

Desafios e reflexões da COP 28 Challenges and reflections of COP 28

Fernanda Macedo 

Fatec Praia Grande
fernanda.macedo@fatec.sp.gov.br

Elaine Cristina Araújo 

Instituto de Pesquisas Energéticas e
Nucleares - IPEN
elainecaraujo13@gmail.com

Izabel da Silva Andrade 

Instituto de Pesquisas Energéticas e
Nucleares - IPEN
izaabel94@hotmail.com

Thaís Correa 

Fatec Praia Grande
thais.correa9@fatec.sp.gov.br

Vagner dos Santos Macedo 

Fatec Praia Grande
vagner.macedo2@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A COP 28, Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas, destaca-se como um evento crucial para discutir e abordar os desafios relacionados aos gases de efeito estufa (GEE) em um mundo cada vez mais impactado pelas mudanças climáticas. Os GEE, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), são os principais impulsionadores do aquecimento global e representam a preocupação central na COP 28. A necessidade de reduzir as emissões desses gases é incontestável, e estratégias baseadas em dados (data driven) emergem como ferramentas fundamentais para entender e abordar esse desafio complexo. O uso de análises baseadas em dados permite uma compreensão mais precisa das fontes de emissões de GEE, identificando áreas críticas para ação e facilitando a implementação de medidas eficazes de mitigação. Este estudo faz um levantamento dos dados da COP 28, combinando discussões sobre GEE e abordagens *data driven* os quais desempenham um papel crucial na formulação de políticas e na tomada de decisões direcionadas para enfrentar as mudanças climáticas de forma eficaz e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Gases de Efeito Estufa; Atmosfera, *Data driven*; CH₄; CO₂

ABSTRACT

COP 28, the Conference of the Parties on Climate Change, stands as a crucial event to discuss and address the challenges related to greenhouse gas (GHG) in a world increasingly impacted by climate change. GHGs, such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O), are the main drivers of global warming and represent a central concern at COP 28. The need to reduce emissions of these gases is imperative, and data-driven (data driven) strategies emerge as fundamental tools to understand and address this complex challenge. The use of data-driven analytics enables a more accurate understanding of GHG emissions sources, identifying critical areas for action and facilitating the implementation of effective mitigation measures. This study surveys the data from COP 28, combining discussions on GHG and data driven approaches which play a crucial role in policymaking and decision-making aimed at tackling climate change effectively and sustainably.

KEY-WORDS: *GHG; Atmosphere; Data driven, CH₄; CO₂*

INTRODUÇÃO

A Conferência das Partes (COP) sobre Mudanças Climáticas, na sua 28ª edição, emerge em um contexto de urgência sem precedentes diante dos desafios climáticos que afetam o planeta. A COP 28 representa um momento crítico para refletir sobre os avanços e desafios enfrentados na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e na mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Nos últimos anos, temos testemunhado evidências cada vez mais alarmantes dos efeitos devastadores das mudanças climáticas, desde eventos climáticos extremos até a perda de biodiversidade e o aumento do nível do mar (KHAN, 2024; PARIS, 2021).

Os GEE, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), são os principais propulsores do aquecimento global, intensificando o fenômeno do efeito estufa e contribuindo para o aumento da temperatura média da Terra. A COP 28 enfrenta o desafio crucial de abordar o aumento contínuo das concentrações desses gases na atmosfera, que atingiram níveis históricos preocupantes. A necessidade de reduzir as emissões de GEE tornou-se mais urgente do que nunca, à medida que as projeções indicam que estamos nos aproximando rapidamente de limites críticos que podem desencadear consequências irreversíveis para o clima e para a vida no planeta (IPCC-AR5, 2014).

Neste contexto, as reflexões na COP 28 são essenciais para avaliar o progresso alcançado até o momento e identificar estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios futuros. A discussão sobre os GEE é fundamental, pois eles desempenham um papel crucial no equilíbrio energético da Terra e na regulação do clima global. A compreensão da dinâmica dos GEE, suas fontes, trajetórias e impactos é vital para desenvolver políticas e medidas adequadas de mitigação e adaptação (UNFCCC Cop 28).

