

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

BERNARDO LOURES DE OLIVEIRA ZAIDEM

CHUVA ÁCIDA

**JUIZ DE FORA
2006**

BERNARDO LOURES DE OLIVEIRA ZAIDEM

CHAUVA ÁCIDA

Monografia apresentada ao curso de
Tecnologia em Meio Ambiente da
Universidade Presidente Antônio Carlos
como um dos requisitos para obtenção
do título de tecnólogo.

Orientadora Prof. MSc Flavia Medina Cury

JUIZ DE FORA
2006

BERNARDO LOURES DE OLIVEIRA ZAIDEM

CHUVA ÁCIDA

Monografia apresentada ao curso de
Tecnologia em Meio Ambiente da
Universidade Presidente Antônio Carlos
como uns dos requisitos para obtenção
do título de tecnólogo. Aprovado em
15 de dezembro de 2006.



Flavia Medina Cury

**JUIZ DE FORA
2006**

Dedico está monografia para meus pais, e meu irmão e dedico também a Deus, por ter me ajudado sempre que precisei dele.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Flavia pela ajuda, e as funcionárias da biblioteca pela ajuda na hora da pesquisa em livros.

Sempre julguei melhor e mais útil
dar um bom exemplo, que seguir
o mau.

THOMAS JEFERSON

SUMÁRIO

RESUMO.....	07
1. INTRODUÇÃO.....	08
2. CHUVA ÁCIDA	09
2.1. CHUUVAS ÁCIDAS EM CUBATÃO.....	15
2.2. CAUSAS DA DEPOSIÇÃO ÁCIDA	17
2.3. ALCANCE DA CHUVA ÁCIDA E SEUS EFEITOS	18
3. EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA NOS ECOSISTEMAS TERRESTRES	19
3.1. EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS	19
3.2. PREJUÍZOS DA CHUVA ÁCIDA.....	20
3.3. EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA SOBRE OS MATERIAIS	21
3.4. EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA NA SAÚDE.....	21
3.5. CHUVA NA CADEIA ALIMENTÍCIA.....	22
3.6. EFEITOS NA PESCA.....	23
4. CHUVA ÁCIDA NO MUNDO.....	25
4.1. OCORRÊNCIAS DA CHUVA ÁCIDA EM ALGUNS PAÍSES.....	25
5. A POLÍTICA DA CHUVA ÁCIDA.....	27
6. INSTITUTO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS (USGS).....	30
7. A IMPORTÂNCIA DE CONTINUAR PESQUISANDO A CHUVA ÁCIDA..	31
8. COMO EVITAR A CHUVA ÁCIDA.....	32
9. CONCLUSÃO.....	33
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

RESUMO

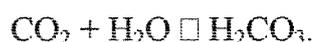
Os efeitos da chuva ácida têm sido um grande transtorno para o mundo. O prejuízo que a mesma tem causado a agricultura, aos grandes monumentos, ao solo, as florestas e sobretudo à saúde humana e animal tem sido uma constante preocupação ao ser humano.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o crescimento industrial intenso houve uma quantidade muito grande de resíduos lançados na atmosfera. É muito importante o papel social da indústria e a sua importância para o desenvolvimento atual, mas o fato é que estas são responsáveis por danos irreparáveis ao Meio Ambiente. A acidificação do solo e vias fluviais é possivelmente a maior ameaça ambiental de nossos dias. Talvez a consequência mais devastadora desta acidificação, seja o seu impacto causado em nossos ecossistemas complexos.

2. CHUVA ÁCIDA

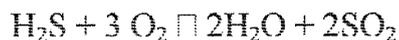
Não existe chuva totalmente “pura”, pois ela sempre arrasta consigo componentes atmosféricos. O CO_2 , que existe normalmente na atmosfera, como resultado da respiração dos seres vivos e da queima de materiais orgânicos, ao se dissolver nas águas da chuva já a torna ácida, devido a reação abaixo:



O ácido carbônico formado é, porém, muito fraco, e a chuva assim “contaminada” tem pH por volta de 5,6 (pouco mais ácida que a chuva natural).

A situação, contudo, se complica em função da presença de óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) e de nitrogênio (NO_x) existentes na atmosfera.

O SO_2 existente na atmosfera pode ser de origem natural ou artificial. O SO_2 natural é proveniente de erupções vulcânicas (a erupção do vulcão Pinatubo, na Filipinas, em março de 1991, lançou ao ar 100.000 t de SO_2) e também da decomposição de vegetais e animais – no solo, nos pântanos e nos oceanos, quando ocorre liberação de H_2S , que por sua vez sofre transformação representada abaixo:



Calcula-se que as fontes naturais lançam ao ar cerca de 20 milhões de toneladas de SO_2 por ano.

