

**Título do Experimento:** Reproduzindo a Chuva ácida.<sup>Ref.</sup>

**Conceito:** Química Inorgânica: óxidos; reações químicas; indicadores ácido-base;

**Materiais:**

- 1 recipiente de vidro transparente com tampa (potes de café solúvel);
- Enxofre em pó;
- Água;
- 4 pétalas de flor colorida; ou 4 fitas de papel tornassol azul;
- 2 pedaços de fios maleáveis (podem ser de cobre) de ~15 cm cada;
- 1 colher;
- 1 caixa de fósforos;

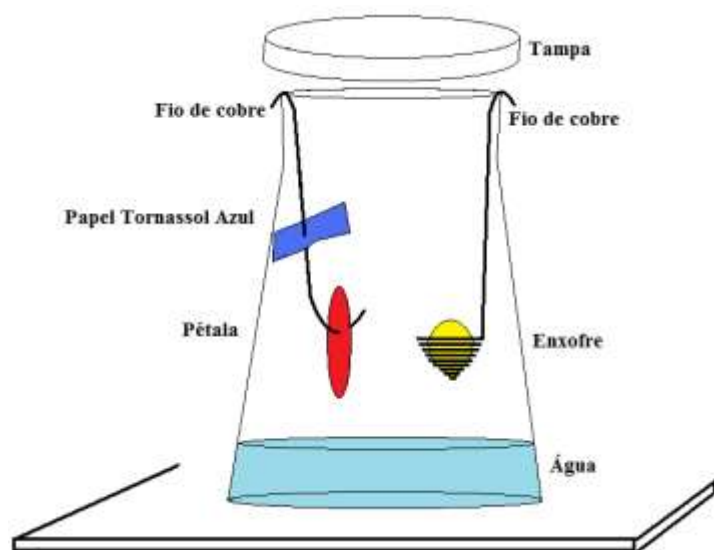
**Procedimentos:**

1ª. etapa) Sobre um vidro de relógio, ou sobre a tampa do pote de vidro, coloque uma fita de papel tornassol e/ou uma pétala de flor (pode ser de uma Rosa). Sobre a fita e sobre a pétala polvilhe um pouco do enxofre em pó (não utilize todo o enxofre, apenas o suficiente para cobrir parte do papel tornassol e da pétala de flor). Anote suas observações na tabela de resultados.

2ª. etapa) Com a ajuda de uma pipeta, ou conta-gotas, adicione um pouco de água sobre o enxofre que está sobre a pétala e sobre o papel tornassol. Observe o que acontece com a água em contato com o enxofre e se houve alteração na cor do papel tornassol e na pétala. Pegue uma nova fita de papel tornassol e o umedeça apenas com água. Anote suas observações.

Tais amostras já podem ser descartadas. Peça orientação de seu professor para isso.

3ª. etapa) Agora vamos montar o seguinte experimento utilizando o pote transparente, acompanhe a leitura visualizando o esquema da figura abaixo. Adicione um pouco de água ao pote. Coloque em uma das extremidades de um fio (pode ser de cobre) uma nova pétala e no mesmo fio, mas, um pouco separado, coloque um novo papel tornassol azul. Na outra extremidade do fio, faça um pequeno gancho e pendure por dentro do pote de vidro (acima do nível da água). Tome cuidado para que a pétala ou fita não entre em contato com a água.



**Figura 1:** Esquema de montagem para experimento da Chuva Ácida;

Pegue outro pedaço de fio de cobre e enrole uma das extremidades na ponta de uma caneta de modo a formar um pequeno cone de cerca de 1 cm. Faça um pequeno gancho na outra extremidade para que seja possível pendurar o fio dentro do pote de vidro. Ao cone formado adicione enxofre em pó, com cuidado (use uma colherinha). Pendure o fio de cobre por dentro do vidro sem atingir o nível da água.

Com o sistema montado vamos iniciar o experimento. Posicione um fósforo aceso abaixo do cone para iniciar a queimar o enxofre e rapidamente coloque o gancho no pote de vidro e tampe-o. Observe se o enxofre está realmente queimando. Aguarde de 5 a 10 minutos e anote na tabela de resultados se houve mudança na coloração do papel e da pétala.

4ª. etapa) Rapidamente, mas com cuidado, retire os dois fios pendurados dentro do vidro e tampe-o em seguida. Feche o vidro e agite a solução cuidadosamente. Umedeça na água do pote uma nova fita de papel tornassol e anote suas observações.

#### **Dicas:**

\_ Ao ocorrer a queima do enxofre odores desagradáveis serão despreendidos, é importante deixar o local de trabalho ventilado para que os gases desprendidos não sejam inalados;

\_ O papel tornassol azul possui cor azul em meio neutro e básico e, em meio ácido se torna rosa.

\_ NÃO jogue a água acidificada que está no pote direto na pia. Armazene esta solução contendo o ácido sulfuroso em um recipiente grande para posterior utilização em outros experimentos, ou neutralização. Peça orientação de seu professor.

