



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

**DISCIPLINA: CÁLCULO NUMÉRICO**

**TURMA: T01 (2023.2 – 35T23)**

**DATA: 25/04/2024**

**DOCENTE: Matheus da Silva Menezes**



**Trabalho referente à Unidade 3.**

**JAIME CORDEIRO DA SILVA NETO  
ARTHUR WILTON GUIMARÃES MORAIS  
WILLIAN DAVID PINHEIRO  
FRANCIMÁRIO IGOR DA SILVA  
JOÃO LUCAS LIMA FILHO  
MANOEL ETELVINO NETO  
ANTONIO HUGO DA SILVA**

**MOSSORÓ**

**2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA**  
**DISCIPLINA CÁLCULO NUMÉRICO**  
**MANIFESTO AO PÚBLICO SOBRE AS MUDANÇAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Nosso grupo, composto por estudantes das mais diversas áreas da engenharia, viemos, por meio desse manifesto, alertar a sociedade sobre a grave crise climática global que o nosso planeta está passando e a possível realidade que estamos pra vivenciar em um futuro muito próximo. Compreendemos os efeitos que podem ocorrer das emissões de carbono na atmosfera, as possíveis consequências das diversas mudanças graves na climatização global do planeta e como é importante para a economia, o planeta e principalmente para sociedade.

As emissões de carbono podem, de maneira geral, alterar significativamente os padrões de clima e temperatura da Terra. Incluso nessas mudanças climáticas, está o grande aumento de temperatura que vem acontecendo no decorrer dos anos, impactos graves na biodiversidade do planeta e ameaças graves à saúde humana, tudo isso por causa do aumento da emissão de, principalmente, carbono e metano na atmosfera, prejudicando assim o efeito estufa da Terra, principal efeito que controla a temperatura no planeta. Essa emissão descontrolada desses gases na atmosfera, tem como principal fonte de emissão a queima de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural, queima e desmatamento descontrolado de áreas florestais, incêndios e a utilização de transportes, entre outros.

Essa variação climática global pode impactar negativamente diversas áreas econômicas para a sociedade, como o setor agrícola, devido à mudança nos padrões de precipitação de chuva e de temperatura no ambiente, diversas perdas de espécies, causando uma diminuição na biodiversidade do planeta. Mudanças frequentes e imprevisíveis estão aumentando a cada ano, ficando mais difícil de prevenir grandes perdas econômicas e alimentícias para toda sociedade. Portanto,

fica claro como o estudo dessas mudanças climáticas vem a ser de extrema importância para toda a sociedade.

Há diversas fontes de emissão, e uma das principais delas, é produção de energia para toda a população. Dentre elas, estão as produções a partir de carvão, petróleo e gás natural, por serem combustíveis fósseis, portanto são recursos não renováveis, e a produção de energia por meio deles, é principalmente pela queima desses combustíveis, emitindo em grande escala gás carbônico e outros juntos na atmosfera. De acordo com os dados Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022), somente no Brasil, a utilização dessas fontes representa 13,48% da geração elétrica no país, na China por exemplo, o país que mais utiliza energia gerada por fontes térmicas fósseis têm 52,84% da sua geração elétrica por meio dessa fonte.

Diante desse problema, o conhecimento sobre os dados relacionados a essas emissões e aumento na temperatura vem se tornando mais importante, pois está impactando toda a sociedade negativamente. Maneiras de como combater e prevenir o descontrole na atmosfera está se tornando cada vez mais necessário, devido as grandes alterações climáticas que podem tornar catástrofes cada vez piores e até irreversíveis.

Portanto, nosso grupo veio conscientizar e desenvolver um estudo referente a essas variações climáticas, por meio de uma simulação do comportamento da quantidade de gás carbônico na atmosfera, CO<sub>2</sub>, nos próximos 50 anos. Esse estudo foi feito analisando dados registrados de 1990 até 2019 registrados pelo World Resources Institute referentes a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido no mundo em megatonelada. Por meio desses dados foi feita uma projeção utilizando-se do método numérico MMQ (método dos mínimos quadrados) para estima-se a quantidade de CO<sub>2</sub> em megatoneladas na atmosfera até o ano de 2075.