O SO_2 artificial é proveniente, principalmente, da queima de carvão mineral e dos derivados de petróleo. O carvão mineral contém até 5% de enxofre, principalmente na forma de pirita (FeS_2). O petróleo contém compostos sulfurados – às vezes em porcentagens baixas, como os petróleos do Oriente Médio, outras vezes

em porcentagens elevadas, como os da Venezuela. Quando o carvão é queimado (em caldeiras industriais, em usinas termoelétricas, etc) ou quando os derivados do petróleo são queimados (em motores de automóveis, caminhões, aviões, etc.), o enxofre se oxida, formando SO_2 ($\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$). Outras fontes de SO_2 são as indústrias metalúrgicas que realizam ustulações de sulfetos metálicos ($\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$). Estima-se que as fontes artificiais lancem, no ar, cerca de 220 milhões de toneladas de SO_2 por ano.

Na atmosfera, o SO_2 reage com a água da chuva formando o ácido sulfuroso ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$), que é um ácido fraco. Mas o pior ocorre quando o SO_2 é oxidado para SO_3 ($2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$), que reage com a água da chuva produzindo o ácido sulfúrico ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$), que é um **ácido forte**. Este, sim, é o maior “vilão” da chuva ácida.

Fatos semelhantes ocorrem, na atmosfera, com os óxidos de nitrogênio. O NO existe naturalmente na atmosfera; de fato, o ar é formado predominantemente por N_2 e O_2 ; em dias de tempestades, os raios provocam a reação do gás nitrogênio com o gás oxigênio, formando assim o monóxido de nitrogênio ($\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$). Além disso, a decomposição de vegetais e animais, por bactérias do solo também produzem óxidos de nitrogênio. Calcula-se que as fontes naturais produzem cerca de 180 milhões de toneladas de NO_x por ano. Além disso, outras 75 milhões de toneladas de NO_x são produzidas **artificialmente**, por ano, nas combustões dos motores de automóveis, aviões, etc.

Na atmosfera, o NO é facilmente oxidado para NO_2 ($2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$); que é o responsável pela neblina de cor castanha que se observa nas grandes cidades

em dias de muita poluição. Além disso, o NO_2 reage com a água da chuva, produzindo o HNO_2 , que é um ácido fraco, e o HNO_3 , que é um ácido forte, conforme a reação abaixo:



O HNO_2 acaba se oxidando para o HNO_3 ($2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \square 2\text{HNO}_3$) e, sem dúvida, o HNO_3 é o segundo “vilão” da chuva ácida.

Em grandes cidades, devido as indústrias e ao número de automóveis, e em regiões muito industrializadas, com presença de refinaria de petróleo e indústrias metalúrgica, o ar acaba se carregando de H_2SO_4 e HNO_3 , e a chuva traz esses ácidos para o solo, dando origem ao fenômeno de **CHUVA ÁCIDA**. Tecnicamente, chama-se de “chuva ácida” a qualquer chuva com $\text{pH} < 5,6$. Em regiões com um grande parque industrial são comuns chuvas com $\text{pH} = 4,5$, já foram até registradas chuvas com $\text{pH} = 2$, o que corresponde então a um verdadeiro “suco de limão” ou “vinagre concentrado”.

A má qualidade do ar já era percebida durante a Idade Média na Inglaterra, país que sempre usou muito carvão mineral para o aquecimento das residências no inverno. Tal quadro piorou de duzentos anos para cá, em virtude da Revolução Industrial. Mas o termo “chuva ácida” só surgiu em 1872, quando o químico inglês Robert Angus Smith escreveu o livro *Ar e chuva, fundamentos de uma climatologia química*, relacionando os efeitos da chuva à corrosão de grades, monumentos e outros objetos de ferro em Londres. Um incidente muito triste ocorreu, em dezembro de 1952, quando a cidade ficou coberta, durante vários dias, por uma nuvem de fumaça (*smoke*) e neblina (*fog*), conhecida pela abreviação *smog*;

aproximadamente 4000 pessoas, principalmente crianças e idosos, acabaram morrendo por causa dessa forte poluição.

Os efeitos da chuva ácida (em países frios, ocorre até neve ácida) são múltiplos e sempre bastante nocivos. Podem ser observados nos seguintes locais:

- **Nos lagos**, o aumento da acidez das águas destrói a vegetação aquática e, em consequência, provoca a morte dos peixes (o salmão e a truta morrem em pH= 5,5). Atualmente 80% dos lagos da Noruega já são considerados ácidos.

