

ENSAIOS PRELIMINARES PARA O MONITORAMENTO DA ACIDEZ DA CHUVA EM CUIABÁ-MT

Rodrigo Marques
Mestrando em Geografia - UFMT
rodgmarques@yahoo.com.br

Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparoni
Professora Dr.^a Adjunta do Departamento de Geografia - UFMT
cazamp@terra.com.br

Edinaldo de Castro e Silva
Professor Dr. Titular do Departamento de Química - UFMT
edinaldo@cpd.ufmt.br

Andréia Maria Barbosa
Mestranda em Física e Meio Ambiente - UFMT

Dirce Arruda
Aluna do Curso de graduação de Química - UFMT

Saulo Evangelista
Bacharel em Química - UFMT

Aparecida de Magalhães
Aluna do curso de graduação de Química - UFMT

Resumo

Os estudos sobre a acidez das chuvas têm sido aprofundados principalmente em regiões mais industrializadas, onde se observa um efeito mais visível do resultado da interferência humana sobre o ambiente que acabam retornando para a própria sociedade. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os índices de acidez das chuvas em Cuiabá-MT - Brasil, observando os fatores que podem influenciá-los nesta cidade que possui clima tropical úmido e seco, com duas estações bem definidas, sendo uma seca e uma chuvosa alternadamente. Um coletor foi instalado no bairro Jardim Imperial, região Leste de Cuiabá (LW 56° 01' 33" e LS 15° 36' 40"), em área aberta e livre de obstáculos, onde foram coletadas 43 amostras entre 21/09/2004 a 20/01/2005. Os valores de pH variaram entre 4,25 e 6,45, sendo que 29% eram menor que 5,0, 37,5% entre 5,0 e 5,59, 21% entre 5,60 e 6,00, e 12,5% acima de 6,01. Também foi analisada a correlação entre pH, condutividade elétrica, teor de nitrato, volume de precipitação (mm), temperatura da água da chuva, direção do vento e número de dias anteriores sem chuva. A inexistência de pesquisas sobre a acidez das chuvas em Cuiabá dificulta maiores conclusões sobre os resultados.

Palavras-chaves: *chuva ácida, Cuiabá-MT, queimadas, interferência humana*

PRELIMINARY ESTIMATIVE TO MONITORING OF RAIN ACIDITY IN CUIABÁ-MT

ABSTRACT

The research about rains acidity have been done principally in industrialized regions, where observe an efect more visible of human interference result in environment that can return on society. This job intends to analyse the values of rains acidities in Cuiabá-MT – Brazil, observing which factors can influence it in this city that possess a dry and

wet tropical climate, with two well defined seasons, been a wet and a dry season alternate. Has been installed a rain collection equipment in Jardim Imperial area, East region of Cuiabá (LW 56° 01' 33" e LS 15° 36' 40") in open area, free of obstacle, where were collected 43 samples between 21/09/2004 to 31/01/2005. The pH values varied between 4,25 to 6,45, been 29% were lower than 5,0, 37,5% between 5,0 to 5,59, 21% between 5,60 to 6,00, and 12,5% higher than 6,01. Were also analyzed the correlation between pH, electric conductivity, nitrate, precipitation volume (mm), rain water temperature, wind direction and numbers of days without rain. The nonexistence of researches about rains acidity in Cuiabá city does not allow major conclusions about these results.

Keywords: acid rain, Cuiabá-MT, burning, human interference

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a acidez das chuvas tem sido aprofundados principalmente em regiões mais industrializadas, onde se observa um efeito mais visível do resultado da interferência humana sobre o ambiente que acabam retornando para a própria sociedade. A formação de chuvas ácidas é uma consequência grave que a poluição atmosférica provoca no ambiente, e pode ser produzida tanto de fontes naturais (emissão de fumaça vulcânica, por exemplo) ou artificiais (emissões provenientes de indústrias ou automóveis, por exemplo). Em uma escala mundial observa-se que os estudos sobre a acidez das chuvas são abordados de maneira regional ou global (Castro e Tarifa, 1999), levando em conta que a circulação atmosférica pode deslocar as emissões poluentes na atmosfera a até 2.000 Km de suas fontes geradoras, enquanto que no Brasil os estudos estão em uma escala regional ou local.

Naturalmente existe na atmosfera o ácido carbônico (H_2CO_3) que é fraco, e a chuva tem seu pH natural em torno de 5,6 (Goldemberg e Villanueva, 2003), entretanto estudos demonstraram que não se deve generalizar este valor, pois já foram encontradas em áreas remotas chuvas com valores ácidos, indicando que naturalmente pode haver fatores que diminuem o pH das chuvas. Assim é ponderado afirmar que há ocorrência de chuva ácida quando o pH encontrado possuir um valor menor que 5 (Galloway *et al.*, 1982). Em regiões como os Estados Unidos e a Suécia, os valores do pH das chuvas se encontram entre os valores de 4 e 5 (Goldemberg e Villanueva, 2003). Metade das florestas alemãs foi destruída pela ação das chuvas ácidas e a acidificação dos lagos da Suécia (Goldemberg e Villanueva, 2003) e Noruega (Drew, 2002) - que destruiu boa parte da vida aquática lacustre - foram provocadas pela alta acidez das águas pluviais.