Além disso, a COP 28 abordou a complexidade das emissões de GEE, que estão intrinsecamente ligadas a setores-chave da economia, como energia, transporte, agricultura e indústria. A transição para uma economia de baixo carbono requer ações coordenadas em múltiplos níveis, envolvendo governos, setor privado, sociedade civil e comunidade científica. O desafio reside não apenas em reduzir as emissões, mas também em promover uma transição justa e inclusiva que garanta o desenvolvimento sustentável e a equidade social (KHAN, 2024).

A COP 28 também oferece uma oportunidade para refletir sobre o papel das novas tecnologias e abordagens inovadoras, como a captura e armazenamento de carbono, energias renováveis, agricultura sustentável e transporte limpo, na redução das emissões de GEE. O avanço no conhecimento científico e tecnológico pode desempenhar um papel crucial na

aceleração da transição para uma economia de baixo carbono e na promoção da resiliência climática (KHAN, 2024).

Além disso, a COP 28 considerou a importância da cooperação internacional e da solidariedade global na abordagem dos desafios climáticos. Os países em desenvolvimento, que frequentemente são os mais afetados pelos impactos das mudanças climáticas, precisam de apoio financeiro e técnico para enfrentar esses desafios e implementar medidas de adaptação e mitigação. O princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, deve orientar as ações tomadas na COP 28 e além, garantindo que os países mais vulneráveis sejam apoiados de maneira adequada (UNFCCC Cop. 28).

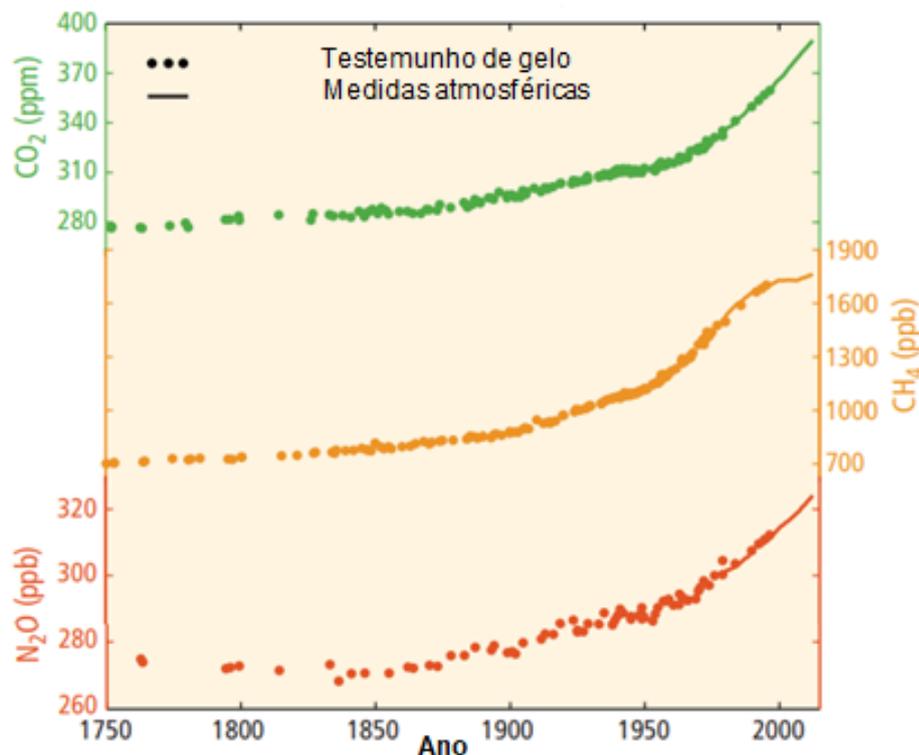
A redução das emissões de GEE é uma questão premente que exige ação imediata e coordenada em níveis local, nacional e global. As COPs oferecem uma plataforma crucial para discutir estratégias mais eficazes para enfrentar esses desafios, promover a resiliência climática e construir um futuro mais sustentável e equitativo para todos (UNFCCC Cop 28).

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As concentrações atmosféricas dos Gases de Efeito Estufa (GEE) estão em níveis sem precedentes em pelo menos 800.000 anos. De 2000 a 2010, as emissões foram as mais altas da história, levando a uma alta absorção de energia pelo sistema climático. As concentrações de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) mostraram grandes aumentos desde 1750 (40%, 150% e 20%, respectivamente) (Figura 1). O aumento da fração molar de CO_2 entre 2002 e 2011 foi a mais rápida observada ($2,0 \pm 0,1 \text{ ppm, ano}^{-1}$). Houve um aumento significativo na fração molar de CH_4 no período de 1990 – 2007, se comparado a qualquer período anterior, onde a concentração mostrava-se praticamente constante. Já as concentrações de N_2O sofreram um aumento contínuo em uma taxa de $0,73 \pm 0,03 \text{ ppb.ano}^{-1}$ nas últimas três décadas (IPCC- AR5, 2014).