- **Nas florestas**, as árvores de maior porte morrem, pois a chuva ácida destrói as células respiratórias de suas folhas; cerca de 67% das florestas inglesas foram destruídas dessa maneira.

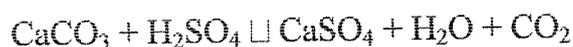
- **No solo**, a acidez "lava", do solo, muitos nutrientes das plantas, tais como Ca e Mg, carregando-os para os rios e lagos. Com isso, o solo se empobrece. Além disso, alguns metais tóxicos do solo (como o alumínio) são solubilizados devido a alteração do pH do solo ($Al_2O_3 + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} \text{ (solúvel)} + 3H_2O$). Isso envenena as plantas, reduz as colheitas, além de contaminar as águas subterrâneas. A solução mais simples para neutralizar a acidez do solo é a aplicação de calcáreo ($CaCO_3$).

- **Nos prédios**, o concreto, o cimento e ferro das construções são corroídos pela chuva.

- **Na saúde humana e dos animais**. Para se conscientizar da importância da respiração, lembre-se de que podemos agüentar várias semanas sem comer ou vários dias sem beber água, mas só resistimos alguns instantes sem respirar. Se a qualidade do ar é ruim, aparecem várias doenças, especialmente do sistema respiratório, como tosse, asma, bronquite, enfisema pulmonar, etc. Calcula-se que

cerca de 1 bilhão de pessoas na Terra respiram ar de qualidade insatisfatória. Nos animais, a poluição atmosférica chega a provocar a perda de pêlos e manchas na pele.

- **Entre os monumentos** mais antigos, que são de mármore e outras pedras calcárias (CaCO_3) a agressão pelo ácido sulfúrico é visível a olho nu. A reação está demonstrada a seguir:



Isso ocorre no *Cristo Redentor*, no Rio de Janeiro; nos *Profetas*, do Alcijadinho, em Congonhas - Minas Gérias; em monumentos e catedrais da Europa; no *Taj Mahal*, na Índia. O *Partenon*, em Atenas, foi mais corroído, nos últimos vinte anos do que nos vinte séculos de existência.

Outro aspecto grave da poluição do ar é o fato de os óxidos de enxofre e nitrogênio serem carregados pelos ventos, por longas distâncias. Assim, por exemplo, a poluição produzida na Inglaterra e na Europa central é a principal responsável pela acidez dos lagos e morte dos pinheiros da Suécia e da Noruega; 50% da chuva ácida do Canadá é produzida nos Estados Unidos; o Uruguai reclama da poluição provocada pelas usinas termoclétricas instaladas no Rio Grande do Sul. Nas décadas de 60 e 70, defende-se o uso de chaminés muito altas (Algumas com 400 m de altura) para melhor dispersar a fumaça, e não poluir as regiões vizinhas. Pois bem, constatou-se posteriormente que essa dispersão em grande altura levava chuva ácida para regiões ainda mais distantes – e, muitas vezes, totalmente inabitadas. Pode-se perceber então que o problema da chuva ácida é um problema internacional, e não de países isolados.

No Brasil, as regiões mais atingidas pela poluição ácida presente na atmosfera são as **grandes cidades** (São Paulo, Rio de Janeiro), as **regiões altamente**

industrializadas (indústrias do petróleo - Cubatão, Paulínia, Recôncavo Baiano), as **extrações de carvão** (Paraná e Santa Catarina) e as **indústrias metalúrgicas** (Itapira, Volta Redonda, etc.).

A figura 1 mostra como é o ciclo da poluição da água.



Figura 1: O Ciclo da Poluição da Água (site Planeta Terra, 2006).

Como observação final, achamos importante assinalar que na região de Cubatão existem também muitas indústrias, como as de fertilizantes agrícolas, que lançam no ar **componentes básicos** (amônia, compostos de cálcio, potássio, magnésio, etc.). Em certas ocasiões esses componentes neutralizam os componentes ácidos do ar emitidos pela petroquímica e pela siderúrgica, resultando então na ocorrência de chuva com pH normal (próximo a 5,6). Essa chuva, porém, não deixou de ser um “caldo químico” nocivo, e isso nos mostra que, em pesquisas científicas, não podemos nos limitar a um único tipo de medida (como, no caso, o pH da chuva), sob pena de termos uma visão muito incompleta dos fenômenos que estão ocorrendo.

