

CHUVA ÁCIDA

A denominação chuva ácida é concedida a toda chuva que possui um valor de pH abaixo de 4,5 unidades. Esta acidez da chuva é causada pela solubilização de alguns gases presentes na atmosfera terrestre cuja hidrólise seja ácida. Entre estes destacam-se os gases contendo enxofre, proveniente das impurezas da queima dos combustíveis fósseis. As chuvas normais têm um pH de, aproximadamente, 5,6 unidades, que é levemente ácido. Essa acidez natural é causada pela dissociação do dióxido de carbono em água, formando um ácido fraco, conhecido como ácido carbônico.

Origem

Os principais contribuintes para a produção de gases que provocam a chuva ácida, lançados na atmosfera, são as emissões dos vulcões e processos biológicos que ocorrem nos solos, pântanos e oceanos. Foi possível determinar os efeitos da deposição ácida que ocorreram nas geleiras há milhares de anos em partes remotas do globo. As principais fontes humanas desses gases são as indústrias, as usinas termoelétricas e os veículos de transporte. Os gases podem ser carregados por milhares de quilômetros na atmosfera antes de reagirem com partículas de água originando ácidos que mais tarde se precipitam. A precipitação ácida ocorre quando a concentração de dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de azoto (NO , NO_2 , N_2O_5) é suficiente para reagir com as gotas de água suspensas no ar (as nuvens). Tipicamente, a chuva ácida possui um pH à volta de 4,5 enquanto que a chuva normal tem um pH de cerca de 5,6 e a água corrente tem 6,8, sendo esta última já considerada neutra (pH 7 é neutro). A chuva ácida pode transformar a superfície do mármore em gesso. A chuva ácida industrial é um problema substancial na China, na Europa Ocidental, na Rússia e em áreas sob a influência de correntes de ar provenientes desses países. Essas áreas queimam carvão com enxofre na sua composição para gerar calor e eletricidade. Mas nem sempre as áreas onde são liberados poluentes, como as áreas industriais, sofrem danos diretos, justamente pelas correntes de vento e convecção das massas de ar, podendo no entanto, afetar áreas além das que emitem estes gases. Por esta razão, a chuva ácida é, também, denominada poluição transfronteiriça, já que regiões que não poluem podem ser severamente prejudicadas pela sua precipitação.

Formação

Os dois principais compostos que geram esse problema ambiental seguem processos diferentes. O enxofre é uma impureza freqüente nos combustíveis fósseis, principalmente o carvão mineral e o petróleo, que ao serem queimados também promovem a combustão desse composto. O enxofre e os óxidos de enxofre podem ser lançados na atmosfera pelos vulcões. Os óxidos ácidos formados reagem com a água para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido sulfuroso (H_2SO_3). O gás nitrogênio (N_2), abundante na composição da atmosfera, é muito pouco reativo. Para reagir com o oxigênio gasoso precisa de grande quantidade de energia, como ocorre em uma descarga elétrica ou no funcionamento de um motor a explosão. Estes motores são os maiores responsáveis pela reação de oxidação do nitrogênio na atualidade. Os óxidos, ao reagir com água, formam ácido nitroso (HNO_2) e ácido nítrico (HNO_3). As duas principais séries de reações de formação da chuva ácida são as que se seguem, onde inicialmente temos a formação dos ácidos provenientes do enxofre e depois, dos ácidos provenientes da oxidação no nitrogênio. Evidências de um crescente aumento nos níveis de chuva ácida vêm da análise das camadas de gelos oriundos das geleiras. Elas mostram uma repentina diminuição do pH a partir da Revolução Industrial de 6 para 4,5 ou 4. Outras informações foram coletadas através dos estudos de diatomáceas que habitavam os lagos. Com o passar dos anos, elas foram morrendo e sendo depositados em camadas de sedimentos no fundo dos lagos. As

diatomáceas suportam certas variações de pH, logo o número desses organismos encontrados em camadas de maior profundidade serve como indicador das mudanças de pH ao longo dos anos. Desde a Revolução Industrial as emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera aumentaram. Indústrias e usinas termoelétricas que queimam combustíveis fósseis, principalmente o carvão, são a principal fonte desses gases. Já chegou a ser registrado variações de pH abaixo de 2,4 em áreas industriais. Esses poluidores, mais o setor de transportes, são os grandes responsáveis pelo aumento dos óxidos de nitrogênio. O problema da chuva ácida não apenas aumentou com o crescimento populacional e industrial, mas também se espalhou. O uso de grandes chaminés a fim de reduzir a poluição local contribuiu para a disseminação da chuva ácida, liberando gases na atmosfera circulante da região. Algumas vezes, a precipitação ocorre a uma distância considerável de sua formação, sendo que as regiões montanhosas recebem a maior parte (devido às chamadas chuvas de montanha). Um exemplo deste efeito é o baixo pH das chuvas da Escandinávia comparado aos níveis de óxido que esta libera. Há uma forte relação entre baixos níveis de pH e a perda de populações de peixes em lagos. Com um pH abaixo de 4,5, praticamente nenhum peixe sobrevive, enquanto níveis iguais a 6 ou superiores promovem populações saudáveis. Ácidos na água inibem a produção das enzimas que permitem que as larvas de truta escapem das suas ovas. O baixo pH também faz circular metais pesados como o alumínio nos lagos. O alumínio faz com que alguns peixes produzam muco em excesso ao redor de suas guelras, prejudicando a respiração. O crescimento de fitoplâncton é inibido pelos grandes níveis de acidez e animais que se alimentam deles são prejudicados. Muitos lagos são afetados ao receberem e concentrarem o ácido proveniente de solos ácidos. Este fenômeno pode ser desencadeado por um dado padrão de chuva que concentre o ácido. Um lago de águas ácidas, com peixes mortos recentemente, pode não ser prova de poluição extrema do ar. As árvores são prejudicadas pela chuva ácida de vários modos. A superfície cerosa das suas folhas é rompida e nutrientes são perdidos, tornando as árvores mais suscetíveis a gelo, fungos e insetos. O crescimento das raízes torna-se mais lento e, em consequência, menos nutrientes são transportados. Íons tóxicos acumulam-se no solo e minerais valiosos são dispersados ou (no caso dos fosfatos) tornam-se próximos à argila. Os íons tóxicos liberados devido à chuva ácida constituem a maior ameaça aos seres humanos. O cobre mobilizado foi implicado nas epidemias de diarréia em crianças jovens e acredita-se que existem ligações entre o abastecimento de água contaminado com alumínio e a ocorrência de casos da doença de Alzheimer. A ocorrência de chuva ácida foi primeiro relatada em Manchester, na Inglaterra, num importante centro durante a Revolução Industrial. Em 1852, Robert Angus Smith identificou a correlação entre a chuva ácida e a poluição atmosférica. A expressão chuva ácida foi por ele empregada em 1872. Ele observou que essa chuva ácida podia levar à destruição da natureza, e embora a chuva ácida tenha sido descoberta desde 1852, só na década de 1970 que os cientistas começaram a observá-la, a chuva ácida era um problema que pioraria.