O objetivo deste trabalho foi acompanhar o comportamento do índice de acidez da chuva na região leste de Cuiabá, bem como observar quais fatores podem influenciar nas concentrações dos elementos analisados e na acidez da água de chuva. A inexistência de um monitoramento contínuo sobre os índices de acidez das chuvas em Cuiabá, faz com que este tipo de estudo se torne importante.

Área de Estudo

Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso, é uma cidade com clima tropical úmido e seco (Ayoade, 1998), cuja sede municipal que também é o centro geodésico da América do Sul se encontra nas coordenadas 15°35'56" LS e 56°06'01" LW. Possui duas estações bem distintas, sendo uma úmida e uma seca - alternadamente. Durante a estação seca (maio a setembro) são provocados vários danos na cobertura vegetal, e devido à localização da cidade na região tropical, próxima a linha do Equador, possui apenas alguns dias frios no inverno, devido a chegada de frentes frias oriundas das regiões meridionais. O restante da estação é quente e seca, e possui pluviosidade média anual próxima a 1.500 mm.

O processo de expansão urbana resultou na conurbação de Cuiabá com a cidade vizinha de Várzea Grande, formando o Aglomerado Urbano Cuiabá - Várzea Grande. Cuiabá conta com uma frota de cerca de 136 mil veículos (Detran-MT, 2003), considerando o Aglomerado Urbano Cuiabá

- Várzea Grande são cerca de 178 mil veículos circulando (Detran-MT, 2003) em cerca de 700 mil habitantes (IBGE, 2000). Também há um grande número de focos de queimadas urbanas, principalmente durante a seca, o que pode aumentar a concentração de gases e material sólido suspenso no ar (IAP, 2000), e conseqüentemente afetar a saúde de sua população.

O presente trabalho foi realizado em uma residência do bairro Jardim Imperial (LW 56° 01' 33" e LS 15° 36' 40"), região leste de Cuiabá, Figuras 1, que possui em seu entorno uma grande área de cobertura vegetal que vem sofrendo constante processo de desmatamento para a construção de novos conjuntos habitacionais. A cerca de um quilômetro do bairro se encontra a fábrica da Cervejaria Kaiser do Brasil S/A. Ao norte (N) do ponto de coleta fica a região da Morada da Serra - CPA (densamente povoada), ao sul (S) a região próxima ao Distrito Industrial, a leste (E) temos uma área verde e as proximidades do bairro Osmar Cabral e Tijucal, e a oeste (W) a região do Porto e parte da região central da cidade (que se estende também a noroeste - NW).

