

ANÁLISE DA ACIDEZ DAS PRECIPITAÇÕES EM RIO VERDE-GO

ANALYSIS OF ACIDITY OF PRECIPITATIONS IN RIO VERDE-GO

¹Dyenifer da Silva Soares Manfroi (dyenifer_soares@hotmail.com);
²Rênystton de Lima Ribeiro (renystton@unirv.edu.br)

Resumo

As atividades antrópicas emitem elevados teores de poluentes para a atmosfera, a reação química das substâncias lançadas no ar produzem ácido nítrico (HNO₃) e ácido sulfúrico (H₂SO₄), que adicionados à água da chuva ocasionam a chuva ácida. Portanto a análise química das precipitações é um importante mecanismo de avaliação do nível de poluição do ar. O trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de chuva ácida para o município de Rio Verde, tendo em vista o aumento populacional e o desenvolvimento socioeconômico da região. Foram analisados dados pluviométricos coletados em dois pontos; na Universidade de Rio Verde/UNIRV; e em uma área urbana no Bairro Jardim América Prolongamento, no período de 01/01/2016 a 27/03/2016. Os parâmetros verificados foram: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, nitrato (N-NO₃⁻) e amônia (N-NH₃). Os resultados de pH evidenciaram a ausência do fenômeno chuva ácida para o município de Rio Verde, GO, e se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 e Portaria nº 2.914/2011 para águas doces, essas legislações foram utilizadas como parâmetro. O íon nitrato também não excedeu os limites previstos na Resolução CONAMA 357/05 e Portaria nº 2.914/2011 de 10,0 mg.L⁻¹. A amônia se manteve dentro do limite estabelecido pelo CONAMA, 357/05 de 3,7 mg.L⁻¹, para pH ≤ 7,5, no entanto ultrapassou os padrões estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 de 1,5 mg.L⁻¹.

Palavras-chave: Chuva Ácida; Parâmetros Químicos; Poluição Atmosférica.

¹ Graduanda do último período de Engenharia Ambiental pela Universidade de Rio Verde (UNIRV) – Fazenda Fontes do Saber, Rio Verde - GO, BRASIL;

² Orientador, Engenheiro Ambiental pela Universidade de Rio Verde (UNIRV), Rio Verde - GO, Mestre em Produção Vegetal pela Universidade de Rio Verde (UNIRV), Rio Verde - GO, Brasil.

Abstract

Anthropic activities emit high levels of pollutants into the atmosphere; the chemical reaction of the released substances does not produce nitric acid (HNO_3) and sulfuric acid (H_2SO_4), which added rainwater to the rain. A chemical precipitation analysis is an important mechanism for assessing the level of air pollution. The objective of this study was to verify the occurrence of rainfall for the municipality of Rio Verde, considering the population increase and socioeconomic development of the region. Rainfall data were collected at two points; At the University of Rio Verde / UNIRV; and in a family residence no Garden Neighborhood America extended, in the period from 01/01/2016 to 03/27/2016. The parameters verified were: hydrogen ionic potential (pH), electrical conductivity, nitrate (N-NO_3^-) and ammonia (N-NH_3). The results of pH evidenced the absence of rain phenomenon for the municipality of Rio Verde, GO, and remained within the standards established by CONAMA Resolution 357/05 and Ordinance No. 2.914 / 2011 for fresh waters, these legislations as the parameter. The nitrate ion also did not exceed the limits established in CONAMA Resolution 357/05 and Ordinance No. 2.914 / 2011 of 10.0 mg.L^{-1} . Ammonia remained within the limit established by CONAMA, 357/05 from 3.7 mg.L^{-1} to $\text{pH} \leq 7.5$, but exceeded the standards established in Ordinance No. 2.914 / 2011 of 1.5 mg.L^{-1} .

Key words: Acid rain; Atmospheric pollution; Chemical Parameters

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por recursos energéticos, impulsionada pelo crescimento urbano populacional e a intensificação do processo de industrialização, provoca o aumento da emissão de gases e partículas poluentes para a atmosfera, alterando sua composição química e provocando mudanças na dinâmica ambiental. (ALVES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2014).