Figura 1 Mudanças observadas nas concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa.

Concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂, verde), metano (CH₄, laranja) e óxido nitroso (N₂O, vermelho). Dados de núcleos de gelo (pontos) e medições atmosféricas diretas (linhas) são sobrepostos.

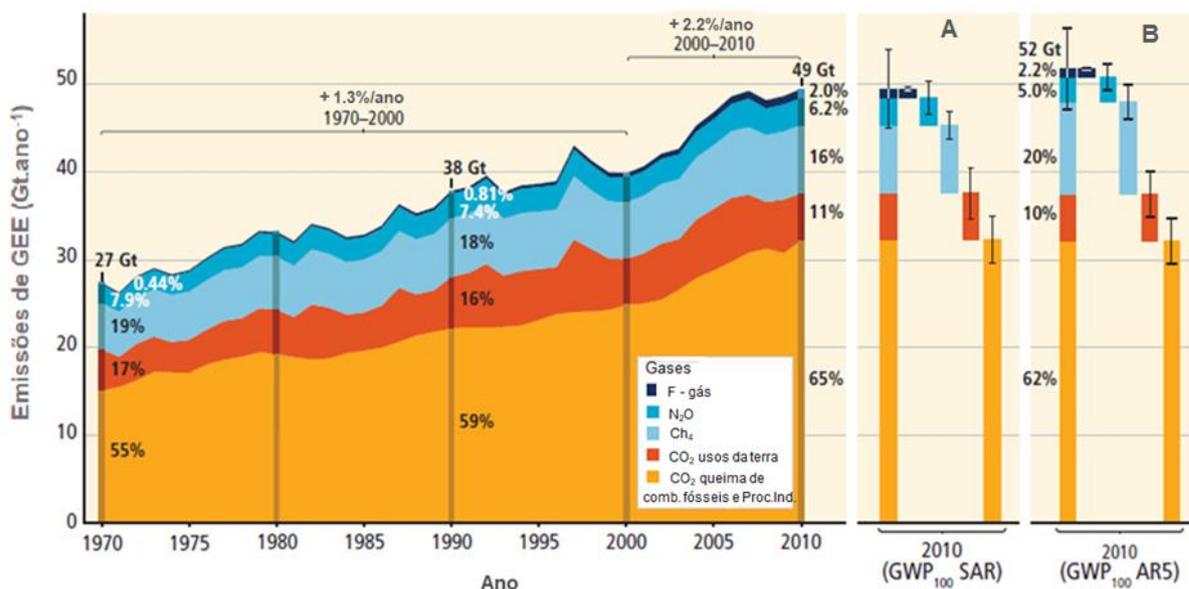


Fonte: Adaptado de IPCC-AR5, 2014.

Os GEE são capazes de alterar o balanço energético do planeta, quando em concentrações acima do natural, podendo apresentar consequências catastróficas como o aumento da temperatura e consequente mudança no clima. Conforme observado na figura 1, desde 1850 os GEE antrópicos começaram a contribuir com o início das mudanças climáticas, uma vez que a necessidade da queima dos combustíveis fósseis (carvão, gás natural e derivados de petróleo) relaciona-se diretamente com a revolução industrial (IPCC-AR5, 2014).

As emissões antrópicas anuais totais de GEE tiveram aumentos absolutos entre 2000 e 2010. Apesar de haver um número crescente de políticas públicas para mitigação das mudanças climáticas, as emissões anuais de GEE cresceram em média 1,0 Gt CO₂ (2,2%) por ano, de 2000 a 2010, em comparação com 0,4 Gt CO₂ (1,3%) por ano, de 1970 a 2000 (Figura 2). As emissões antrópicas totais de GEE de 2000 a 2010 foram as mais altas da história e alcançaram 49 (± 4,5) Gt CO₂.ano⁻¹ em 2010. A crise econômica global de 2007/2008 reduziu as emissões apenas temporariamente (IPCC-AR5, 2014).

