

# ANÁLISE DA ACIDEZ DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA (GO)

Érico Emílio Coelho<sup>1</sup>, Luciano de Assis Pereira<sup>1</sup>, Nivaldo Kauê de Souza Nozaki<sup>1</sup>  
Antônio Pasqualetto<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho aborda a análise do pH da água da chuva no município de Goiânia, alguns aspectos relativos à chuva ácida, focalizando seus efeitos em longo prazo, sobre o meio ambiente. É considerada chuva ácida aquela que apresenta valores de pH inferiores a 5,6. O decréscimo de uma unidade de pH significa aumento de dez vezes na concentração do íon de hidrogênio. Visando avaliar a qualidade do ambiente urbano de Goiânia, foram medidos os valores de pH das chuvas coletadas nos setores Nova Suíça e no Jardim Zoológico no período de novembro/2003 a março/2004. Dos dados coletados o menor pH ocorreu na amostragem da água pluvial na região do Jardim Zoológico.

Palavras chave: chuva ácida, meio ambiente, pH, poluição do ar.

**Abstrat :** This paper deals about the analysis of rain's pH in Goiânia city, some aspects related to the study of acid rain focusing its long remaining effects not only on environment but on humam in terms of pH, is lower than 5,6. The decrease of a unity of pH means ten times the increase in the concetration of hydrogen ion. Seeking to evaluate the quality of the urban atmosphere of Goiânia, they were measured the values of pH of the rains collected in the New sections Switzerland and in the zoo in the novembro/2003 period the março/2004. Of the collected data the smallest pH happened in the sampling of the pluvial water in the area of the Zoo.

Key words: acid rain, environment, pH, air pollution.

**Goiânia. 2004/1**

- 
1. Estudantes de Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Goiás.
  2. Orientador e professor da Universidade Católica de Goiás. Formado em Agronomia e doutor.

## 1 INTRODUÇÃO

“As chuvas normais dissolvem o dióxido de carbono existente na atmosfera, estabelecendo um equilíbrio químico entre o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Como o próprio nome indica, o último composto faz com que a água das chuvas seja normalmente ácida, o que é indicada pelo seu índice pH igual e menor que 5,6. Entretanto a presença de componentes estranhos na atmosfera (principalmente óxidos de nitrogênio e de enxofre) pode ocasionar a dissolução desses compostos nas águas pluviais, que passarão a conter quantidade por vezes acentuada de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Essa presença leva o pH das águas pluviais a valores muito baixos, caracterizando-se mais um aspecto nocivo da poluição atmosférica: as chuvas ácidas.” (Tolentino, et al. 1999).

“ No Brasil a chuva ácida aparece no pólo petroquímico de Cubatão (São Paulo), que produz poluentes que são levados ao litoral norte (Ubatuba e Caraguatatuba) desencadeando sérios danos à Mata Atlântica onde as árvores morrem e as plantas acabam queimadas ou secando. Na cidade de São Paulo, a chuva ácida danifica monumentos, estátuas e construções que ficam corroídas pelo ácido.” (Tarifa, 1991)

Dentre outras metrópoles a cidade de Goiânia já pode ser considerada um grande centro, houve crescimento da população, assim como da frota de veículos, proporcionando aumento da poluição atmosférica, podendo ocasionar o surgimento de chuvas ácidas na região.

A cidade de Goiânia possui várias edificações que foram tombadas como Patrimônio Cultural. Exemplo disso são as edificações que foram feitas de acordo com o estilo arquitetônico Art Déco. Nessas edificações podemos incluir o Palácio das Esmeraldas, sede do Governo do estado, e casas que foram transformadas em museus como a casa em que viveu o fundador de Goiânia Pedro Ludovico Teixeira. Estátuas que são consideradas marcos históricos da cidade, como a estátua do Bandeirante que se localiza na Avenida Goiás, tendo sido restaurada, pois estava extremamente danificada pela ação das chuvas, dos ventos e da poluição.