Destacam-se como principais fontes de poluentes atmosféricos: a queima de combustíveis fósseis como carvão, gás natural, diesel, gasolina; os processos industriais de fabricação de fertilizantes, fundições, refinarias; o aumento da frota veicular; agricultura, com utilização de compostos nitrogenados e queimadas de florestas e plantações. Essas atividades liberam compostos de enxofre e nitrogênio para a atmosfera, que reagem quimicamente com água e oxigênio e produzem ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). A adição destas

substâncias químicas a água da chuva reduz seu pH, produzindo a chuva ácida (FORNARO; SEINFELD e PANDIS, 2006; SOUZA, 2010).

O termo chuva ácida é empregado quando a deposição apresenta $\text{pH} < 5$, e chuva alcalina aquela que apresenta $\text{pH} > 6$. Em geral a água da chuva é levemente ácida devido à ionização do ácido carbônico (H_2CO_3), formado pelo dióxido de carbono (CO_2) e a água (H_2O), presentes na atmosfera. No entanto O valor do pH pode ser superior a sete em eventos com elementos potencialmente neutralizantes da acidez como: amônia, carbonato ou hidróxido, ou onde ocorra predomínio de espécies alcalinas (BERNER e BERNER, 1996; FORNARO, 1991; ROCHA *et al.*, 2004).

Estudos conduzidos em diferentes regiões do mundo como na Europa e no norte dos Estados Unidos (CLOW, 1999; GRAEDEL *et al.*, 1995), evidenciaram a ocorrência de chuva ácida, que pode resultar em danos ambientais como acidificação de corpos d'água, vegetação e solo e causar danos em edificações e monumentos. No Brasil a maior incidência de chuva ácida está nas grandes metrópoles, como o polo petroquímico de Cubatão em São Paulo, a cidade de São Paulo, Ilha Grande, Rio de Janeiro e Niterói no estado do Rio de Janeiro, Figueira no Paraná e Belém no Pará, (ANDRADE, 1990 FLUES *et al.*, 2002; FORNARO, 2006; SANTOS *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2006; TARIFA, 1991).

Ainda em São Paulo estudos indicaram grande contribuição da amônia como fator de neutralização da acidez total em locais onde não foi evidenciado o fenômeno chuva ácida, uma vez que a presença significativa de peróxido dissolvido, resultante de reações fotoquímicas que contém óxidos de nitrogênio, ozônio e compostos orgânicos na fase gasosa da atmosfera, eleva a concentração de amônia. (CETESB, 2001; FORNARO e GUTZ, 2002; LEAL *et al.*, 2004).

A legislação vigente no Brasil para classificação da água de acordo com a qualidade exigida para diferentes usos é estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução 357/2005, que considera que o meio ambiente ecologicamente equilibrado, a proteção da saúde e a melhoria da qualidade de vida estão relacionados ao controle da poluição. A resolução estabelece que as águas das Classes Especiais, I e II, são destinadas à preservação da vida aquática, entre outros. (artigo 4º), e determina a faixa de pH de 6,0 a 9,0 para essas Classes.

O município de Rio Verde teve destaque em seu desenvolvimento populacional e econômico principalmente na produtividade agrícola, de 2004 para 2013 sua população saltou de 124.753 para 197.048 habitantes, um crescimento de 57%, segundo dados oficiais do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Em 2014 o município ocupava a 143º

posição no ranking de cidade mais populosa do Brasil, com estimativa de 202.221 habitantes. A cidade conta com uma frota de 122.869 veículos registrados em abril de 2015. O crescimento populacional acelerado, a intensa atividade agrícola e o aumento de veículos automotores ocasiona o aumento da emissão de poluentes atmosféricos que pode levar à ocorrência de chuva ácida (IBGE, 2014; MARQUES *et al.*, 2006).

O monitoramento da composição química das águas das precipitações tem aumentado significativamente, na Europa, América do Norte e alguns países da Ásia existem programas de monitoramento para avaliar a composição química das águas pluviais e seus efeitos. O conhecimento da composição química da água da chuva e a análise das possíveis fontes de emissões (naturais e antrópicas) são importantes para o entendimento e controle das atividades antrópicas sobre o meio ambiente, a fim de evitar impactos ambientais negativos (MARQUES *et al.*, 2010; MEINS e SEIP, 2004).