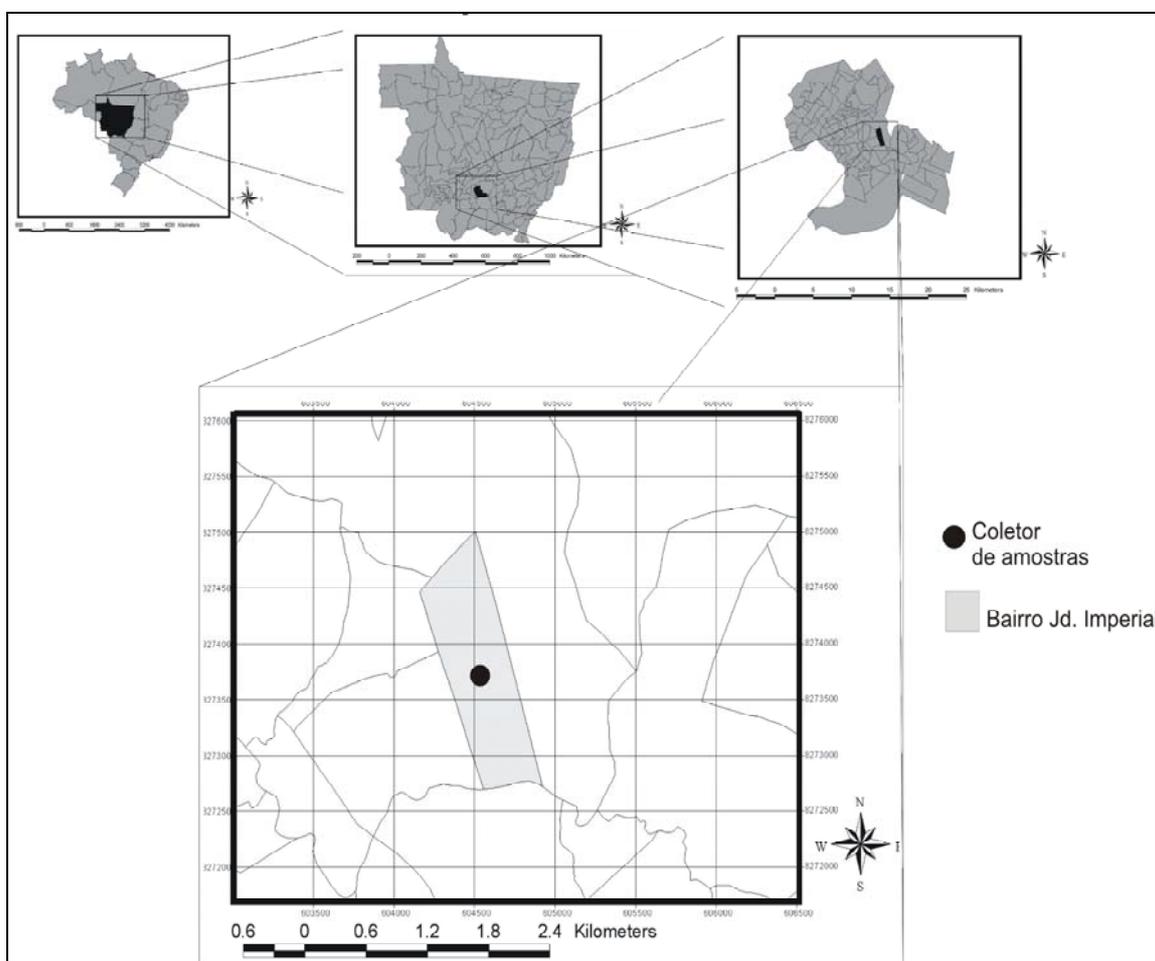


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

METODOLOGIA

Estudos sobre chuva ácida

Vários estudos tem sido realizados em diferentes pontos do mundo, como o publicado por Morales et al. (1998) na Venezuela, Kulshrestha et al. (1996) sobre Nova Déli-Índia, que apontam como as emissões oriundas de fábricas de cimento e as partículas do solo (respectivamente) podem neutralizar a acidez das chuvas. Tuncel e Ungör (1996) observaram efeitos semelhantes na região de Ancara, na Turquia. Na Inglaterra, os estudos de Beverland et al. (1998) na cidade de Berkshire observou a influência da direção do vento na acidificação das chuvas, principalmente por transportar os poluentes de diferentes pontos da Inglaterra e Europa.

No Brasil encontramos estudos em áreas metropolitanas de São Paulo (Castro e Tarifa, 1999), Rio de Janeiro (De Mello, 2001), e em Rio Grande, próximo a Porto Alegre/RS (Mirlean et al., 2000), onde se constata a predominância de valores médios ácidos nas chuvas destes locais. Em áreas de florestas, os estudos na região do Lago Calado - Amazonas (Williams et al., 1997), e no Parque Nacional do Itatiaia (De Mello e Almeida, 2004) constatou-se valores médios levemente ácidos, o que indica a influência do vento como agente transportador de poluentes.

Materiais e Métodos

Após a revisão bibliográfica acerca do assunto, foi instalado um coletor de amostras em uma residência no bairro Jardim Imperial (LW 56° 01' 33" e LS 15° 36' 40") em área aberta, a 1 metro de altura, livre de obstáculos que pudessem vir a contaminar as amostras coletadas, sendo aberto somente no início de cada chuva para evitar a contaminação por deposição seca (Castro e Tarifa, 1999). As amostras foram coletadas entre o dia 21/09/2004 até o dia 20/01/2005, ou seja, foram monitoradas as chuvas dos primeiros 4 meses da estação chuvosa em Cuiabá.

A abertura era constituída de um funil de polipropileno com diâmetro de 27 cm, conectado por uma mangueira de silicone inerte ligada a um frasco de polipropileno com capacidade para 5,6 litros, vedado com silicone inerte. O sistema constituído é semelhante ao proposto por Mirlean *et al.* (2000), mas contendo apenas um recipiente coletor. O sistema era previamente lavado com água deionizada, antes de cada uso para evitar contaminação.

Ao término de cada evento (chuva), foi realizada a medição imediata do pH da amostra utilizando um pH-metro portátil marca WTW modelo 330i/SET, calibrado anteriormente a cada medição, e da condutividade elétrica utilizando um condutivímetro marca Tecnopon modelo mCA – 150, também calibrado antes das medições. Após as medições, toda a amostra foi devidamente acondicionada em um frasco de polietileno com etiqueta que identificava a amostra e congelada em um refrigerador para posterior análise química. As amostras foram submetidas à análise química qualitativa¹ e quantitativa², onde foram identificados e quantificados os teores de nitrato e sulfato na água da chuva de cada amostra seguindo os procedimentos do Standard Methods (American Public Health Association, 1985) utilizando um espectrofotômetro UV marca CELM, modelo E-225. Os dados de direção do vento foram obtidos de uma estação climatológica automática marca Wheeler Link instalada na região central de Cuiabá.

pH - potencial hidrogeniônico

Obtém-se a acidez de um líquido medindo a concentração de íons de hidrogênio que ali existe (Goldemberg e Villanueva, 2003) em unidades de pH (potencial hidrogeniônico), onde esta concentração é representada como um logaritmo negativo (de base 10). Varia de 0 a 14, onde o valor 7 representa um valor neutro – pH da água pura. É considerado um pH com característica ácida, aquele que possuir valor menor que 7, sendo que quanto mais próximo de zero for o valor, mais ácida é a substância. Neste trabalho seguiremos o parâmetro adotado por Galloway et al. (1982) que consideram a ocorrência de chuva ácida quando o pH encontrado é inferior a 5,0.