Neste sentido objetivou-se verificar a acidez da chuva na cidade de Goiânia para estabelecer diretrizes que permitam preservar ou melhorar as condições de qualidade ambiental.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Baines (1992),relata que até os anos 60, a chuva ácida não era reconhecida como uma ameaça séria para as florestas. A primeira evidência foi encontrada nos Sudetos, uma cadeia de montanhas entre Polônia e a Tchecoslováquia, importante na produção de madeira. Alguns pinheiros apresentavam ramos muito finos e outros estavam morrendo. Em meados dos anos 70 houve acentuado agravamento desses problemas. Constatou-se que morriam lotes inteiros de árvores, enquanto outros sequer chegavam a se desenvolver.

Cowling (1982) em seu trabalho “Acid precipitation in Historical Perspective” apresenta resumo dos principais trabalhos sobre precipitação ácida e seus efeitos.

Óden (1967), na Suécia, demonstrou a tendência temporária de acidez e uma maior concentração de cátions e ânions na precipitação em várias partes da Europa.

Ribeiro Filho (1979), foi um dos pesquisadores que deu início aos estudos sobre composição iônica e acidez das águas das chuvas na Bahia.

Segundo Tolentino et al. (1999), às vezes, a precipitação de chuvas ocorre em regiões muito distantes daquelas que deram origem aos compostos químicos que, expelidos para a atmosfera, geraram os ácidos responsáveis pelo fenômeno. As chuvas ácidas lavam as folhas dos vegetais e promovem a dissolução de nutrientes, ocasionando o enfraquecimento do vegetal. Ao se precipitarem, essas chuvas depositam ácidos no solo, tornando-o mais pobre e improdutivo.

No Brasil, existe escassez de pesquisas direcionadas à chuva ácida. Contudo, deve-se ressaltar que foram de grande valia as contribuições realizadas por vários outros pesquisadores como Brown (1983), com estudo da acidez das chuvas na floresta da Tijuca. Ferreira e Moreira (1984), que através do estudo sobre a composição das águas das chuvas em quatro pontos diferentes da cidade de Salvador. Lisboa et.al. (1992), realizaram estudos sobre a qualidade das águas da chuva na cidade de Tubarão, em Santa Catarina, localizada em uma região carbonífera onde a emissão de enxofre é a principal causadora das chuvas ácidas.

As modificações climáticas observadas na atmosfera produzidas pelas cidades podem ser explicadas por diversos fatores: excesso de poluição, variações nos índices de radiação, nebulosidade, precipitação, temperatura, umidade, velocidade dos ventos. Na figura 1 são mostradas as reações na Atmosfera.