Figura 2 - Emissões anuais antropogênicas totais de gases de efeito estufa, no período de 1970 até 2010.



Fonte: Adaptado de IPCC-AR5, 2014.

Essas emissões anuais antropogênicas totais de CO₂ e CH₄ em Gt.ano⁻¹ equivalentes ao período mencionado acima, estão relacionadas a queima de combustíveis fósseis e processos industriais; silvicultura e outros usos do solo. Ainda analisando os dados do gás metano na figura 2, os gráficos 2a e 2b mostram as emissões de 2010, usando alternativamente ponderações de emissão equivalente de CH₄ e dos outros GEE com base no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (SAR – Second Assessment Report) e valores do AR5, respectivamente (IPCC-AR5, 2014).

Usando os valores do Potencial Aquecimento Global (Global Warming Potential - GWP100) e os mais recentes do AR5 (barras à direita) resultaria em maiores emissões anuais totais de GEE (52 GtCO₂-eq.ano⁻¹) com uma maior contribuição de metano. Os valores de 2010 são mostrados, onde seus componentes aparecem divididos, com as incertezas associadas (intervalo de confiança de 90%) indicadas pelas barras de erro. As emissões globais de CO₂, CH₄, N₂O e gases fluorados foram estimadas em 8%, 20%, 60% e 20%, respectivamente (IPCC-AR5, 2014).

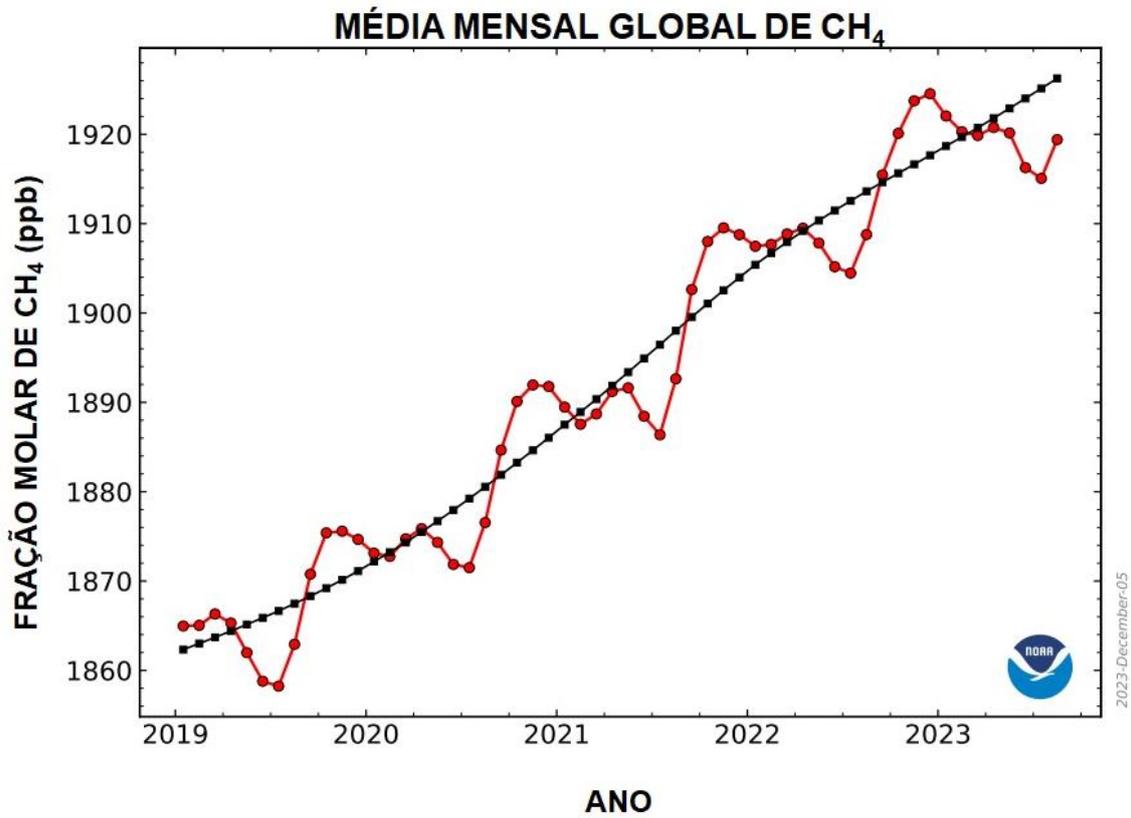
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi desenvolvido por meio de análise qualitativa onde foi realizada uma seleção cuidadosa de revistas e fontes bibliográficas, base fundamental para garantir a