¹ Identifica quais substâncias estão presentes na amostra.

² Identifica qual é a concentração ou teor de cada substância presente na amostra.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica de uma substância se refere ao total de sais dissolvidos (TDS) na amostra (Mirlean *et al.*, 2000). Mirlean *et al.* (2000) em seus estudos na região de Rio Grande-RS encontrou valores que variaram de 4 a 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que significa uma variação de totais de sais dissolvidos (TDS) de 2 a 20 mg/l. Quando o pH e a condutividade aumentam conjuntamente, isto significa que os sais dissolvidos têm característica básica, ou seja, acabam por neutralizar a solução. E quando o pH diminui e a concentração dos sais dissolvidos aumenta, isto indica que eles possuem característica ácida (Mirlean *et al.*, 2000).

Cálculos da concentração média volumétrica (CMV)

Quando se trata de estabelecer médias de concentração em água de chuva, se faz necessário calcular a CMV (Tresmondi, 2003; De Mello, 2001), pois nestes casos o volume é importante, e segue uma lógica inversamente proporcional devido à diluição atmosférica, ou seja, quanto maior o volume da chuva mais os compostos se diluem, e quanto menor o volume da precipitação mais concentrado é a substância. A não utilização dos cálculos da concentração média volumétrica acarretará em erros na obtenção das médias das concentrações de íons (nitrato, sulfato, ou qualquer outro composto analisado), pH ou condutividade elétrica. Para o cálculo das médias volumétricas foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{CMV} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

onde,

CMV = concentração média volumétrica de um determinado parâmetro no período;

C_i = concentração do parâmetro determinada no evento;

v_i = volume de precipitação (mm) no evento

No caso do cálculo do pH, primeiro converte-se o valor do pH para seu valor em concentração de H^+ (íons de hidrogênio), pondera-se a média volumétrica em H^+ , e o resultado final da concentração média volumétrica de H^+ é novamente convertido para o valor em unidades de pH.

Resultados e Discussão

Valores do pH das amostras coletadas

As amostras foram coletadas entre o dia 21/09/2004 até o dia 20/01/2005, totalizando 43 amostras, onde os valores de pH encontrados variaram de 4,25 (mínimo encontrado - 21/10/2004) a 6,45 (máximo encontrado - 11/11/2004), onde que 25,6% são menor que 5,0, 44,2% entre 5,0 e 5,59, 20,9% entre 5,60 e 6,00, e 9,3% acima de 6,01. O valor médio volumétrico do pH das 43 amostras foi de 5,19. Os valores médios volumétricos mensais de pH variaram de 5,04 (mínimo, registrado em janeiro) e 5,29 (máximo, registrado em dezembro).

Observa-se que as médias mensais de pH (cf. Figura 2) aumentam gradualmente de outubro até dezembro, quando se verifica a média de 5,29. Isto é sinal de que a seqüência de chuvas que se iniciam com maior intensidade em outubro (pois o volume de precipitação em setembro foi menor que 1 mm) vai limpando a atmosfera dos gases poluentes (embora sofra uma ligeira queda em outubro), implicando na diminuição gradativa da acidez das chuvas – o que se comprova com o aumento do valor médio do pH das amostras. Ainda não é possível explicar a queda significativa do valor médio volumétrico do pH em janeiro.

Direção do vento e sua influência no pH das chuvas

A direção do vento predominante no início dos eventos amostrados foi à direção WSW com 12 eventos, indicando que 27,91% das chuvas amostradas no período tinham esta direção do vento inicial. Em seqüência a direção de vento predominante foi a W com 7 eventos registrados. Quando comparados com os valores de pH, observa-se que o menor valor médio volumétrico obtido foi quando a direção do vento no início da chuva era a direção NNE, com pH médio volumétrico de 4,99. O segundo menor valor médio de pH foi o da direção W com média volumétrica de 5,01, seguido pela direção SE com 5,03. As médias mais altas foram com a direção do vento NW e SW, ambas com médias de 5,65, conforme os dados da Figura 3.