De acordo com os dados analisados e na projeção realizada, foi observado que existe uma tendência preocupante de aumento contínuo de CO<sub>2</sub> na atmosfera nos próximos anos. Espera-se que a quantidade de CO<sub>2</sub> continue a aumentar de forma significativa, contribuindo para o agravamento da crise climática global. A projeção para 2024, ano em que este manifesto foi escrito, foi de 54869,47 megatoneladas de CO<sub>2</sub>, um aumento de 16% com relação a quantidade emitida em 2019. Se medidas significativas de mitigação não forem tomadas, a medida que

avancamos para os anos seguintes, a projeção indica uma aceleração no ritmo do aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, a previsão para o ano de 2075 é alarmante. De acordo com os dados projetados, só no ano de 2075 a quantidade emitida de CO<sub>2</sub> para a atmosfera será de 112464,67 megatoneladas, o que representa quase o dobro das emissões projetadas para o ano de 2024. Essa projeção ressalta a urgência de ações concretas e imediatas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O futuro do nosso planeta depende das escolhas que fazemos hoje e é de grande importância que todos os setores da sociedade se unam para enfrentar esse desafio global. A seguir é mostrada a metodologia usada.

### Ajuste linear

Em posse dos valores de x (ano) e y (MtCO<sub>2</sub>), foi realizado o ajuste linear das funções linear, polinomial, exponencial, logarítmica, potência e geométrica. Cada ajuste tem o objetivo de encontrar a melhor reta que representa o gráfico de dispersão dos dados analisados para permitir que previsões futuras sejam feitas, para a maioria dos ajustes utilizamos a equação (1) e (2).

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i \cdot n}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (1).$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2).$$

### Função linear

A função linear já possui uma forma linearizada na forma  $y=ax+b$ , foi necessário encontrar somente os coeficientes a (1) e b (2) utilizando o MMQ.

### Função polinomial de grau 2

A função polinomial foi linearizada utilizando MMQ como visto na função linear, porém obtivemos um sistema de equação linear com três incógnitas sendo estas a, b e c como mostrado na equação (3).

$$\begin{cases} n \cdot c + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i \\ c \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i \\ c \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot y_i \end{cases} \quad (3).$$

Para a solução desse sistema utilizamos o método de Eliminação de Gauss em conjunto com a planilha do LibreOffice Calc e obtivemos os coeficientes a, b e c da função polinomial.

### **Função logarítmica**

Para a função logarítmica  $y = a \ln x + b$  não precisamos fazer ajustes em seu formato pois a mesma já tem um formato linear com uma única peculiaridade, tomamos a variável “x” igual a “ln(x)”.

### **Função Exponencial**

Para a função exponencial  $y = b \cdot e^{a \cdot x}$  foram feitos os seguintes ajustes a fim de chegar em sua forma linear.

$$\begin{aligned}y &= b \cdot e^{a \cdot x} \\ \ln y &= \ln(b \cdot e^{a \cdot x}) \\ \ln y &= \ln b + a \cdot x\end{aligned}$$

Tomamos a variável “y” igual a ln(y) para calcular os coeficientes “a” e “b”. O valor achado utilizando a equação (2) é igual a ln(b), para achar o valor do coeficiente “b” precisamos fazer a seguinte operação:

$$b = e^{\ln b}$$

### **Função Potência**

Para a função potência  $y = b \cdot x^a$  foram feitos os seguintes ajustes para chegar em sua forma linear:

$$\begin{aligned}y &= b \cdot x^a \\ \ln y &= \ln(b \cdot x^a) \\ \ln y &= \ln b + a \cdot \ln x\end{aligned}$$

