

A química atmosférica é o ramo da ciência que estuda o comportamento, a composição, a estrutura e as transformações químicas na atmosfera. Ela integra princípios da química (orgânica, inorgânica e físico-química) da física (radiação e termodinâmica), da meteorologia (comportamento da camada limite atmosférica - CLA e fenômenos de dispersão) e das ciências ambientais, englobando conhecimentos da mudança da paisagem e interações antropicas. Tais conhecimentos são importantes para compreender processos de formação do smog, chuva ácida, concentração de material particulado (MP) respiratório e ozônio, entre outros.

A CLA, segundo Stull (1988) é definido como a porção atmosférica mais próxima da superfície terrestre, sendo fortemente influenciada pelas atividades existentes, rugosidade do solo, circulação do ar, entre outras. nela ocorrem as trocas de calor, momento, energia e umidade. Quanto mais instável, turbulento o escoamento maior será a dispersão e transporte vertical e horizontal dos poluentes.

É a este conhecimento que se refere a cinética química, conforme Sieinfeld et al. (1998) permite quantitativamente as reações envolvidas na atmosfera, com foco especial nos poluentes e oxidantes em termos de massa, número de moléculas e volume. Por exemplo, na formação do ozônio troposférico, a fotólise do NO_2 , o radical formado reage com o O_2 e forma o O_3 em linhas gerais:

Vogel et al. (2002) e Turner (1994) destacam que a cinética química baseia-se em leis ponderais (Lei de Lavoisier e Proust), ou seja, na conservação e proporção das reações atmosféricas, entre poluentes e oxidantes.

A cinética química, descreve o comportamento, as velocidades e os mecanismos de transformação dos reagentes e constituintes atmosféricos, permitindo calcular o tempo de vida, as taxas de transformação e o

acumulo de poluentes neurotóxicos como peróxidos e O_3 . Ambos conceitos, são importantes para avaliar impactos ambientais, estimar tendências de poluição, modelar sistemas atmosféricos e desenvolver ferramentas, modelos e equações qualitativas e quantitativas de poluição atmosférica, em escalas regionais e locais, uma vez que a poluição atmosférica é derivadora.

Beind (2002) destaca que a radiação solar, a temperatura do ar, o balanço da circulação do ar e a concentração e tipologia dos poluentes em função de propriedades físico-químicas, determinam a forma de avaliação, monitoramento e controle, remediação e adaptação local aos poluentes. Isto torna o contexto derivador, pois requer monitoramento contínuo, amplo, robusto e abrangente, assim como do entendimento, com base em química química, que reações podem acontecer, alterando ou transformando o poluente em outro.

Destaca-se que a Resolução CONAMA 506/24 define poluente atmosférico como substância em função de energia, concentração, massa e estimar que possam ser nocivos à saúde, ao bem estar e a segurança social e ambiental.

A poluição pode ser de fonte fixa, móvel ou difusa, sendo emitida diretamente da fonte poluidora (primária) ou resultante de interações e transformações atmosféricas (secundária).

As propriedades físico-químicas como solubilidade, reatividade e tamanho de partículas, determinam inclusive as formas de controle. Exemplo, o SO_2 tem afinidade com água e ao reagir com as gotículas de água em forma de vapor na atmosfera forma o ácido sulfúrico. Logo, técnicas subseqüentes a lavagens são mais indicadas, ao passo que partículas na forma de fuligem, aerossol ou neblinas, como os MP, são indicadas sistemas de filtração do ar.

O equilíbrio químico, por sua vez, refere-se aos processos de reação direta ou inversa em um sistema químico equacion, com reação reversível, como o SO_2 e o NO_2 , na presença de vapores de água, formam os ácidos sulfúricos e nítricos, responsáveis pela chuva ácida.

A chuva ácida é um grande problema na contaminação de solos e águas e no desgaste e corrosão de edificações e fachadas, conforme destaca Hanna et al (1982).

O equilíbrio das fases descreve a partição dos gases e dos sólidos/líquidos, processo responsável pela formação de nitratos e sulfatos de amônio, componentes do MP (2,5), por exemplo. Ambos conceitos são influenciados por variáveis meteorológicas, com destaque, temperatura e umidade.