Soluções

Nos EUA, muitas usinas de energia que queimam carvão usam o sistema de dessulfurização de gás de fumeiro (FGD) para retirar os gases contendo enxofre de suas chaminés. Um exemplo de FGD é o depurador molhado que geralmente é usado nos EUA e em muitos outros países. Um depurador molhado é basicamente uma torre de reação equipada com um ventilador que extrai a fumaça de gases quentes da chaminé de uma usina de energia. O calcário ou a pedra calcária em forma de slurry também é injetada na torre para se misturar com os gases da pilha e combinar-se com o dióxido de enxofre presente. O carbonato de cálcio da pedra calcária produz sulfato de cálcio de pH neutro, que é fisicamente retirado do depurador. Ou seja, o depurador transforma a poluição de enxofre em sulfatos industriais. Em algumas áreas os sulfatos são vendidos a companhias químicas como gesso quando a pureza de sulfato de cálcio é alta. Em outros, eles são colocados num aterro. Algumas pessoas opõem-se à regulação da geração de energia, acreditando que essa geração de

energia e poluição necessitam de caminhar juntas. Isto é falso. Um reator nuclear gera menos que um milionésimo do lixo tóxico (medido por efeito biológico líquido) por watt gerado, quando os dejetos de ambas as instalações de geração de energia são adequadamente comparados (os Estados Unidos proíbem a reciclagem nuclear, de modo que esse país produz mais lixo que outros países). Um esquema regulador mais benigno envolve a negociação de emissões. Por este esquema, a cada planta poluidora atual é concedida uma licença de emissões que se torna parte do capital da empresa. Os operadores então podem instalar equipamentos de controle da poluição e vender partes das suas licenças de emissões. O principal efeito deste procedimento é oferecer incentivos econômicos reais para os operadores instalarem controles de poluição. Desde que grupos de interesse público possam aposentar as licenças por compra, o resultado líquido é um decréscimo contínuo e um menor conjunto de fontes poluidoras. Ao mesmo tempo, nenhum operador particular jamais será forçado a gastar dinheiro sem retorno do valor de venda comercial dos ativos. Entre essas coisas citamos mais algumas que também ajudam: -Conservar energia -Transporte coletivo -Utilização do metrô -Utilizar fontes de energia menos poluentes -Purificação dos escapamentos dos veículos -Utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre.

QUESTÕES

- 1) A chuva em ambientes não-poluídos é ácida ou básica?
- 2) A concentração de CO₂ na atmosfera tem aumentado nos últimos anos. Cite uma consequência ambiental desse fato.
- 3) Especialistas da Universidade de Atenas, observando as famosas obras-primas da Acrópole ateniense, feitas em mármore, há milhares de anos, tem constatado ser a deterioração das últimas décadas superior à acumulada em dezenas de séculos. A poluição atmosférica, comprovou-se ser, inequivocamente, a causa dessa corrosão. Mas, este não é um fato isolado, observações idênticas tem sido feitas por todo o planeta.
Indique a afirmação correta e comente as faltas:
 - a) Os ventos marinhos, carreando aerossol de cloreto de sódio, depositam-se sobre monumentos, facilitando a solubilização do CaCO₃, constituinte do mármore.
 - b) Ação corrosiva exercida pelo ácido sulfúrico formado pela interação entre SO₂ (oriundo do uso de combustíveis fósseis, ricos em derivados de enxofre), o oxigênio do ar e umidade.
- 4) A chuva ácida, grave problema ecológico, principalmente em regiões industrializadas, é o resultado de reações de gases liberados na atmosfera, produzindo ácidos. O óxido que pode estar relacionado com a formação da chuva ácida é:

a) CaO	b) SO ₂	c) CuO	d) Na ₂ O	e) Fe ₂ O ₃
--------	--------------------	--------	----------------------	-----------------------------------

- 5) Os despejos de resíduos gasoso nas áreas industriais, as queimadas, a combustão de carvão e derivados do petróleo, liberam fumaça contendo poluentes como óxidos de nitrogênio e de enxofre que sob ação da água formam ácidos, caracterizando:
a) chuvas ácidas b) inversões térmicas c) efeito estufa d) fotossíntese e) camada de ozônio