Nesse contexto a pesquisa foi motivada pela ausência desse tipo de informação na região, com o objetivo de avaliar possíveis alterações na composição química das precipitações em Rio Verde-GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Rio Verde, localizado na microrregião Sudoeste do Estado de Goiás, com coordenadas geográficas de 17°47'53" S e 50°55'41" W (IBGE, 2010). Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2016), o município possui duas estações climáticas definidas; uma seca que compreende maio a outubro e uma chuvosa de novembro a abril, a temperatura média anual varia entre 20°C e 35°.

As coletas das amostras foram efetuadas no período de janeiro a março de 2016 (verificar Tabela 1).

Tabela 1. Datas das coletas das amostras de água da chuva em Rio Verde-GO

Meses	Dias das coletas
Janeiro/2016	01 05 08 13 16
Fevereiro/2016	12 14 29
Março/2016	03 06 09 12 23 25 27

Para a coleta das amostras de água foram implantados coletores volumétricos de chuva, recipientes de polietileno com 30 cm de diâmetro, instalados 1,5 m acima da superfície do solo, fixados em local aberto para que não houvesse interferência de deposições secas, longe de calhas e telhados seguindo a metodologia de MARQUES *et al.* (2006).

Os coletores foram instalados em dois pontos distintos da cidade: ponto um - Área urbana situada no bairro Jardim América Prolongamento (P1), com coordenadas geográficas 17°47'05''S e 50°56'00''W, e ponto dois na Universidade de Rio verde/UNIRV (P2), local com mata nativa e coordenadas geográficas 17°47'02''S e 50°57'48''W (Verificar Figura 1).



Figural - Marcação dos pontos P1 e P2 de coletas das amostras de água da chuva, Rio Verde-GO. Fonte: Google Earth – Imagem Satélite

As amostras foram coletadas nos pontos P1 e P2 após cada evento chuvoso, e levadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade de Rio Verde – GO. Os parâmetros avaliados foram: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, nitrato ($N-NO_3^-$) e amônia ($N-NH_3$).

O parâmetro pH foi determinado utilizando pHmêtro da marca PHOX modelo - P1000. Para condutividade elétrica foi utilizado condutivímetro, CD850. Os equipamentos foram devidamente calibrados e operados segundo orientações técnicas dos fabricantes.

Após as medições de pH e condutividade, todas as amostras de água foram armazenadas em frascos de polietileno etiquetados e identificados, e em seguida congeladas em um refrigerador para posterior análise química.

As análises químicas das concentrações de nitrato (N-NO_3^-), e amônia (N-NH_3) das amostras de água foram realizadas por espectrofotometria de absorção molecular, utilizando método 4500 B., N-(1-naftil)- etilenodiamina (NTD) adaptado da APHA (2011). As amostras foram descongeladas naturalmente até a temperatura ambiente, para a realização das análises.

Para o nitrato, 5 mL da amostra da água da chuva foram transferidas para tubos de ensaio, adicionando-se: 0,05 g de biftalato de potássio/zinco 7% agitando até a completa dissolução. Logo após adicionou-se 0,05 g do N-(1-N-Naftil) Etilenodiamino Biclórídrico e agitando novamente até dissolver. Para finalizar foram adicionados 0,10 mL de ácido clorídrico com concentração de 15%. Realizou-se a leitura da absorbância no espectrofotômetro a 535 nm.

A análise do teor de amônia foi realizada pelo método de Nessler O reagente de Nessler é uma solução alcalina de tetraiodomercurato (II) de potássio que detecta a presença de nitrogênio amoniacal, efetuou-se a leitura da absorbância no espectrofotômetro a 630 nm.

Para análise dos resultados foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama nº 357 /2005 (BRASIL, 2005), e pela Portaria nº 2.914/2011 que dispõe sobre potabilidade da água. Os resultados foram submetidos à análise estatística, foi aplicado o Teste-t para comparação de médias a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial Hidrogeniônico (pH) e Condutividade

Conforme apresentado na Tabela 2 os valores de pH encontrados variaram entre os intervalos de 6,05 a 7,62, demonstrando que as precipitações classificam-se como alcalinas, segundo Fornaro (1991), que classifica a chuva alcalina como aquela que apresenta $\text{pH} > 6$. Os números se mantiveram dentro da faixa de pH de 6,0 a 9,0 previstos na Resolução CONAMA 357/05 e da Portaria nº 2.914/2011 que estabelece valores de pH entre 6,5 e 9,5, para águas doces.