A Resolução CONAMA 506/24 inclusive, destaca no anexo 1, 9 (nove) poluentes com concentrações intermediárias e final, que devem ser monitorados numa escala temporal. Os poluentes são: MP2,5, MP10, O₃, Pb, SO₂, NO₂, fumos (FMS), material particulado em suspensão (MPS) e CO. As concentrações intermediárias conforme ~~resolução~~ resolução são divididas em 4 grupos:

P1 (intermediária 1) → até 31/12/2024

P2 (intermediária 2) → inicia em 01/01/2025 (estamos aqui)

P3 (intermediária 3) → inicia em 01/01/2033

P4 (intermediária 4) → inicia em 2029 podendo ser prorrogado ou antecipado conforme interesse ou necessidades do CONAMA, por um período de 4 anos não prorrogável.

O valor final (Pf) é definido conforme valores Guia da OMS em 2025 e será implementado conforme orientação do CONAMA após o término do P4.

Informa-se que poluentes CO, PT5 e Pb só tem concentrações finais e que a FMS e PT5 são parâmetros auxiliares, e seu monitoramento, como o do Pb, ocorrerá de acordo com interesse e necessidade observada pelo órgão ambiental em função das atividades e condições atmosféricas locais.

A resolução também destaca que outras substâncias podem ser analisadas com autorização dos órgãos ambientais, desde que seja justificada e que estejam respaldadas por normativas nacionais

e internacionais, bem como em técnicas e métodos reconhecidos.

De forma geral, a poluição atmosférica é desafiadora, pois as poluições monitoradas em um determinado ponto, podem ser diferentes daquelas emitidas ou de sua fonte primária. Por isso, com base em conceitos de química atmosférica e compreensão das propriedades físico-químicas e de potenciais reações é fundamental a aplicação de procedimentos quantitativos e qualitativos para o diagnóstico completo do poluente.

As análises qualitativas indicam o tipo de poluente, e provavelmente a fonte ou potencial origem e a quantitativa o grau de impacto ambiental e na saúde pública.

Técnicas como espectrofotometria (CO_2 , NO_2), cromatografia iônica (SO_4^{2-} , NO_3^-), cromatografia gasosa (COVs) e gravimetria (MP) são usadas para identificar e quantificar poluentes. Modelos dispersivos e receptores com conceitos de química química são usados para analisar e identificar potenciais origens e caminhos de propagação.

No caso da região da Grande Vitória (RMGV), conforme o relatório de qualidade do ar publicado em 2024, a região conta com 9 estações automáticas e 12 manuais de MP, sendo a ampliação com a implantação de 3 estações automáticas na praça do Canto e medição de MP em todos elas.

Aproximadamente 95% das estações indicaram condições "boas" para qualidade do ar, menos para o MP, principalmente o MP(2,5).

Região da Encosta da Serra, Ilha do Lázio, centro de Vitória e bairros próximos a regiões mineral-rodoviárias da Serra e Litorânea possuem piores indicadores de MP, com aumento percentual mais de 50%.

Um cenário emblemático na RMGV, conhecido como "pó-pau" resultante ou remanescente de atividades mineradoras, industriais e de movimentação mecânica nos portos, na construção e manutenção, que somados as poluições veiculares e expansão da construção civil, ampliam o problema.

Molga & Sal (1998) destaca que a epidemiologia ambiental integra conceitos de modelagem e cinética química para estudar o impacto de poluentes na saúde, como agravamento de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas.

O "po-poço" é um elemento constituído basicamente de sílica, ferro, alumínio, carbono e nêon e grupos de metais pesados como Cr, Pb, Mn e outros e suas propriedades físico-químicas facilitam a sedimentação e máquina, agravando a problemática ambiental.

Em junho de 2025, foi publicado o decreto N° 6076 que institui a Política de Qualidade do Ar do Estado do Espírito Santo com base nos conceitos e concentrações do CONAMA e PNQA, com valores intermediários e freios mais restritivos. Apesar disso, ambientalista e cientistas apesar de reconhecer o avanço, destacam que para a ~~PM~~ RMGV, os limites não garantem a sustentabilidade e saúde ambiental, principalmente frente as atividades empregadas e das dinâmicas da paisagem e meteorológicas e topográficas do litoral capixaba.

A universidade com seu pilar em ensino, pesquisa e extensão deve desenvolver pesquisas locais, desenvolver e incentivar participação de controle social, especialmente participativo e cidadão, bem como integrar em suas disciplinas nos cursos ambientais tais conceitos para que projetos contemplem não só características ambientais mas também fontes químicas dos poluentes.