Tomamos a variável “y” igual a ln(y) e a variável “x” igual a ln(x) para achar os valores dos coeficientes “a” e “b”. Assim como na função exponencial o valor achado na equação (2) é igual a “ln(b)”. Para corrigir isso aplicamos o exponencial.

$$b = e^{\ln b}$$

### **Função Geométrica**

Para a função geométrica  $y = b \cdot a^x$  foram feitos os seguintes ajustes para chegar em sua forma linear:

$$\begin{aligned}y &= b \cdot a^x \\ \ln y &= \ln(b \cdot a^x) \\ \ln y &= \ln b + \ln a \cdot x\end{aligned}$$

Para achar os valores dos coeficientes “a” e “b” utilizando a equação (1) e (2) vamos tomar a variável “y” igual a ln(y), deste modo vamos achar os valores de

“ln(a)” na equação (1) e “ln(b)” na equação (2). Aplicando o exponencia achamos os coeficientes “a” e “b”.

$$a = e^{lna}$$

$$b = e^{lnb}$$

### Verificação das regressões

A verificação dos dados é dada pelo  $r^2$ , onde esse é uma medida estatística denominada coeficiente de determinação e ele verifica quão próximo os dados estão da linha de regressão ajustada, onde quão mais próximo esse valor de  $r^2$  estiver de 1, indica que ele está bem ajustado aos dados. Pelo nosso trabalho onde foram feitos os ajustes para regressão linear, exponencial, polinomial, potência, logarítmica e geométrica. Para calcular o valor de  $R^2$  foi feita a razão entre a soma dos quadrados da regressão (SQReg) e a soma dos quadrados totais (SQTot).

$$SQReg = \sum_{i=1}^n (g(x_i) - y_{méd})^2$$

$$SQTot = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{méd})^2$$

$$R^2 = \frac{SQReg}{SQTot}$$

Os valores encontrados foram os indicados pela Tabela 1.

Tipo de Linearização	Linear	Polinomial	Logarítmica	Exponencial	Potência	Geométrica
Valor de $R^2$	0,97579130	0,979351345	0,975559419	0,977407352	0,977360624	0,977407352

Tabela 1 – Valores de  $r^2$  para cada tipo de linearização

Fonte: Autoria própria

Como visto na tabela o valor que a melhor adequação aos dados da tabela seria o da polinomial, então esse tipo de gráfico descreve de melhor forma o comportamento da emissão do CO<sub>2</sub> em relação com os anos. Utilizando esse

melhor ajuste conseguimos fazer a projeção até 2075 com menores índices de erros. E foi encontrada a seguinte projeção evidenciada pelo Gráfico 1.