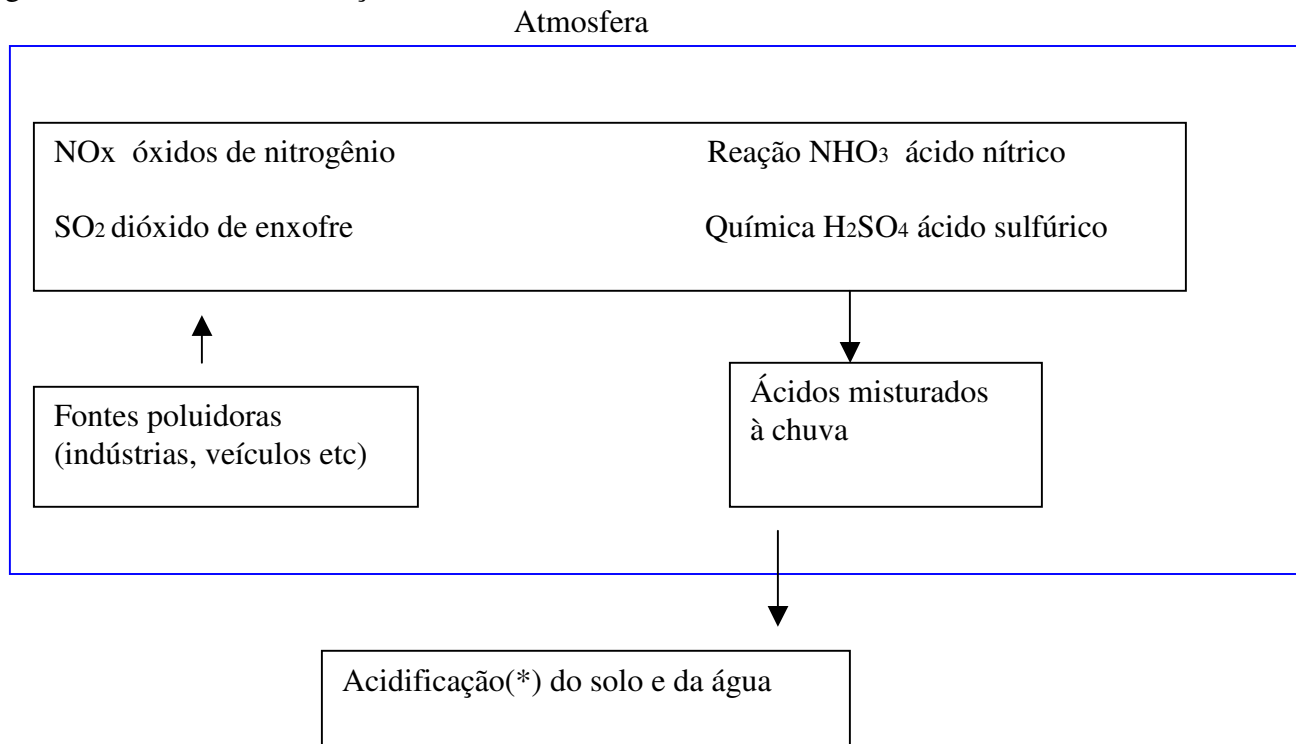


Figura1- Reações atmosféricas de acidificações.( Jesus , 1996)

Tolentino et al. (1999), relata que desde a década de 90 os habitantes do município de Melo, no Uruguai, apresentaram queixas ao governo brasileiro sobre a ocorrência de chuvas ácidas na região. A acidez foi atribuída aos gases emitidos pelas chaminés da Usina Termoeletrica de Candiota, localizada no município gaúcho de Bagé, a 60 quilômetros da