A chuva ácida é um problema mundial com soluções caras e de complicada aplicação, pois envolvem aspectos técnicos, econômicos, políticos e sociais. Do ponto de vista técnico, recomendam-se, principalmente:

- a purificação do carvão mineral, antes de seu uso;
- o emprego de caldeiras com sistemas de absorção de SO_2 ;
- o uso de petróleo de melhor qualidade e a purificação de seus derivados, visando à eliminação de compostos de enxofre;
- nas cidades, o maior uso de transporte coletivo (metrô, trens suburbanos, ônibus, etc.) e o desencorajamento do uso de carros particulares;
- a construção de carros menores, com motores mais eficientes e com escapamentos providos de catalisadores que “destruam” os gases nocivos;
- e muitas outras medidas, aplicáveis às indústrias, às residências, aos transportes e a nossa vida diária.

2.1 Chuvas Ácidas em Cubatão

Cubatão, localizada no estado de São Paulo, é um pólo industrial muito grande e diversificado. Essa cidade dista 10 km do mar e é encostada a Serra do Mar, um “paredão” com cerca de 700m de altitude. Segundo palavras do professor Samuel Murgel Branco:

“Cubatão representou sempre um local de passagem obrigatória entre o Porto dos Santos (o maior do país) e os centros produtores e consumidores do planalto. Os produtos de São Paulo (primeiro o açúcar, depois o café) eram transportados serra

abaixo até Cubatão, onde eram embarcados em barcaças que desciam o Rio Cubatão até o porto. A indústria de Cubatão surgiu primeiramente em função dessas vias de comunicação, à medida que elas foram sendo melhoradas. Entre os anos de 1912 e 1918, foram instaladas, quase simultaneamente, uma indústria de tanino e adusos, um curtume e uma fábrica de papel. Em 1933, foi terminada a obra de instalação da usina hidroelétrica da Light, que veio a construir (com o porto, a ferrovia e as rodovias) mais um fator de industrialização. A partir de 1950 esse complexo hidroelétrico foi ampliado com a reversão dos rios Tietê e Pinheiros. Em 1949 foi decidida a construção da Refinaria Presidente Bernardes, à qual se seguiram 23 indústrias químicas e petroquímicas. A Siderúrgica Cosipa começou a produzir em 1964. Em 1984 foi firmado um compromisso público das indústrias com o governo do Estado fixando prazos para instalação de equipamentos antipoluidores, visando reduzir de 90% a poluição até 1988. Até 1987 a redução da poluição já ultrapassava 70%”.

Convém assinalar também que as condições meteorológicas na região de Cubatão não são propícias à *dispersão* dos poluentes atmosféricos. O vento que vem do mar traz muita umidade e é barrado pela Serra do Mar. Conseqüentemente a ventilação em Cubatão não é boa, seu ar tem muita umidade e chove bastante na região. O final da década de 70 e o início da década de 80 foram os piores anos para Cubatão; a grande quantidade de poluentes químicos, partículas em suspensão no ar e as condições meteorológicas adversas provocaram muitas doenças, principalmente em idosos e crianças, causaram muitos nascimentos de crianças defeituosas, destruíram parte da Mata Atlântica da Serra do Mar. Isso valeu o apelido de “Vale da Morte” para

a região de Cubatão. Felizmente, como vimos, um compromisso entre o governo e a indústria privada conseguiu reverter o problema.

A chuva ácida pode ocorrer nas áreas sob influência da poluição produzida pelas indústrias de Cubatão, próximo à Serra do Mar. Nesta região ocorre um fenômeno muito grave, a morte na floresta Atlântica que recobre a serra. As árvores de maior porte morrem devido à poluição, isto é, a chuva ácida, que causa a queda das folhas nas árvores, principalmente nas de grande porte.

A clareira aberta pela queda das folhas dessas árvores de grande porte permite que os raios solares incidam diretamente sobre espécies mais sensíveis, matando-as. A destruição assume uma gravidade significativa por causa do papel que as árvores possuem. Elas fixam a camada de solo que reveste a Serra do Mar, impedindo o deslizamento desse terreno. A morte das árvores e o apodrecimento das raízes é prejudicial ao ambiente da serra, pois pode causar em vários pontos verdadeiras avalanches de lama e pedras.

O aumento da frequência dessas avalanches de lama e pedras pode levar ao assoreamentos de rios e inundações.

2.2. Causas da Deposição Ácida

A deposição ácida é causada principalmente pelas emissões de dióxido de enxofre (SO_2) e dos óxidos de nitrogênio (NO_x), já que estes gases são as espécies formadoras de ácidos fortes mais frequentemente emitidas pela atividade antropogênica. Estes poluentes primários do ar são gerados pela queima de combustíveis fósseis - petróleo e carvão mineral - em veículos e indústrias,

notadamente nas usinas termelétricas, refinarias de petróleo e indústrias siderúrgicas e, ainda, no processo de fabricação de ácido sulfúrico, ácido nítrico, celulose, fertilizantes e na metalurgia dos minerais não metálicos, entre outros. Uma vez liberados na atmosfera, estes gases podem ser convertidos quimicamente em poluentes secundários, como os ácidos sulfúrico e nítrico.

