, abrangendo concentrações diárias, mensais e anuais, bem como fontes específicas como veículos automotores, indústrias e queimadas. Os protocolos da UNICAMP, EMBRAPA e CETESB complementarão esses dados, oferecendo abordagens metodológicas variadas focadas na identificação dos impactos da ação humana nas emissões de gases.

Adicionalmente, será desenvolvido e aplicado um questionário direcionado aos agricultores de Presidente Prudente e região, buscando informações detalhadas sobre práticas agrícolas, uso de maquinário e fontes locais específicas de emissões. Essas informações adicionais serão essenciais para uma análise precisa e contextualizada das emissões regionais de CO, auxiliando na calibração e validação dos modelos preditivos.

Etapa 2: Análise e Interpretação dos Dados

Nesta fase, os dados coletados serão processados e analisados utilizando técnicas avançadas de mineração de dados e métodos estatísticos. Estas técnicas permitirão extrair padrões ocultos, correlações significativas e insights a partir dos dados brutos obtidos através das fontes históricas.

Será realizada a análise de séries temporais para identificar tendências sazonais e variações diárias nos níveis de CO, correlacionando esses padrões com práticas agrícolas predominantes na região. Técnicas de regressão e análise multivariada também serão aplicadas para explorar relações entre emissões de CO e variáveis explicativas como tipo de solo, uso de defensivos agrícolas, períodos climáticos distintos (chuvas e secas) e práticas agrícolas específicas.

A correlação dos dados de emissões com fatores meteorológicos, como temperatura, umidade e velocidade do vento, fornecerá informações essenciais sobre como esses elementos influenciam a dispersão do CO. Estes resultados permitirão construir modelos preditivos robustos, calibrados e validados com os dados históricos e atuais, garantindo previsões precisas para diversos cenários ambientais e operacionais.

Etapa 3: Desenvolvimento da Plataforma Interativa

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

Esta etapa envolve o desenvolvimento tecnológico da plataforma digital interativa, voltada para o monitoramento, previsão e divulgação das informações sobre níveis de CO no Oeste Paulista. O design da plataforma será centrado em uma interface amigável e intuitiva, garantindo que usuários com diferentes níveis educacionais e culturais, especialmente agricultores familiares, possam facilmente acessar e interpretar os dados apresentados.

A plataforma disponibilizará gráficos interativos, exibindo as concentrações atuais e previstas de CO, com base em modelos estatísticos avançados, como redes neurais artificiais e regressão linear. Uma funcionalidade essencial será a inclusão de alertas personalizados e configuráveis, permitindo que usuários reportem eventos específicos que possam elevar as emissões de CO, como incêndios, uso intenso de maquinário agrícola ou desmatamentos, através de notificações em aplicativos móveis, mensagens de texto, e-mails e redes sociais.

Além disso, a plataforma incorporará recursos educacionais, destacando os riscos da exposição ao CO e oferecendo recomendações práticas para prevenção e redução de emissões. O design seguirá princípios de acessibilidade, incluindo o uso de cores contrastantes, fontes claras, compatibilidade com leitores de tela e navegação simplificada, assegurando ampla acessibilidade e máxima usabilidade da plataforma para todos os públicos.

3. Resultados e Discussão

Os resultados esperados do projeto "Desenvolvimento de uma Plataforma Interativa para Previsão e Análise de Monóxido de Carbono Utilizando Modelos Estatísticos no Oeste Paulista" indicam uma série de benefícios técnicos, sociais e econômicos que serão obtidos através da implementação da plataforma tecnológica proposta.

Do ponto de vista tecnológico, espera-se que a plataforma seja uma inovação significativa, permitindo o acesso facilitado a dados detalhados e em tempo real sobre os níveis de monóxido de carbono (CO). Com isso, será possível uma tomada de decisão mais rápida e eficaz por parte das autoridades locais, produtores agrícolas e pesquisadores. Ao integrar técnicas avançadas de análise de dados, como regressão linear e redes neurais artificiais, o projeto fornecerá previsões robustas e detalhadas que permitirão ações preventivas eficazes para mitigar os impactos negativos da poluição.

Quanto ao desenvolvimento regional, a plataforma tem potencial para influenciar positivamente as práticas agrícolas locais, especialmente na agricultura familiar. Ao fornecer informações precisas sobre as emissões de CO associadas às diversas práticas agrícolas, a plataforma ajudará produtores rurais a adotarem práticas agrícolas mais sustentáveis, compatíveis com a Agricultura de Baixo Carbono (ABC). Essa transformação favorecerá o acesso ao crédito de baixo carbono e contribuirá para a melhoria da qualidade dos alimentos produzidos, facilitando ainda a inserção dos produtos agrícolas locais em mercados mais sofisticados e exigentes.