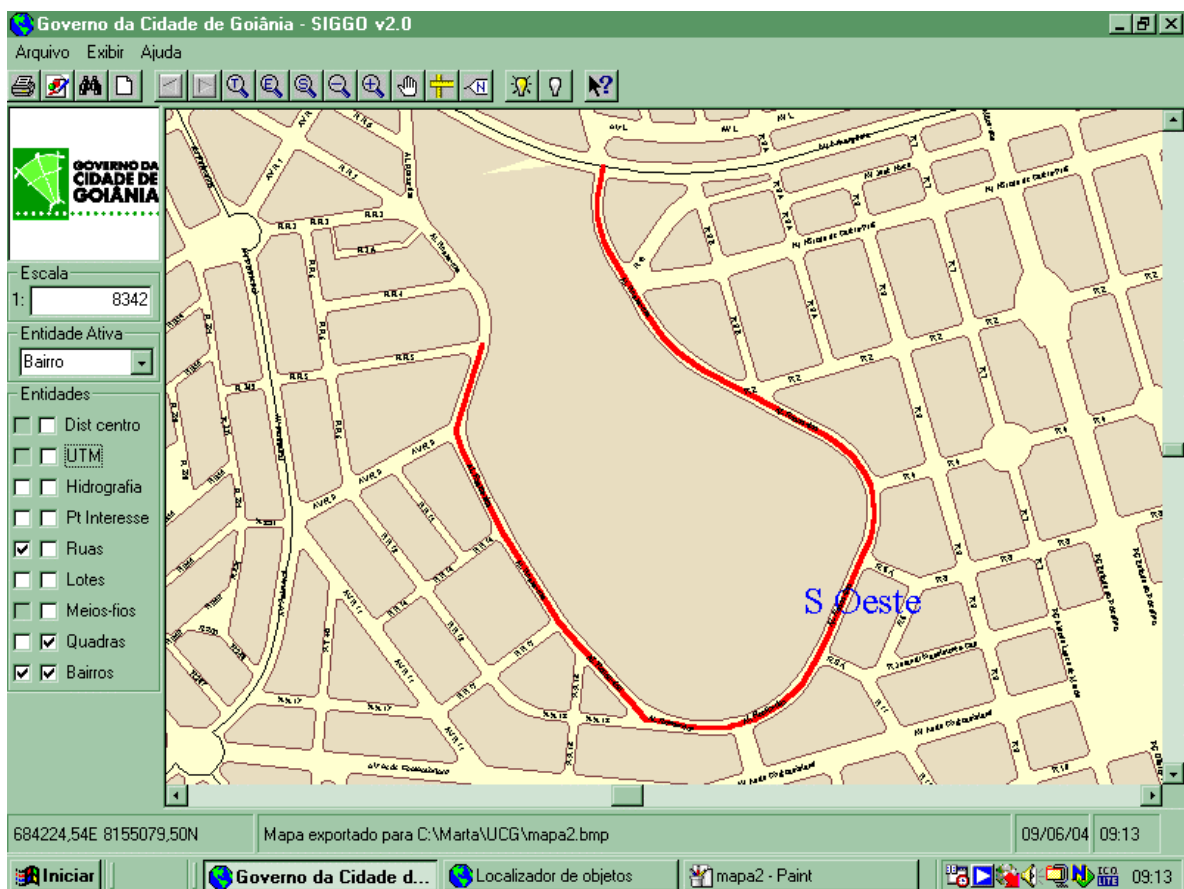
cidade de Melo. Hoje sabe-se que os problemas não são apenas nessa região, pois Cubatão, apesar da preocupação em relação a poluição, ainda é uma das regiões mais poluídas do Brasil.

Baines (1992), relata quando a chuva ácida se precipita sobre solos alcalinos, o ácido é enfraquecido, ou neutralizado, e os problemas ambientais são menores. No ambiente rural sabe-se que os solos surgidos do granito são em geral muito finos, mas capazes de reduzir a acidez da chuva comum a um nível tolerável para as plantas e os animais, mantendo-se, assim, em equilíbrio. A chuva ácida sobrecarrega esse sistema natural e gradualmente, o meio ambiente se tornando ácido demais para manter saudáveis a fauna e flora. Posteriormente, um novo equilíbrio pode ser atingido, mas num nível de acidez que não pode manter uma variedade tão rica de espécies.

### 3 METODOLOGIA

As amostras foram coletadas em 2 pontos distintos da cidade de Goiânia. Os pontos escolhidos tem os seus mapas e seguintes coordenadas;

- 1º ponto : Elevação = 720 metros (Jardim Zoológico)



Coordenadas geográficas → 684369,48 E 8150860,61 N (SIGGO).Escala 1:8343

2º ponto : Elevação : 780 metros (Nova Suíça)



Coordenadas geográficas → 684279,43 E 8154800,65 N (SIGGO)\ Escala 1:8343

Os pontos foram encontrados com o auxílio e um GPS da marca GARMIN, modelo ETREX.

Foram usados para coletar a água, recipientes de vidro, esterilizados antes de cada coleta. Os recipientes foram colocados em suportes com cerca de 1 metro de altura, sendo a superfície do local totalmente aberta, sem nenhum tipo de vegetação como árvores, ou próximo de telhados com calhas para que a qualidade da água coletada não seja influenciada com a introdução de partículas como folhas e pedras de pequeno porte. A coleta foi realizada somente no início da precipitação, não ficando exposta à deposição seca. Foram coletadas duas amostras por mês em cada um dos pontos escolhidos.

As amostras foram levadas ao laboratório de química, localizado na área 3 da Universidade Católica de Goiás, onde o grau de acidez medido com um pHgâmetro digital da marca DIGIMED, e modelo DM – 20.