Em algumas regiões localizadas, a chuva pode ser acidificada por emissões naturais provenientes da atividade geotérmica (vulcões e fontes termais), da queima de biomassa e através de processos metabólicos em algas, fitoplâncton e em algumas plantas presentes em ambientes marinhos, costeiros e continentais. Os oceanos e os litorais formados de pântanos salgados e manguezais são fontes expressivas de liberação de compostos ácidos para a atmosfera.

2.3. Alcance da Chuva Ácida e seus Efeitos

O dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio podem ser transportados até cerca de 3000 km de distância, dependendo do vento, da altura das chaminés das fábricas, da frequência das chuvas e das condições da atmosfera. A exportação das chuvas ácidas para regiões não produtoras de poluição foi a causa imediata para que o problema fosse avaliado internacionalmente. O Brasil pode estar levando chuva ácida para o Uruguai, assim como os países da Europa Ocidental exportam acidez para a remota Escandinávia.

3. EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA NOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

A solubilidade de metais potencialmente tóxicos como o alumínio, manganês e cádmio é dependente do pH e aumenta rapidamente com a diminuição do pH da solução do solo. O alumínio é fitotóxico e causa prejuízos ao sistema de raízes, diminuindo a habilidade das plantas para absorver os nutrientes e a água do solo, afetando o crescimento das sementes e a decomposição do folheto, e interagindo sinergicamente com os ácidos para aumentar o prejuízo às plantas e aos ecossistemas aquáticos. Outro efeito líquido sobre a vegetação é a redução no seu crescimento ou, no pior caso, a morte, devido não só à lixiviação dos nutrientes como o magnésio e o potássio pelo percolado ácido, mas também por causas secundárias afetando a planta enfraquecida.

3.1. Efeitos da Chuva Ácida sobre os Ecossistemas Aquáticos

Um lago ou uma represa acidificados parecem limpos e cristalinos, mas não contém vida. Os seres vivos são afetados não só pela acidez da água em si, que interfere em seus processos fisiológicos, mas também pela solubilização e mobilização de metais tóxicos à vida aquática. Em geral, à medida que o pH da água se aproxima de 6,0, algumas espécies de crustáceos, insetos e plânctons começam a desaparecer. Em pH próximo a 5,0, ocorrem variações mais significativas na comunidade planctônica, algumas espécies de musgos e plânctons começam a proliferar e inicia-se uma progressiva perda de algumas populações de peixes menos tolerantes à acidez.

Abaixo de pH 5,0, a água é relativamente desprovida de peixes. O fundo do lago é recoberto com detritos orgânicos, já que as bactérias têm suas funções prejudicadas em ambientes ácidos, o que provoca uma redução na taxa de decomposição de matéria orgânica e um conseqüente aumento de detritos na água. A interferência na ciclagem de nutrientes é a principal conseqüência da alteração das comunidades de microdecompositores.

3.2. Prejuízos da Chuva Ácida

A chuva ácida libera metais tóxicos que estavam no solo. Esses metais podem alcançar rios serem absorvidos pela vida aquática e assim entrar na cadeia alimentar do homem causando sérios problemas de saúde.

Prédios, casas, arquitetura: a chuva ácida também ajuda a corroer os materiais usados nas construções como casas, edifícios e arquitetura, destruindo represas, turbinas hidrelétricas, etc.

Os lagos podem ser os mais prejudicados com o efeito da chuva ácida, pois podem ficar totalmente acidificados, perdendo toda a sua vida.

A chuva ácida não só abre verdadeiras clareiras nas florestas, como é responsável pelo extermínio de florestas inteiras, pois mata árvores e vegetação de menor porte. As plantações são atingidas ainda mais rapidamente que as florestas, por apresentar em toda a área de cultivo vegetação com um porte homogêneo.

3.3. Efeitos da Chuva Ácida sobre os Materiais

A chuva ácida acelera a corrosão da maior parte dos materiais empregados na construção de edifícios, pontes, represas, equipamentos industriais, redes de canalização de água, depósitos de armazenamento subterrâneos, turbinas hidrelétricas e cabos elétricos e de telecomunicações. Pode também desgastar e descolorir monumentos antigos, prédios históricos, esculturas, ornamentos e outros objetos culturais importantes. A pintura dos automóveis, o concreto e o vidro das edificações também deterioram-se rapidamente com a acidez da chuva.