Tabela 2. Valores de pH e condutividade das amostras de água da chuva em Rio Verde-GO

Amostras	Data	pH Ponto1	Condutividade Ponto 1	pH Ponto 2	Condutividade Ponto 2
Janeiro/2016					
1	01	6,84	4,5	6,05	4,4
2	05	7,5	5,7	6,82	7,3
3	08	6,93	5,9	7,06	6,1
4	13	7,6	5,4	7,62	4,5
5	16	7,62	5,9	7,4	5,2
Fevereiro/2016					
6	12	6,96	4,52	6,46	4,9
7	14	7,5	6,7	7,41	6,6
8	29	7,07	5,2	6,96	3,9
Março/2016					
9	03	7,3	5,8	7,32	4,2
10	06	6,98	4,5	7,18	6,6
11	09	7,3	10,4	7,6	4,9
12	12	7,62	2,8	7,3	2,3
13	23	7,18	12,6	7,3	6,7
14	25	7,4	4,3	7,36	3,9
15	27	7,2	4,5	7,04	8,8
Média	-	7,27	5,91	7,12	5,14

Foram registradas também a ocorrências de chuvas alcalinas por outros autores em diferentes locais, como na Região Metropolitana de Porto Alegre (MIGLIAVACCA *et al.*, 2012), Macaé-RJ (SOUZA e MAIA, 2014), Goiânia-GO (COELHO *et al.*, 2004), Índia (MOULI *et al.*, 2005) e Turquia (TUNCER *et al.*, 2001).

Nos pontos P1 e P2 de coletas as chuvas apresentaram menor pH nas primeiras amostras, pH = 6,84, no ponto P1, pH = 6,05 no ponto P2, Mirlean *et al.*, (2000) observou em seu trabalho na cidade de Rio Grande-RS que a ausência de eventos com grande volume de precipitação anterior a data da coleta de amostras de água pluvial pode ocasionar maior concentração de poluentes no ar e indicar a eficiência da chuva em promover a “limpeza” atmosférica.

Para os resultados obtidos pelo Teste-t, observa-se que não houve diferença significativa entre os valores médios de pH entre os pontos P1 e P2, as médias dos resultados do parâmetro nos dois pontos foram 7,27 no ponto P1 e 7,12 no ponto P2 conforme Tabela 2.

A condutividade de todas as amostras coletadas nos pontos P1 e P2 variou entre 2,3 e 12,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (conforme Figura 2), verificou-se na maior parte dos resultados um aumento diretamente proporcional entre os valores de pH e condutividade, o que pode indicar que os sais que estão dissolvidos na água apresentam características alcalinas, neutralizando a acidez existente na água da chuva como observado por Marques *et al.* (2010).

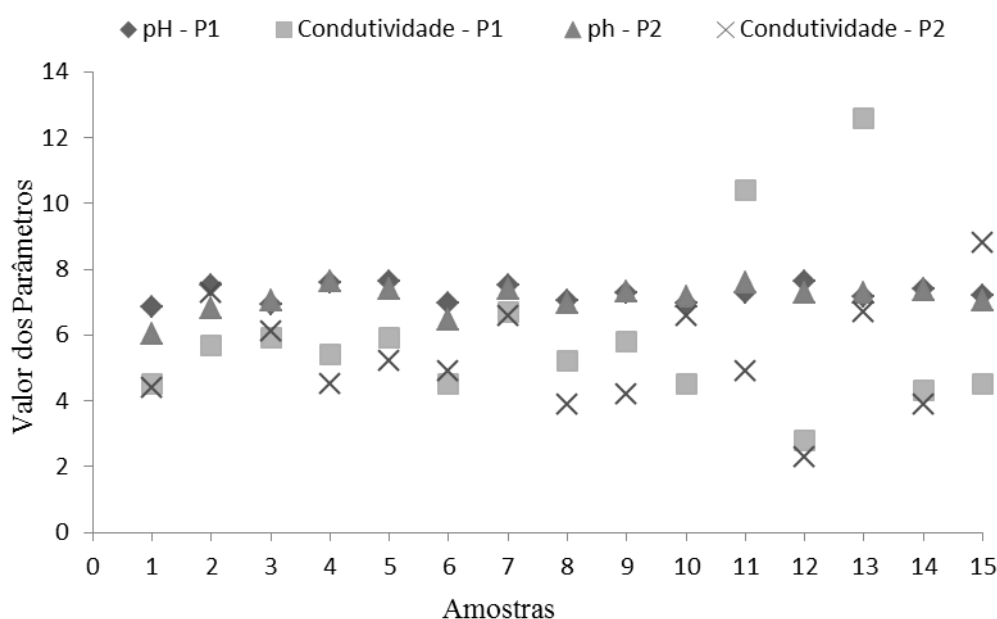


Figura 2. Apresentação dos valores de condutividade e potencial hidrogeniônico (pH) das amostras de água da chuva coletadas nos pontos P1 e P2 em Rio Verde-GO