A análise da água pluvial é feita através do pHgâmetro, onde o aparelho analógico e balanceado por duas soluções tampões. Essas soluções tampões são representadas por pH =7 e pH=4. Em seguida preparou-se a água pluvial coletada para leitura no pHgâmetro.

Para que o grau de acidez da amostra fosse medido, esta teve que conter no mínimo 100 ml de precipitação. Considerando a proposta metodológica de M. Scorre (1934) citada por Tarifa (1991).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores do pH das águas da chuva em Goiânia apresentaram valores diferenciados nos seus dois locais de coleta. Apesar da média ter exibido números elevados, pode-se notar que existem dias em que o valor do pH despertou certa preocupação, devido a acidez na região do Jardim Zoológico.

Amostras	Nova suíça		Jardim Zoológico	
	Data de Coleta	Valor do pH	Data de Coleta	Valor do pH
1	16/11/2003	6,08	15/11/2003	5,77
2	26/11/2003	6,66	30/11/2003	6,44
3	3/12/2003	6,18	2/12/2003	6,02
4	10/12/2003	6,61	11/12/2003	6,50
5	12/01/2004	6,40	20/01/2004	6,77
6	16/01/2004	6,39	27/01/2004	6,46
7	5/02/2004	6,63	11/02/2004	6,93
8	18/02/2004	6,87	18/02/2004	7,05
9	2/03/2004	7,05	3/02/2004	6,46
10	16/03/2004	7,30	16/03/2004	7,01
Média	-	6,61	-	6,54

Tabela 1: Os Valores do pH da água da chuva em Goiânia, GO.

Dos dados coletados o menor pH ocorreu na amostragem da água pluvial na região do Jardim Zoológico ( pH = 5,77), isto em decorrência do local ser próximo a região central onde existe intenso tráfego de veículos.

Percebe-se que na primeira amostra da região da Nova Suíça, o pH apresentou-se baixo ( pH = 6,08), devido ainda ter ocorrido poucas chuvas e o ar estava sobrecarregado de poluentes.

Já na segunda avaliação o pH se elevou para 6,66 e 6,44 respectivamente para o setor da Nova Suíça e do Jardim Zoológico, observou durante essas chuvas a influência de frentes frias ocasionando “ chuvas frontais, formando uma descontinuidade térmica e barométrica, recebendo a denominação de frentes” (Ayoade et al., 1990). Estas chuvas são mais intensas e prolongadas o que reduz a concentração de poluentes atmosféricos.

Na terceira amostra tanto na região da Nova Suíça como na região do Jardim Zoológico houve uma diminuição expressiva do pH. Esta variação pode estar associada a ação direta do homem, especialmente pelo trânsito existente em Goiânia. O pH da água

pluvial do Jardim Zoológico apresentou menor que da amostra do setor na Nova Suíça provavelmente pela proximidade da região central e o intenso tráfego de carros.

Na quarta amostra na região da Nova Suíça (pH= 6,61) e no Jardim Zoológico (pH=6,5) “ notou-se a presença de massa de ar Equatorial Continental, que fica no noroeste da Amazônia no verão e provocando avanço para as regiões centro-oeste, onde ocorre chuvas de convecção, ou seja , pela ascensão vertical das massas de ar ” (Ayoade et al., 1990) e conseqüentemente dissipação de poluentes.

As amostras da região da Nova Suíça até a quarta amostra foram coletadas no período matutino e noturno , já na quinta até a sétima amostra foram coletadas no horário de intenso tráfego de veículos, no período vespertino. Depois o restante das amostras foram coletadas à noite. Já na região do Jardim Zoológico as amostras foram coletadas até a quarta amostra na período vespertino, sendo que o restante no período noturno.

Na quinta amostra nota-se que na região da Nova Suíça ( pH= 6,40 ) apresentou-se pH menor que na região do Jardim Zoológico( pH = 6,77 ), isto por causa do horário em que foi coletada a amostra da região Nova Suíça ser de alto tráfego de veículos .