3.4. Efeitos da Chuva Ácida sobre a Saúde

Em níveis baixos de pH é alta a mobilidade de componentes metálicos. Dado este fato, existe um impacto indireto potencial na saúde humana por causa da contaminação de peixe comestível e da água potável por componentes metálicos. Estudos mostraram os níveis de contaminação muito acima do padrão aceitável para os peixes em certas vias fluviais, no entanto há advertências sobre a utilização desses peixes como alimento humano, já que podem ser prejudiciais a saúde. Deve-se ressaltar entretanto que a tolerância a esses componentes metálicos varia de população para população.

A precipitação do ácido influencia a saúde humana da seguinte forma:

- Metais tóxicos, como o mercúrio e alumínio podem ser lançados ao meio ambiente pela acidificação de terras. Os metais tóxicos podem atingir então as águas potáveis, colheitas e peixes e assim podem ser ingeridos pelo homem. Em casos de ingestões em grandes quantidades, estes metais podem ter efeitos tóxicos na saúde humana. É provável que um metal como alumínio, esteja relacionado à ocorrência da doença de Alzheimer.

- Aumento nas concentrações de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio levou a maior número de admissão de pacientes em hospitais com enfermidades respiratórias.

- Em pesquisas nas crianças de comunidades que recebem uma quantidade alta de poluição ácida identificou-se um aumento nas frequências de resfriados, alergias e tosses.

- A precipitação ácida também influencia o sustento econômico de algumas pessoas. Muitos lagos e rios na costa oriental da América do Norte são tão ácidos que os peixes diminuíram permanentemente em número e espécies. A diminuição dos peixes afeta os pescadores e as indústrias que confiam no turismo pesqueiro esportivo.

3.5. Efeitos na Cadeia Alimentícia

Os efeitos de acidificação em outros organismos aquáticos além de peixes são de grande importância. Os organismos de todos os níveis tróficos dentro da cadeia alimentícia podem ser afetados através de precipitação ácida.

As espécies podem ser reduzidas em número e variedades, e pode ser prejudicada a produção primária e a decomposição de matéria orgânica, ocorrendo o rompimento do ecossistema inteiro.

Mudanças no pH causam alterações na composição e estrutura das comunidades de plantas aquáticas envolvidas na produção primária. Através de experimentos, o pH de lagos em Ontário foi reduzido e notou-se mudanças na composição de espécies e na produção de fitoplânctons pelo lago, diminuindo a flora abundante de algas. Nos lagos em estudo o fator limitante foi a diminuição no fósforo e nitrogênio, que são nutrientes para as espécies de algas.

As reduções nas diversas comunidades de plantas em lagos e no rompimento subsequente da produção primária geralmente reduzem a provisão de comida; o fluxo de energia dentro do ecossistema afetado também é diminuído, o que também reduz a provisão de nutrientes. Estes fatores limitam o número de organismos que podem existir dentro do ecossistema, gerando impacto ambiental de grandes proporções.

3.6. Efeitos na Pesca

O desaparecimento de peixes de algumas regiões está relacionado, principalmente, a dois efeitos da chuva ácida:

- troca rápida de pH do local que leva a alta mortalidade dos peixes, porque as gotas contendo os contaminantes ácidos são extremamente tóxicos para os peixes.
- permanência dessa acidez por longo período leva os peixes a esterilidade, além de eliminar somente peixes em idade baixa e tamanho pequeno, tornando a ictiofauna de um determinado lago ou rio sem renovação.

Há mais de trinta anos, já havia notado que em certos lagos de áreas desertas distantes, populações de peixes estavam morrendo misteriosamente. Em alguns lagos a ictiofauna foi reduzida drasticamente. Os cientistas concluíram que a responsabilidade sobre a redução da vida aquática, principalmente pela mortandade de peixes, era da alteração do pH da água.

4. CHUVA ÁCIDA NO MUNDO

Pode parecer que não, mas milhares de pessoas preocupam-se com o Meio Ambiente. Diversos países debatem o assunto e investem em pesquisas sobre a chuva ácida. A Alemanha mudou sua política repentinamente para garantir pouca poluição. Já a Grã-Bretanha, que tem menos problemas, ainda quer um pouco mais de provas antes de atuar. Os Estados Unidos acreditam que são necessários mais pesquisas e debates antes de tomar uma ação prática.

4.1. Ocorrência da Chuva Ácida em Alguns Países

O problema de precipitação ácida na Canadá ocorre ao leste da margem do Rio Manitoba com o Rio Ontário. Esta área do Canadá tem um número grande de indústrias que lançam ácidos na atmosfera o que leva a um aumento na formação das chuvas ácidas. Esta área também é influenciada pela poluição das áreas industriais dos Estados Unidos Orientais.