\_ As pétalas e o papel de tornassol, usados, podem ser jogados no lixo. Os resíduos de enxofre podem também ser jogados na pia, pois este elemento é bastante inerte, assim não causa danos ao meio ambiente.

\_ A partir dos textos e dos experimentos, solicite aos seus alunos para formularem questões sobre o tema e sobre os conceitos estudados.

**Tabela 3:** Resultados das observações.

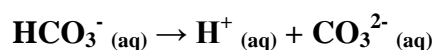
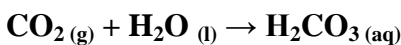
Análises	Observações
Pétala + Enxofre (S)	
Papel Tornassol + Enxofre (S)	
Pétala + Enxofre (S) + água	
Papel Tornassol + Enxofre (S) + água	
Papel Tornassol + água	
Pétala + Dióxido de Enxofre	
Papel Tornassol + Dióxido de Enxofre	
Papel Tornassol + água do interior do pote	

### Discussão dos conceitos:

pH (*potencial hidrogeniônico – de íons  $H^+$* )

Sabemos que o pH da água pura é 7,0, mas quando o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) presente na atmosfera se dissolve na água, ocorre a formação do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), e assim temos o pH da água em equilíbrio com o  $CO_2$  atmosférico sendo de 5,6.

Veja as equações mostrando a formação e dissociação do ácido carbônico:

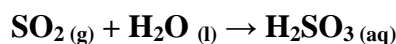


Então, apesar da água da chuva em equilíbrio com o gás carbônico já ser ácida, só dizemos que a chuva tem um excesso de acidez quando seu pH for menor que 5,6. Até esse valor a chuva está dentro de um valor normal, natural. O aumento da acidez da chuva (lembre-se: isso significa valores de pH menores, abaixo de 5,6) ocorre principalmente quando há um aumento na concentração de óxidos de enxofre e de nitrogênio na atmosfera.

Estes óxidos e o óxido de carbono são chamados de **óxidos ácidos**, porque em contato com a água (neste caso água de chuva) formam ácidos. Então como ocorre a formação da chuva ácida?

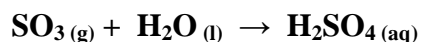
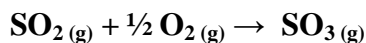
O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é o responsável pelo maior aumento na acidez da chuva. Este é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis como a gasolina, carvão e óleo diesel. O óleo diesel e o carvão são muito impuros, e contém grandes quantidades de enxofre (S) em sua composição, sendo responsáveis por uma grande parcela da emissão de SO<sub>2</sub> para a atmosfera. Atualmente as indústrias têm investido muito na purificação do diesel a fim de diminuir as impurezas que contém enxofre.

De forma equivalente a outros óxidos, o SO<sub>2</sub> reage com a água formando o ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>):



Dissociação do ácido sulfuroso:  $\text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{HSO}_3^- (\text{aq})$

O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que é um ácido forte.



Dissociação do ácido sulfúrico:  $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$

### **Meio Ambiente:**

Algumas conseqüências da elevada emissão de SO<sub>2</sub> e da formação da chuva ácida relativa à acidez na atmosfera.

O excesso de acidez na chuva pode provocar a acidificação de lagos, principalmente aqueles de pequeno porte. A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5 a 7,0, podendo manter uma grande variedade de peixes, plantas e insetos, além de manter animais e aves que vivem no seu entorno e se alimentam no lago.

O pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar.

No caso do pH da água chegar a 4,0 – 4,5, já pode ocorrer a intoxicação da maioria das espécies de peixes e levá-los a morte.

No solo, a chuva ácida também pode provocar um maior arraste de substâncias e de metais (estes chamados de metais pesados que são muito tóxicos) para lagos e rios, podendo intoxicar a vida aquática.

A acidez da atmosfera não só afeta aos seres vivos como também pode danificar (corroer) a superfície de monumentos históricos e edifícios feitos de mármore ( $\text{CaCO}_3$ ) por causa da reação com o ácido. Podemos representar esse ácido (proveniente da chuva ácida) de forma genérica como  $\text{H}^+$ , na equação da reação abaixo:



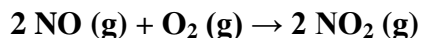
Um outro fator muito importante sobre a emissão de  $\text{SO}_2$  é a formação de ácidos no corpo humano, à medida que respiramos. Este ácido pode provocar problemas como coriza, irritação na garganta e olhos e até afetar o pulmão de forma irreversível. No ano de 1952, na cidade de Londres, aproximadamente 4000 pessoas morreram em poucos dias como consequência da alta emissão de  $\text{SO}_2$  na atmosfera, proveniente da queima do carvão nas casas (utilizado em sistemas de aquecimento da residência) e nas indústrias naquela região. Normalmente esses gases são dispersos para camadas mais elevadas na atmosfera, mas na época houve um fenômeno meteorológico de inversão térmica, que causou um resfriamento súbito da atmosfera impedindo a dispersão dos gases.