Como no período da amostragem existiam vários prédios sendo construídos, nas imediações do ponto Nova Suíça, acredita-se que houve a suspensão de materiais ricos em cátions (como o cálcio), que neutralizam parcialmente o grau de acidez da chuva. Este fato indica que as condições do local da amostra coletada interferem na qualidade da água de chuva que precipita sobre a cidade, como também evidencia o mesmo fenômeno na cidade de São Paulo segundo Tarifa (1991).

Sobretudo verifica-se a média de pH do referido ponto (Nova suíça) ser menos ácido do que o ponto da região central do município de Goiânia.

A superfície da cidade constituída de área edificada influi de maneira tridimensional, na interação que existe entre a estrutura urbana e a atmosfera.

Na seqüência (Tabelas 2, 3 e 4) verifica-se os níveis de precipitações coletadas nas proximidades da Agência Rural localizada da faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Goiás .(UFG, 2004 )

<b>Data da Coleta</b>	<b>pH</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
16.11.03	6,08	28,0
26.11.03	6,66	0,3
03.12.03	6,18	31,4
10.12.03	6,61	0,0
12.01.04	6,40	68,2
16.01.04	6,39	1,4
05.02.04	6,63	0,0
18.02.04	6,87	0,0
02.03.04	7,05	9,7
16.03.04	7,30	4,7

Tabela 2- Ponto 1 – Setor Nova Suíça

<b>Data da coleta</b>	<b>pH</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
15.11.03	5,77	0,0
30.11.03	6,44	0,0
02.12.03	6,02	37,6
11.12.03	6,50	2,1
20.01.04	6,77	14,3
27.01.04	6,46	18,0
11.02.04	6,93	1,4
18.02.04	7,05	0,0
03.03.04	7,00	1,9
16.03.04	7,01	4,7

Tabela 3- Ponto 2 – Proximidades do Jardim Zoológico

<b>Mês</b>	<b>pH médio Nova Suíça</b>	<b>pH médio do Jardim Zoológico</b>	<b>Precipitação total (mm)</b>
Novembro	6,31	6,10	143,1
Dezembro	6,35	6,26	182,2
Janeiro	6,40	6,51	373,0
Fevereiro	6,52	6,80	278,2
Março	7,15	7,05	332,3

Tabela 4 – Média de pH e precipitação total/mês

Na figura 2 e 3 representadas pela relação entre o pH da água pluvial e os seus respectivos dias, no período de novembro de 2003 até março de 2004 .

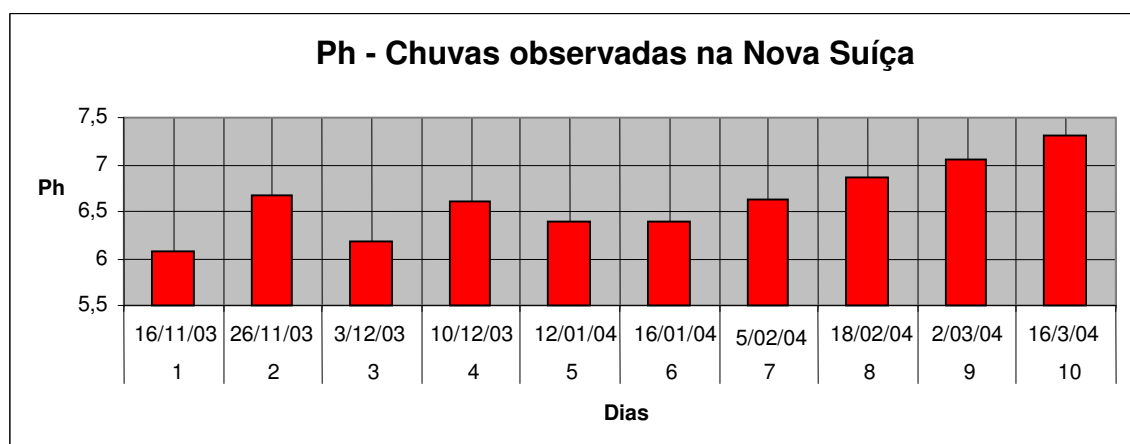


Figura 2- pH das chuvas ocorridas no setor Nova Suíça.