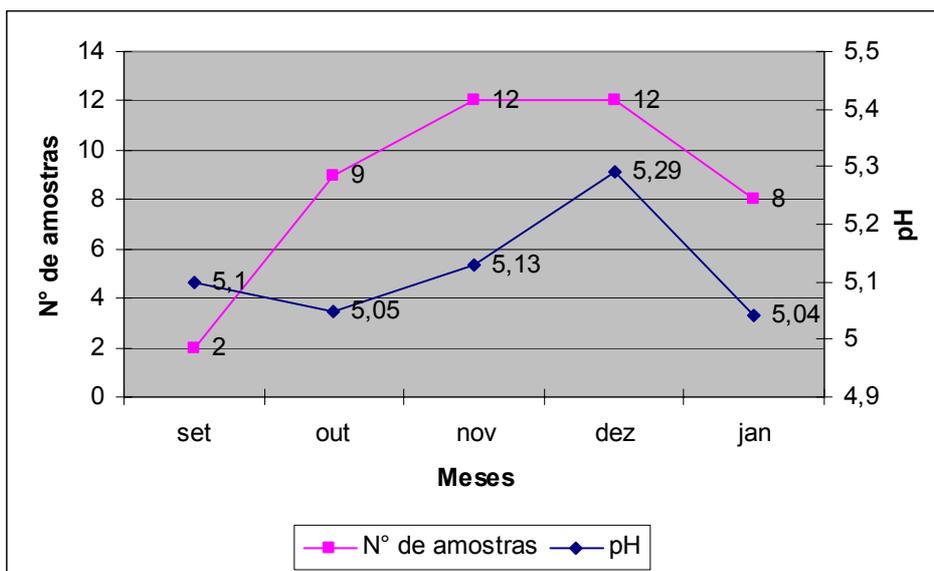


Figura 2 - Valor da concentração média volumétrica do pH e número de amostras mensais

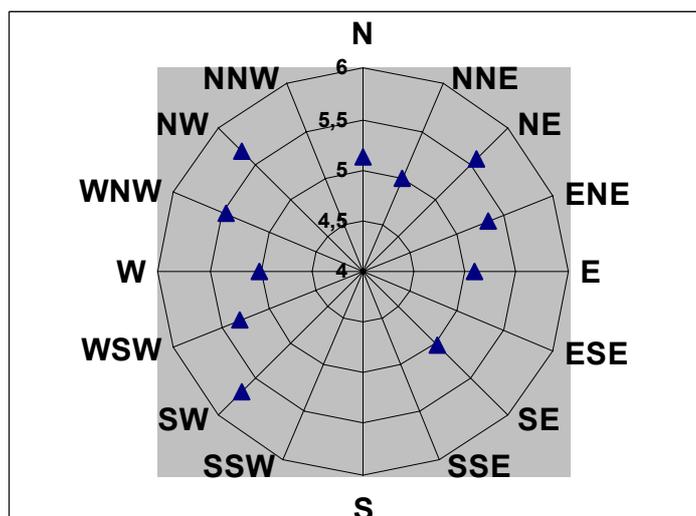


Figura 3 - Relação entre valores médios volumétricos de pH e a direção do vento no início dos eventos

A direção de vento W indica que os ventos passam pela região do Porto e pela região central de Cuiabá e NNE indica que os ventos são oriundos de áreas densamente povoadas próximas a Morada da Serra, ou seja, de locais onde há grande movimentação de automóveis, e conseqüentemente, uma maior dispersão de poluentes.

Concentração de nitrato

Os valores encontrados variaram de <0,02 a 0,38 mg/l. Antes de cada seqüência de análise em laboratório, o espectrofotômetro utilizado era calibrado, gerando uma curva de calibração utilizada nos cálculos finais da concentração de nitrato das amostras.

Em termos de médias volumétricas mensais, a maior foi registrada no mês de outubro com média de 0,15 mg/l, e a menor foi no mês de janeiro com 0,03 mg/l. Observou-se uma queda gradativa na concentração média volumétrica de nitrato no período analisado, indicando que conforme adentra a estação chuvosa há uma limpeza dos gases que estão dispersos na atmosfera. Entre outubro e dezembro se observou que os valores médios volumétricos de pH aumentaram gradativamente mostrando uma certa relação entre a concentração de nitrato e o resultado do pH. Entretanto, no mês de janeiro onde se constatou a menor concentração média de nitrato, também se verificou o valor mais ácido do pH médio volumétrico, isto indica que a acidez das chuvas no mês de janeiro não foi influenciada pelo teor de nitrato das amostras. A figura 4 indica a variação da concentração do teor de nitrato mensal em relação à média mensal de pH.