qualidade e a relevância dos dados. Durante o levantamento, foram identificados artigos, estudos e outras fontes que abordaram o tema de interesse de forma detalhada e abrangente. Essa análise permitiu uma compreensão mais profunda do assunto em questão e contribuiu para o embasamento teórico deste trabalho acadêmico. Além disso, a análise qualitativa baseada em revistas e levantamento bibliográfico também envolveu a triangulação de dados, comparando e contrastando informações de diferentes fontes para obter uma visão mais completa e robusta do tema. Por fim, os resultados da análise qualitativa são apresentados de forma clara e concisa, utilizando citações e referências para respaldar as conclusões alcançadas. Essa abordagem contribuiu significativamente para o avanço do conhecimento, fornecendo insights valiosos para este estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Divisão de Monitoramento Global do Laboratório de Pesquisa do Sistema Terrestre da NOAA (acrônimo de *National Oceanic and Atmospheric Administration*) (Thoning e Dlugokencky, 2023) em sua última atualização em 05 de dezembro de 2023, a média mensal global de metano é de 1919,41 ppb (Figura 3).

Figura 3 Média mensal da abundância global de CH₄ na atmosfera

Fonte: Adaptado de Thoning e Dlugokencky, 2023.

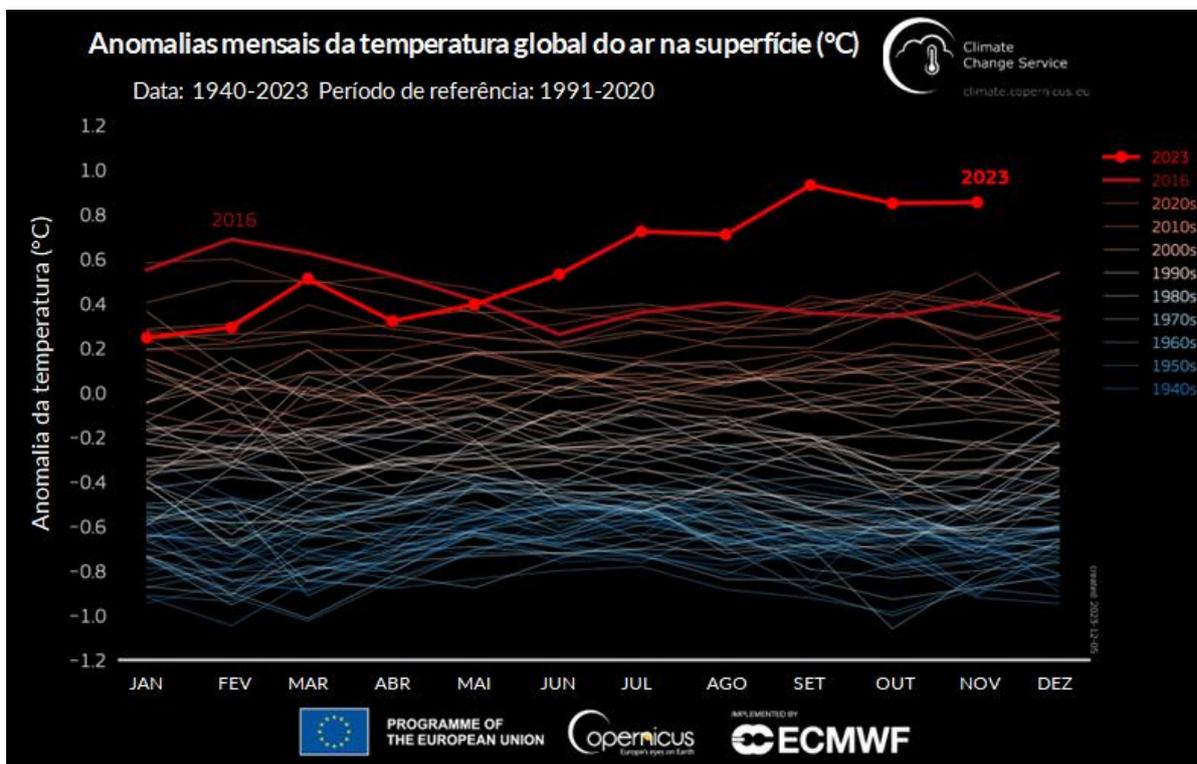
Segundo o jornal *The Guardian* (novembro, 2023), a pauta relacionada a emissões de metano (CH₄) na COP 28 seria uma das principais, visto o aumento considerável da fração molar do gás com maior poder de aquecimento (Houghton, 1995). A importância se dá também pelo fato de o metano ser o principal gás no processo de refino de petróleo, alimentando as linhas das refinarias de petróleo (Rahimpour, 2012). Mesmo sob essa veracidade, a sociedade civil árabe enfatiza que o modelo civilizacional dominante, baseado em uma economia de mercado e competição, é responsável por destruir ecossistemas globais e causar desastres climáticos (ANND, 2023).