A amostra 13 do ponto P1 apresentou o mais alto valor de condutividade 12,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, segundo Marques *et al.* (2010) verificou na cidade de Cuiabá-MT, a intensidade da chuva é um fator importante na variação da composição química da água pluvial. Chuvas fracas apresentam gotas menores com menor velocidade de queda e maior tempo de permanência na atmosfera, o que pode incorporar maior concentração de partículas e gases em seu percurso até a superfície terrestre (SEINFELD e PANDIS, 1998).

Para as médias do ponto P1 e P2 do parâmetro condutividade, também não foi verificada diferença significativa entre os dois pontos pelo Teste-t, e apresentaram valores crescentes em função da relação com o pH.

Devido à ausência de um parâmetro estabelecido do valor que a condutividade da água da chuva deve apresentar, considera-se totalmente poluídos locais que apresentam condutividade igual a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (PEREIRA e MARTINS, 2015), portanto, os valores de condutividade encontrados nas amostras são baixos e estão fora do nível crítico.

Nitrato e Amônia

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva referente aos teores de nitrato e amônia das 30 amostras coletadas nos pontos P1 e P2. A amônia apresentou médias de $1,03 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o ponto P1 e $0,90 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o ponto P2, não ultrapassando o limite estipulado na Resolução CONAMA N° 357/05 de $3,7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, para $\text{pH} \leq 7,5$, no entanto o valor máximo da amônia nos dois pontos de coletas ($1,55 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, ponto P1) e ($1,57 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, ponto P2), apresentaram valores acima do limite previsto na Portaria n° 2.914/2011 de $1,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos dos teores de Nitrato (N-NO_3^-) e Amônia (N-NH_3) para os pontos P1 e P2 de coletas de amostras de água da chuva em Rio Verde,-GO

Pontos	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima
	1	1	1	2	2	2
N-NO_3^-	1,42	0,32	2,28	1,34	0,33	2,28
N-NH_3	1,03	0,48	1,55	0,90	0,44	1,57

O teor de amônia pode ter relação com a atividade agrícola do município de Rio Verde que tem sua economia voltada à agricultura, e essa atividade trata-se de uma fonte expressiva de emissão atmosférica de amônia (FLUES *et al.*, 2003; IBGE, 2007; RODHE *et al.*, 2002), fator que pode ter contribuído para a água da chuva apresentar valores de pH básicos. Essa influência também foi observada no trabalho de Cunha *et al.* (2009), que realizou a análise da acidez da água da chuva no município de Passo Fundo-RS.

De acordo com o Teste-t, os valores médios encontrados nos pontos P1 e P2 para amônia, apresentaram diferença estatística entre si. Esse resultado pode estar relacionado aos tipos de atividades desenvolvidas próximas aos pontos de coletas, que influenciam diretamente nos tipos e quantidades de substâncias químicas presentes na atmosfera, conforme foi observado por Fornaro e Gutz (2006).

O íon nitrato apresentou teores dentro do padrão de nitrato de $10,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ estabelecido na Resolução CONAMA N° 357/05 e Portaria n° 2.914/2011, o valor máximo verificado nas

amostras coletadas de água da chuva foi $2,28 \text{ mg.L}^{-1}$ para os pontos P1 e P2, conforme Figura 3.