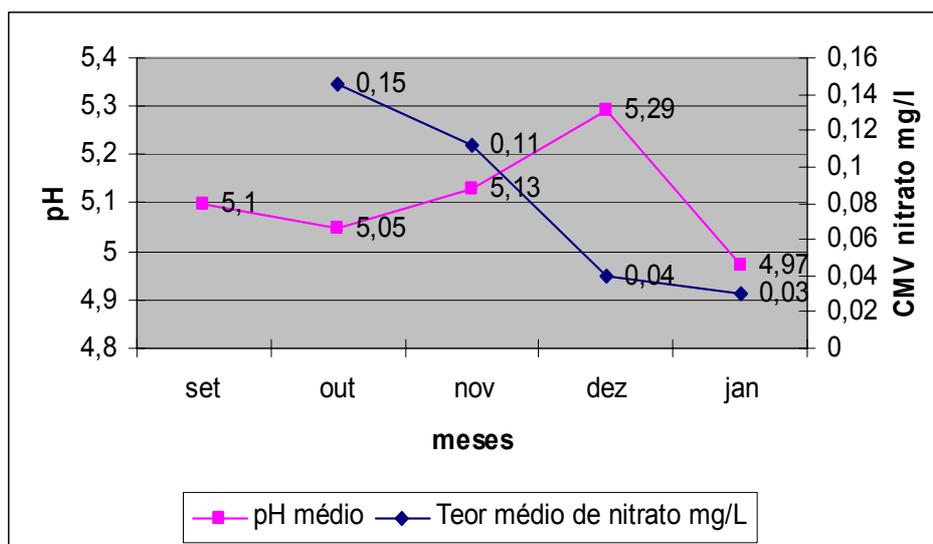


Figura 4 - Relação entre os valores médios volumétricos de pH e nitrato

Relação entre a condutividade elétrica com o pH e o nitrato

O maior valor de condutividade elétrica obtido em um evento foi de 30,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no primeiro evento de novembro, e o menor valor encontrado foi de 3,84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em janeiro, e a concentração média volumétrica para todo o período foi de 8,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mirlean *et al.* (2000) em seus estudos na região de Rio Grande-RS encontrou valores que variaram de 4 a 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que significa uma variação de totais de sais dissolvidos (TDS) de 2 a 20 mg/l. As médias mensais variaram com máxima de 14,91 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em novembro e mínima de 5,90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em janeiro. Nos trabalhos de Flues *et al.* (2002) em uma região do nordeste do estado do Paraná, a concentração média

volumétrica da condutividade elétrica foi de 22,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Observou-se que no mês de dezembro, os sais dissolvidos tinham uma característica menos ácida que os outros meses, o que resultou em uma média volumétrica para aquele mês de pH de 5,29, enquanto que nos outros meses os totais de sais dissolvidos tiveram característica mais ácida influenciando os valores de pH – conforme figura 5. Quando comparados com as médias volumétricas de nitrato, verifica-se que os valores não são diretamente proporcionais, embora se percebe que com uma diminuição acentuada da concentração de nitrato diminuiu a condutividade, conforme a Figura 6.

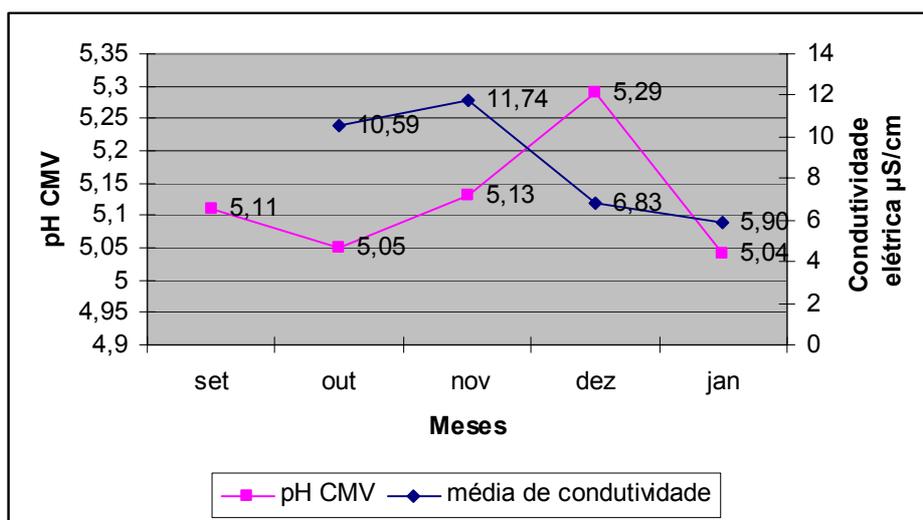


Figura 5 - Relação entre o pH médio volumétrico e a condutividade média volumétrica

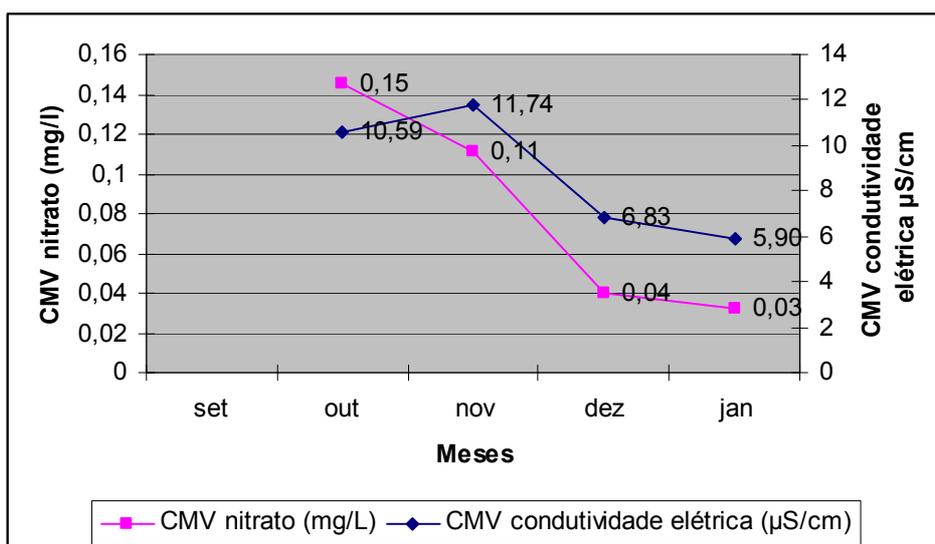


Figura 6 - Relação entre as médias volumétricas de nitrato e condutividade elétrica