Dr. *Tedros Adhanom Ghebreyesus*, diretor-geral da Organização Mundial da Saúde (OMS) desde 2017, vem afirmando: "O vício em combustíveis fósseis não é apenas um ato de vandalismo ambiental. Do ponto de vista da saúde, é um ato de autossabotagem." A fala do diretor-geral da OMS vai ao encontro ao destacado pela sociedade civil árabe, principalmente pela sociedade mundial ter passado por um ano (2023) de condições climáticas caóticas, com ondas de calor e secas (Figura 4) (Copernicus, 2023), incêndios, alagamentos, piora da qualidade do ar e migração em algumas regiões (WHO). A probabilidade do crescimento de doenças fatais é grande (ANND, 2023).

Partindo dessa premissa, vislumbrado a tendência econômica de cada país, faz-se necessário o acompanhamento de dados atmosféricos locais, onde aquisições *in situ*, remota (terrestre e por satélites), juntamente com programação orientada a dados (data driven) irá impulsionar o apoio a decisão, simplificando ações governamentais, garantindo saúde pública e crescimento econômico. A pesquisa atmosférica e a abordagem data driven desempenharam papéis cruciais na formulação do Acordo de Paris de 2015, que estabeleceu metas globais para mitigar as mudanças climáticas. A partir da coleta e análise de dados atmosféricos, os cientistas puderam identificar padrões climáticos, compreender as mudanças nas emissões de gases de efeito estufa e prever os impactos potenciais sobre o clima global. Além disso, a abordagem data driven, que se baseia na análise de grandes conjuntos de dados para extrair insights valiosos, contribuiu significativamente para a tomada de decisões informadas. Na COP 28, essa relação entre pesquisa atmosférica e dados foi reafirmada, destacando o papel essencial que essas ferramentas desempenham no monitoramento contínuo das mudanças climáticas, na avaliação de progresso em relação às metas estabelecidas no Acordo de Paris e no desenvolvimento de estratégias eficazes para combater as mudanças climáticas. A interseção entre pesquisa avançada e dados robustos proporcionou uma base sólida para as negociações e a implementação de ações concretas no âmbito internacional (UNFCCC, 2023).

Figura 4 - Anomalias mensais da temperatura global do ar na superfície (°C) em relação a 1991-2020

De janeiro de 1940 a novembro de 2023 são plotadas como séries temporais para cada ano. 2023 e 2016 são mostrados com linhas grossas sombreadas em vermelho brilhante e vermelho escuro, respectivamente. Os demais anos são mostrados com linhas finas e sombreados de acordo com a década, do azul (década de 1940) ao vermelho tijolo (década de 2020).



Fonte: ERA5. Crédito: Serviço de Alterações Climáticas Copernicus/European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).

Uma visão importante e questionável é a interação da diplomacia, especialistas e pesquisadores. A importância da diplomacia na COP 28 e em conferências climáticas anteriores é inquestionável, uma vez que a resolução dos desafios globais relacionados às mudanças climáticas demanda a cooperação entre nações. A diplomacia desempenha um papel crucial na facilitação de acordos, negociações e compromissos necessários para enfrentar as questões climáticas em escala global. No entanto, é pertinente ressaltar a limitada representação científica nessas instâncias. A ciência é fundamental para embasar políticas climáticas eficazes e orientar a tomada de decisões informadas. A inclusão de uma representação científica mais robusta nas discussões pode fortalecer ainda mais as bases das negociações, garantindo que as estratégias adotadas estejam alinhadas com as últimas descobertas e análises científicas. A integração de especialistas e pesquisadores na COP 28 e em conferências semelhantes é essencial para assegurar que os compromissos e políticas estabelecidos se baseiem em

evidências sólidas, promovendo abordagens mais eficientes e sustentáveis para enfrentar os desafios climáticos globais (UNFCCC, IPCC AR 5, Copernicus).