A importância social do projeto também é notável. A plataforma proposta não apenas contribuirá para a redução das doenças causadas pela exposição ao CO, como também terá papel fundamental na educação ambiental da população regional. Ao disponibilizar dados claros e acessíveis, a plataforma permitirá que a população compreenda melhor os riscos associados às emissões de CO e adote medidas práticas para reduzir sua exposição.

Além disso, este projeto representa uma oportunidade significativa para a iniciação científica dos alunos da Fatec Presidente Prudente, que estarão envolvidos diretamente no desenvolvimento da plataforma. Ao participarem de atividades práticas relacionadas à análise de dados, programação e modelagem estatística, os estudantes poderão aplicar conhecimentos

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

acadêmicos em situações reais, promovendo uma formação mais completa e alinhada às necessidades do mercado e da sociedade.

O projeto também gerará uma base sólida para futuras pesquisas, proporcionando um banco de dados robusto e representativo das emissões regionais de CO. Tais informações poderão ser utilizadas para novos estudos que aprofundem as estratégias de mitigação e controle da poluição, contribuindo para o avanço científico e tecnológico contínuo na área ambiental.

Cabe destacar ainda que o projeto já apresenta resultados iniciais importantes, como evidenciado pela publicação do resumo "EMISSÕES DE MONÓXIDO DE CARBONO: ANÁLISE E IMPACTOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL", publicado nos Anais do Simpósio de Pesquisa e Extensão do Centro Paula Souza (SIPEC). Este trabalho contou com a participação ativa dos alunos Pedro Henrique Santos da Silva e Fábio Bonanato de Abreu, orientados pela professora Melina Paula Batista Garcia, demonstrando a viabilidade e relevância do tema tratado, bem como o envolvimento significativo da comunidade acadêmica na pesquisa e na busca por soluções ambientais práticas e eficazes.

Em suma, o projeto tem potencial significativo para proporcionar avanços importantes em tecnologia ambiental, desenvolvimento sustentável regional, saúde pública e formação acadêmica, criando uma referência positiva para outras regiões que enfrentam desafios ambientais semelhantes.

4. Considerações finais

O projeto “Desenvolvimento de uma Plataforma Interativa para Previsão e Análise de Monóxido de Carbono Utilizando Modelos Estatísticos no Oeste Paulista” encontra-se em fase de desenvolvimento, com avanços significativos nas etapas iniciais, especialmente na coleta e análise preliminar dos dados. Ainda que os resultados finais não tenham sido integralmente alcançados, os encaminhamentos realizados até o momento indicam que os objetivos propostos são viáveis e estarão plenamente estruturados até o ano de 2025.

A proposta apresenta elevado potencial de contribuição científica e social. Cientificamente, o projeto se destaca pela integração de dados históricos e regionais com técnicas avançadas de modelagem estatística, oferecendo uma base sólida para futuras pesquisas sobre poluição atmosférica e impacto ambiental. Socialmente, a iniciativa se mostra relevante por abordar diretamente problemas que afetam a saúde pública e a qualidade de vida, especialmente em comunidades agrícolas da região do Oeste Paulista.

A plataforma em desenvolvimento promete ser uma ferramenta inovadora de apoio à tomada de decisão, permitindo a disseminação de informações ambientais de forma acessível e prática, além de fomentar a adoção de práticas mais sustentáveis na agricultura. A expectativa é de que, ao final de sua execução, o projeto entregue uma solução eficaz e replicável, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento sustentável regional e para o fortalecimento da ciência aplicada no contexto das mudanças climáticas e da qualidade do ar.

Referências

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO global air quality guidelines. Geneva, 2021.
- [2] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ambient air pollution. Geneva, 2022.
- [3] RAUB, J.A. Carbon monoxide poisoning. Environmental Health Perspectives, v. 107, n. 2, p. 217-227, 1999.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

- [4] WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005. Geneva, 2021.
- [5] LAVEZZI, A.M. Carbon monoxide poisoning: Pathological and forensic considerations. *Frontiers in Public Health*, v. 11, p. 123-130, 2023.
- [6] EPA. Carbon monoxide's impact on indoor air quality. Washington D.C., 2021.
- [7] TOWNSEND, C.L. Cardiovascular implications of carbon monoxide poisoning. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 264, n. 3, p. 248-255, 2012.
- [8] FRONTIERS. Emissions and control of pollutants from agricultural machinery. *Frontiers in Environmental Science*, v. 9, p. 1-9, 2021.
- [9] SEADE. Produto Interno Bruto dos municípios paulistas. São Paulo, 2021.
- [10] EMBRAPA. Agricultura de Baixo Carbono. Brasília, DF, 2019.
- [11] EMBRAPA. Boas práticas agrícolas e sustentabilidade. Brasília, DF, 2019.
- [12] ALMUBAIDIN, M.A. et al. Machine learning predictions for carbon monoxide levels in urban environments. *Results in Engineering*, v. 22, 102114, 2024.