Queimadas, dias sem chuvas e valores de pH

As queimadas urbanas juntamente com a poluição industrial e a automotora se constituem como uma das maiores fontes antrópicas para a poluição atmosférica (IAP, 2000). Segundo o relatório de ocorrências do CIOSP (2005), entre julho de 2004 e janeiro de 2005 foram registradas 1970 ocorrências de queimadas em terreno urbano em Cuiabá e Várzea Grande. Mesmo com o registro de 709 ocorrências em setembro o pH mensal não apresentou muita variação em relação a outubro, embora houve uma queda para 151 ocorrências de queimadas em terreno urbano segundo o relatório do CIOSP (2005). Com um grande número de queimadas, é natural que haja uma maior dispersão de poluentes na atmosfera, entretanto se faz necessário conhecer melhor quais são as características dos poluentes emitidos, uma vez que eles podem acidificar ainda mais ou neutralizar a acidez existente na atmosfera.

Entretanto, como este tipo de associação não tem sido muito estudado, é difícil afirmar ou propor neste momento, como as queimadas podem influenciar na acidez das chuvas, o que faz da continuidade deste tipo de trabalho algo importante para acompanhar o grau de influencia que pode ocorrer. Quando comparamos as amostras em relação ao número de dias anteriores sem chuva no local, não se observou influencia na acidificação da chuva. Isto indica que mesmo com a ausência de chuvas, há uma tendência dos poluentes dispersados neutralizarem a acidez atmosférica, uma vez que grande parte dos valores mais ácidos foi encontrada quando choveu na véspera, ou no mesmo dia, conforme o que indica a Figura 7.

Análise de correlação

Observando-se a matriz de correlação abaixo (tabela 1), verificamos que há uma correlação negativa entre os dados de pH e nitrato de $-0,97068$, ou seja quanto maior a concentração de nitrato menor é o valor do pH (mais ácida é a chuva) e quanto menor a concentração de nitrato maior o valor do pH da chuva. Foram usadas 34 amostras das 43 coletadas, devido ao fato de que as amostras não tiveram todas variáveis analisadas em função principalmente do volume coletado.

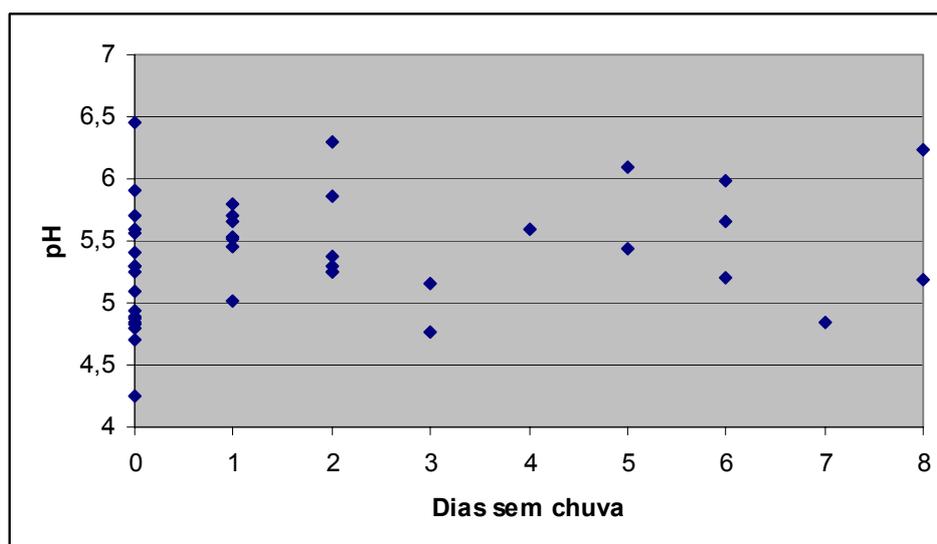


Figura 7 - Relação do pH das amostras com os dias anteriores sem chuva.

Tabela 1

Matriz de Correlação entre as variáveis

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00000						
2	-0,97068	1,00000					
3	-0,02816	0,04964	1,00000				
4	-0,00844	0,02027	0,37801	1,00000			
5	-0,23200	0,20869	-0,45494	-0,18712	1,00000		
6	-0,06503	-0,00426	0,12827	-0,08057	-0,25126	1,00000	
7	0,04732	-0,03411	-0,05972	0,17690	0,19968	0,11746	1,00000

1 - pH; 2 - Teor de Nitrato, 3 - Condutividade elétrica, 4 - Temperatura da água (°C), 5 - Volume de precipitação (mm), 6 - Direção do vento (codificado), 7 - número de dias anteriores sem chuva.

CONCLUSÃO

A chuva ácida é resultado da influência humana no ambiente, onde se produz o espaço geográfico, objeto de estudo da Geografia. Neste estudo, as análises dos dados permitiram evidenciar o fenômeno de chuva ácida no bairro Jardim Imperial – região Leste de Cuiabá-MT –, tendo em vista que 25,6% das 43 amostras coletadas apresentaram valor do pH menor que 5,0, o que segundo Galloway *et al.* (1982) caracteriza a chuva ácida. Entretanto, quando se consideram os valores de pH menores de 5,6, verificou-se que 69,8% das amostras apresentaram valores levemente ácidos. O menor valor encontrado foi de 4,25 e o maior valor foi de 6,45. Ao utilizar a análise de correlação entre as variáveis constatou-se uma correlação inversa significativa de -0,97068 entre os valores de pH e de nitrato.