4. CONCLUSÃO

Em conclusão, a COP 28 emerge como um ponto crítico na trajetória global rumo à sustentabilidade, incorporando uma abordagem abrangente que interliga questões climáticas, saúde pública e avanços tecnológicos. A atenção da Organização Mundial da Saúde (OMS) à saúde global destaca a interdependência entre a estabilidade ambiental e o bem-estar das populações. A integração de dados oriundos de modelos de previsão (data driven) e a contínua aquisição de informações atmosféricas, tanto in situ quanto remotas, oferecem uma plataforma robusta para compreender e abordar os desafios climáticos em tempo real, informando decisões políticas e estratégias de mitigação.

A interação diplomática entre as nações, evidenciada durante a COP 28, é essencial para traduzir compromissos em ações tangíveis. Nesse cenário, a inclusão ativa de pesquisadores e especialistas reforça a necessidade de embasar as políticas climáticas em evidências científicas sólidas. O aumento da temperatura global, associado ao papel do metano como forçante radiativa no balanço energético, destaca a urgência de ações coletivas para reverter as tendências preocupantes e promover um equilíbrio ambiental sustentável.

Portanto, a COP 28 não apenas representa uma oportunidade crucial para impulsionar a cooperação internacional, mas também sinaliza um comprometimento renovado com abordagens holísticas, apoiadas por dados, que visam enfrentar os desafios interligados da mudança climática e da saúde global. A busca por soluções integradas, guiadas pela ciência e impulsionadas pela diplomacia, é imperativa para forjar um futuro mais resiliente e equitativo para as gerações vindouras.

REFERÊNCIAS

ANND, Arab NGO network for development. **Arab Civil Society Position Paper On**, November, 2023.

KHAN, A. A. An Analytical Study on The Impact of Global Warming: Effects on Environment. Recent Trends in Commerce, Management, Accountancy and Business Economics. e-Book ISBN: 978-81-968645-8-3; Abril, 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC), AR5: < https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf> Acesso em abril de 2024.

PARIS, J.-D., RIANDET, A., BOURTSOUKIDIS, E., DELMOTTE, M., BERCHET, A., WILLIAMS, J., ERNLE, L., TADIC, I., HARDER, H., E LELIEVELD, J. **Shippborne measurements of methane and carbon dioxide in the Middle East and Mediterranean areas and contribution from oil and gas emissions**, Atmos. Química. Física, 21, 12443–12462, <https://doi.org/10.5194/acp-21-12443-2021>, 2021.

THONING, L X K W, DLUGOKENCKY, E J. **Trends in globally-averaged CH₄, N₂O, and SF₆ determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements**. Version 2023-12. <https://doi.org/10.15138/P8XG-AA10> https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/ Acesso em abril de 2024.

RAHIMPOUR, M. R.; JAMSHIDNEJAD, Z.; JOKAR, S. M.; GHORBANI, A.; MOHAMMADI, A. H. **A comparative study of three different methods for flare gas recovery of Asalooye Gas Refinery**. Journal of Natural Gas Science and Engineering. V.4, p.17-28, 2012.

THE GUARDIAN. **Cop28 president denies on eve of summit he abused his position to sign oil deals**. Acesso em abril de 2024. <https://www.theguardian.com/environment/023/nov/29/cop28-president-denies-on-eve-of-summit-heabused-his-position-to-sign-oil-deals>

COPERNICUS. **Boletim climático de novembro, 2023**. Acesso em abril de 2024. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-november-2023-remarkable-year-continues-warmest-boreal-autumn-2023-will-be-warmest-year>

UNFCCC, Summary of Global Climate Action at COP 28, Global Climate Action, 2023. Acesso em abril de 2024. <https://unfccc.int/documents/636485>

UNFCCC Cop 28, Acesso em abril de 2024. <https://www.unep.org/pt-br/events/conference/conferencia-das-nacoes-unidas-sobre-mudanca-do-clima-unfccc-cop-28>