Fazendo-se uma análise mais geral, (Figura2) os resultados das amostras exibidas na região da Nova Suíça, apresentaram variações nas quatro primeiras amostras, devido existir períodos sem chuvas, permitindo a concentração de poluentes, diminuindo o pH nas primeiras e terceira amostras. Já na quinta e sexta amostras mostraram valores relativamente iguais e também menores que na quarta amostra, devido existir períodos chuvosos do dia 10 à 16 de janeiro de 2004. A partir da sétima amostra em diante, “notou-se a presença da massa de ar Equatorial Continental, que fica no noroeste da Amazônia no verão, e provocando avanço para as regiões centro-oeste e, conseqüentemente, o aumento de precipitação.” (Ayoade et al, 1990)

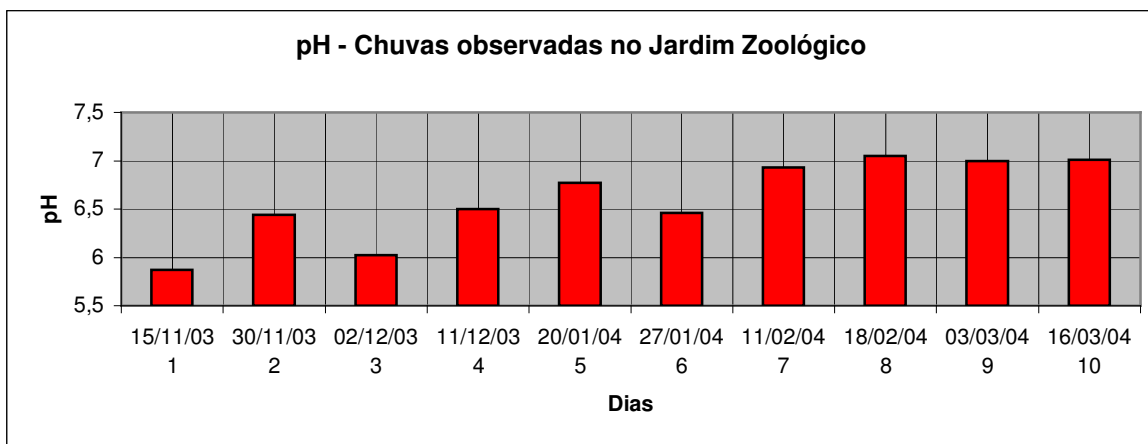


Figura 3 – pH das chuvas ocorridas no setor Jardim Zoológico

Foi observado pH de menor valor na água pluvial durante os meses de novembro e dezembro, onde houve precipitação menor comparada aos meses seguintes. A terceira amostra evidencia queda de pH, devido ao intervalo de chuva que houve nos dias 29 e 30 de novembro e primeiro de dezembro. Durante o período de seca acumulam poluentes na atmosfera reagindo com o vapor de água presente na atmosfera na precipitação do dia 2 de dezembro registrando 37,6mm. (Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, 2004) Na quarta e quinta amostras houve acréscimo de pH, devido ao aumento de precipitação. A sexta amostra registrou uma queda do pH ocasionada pela situação de chuviscos contínuos, mais eficientes na remoção de poluentes disponíveis na baixa atmosfera sobre a cidade no momento da precipitação. A partir da sétima amostra houve um aumento do valor do pH em virtude da intensidade da precipitação.

Nas quatro últimas amostras, verificam-se pH de maior valor em função do aumento da precipitação nos meses de fevereiro e março.