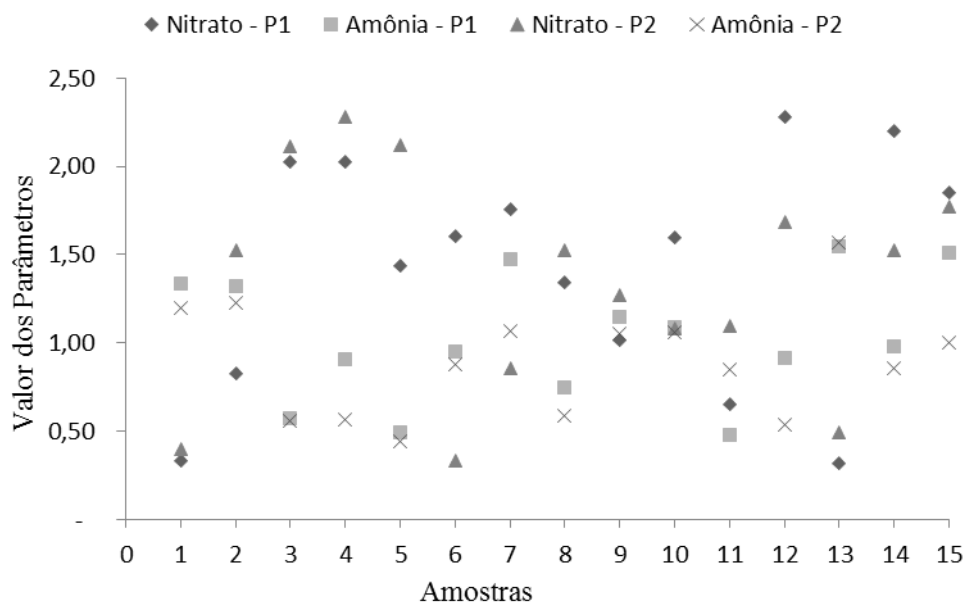


Figura 3. Teores de Nitrato e Amônia, para os pontos de coletas P1 e P2 de amostras de água da chuva em Rio Verde,-GO

Os valores médios de nitrato foram: $1,42 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto P1 e $1,34 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto P2, para o Teste-t, os teores médios de nitrato dos pontos P1 e P2 não apresentaram diferença significativa entre si (verificar Tabela 3).

CONCLUSÕES

Os resultados das análises das águas pluviais de Rio Verde-GO mostraram uma variação de pH de 6,05 a 7,62, evidenciando a ausência do fenômeno chuva ácida para o município, e se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.

A condutividade apresentou-se fora do nível crítico de poluição. O íon nitrato não excedeu o padrão estabelecido na Resolução CONAMA N° 357/05. A amônia apresentou o valor máximo nos dois pontos de coletas, acima do limite previsto na Portaria nº 2.914/2011 de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os resultados apontam possível interferência antrópica na região, como a neutralização da acidez da chuva por espécies como amônia.

Verifica-se que variações nas concentrações das espécies iônicas em águas pluviais podem estar associadas à quantidade de precipitação e ao acúmulo de poluentes na atmosfera, assim como suas fontes emissoras.

Nesse contexto, ressalta-se a importância de novos estudos sobre o tema para a região de Rio Verde-GO, pois a inexistência de dados anteriores não permite uma associação mais profunda dos dados analisados.

Tendo em vista o desenvolvimento econômico e populacional da cidade de Rio Verde-GO, sugere-se que haja um monitoramento periódico da composição química das águas pluviais, a fim de prevenir problemas ambientais provocados direta e indiretamente pela poluição atmosférica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. E. L., *Monitoramento da qualidade das águas de chuvas conforme a atuação dos sistemas sinóticos na cidade de Natal/RN*. Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia – PPG – UFRN, 2009.

ALVES, K. M.S, ALVES, A. E. L., SILVA, F. M. *Poluição do ar e saúde nos principais centros comerciais da cidade de Natal/RN*. Natal, Holos, ano 25, vol. 4, p.82.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 mar. 2005. v. 1, p. 58-63.

CAMPOS, V.P.; COSTA, A.C.A.; TAVARES, T.M. Partial neutralization of rain by seaspray: the case of Recôncavo, Bahia - Brazil. *Journal of Environmental Management*, v.84, p.204-212, 2007.

CARVALHO JÚNIOR, V.N. Deposição atmosférica e composição química da água de chuva. *Revista Tecnologia*, v.25, p.61-71, 2004.

COELHO, E.E.; PEREIRA, L.A.; NOZAKI, N.C.S.; PASQUALETTO, A. *Análise da Acidez da Chuva no Município de Goiânia - GO*, Universidade Católica de Goiás, 2004.

CUNHA. G. R; SANTI. A; DALMAGO. G. A; PIRES. J. L. F.; PASINATO. A. *Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo, RS*. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2009, vol.44, n.4, pp.339-346. ISSN 0100-204X.