Pesquisas mostraram que, quase metade da precipitação ácida que desaba sobre o Canadá está relacionada a combustão das fábricas de sete estados americanos: Ohio, Indiana, Penssivania, Illínios, Missouri, West Virginia e Tennessee.

Os níveis altos de precipitação de chuva ácida no Canadá oriental causam, principalmente os seguintes problemas ambientais:

- Mais de 300.000 lagos no Canadá oriental são agora vulneráveis à precipitação ácida. Foram acidificados mais de 14.000 lagos que perderam significantes espécies de vida aquática, principalmente peixes utilizados na economia de vilas pesqueiras.

- O salmão pescado nos rios da Nova Escócia passaram a ser recusados substancialmente desde os anos cinquenta. Isto ocorre devido à acidificação das águas nestes rios.

- No Canadá oriental, 55% dos canadenses vivem em área onde a chuva é bastante ácida. Estão relacionadas a esta forma de poluição os problemas respiratórios notados em milhares de pessoas.

- Segundo o Fundo Nacional para a Natureza, cerca de 35% dos europeus já estão seriamente alterados e cerca de 50% das florestas da Alemanha e da Holanda estão destruídas pela acidez da chuva.

Na costa do Atlântico Norte, a água do mar está entre 10% e 30% mais ácida que nos últimos vinte anos (RAVEN, BERG, JOHNSON, 1995).

5. A POLITICA DA CHUVA ÁCIDA

Apesar das causas e efeitos da chuva ácida terem sido determinados a algum tempo, os governos foram lentos para agir, restringindo as emissões dos componentes principais da chuva ácida. Só recentemente a proteção ambiental surge como uma exigência necessária para a continuidade do progresso econômico sustentável no próximo século. A maioria dos países está agindo agora “responsavelmente” para reduções da poluição atmosférica.

Em 1979, 34 países americanos, europeus adotaram “Convention and Resolution on Long-Range Transboundary Air Pollution” (Convenção e Resolução em Longo Alcance da Poluição do Ar), que os levou a reduzir as emissões de poluentes usando a melhor tecnologia disponível e economicamente possível. Embora este acordo tenha forçado os governos pela primeira vez a assumir suas responsabilidades pela poluição, infelizmente faltou objetividade no acordo.

Em 1983, depois da pressão considerável da Alemanha Ocidental e dos países Escandinavos, 21 países europeus assumiram o compromisso de reduzir as emissões de SO₂ em 30% dos níveis de 1980 até 1993; 12 países alcançaram este objetivo em 1988. Porém, o Reino Unido não seguia este acordo, mas declarou uma intenção para reduzir as emissões de SO₂ em 30% nos anos 90.

A Agência de Proteção Ambiental (EPA) nos Estados Unidos instituiu um programa para reduzir as emissões de SO₂ e NO_x na tentativa de estabelecer uma saúde ambiental e pública de excelente qualidade. O programa emprega métodos

tradicionais para controlar a poluição de ar, como também encoraja o desenvolvimento de novos métodos que apresentem maior eficiência na prevenção da poluição.

A legislação mais importante na restrição da poluição atmosférica na Europa foi o acordo com o "Large Combustion Plants Directive" (Diretiva de Plantas de Grande Combustão) em 1988. Este acordo definiu que as emissões totais de SO₂ para Europa devem ser reduzidas em 58% até o ano 2003, e as emissões de NO_x em particular devem ser reduzidas em 40% até 1999, com cada Estado participante tendo níveis diferentes como objetivos para alcançar, além de contribuir para as metas globais definidas.

Após a aplicação do acordo já houve uma redução significativa em SO₂ nas emissões na Europa ocidental. Isto é refletido no ar e nas medidas das concentrações de enxofre nas chuvas da Noruega meridional, que refletiu na melhoria gradual da qualidade de água em seus lagos.

As negociações atuais enfocam que é necessário alcançar os limites definidos. O uso de limites pré-estabelecidos nas negociações internacionais para a redução da emissão dos poluentes, torna isto possível identificando assim quais as emissões podem causar maiores danos. Tabelas de limites pré-estabelecidos para lagos de água doce, florestas e terra foram propostas. Estas tabelas calculam o excedente nos limites pré-estabelecidos para enxofre e nitrogênio e mostram até mesmo se o enxofre introduzido neste ecossistema está reduzido ou se o nitrogênio pode causar problemas de acidificação longe da Noruega meridional no próximo século.

A diminuição atual na concentração de poluentes em chuvas ácidas, é o resultado das leis de controle de poluição, a produção industrial poderia ser mais alta

sem a aplicação rígida destas leis. Porém, o controle de poluição é necessário para a melhoria das atuais condições ambientais.