O estudo do clima no nível das escalas inferiores (clima local) e mais precisamente o estudo do clima urbano é detentor de um amplo espectro temático de grande aplicação para todos aqueles profissionais preocupados com a questão ambiental nas metrópoles. Mais do que nunca é preciso pensar a cidade como um todo e ter uma ação muito mais integrada e global. É cada vez mais necessário que se tenha uma política ambiental capaz de desenvolver ações setoriais, como, controle da poluição do ar, controle da poluição das águas, dentre muitas outras ações. Jesus (1996)

## 5 CONCLUSÕES

As massas de ar influenciam os ventos, que ao desaparecerem com o obstáculo que o cerca, favorece uma formação de nuvens, estando na atmosfera poluída, tudo que há nele, irá voltar à Terra na condição de chuvas ácidas. É como consequência deste processo danoso, o relevo que a princípio nos parece ser muito rígido, é atacado severamente pela composição química provocado pelo homem (ideologia capitalista), e entra num processo de destruição bastante acelerado em decorrência das mudanças do comportamento climático local. Neste contexto observa-se que a influência do clima no processo de destruição do relevo é indireto, mas quando ao processo de esculturação é direto. Os estudos morfoclimáticos compreendem muito bem a influência dos tipos de climas atuais no modelado (relevo). Nesta lógica não é o relevo que é o criador do clima, mas o relevo irá criar situações adversas ao comportamento climático em várias localidades do mundo.

O monitoramento contínuo e detalhado da chuva ácida na cidade de Goiânia é fundamental para indicar a qualidade ambiental na região de Goiânia e nas suas proximidades.

Apesar de Goiânia não ter apresentado chuvas e dados que comprovem a alta acidez, vale ressaltar e alertar sobre os efeitos da chuva ácida. Esta pode prejudicar e deteriorar as edificações, construções, meio ambiente, água e solo. Nota-se também que em Goiânia existe uma poluição expressiva, devido os veículos contribuírem nas emissões dos elementos acidificantes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J. et al. *Climatologia para os trópicos*, Brasília. Ed. Moderna. 1990
- BAINES, J. *Chuva Ácida*. São Paulo: Scipione, 1992.
- BROWN, I.F. et al. Comportamento de Na, K, Ca, SO e pH em águas fluviais da Floresta da Tijuca. In: *Reunião Anual da SBPC*, Belém, Pará, 1983.
- COWLING, E.B. Acid precipitation in historical perspective. *Science Technol*, (Washington D.C), v. 16, n. 2, p. 110 - 123, 1982.
- ENGLER, J. V. Lobato. Universidade Federal de Goiás (UFG). Dados meteorológicos, Goiânia, Goiás, 2004.
- FERREIRA, C. e MOREIRA-NORDEMANN, L.M. Composição química das águas pluviais de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geofísica*, São Paulo, vol.2, n.º3, p. 5 - 6, 1984.

JESUS,E.F.R . *Importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica.* Dissertação ( Mestrado em Climatologia) - Laboratório de Geociências e Climatologia da Universidade Federal da Bahia. Bahia, 28 f ,1996.

LISBOA,H.M., COSTA,R.H.R. e WALTORTT . *Análise da qualidade das águas de chuva no campus universitário da UFSC no período de maio de 1991 a janeiro de 1992.* In : CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, VII, 1992, São Paulo. *Anais ...* Florianópolis : UFSC – Centro Meteorológico – p 26 - 38 , 1992 .

ÓDEN, S. The Acidity problem: on outline . *New Scientist*, New Jersey , v. 158, n 2154 , p. 21 - 36 , 1976.

RIBEIRO,FILHO. Comportamento do sódio, cálcio, potássio e magnésio nas precipitações atmosféricas na Bacia de Paraguaçu-Bahia. *Revista Brasileira de Geofísica* , São Paulo , vol 1, n° 2 , p. 16 -17 , 1979.

TARIFA, J. R . *A acidez da chuva na cidade de São Paulo.* São Paulo. Dissertação ( Mestrado em Climatologia ) – Laboratório de Climatologia e Biogeografia do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. , 22 f ,1991.

TOLENTINO, M ; ROCHA, R – FILHO ; SILVA, R. *O azul do planeta Terra: um retrato da atmosfera terrestre.* São Paulo : Moderna Ltda , 1999.