A pouca amostragem e a inexistência de dados anteriores dificultam uma associação mais profunda dos dados levantados, inclusive devido ao fato de não se analisar todas as substâncias que poderiam estar presentes na água (como cálcio, amônia, magnésio, potássio) e influenciar nos resultados. A inexistência de um monitoramento contínuo da acidez da chuva em Cuiabá faz com que se torne importante a seqüência das coletas, inclusive por que é possível comparar se a acidez apresentará variação de ano para ano, pois a sociedade vem interferindo cada vez mais na dinâmica da natureza. Os primeiros efeitos já podem ser percebidos com a ocorrência das chuvas ácidas, embora levemente ácidas, mas se faz necessário um monitoramento da situação que pode estar afetando a saúde humana, e também a vegetação, e corpos d'água do entorno.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. American Water Works Association Water Pollution Control Federation. **Standard Methods.** 16. ed. Washington: Ed. APHA, 1985.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os Trópicos. 5. ed. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.224-260, 1998.

BEVERLAND, I. J.; CROWTHER, J. M.; SRINIVAS, M.S.N.; HEAL, M.R. The influence of meteorology and atmospheric transport patterns on the chemical composition of rainfall in south-east England. **Atmospheric Environment**, 1998, vol. 32, n° 6, p. 1039-1048.

CASTRO, M. G. da S.; TARIFA, J. R. A acidez da chuva na cidade de São Paulo. **São Paulo: GeoWeb, PUC, 1999, Ano 1, n° 1, 1º semestre.**

CIOSP – Centro Integrado de Operações de Segurança Pública do Estado de Mato Grosso. Relatório de ocorrências de queimadas em terreno urbano em Cuiabá e Várzea Grande no período de Julho/2004 a Janeiro/2005. **Cuiabá: CIOSP, 2005.**

DE MELLO, W. Z. Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de

Janeiro, Brazil. **Environmental Pollution**, 2001, n° 114, p. 235-242.

DE MELLO, W. Z.; ALMEIDA, M. D. de. Rainwater chemistry at the summit and southern flank of the Itatiaia massif, Southeastern Brazil. **Environmental Pollution**, 2004, n° 129, p. 63-68.

Detran-MT. Disponível em: http://www.detran.mt.gov.br/html/estatística/frota_cond.html
Acessado em 29/11/2004.

DREW, D. Processos Interativos Homem-Meio Ambiente. Tradução de José Alves dos Santos. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 145-176, 2002.

FLUES, M.; HAMA, P.; LEMES, M. J. L.; DANTAS, E. S. K.; FORNARO, A. Evaluation of rainwater acidity of the rural region due to a coal-fired power plant in Brazil. **Atmospheric Environment**, 2002, n° 36, p. 2397-2404.

GALLOWAY, J.N.; LIKENS, G.E.; KEENE, W.C.; MILLER, J.M. The composition of precipitation in remote areas of the world. **Journal of Geophysical Research**, 1982, n° 87(11), p. 8771-8786.

GOLDEMBERG, J. & VILLANUEVA, L. D. Energia, Meio ambiente & Desenvolvimento. Tradução de André Koch. 2. ed. rev. São Paulo: Edusp, p.74-95, 2003.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Relatório: A qualidade do ar na região metropolitana de Curitiba – Ano 2000. Curitiba: IAP, 44 p, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CD Rom: Censo demográfico 2000 - primeiros resultados da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

KULSHRESTHA, U. C.; SARKAR, A. K.; SRIVASTAVA, S. S.; PARASHAR, D. C. Investigation into atmospheric deposition through precipitation studies at New Delhi (India). **Atmospheric Environment**, 1996, vol. 30, n° 24, p. 4149-4154.

MIRLEAN, N.; VANZ, A. & BAISCH, P. Níveis e origem da acidificação das chuvas na Região de Rio Grande – RS. **Química Nova**, 2000, Outubro, vol.23, n° 5, p.590-593.

MORALES, J. A.; de GRATEROL, L. S.; VELASQUEZ, H.; de NAVA, M. G.; de BORREGO, B. S. Determination by ion chromatography of selected organic and inorganic acids in rainwater at Maracaibo, Venezuela. **Journal of Chromatography A**, 1998, n° 804, p. 289-294.

TRESMONDI, A. C. C. de L. Qualidade do ar na área de influência do pólo industrial de Paulínia-SP: 2000-2002. Campinas-SP: Unicamp, 2003, p. 137-156. (Tese de Doutorado).

TUNCEL, S. G.; UNGOR, S. Rain water chemistry in Ankara, Turkey. **Atmospheric Environment**, 1996, vol. 30, n° 15, p. 2721-2727.

WILLIAMS, M. R.; FISHER, T. R.; MELACK, J. M. Chemical composition e deposition of rain in the Central Amazon, Brazil. **Atmospheric Environment**, 1997, vol 31, n° 2, p. 207-217.