DENATRAN-Departamento Nacional de Trânsito; Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm>. Acesso em: 09 de Junho de 2015.

FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil? *Revista USP*, n. 70, p. 78-87, 2006.

FORNARO, A. *Chuva Ácida em São Paulo: Caracterização Química de Amostras Integradas e Sequenciais de Deposição Úmida*. Dissertação de mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Química, 1991.

FORNARO, A.; GUTZ, I.G.R. Wet deposition and related atmospheric chemistry in the São Paulo metropolis, Brazil. Part 3: trends in precipitation chemistry during 1983–2003. *Atmospheric Environment*, v.40, p.5893-5901, 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico, 2010. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/86T>. Acesso em: 15 de maio 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção Agrícola Municipal*, 2007. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/3B85>. Acesso em: 07 de junho 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). 2015. *Dados climáticos da Estação de Rio Verde: série histórica de 1961 a 2015*. Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: Acesso em: 13 de junho de 2016.

LEAL, T. F. M.; FONTENELE, A.P.G; PEDROTTI, J.J; FORNARO, A.; Composição iônica majoritária de águas de chuva no centro da cidade de São Paulo. *Química Nova*, v.27 n.6 São Paulo Nov./Dec. 2004.

LOPES, D. P.; LÍVIO, A. E.; SOUSA, M. R.; SILVA, F.M. Comportamento estatístico do grau de acidez das chuvas na cidade de Natal/RN pela distribuição Gaussiana. *HOLOS*, Ano 30, v. 6, p 83-89, 2014.

MARQUES, R.; ZAMPARONI, C.A.G.P.; SILVA, E.C.; MAGALHÃES, A.; GUEDES, F.S.; FORNARO, A.; Composição Química de águas de chuva em áreas tropicais continentais, Cuiabá-MT: Aplicação do Sistema Clima Urbano (S.C.U.). *Revista do Departamento de Geografia*, 20 (2010) p. 63-75.

MARQUES, R.; ZAMPARONI, C.A.G.P.; SILVA, E.C.; B, A.M.; ARRUDA, D.; EVANGELISTA, S.; MAGALHÃES, A.; Ensaio preliminares para o monitoramento da acidez da chuva em Cuiabá-MT. *Caminhos de Geografia – Revista online*, 21(17) 225 - 236, 2006. ISSN 1678-6343. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>, Acesso em: 30 de maio de 2016.

MENZ, F. C.; SEIP, H. M. (2004). Acid rain in Europe and United States: an update. *Environmental Science & Policy*, v.7, n.4, p.253–265.

MIGLIAVACCA, D.M.; TEIXEIRA, E. C.; RODRIGUEZ, M.T.R.; Composição química da precipitação úmida da região metropolitana de porto alegre, Brasil, 2005-2007. *Química Nova*, v. 35, n. 6, p.1075-1083, 2012.

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

PEREIRA, K.O.; MARTINS, L. H. B.; Avaliação da Condutividade elétrica da água da chuva como indicador de poluição. Instituto Federal de Santa Catarina, 2015.

MOULI, C.CP; MOHAN, V. S.; REDDY, S. J.; Atmospheric Environmental, p. 39, 2005.

ROCHA, J. C; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. Introdução à Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2004. 256 p. (ISBN 85-363-0467-7).

RODHE, H.; DENTENER, F.; SCHULZ, M. The global distribution of acidifying wet deposition. *Environmental Science & Technology*, v.36, p.4382-4388, 2002.

SANTOS, C.A.; SANTIAGO, A.V.; COSTA, J.F.; PACHECO, N.A. Potencial Hidrogeniônico da Chuva em Belém-PA. 16º Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, 2012. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

SANUSI, A., WORTHAM, M.M., MIRABEL, P.; Chemical composition of rainwater in eastern France. *Atmospheric Environment* 1996, 30 (1), 59-71. *Pollution to Climate Change*, Second Edition. J. Wiley, New York, 2006. 1248p.

SOUZA, D. C. O meio ambiente das cidades. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2010.

SOUZA, L.; E MAIA, L.F.P.G. *Análise do pH das precipitações em Macaé – RJ*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

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

TUNCER, B.; BAYAR, B. YESILYURT, C.; TUNCEL, G. Atmospheric Environmental, p. 35, 2001.