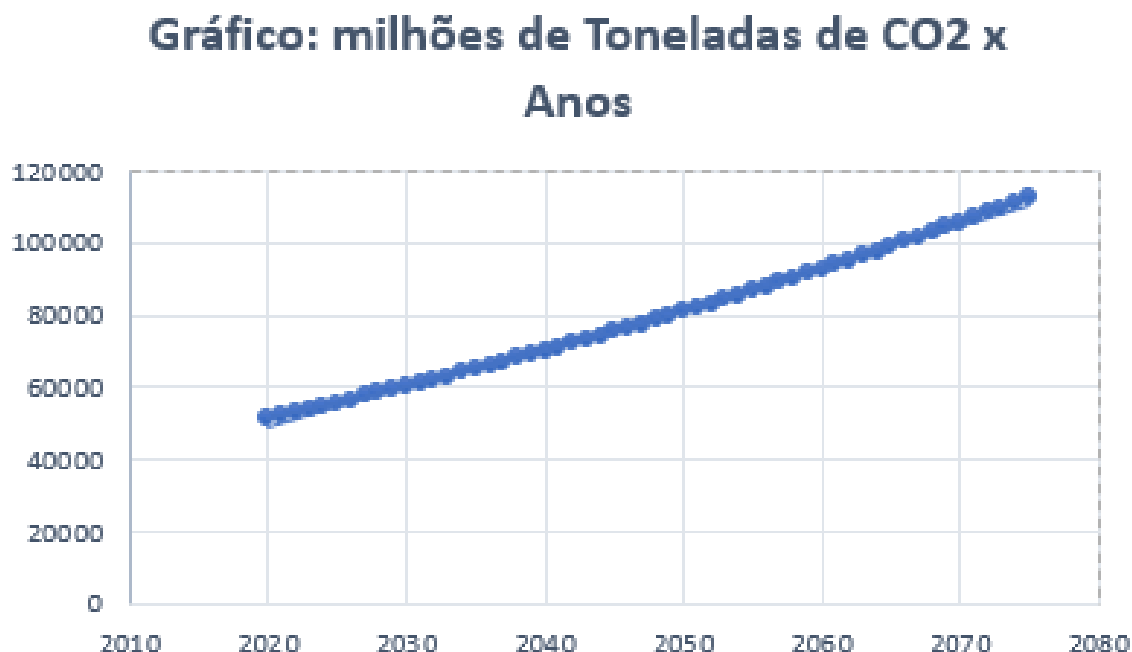


Gráfico 1 - Projeção da emissão de CO2 em milhões de toneladas por anos

Fonte: Autoria própria

Com base aos problemas apresentados, fazemos uma apelação aos governantes, à sociedade e associações, para que seja adotada medidas para prevenir possíveis acidentes futuros decorrentes das emissões de carbono na atmosfera. Portanto destacamos a responsabilidade que devemos ter nessa problemática:

- **Responsabilidade Corporativa:** Empresas incentivadas a utilização de métodos de redução de emissões, por exemplo, a transição de fontes não renováveis para fontes renováveis e limpas, como energia solar e eólica, melhorar a eficiência energética e utilização de sistemas maquinários menos poluentes.
- **Responsabilidade Governamental:** Conscientizar a sociedade sobre os graves e riscos de tanta emissão através de estudos e palestras científicas, demonstrando a necessidade da redução da emissão de carbono. Por meio de políticas, incentivando as empresas à adoção de produção menos poluentes, incluindo impostos sobre a emissão, benefícios e apoios econômico para transitar

para energias renováveis e limpas e metas de redução. Disponibilização de meios de transportes menos poluentes como veículos elétricos, principalmente terrestres, métodos de transporte público de grandes quantidades de pessoas, como ônibus e metrô.

- Responsabilidade individual: Como uma das grandes fontes de emissão são os veículos pessoais, como motos e carros, a sociedade deve contribuir para essa redução, adotando estilos de vida menos poluentes, como utilização menos frequentes desses veículos para métodos de transportes limpos, como bicicletas, ou transportes coletivos, como ônibus ou metrô. Adotando a utilização de placas solares e economizando a energia na residência, evitando desperdiçar produtos, reciclando e reutilizando eles, reduzindo essa emissão de maneira indireta, mas eficiente.

Essa emissão de gases poluente na atmosfera é um problema que afeta o mundo inteiro, e para evitar isso, é preciso que todos façam sua parte, se conscientizando dos problemas e suas fontes de origem, desde o indivíduo até a toda comunidade, desde grupos sociais a governamentais, somente com o apoio de toda a população, podemos reduzir, ou mesmo impedir, que essas emissões aumentem e se torne mais do que somente um problema, e sim, um resultado final para todos no planeta.

#### REFERENCIA:

EPE [Empresa de Pesquisa Energética] Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2022. Disponível em: [https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#23\\_Geração\\_elétrica\\_por\\_fonte\\_\(GWh\)](https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#23_Gera%C3%A7%C3%A3o_el%C3%A9trica_por_fonte_(GWh)). Acesso em: 21 abr. 2024.

FRIEDRICH, J.; GE, M.; PICKENS, A. A trajetória dos 10 maiores emissores de carbono desde o Acordo de Paris em gráficos interativos. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/trajetoria-dos-10-maiores-emissores-de-carbono-desde-o-acordo-de-paris-em-graficos>. Acesso em: 24 abr. 2024.