A emissão de dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), que provém principalmente da queima de combustíveis pelos carros, além de contribuir para a chuva ácida também provoca problemas respiratórios e diminui a resistência do organismo à vários tipos de infecções.

Pela queima de combustíveis fósseis em altas pressões e temperaturas na presença do gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) do ar, temos que na câmara de combustão dos motores, ocorre a seguinte reação:



O óxido de nitrogênio ( $\text{NO}$ ) formado é eliminado no cano de descarga dos motores, e ele é instável nas condições atmosféricas normais, assim na presença do oxigênio ( $\text{O}_2$ ) do ar, produz a seguinte reação:



O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) formado, na presença de água líquida nas gotículas das nuvens, nevoeiros e outras formas de condensação atmosférica, produz os ácidos nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) ( $\text{NO}_2 + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{HNO}_3$ ):

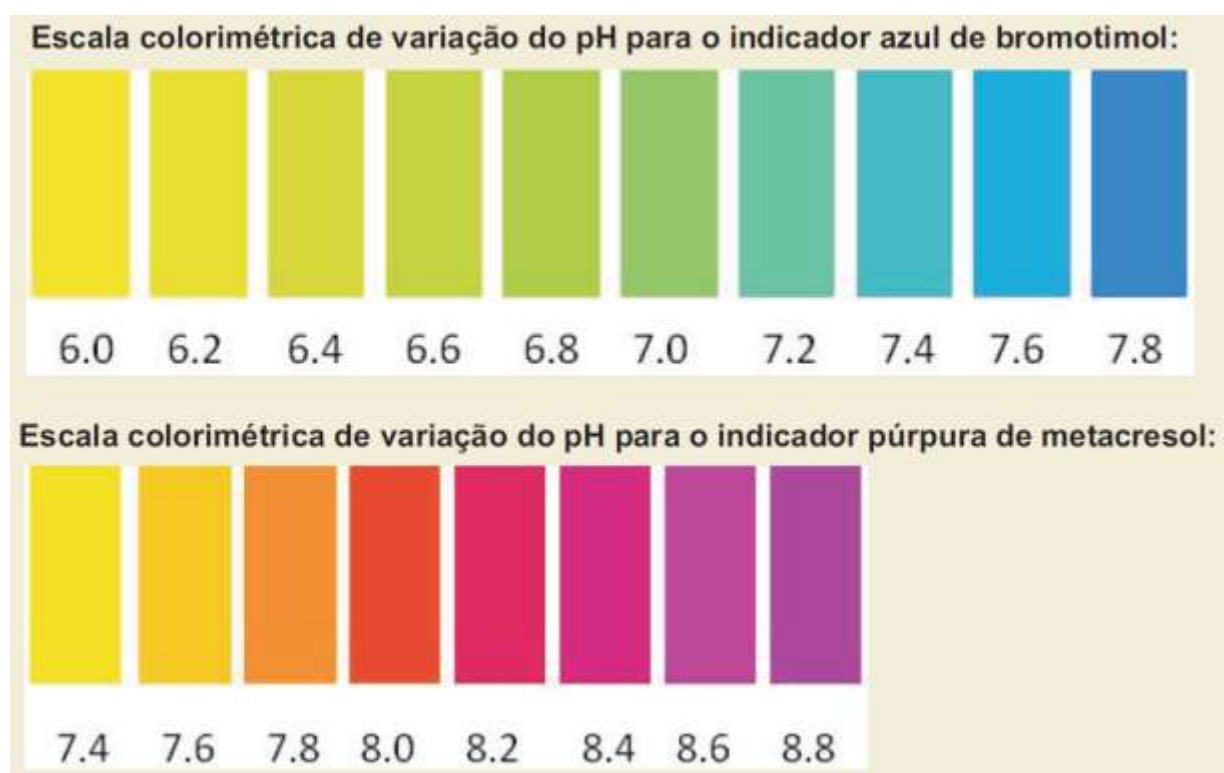


O ar atmosférico poluído pode ser transportado pelos ventos. Quando uma indústria emite gases e material particulado para a atmosfera, podemos ver que a fumaça "viaja" pelo ar. Desta forma, quando chover, esses contaminantes poderão ser depositados longe das fontes emissoras.

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) produzido pela queima do carvão em Termoelétricas é um dos grandes formadores da chuva ácida. Na década de 90, houve várias reportagens que relataram os indícios de que a termoelétrica de Candiota no Rio Grande do Sul emitia gases formadores da chuva ácida sobre o Uruguai, prejudicando o meio ambiente também daquele país.

## ANEXO 1:

### TABELA COLORIMÉTRICA DE pH:



Amostras	pHmetro	Ind Azul	Ind Purp	pH Papel Univ.
Torneira	7,46	7,0-7,2	X	6.0
Gás	5,06	(<6,0)	X	5.0
Destilada	5,90-6,04	(<6,0)	X	5.0
Arroio	7,33	7,2	X	6.0
Arroio 2	7,8	7,6-7,8	X	?