6. INSTITUTO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS (USGS)

O USGS tem estudado chuva ácida ativamente durante os últimos 15 anos. Quando os cientistas aprenderam como a chuva ácida poderia prejudicar os peixes, o medo de dano ambiental natural pela chuva ácida preocupou o público americano. Pesquisa dos cientistas da USGS e outros grupos começaram a mostrar que os processos que resultam em chuva ácida são muito complexos.

Os cientistas foram confundidos pelo fato que em alguns casos era difícil demonstrar que a poluição de automóvel e das fábricas estavam contribuindo para o aumento da acidez da chuva. Experiências adicionais mostraram como a habilidade natural de muitas terras pode neutralizar ácidos e reduzir os efeitos da chuva ácida em algumas localidades, pelo menos enquanto esta habilidade de neutralização durasse.

O USGS representou um papel chave estabelecendo e mantendo a única cadeia de estações em âmbito nacional que monitora a chuva ácida.

A habilidade para descobrir mudança na química das chuvas e da neve demonstra a qualidade dos programas da USGS, esses são melhorados a todo ano, conseguindo assim respostas cada vez mais precisas.

7. A IMPORTÂNCIA DE CONTINUAR PESQUISANDO A CHUVA ÁCIDA

O Programa de Testemunho Atmosférico Nacional (NADP)/Rede de Tendências Nacional (NTN) esteve em operação para mais de 15 anos. Como a atmosfera e o nosso mundo são ambos muito dinâmico e mudam constantemente, sem o NADP/NTN, a efetividade no controle de poluição do ar, além dos programas novos e outras atividades, seriam desconhecidas.

Embora os controles mais rígidos de dióxido de enxofre estão sendo realizados, a poluição de óxido de nitrogênio tem previsão para aumentar nos próximos 20 anos. Pesquisas mostram que o nitrato em chuva e neve nos Estados Unidos Orientais já é alto na precipitação, tanto em locais menos povoados ou áreas industrializadas. Nitrato é uma substância química encontrado na chuva e neve como resultado de reações químicas que envolvem óxidos de nitrogênio, já apresentada anteriormente.

Uma razão importante para continuar o monitorando a longo prazo é que as mudanças de clima tendem a acontecer lentamente em clima de períodos longos de tempo, e de ano para ano a mudança para o clima pode mascarar aumentos de chuva ácida.

8. COMO EVITAR A CHUVA ÁCIDA

Para poder evitar a chuva ácida deve-se principalmente reduzir o consumo de carvão e petróleo. Também é imprescindível a conscientização dos governantes, tanto para a criação de leis, como para exigir uma rigorosa fiscalização por parte dos órgãos ambientais quanto ao cumprimento das leis ambientais.

Eis algumas sugestões para economizar energia:

- Transporte coletivo: diminuindo-se o número de carros a quantidade de poluentes também diminui;
- Utilização do metrô: por ser elétrico polui menos do que os carros;
- Utilizar fontes de energia menos poluentes: energia hidrelétrica, energia geotérmica, energia das marés, energia eólica (dos moinhos de vento), energia nuclear (embora cause preocupações para as pessoas, em relação à possíveis acidentes e para onde levar o lixo nuclear).
- Purificação dos escapamentos dos veículos: utilizar gasolina sem chumbo e adaptar um conversor catalítico;
- Utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre.

9. CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico, a destruição do Meio Ambiente e a utilização exaustiva dos recursos naturais surgem os vários prejuízos para todos os seres vivos como doenças, pragas, falta de recursos e subsídios para a sobrevivência, destruição de ecossistemas e biomas, extinção de espécies, poluição de todos os tipos e formas, escassez de água, contaminação química, biológica além de muitos outros.

Por tudo isso é primordial a preservação do Meio Ambiente, e para isso a população deve ser conscientizada que a destruição do Meio Ambiente leva destruição da vida na Terra.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baird, C. Química ambiental. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Barros, C. Paulino, W. R. O Meio Ambiente. s/n. ed. São Paulo: ed. Ática, 1998.

Branco, S.M. O Meio Ambiente em Debate. s/n. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1988.

Macêdo, J.A.B. Introdução a Química Ambiental. 1. ed. Juiz de Fora: 2002.

Raven, P.H., Berg, L.R., Johnson, G. B. Environment. Orlando: Saunders College Publishing. 1995.

Young, T.C, Method to Assess Lake Responsiveness to Future Acid Inputs Using Recent Synoptic Water Column Chemistry: Water Resources Research, 3. Ed. 1991.

Site: <<http://www.planeta.terra.com.br>> Acesso em : 04 out. 2006