

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PRECIPITAÇÕES
PLUVIOMÉTRICAS NA CIDADE DE HUMAITÁ/AM

Bolsista: José dos Santos Torres Filho, FAPEAM

HUMAITÁ – AM
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB – E 0051/2012
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PRECIPITAÇÕES
PLUVIOMÉTRICAS NA CIDADE DE HUMAITÁ/AM

Bolsista: José dos Santos Torres Filho, FAPEAM
Orientador: Prof^o Msc. José Maurício da Cunha

HUMAITÁ – AM
2013

RESUMO

O aumento indiscriminado das emissões de gases e partículas poluentes na atmosfera tem despertado à comunidade científica a questões ambientais. O objetivo deste trabalho foi de analisar a composição química das precipitações pluviométricas ocorridas na cidade de Humaitá/AM, a fim de calcular a concentração dos elementos presentes que caracterizam as chuvas ácidas. O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá que localiza-se ao sul do Estado do Amazonas à margem esquerda do rio Madeira.

As análises de potencial Hidrogeniônico (pH) foram feitas com um pHmetro de bancada (Analítica – PH1110B), calibrado com soluções tampão com pH 4,00 e 7,00. A condutividade elétrica foi feita com um condutivímetro de bancada (Analítica – PH1110B) calibrado com solução padrão. As concentrações de nitrato (NO_3^-) foram medidas por espectrofotometria, por meio do espectrofotômetro digital modelo Model Nova 1600 UV, utilizando solução padrão de nitrato. Sendo que a curva analítica foi montada com padrões de nitrato (NO_3^-) tendendo linearmente em função da concentração. Os resultados encontrados foram tratados por meio de planilha eletrônica com o auxílio do programa Excel para a obtenção da concentração do nitrato (NO_3^-).

A condutividade elétrica das amostras de precipitação apresentou média de $8,47 \mu\text{Scm}^{-1}$ em janeiro, $10,99 \mu\text{Scm}^{-1}$ em fevereiro, $9,83 \mu\text{Scm}^{-1}$ em março, $12,04 \mu\text{Scm}^{-1}$ em abril, $13,09 \mu\text{Scm}^{-1}$ em maio, $19,18 \mu\text{Scm}^{-1}$ em junho. E o pH das amostras da precipitação em Humaitá/AM variou entre 6,26 e 7,43 em janeiro, 5,06 e 7,12 em fevereiro, 5,37 e 6,94 em março, 5,06 e 6,77 em abril, 5,17 e 6,62 em maio, 4,78 e 6,68 em junho. Os valores de pH encontrados são decorrentes das concentrações de espécies químicas presentes nas precipitações pluviométricas devido as queimadas das florestas, plantações e da suspensão de material particulado do solo.

Viu-se que os valores de condutividade elétrica encontrados de janeiro a maio indicaram que os sais dissolvidos na água das precipitações pluviométricas tinham características básicas e junho apresentou valor de condutividade elevado em relação aos outros períodos mediante que as queimadas provocam aumento das concentrações químicas como Ca e Mg, que estão vinculados a liberação de óxidos nas cinzas, aumentando os valores de condutividade elétrica. Podemos verificar que

em fevereiro a concentração média de nitrato foi de 0,466 mg/L e 0,578 mg/L em junho.

Podemos asseverar que ocorreu um aumento de 20% em junho em relação a fevereiro, é relevante ressaltar que íons nitrato formam ácido nítrico, que pode ter sido responsável pela maior acidez em junho, sendo este proveniente da oxidação de óxidos de nitrogênio (NO_x), que pode ser resultante também da ressuspensão de material particulado do solo, principalmente no período seco, e junho está bem perto do início do período seco. As precipitações pluviométricas em Humaitá/AM apresentaram concentrações de nitrato baixas comparadas a outros locais do Brasil.

Por fim podemos afirmar que os resultados foram satisfatórios tendo em vista que o método de análise aplicado é eficiente, e as amostragens estão dentro dos padrões regionais, porém precisam ser feitos mais estudos no intuito de obter maior representatividade.

Palavras-chave: nitrato, precipitação, espectrofotometria.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1. Formação das precipitações pluviométricas.....	7
2.2. Precipitações pluviométricas ácidas.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3.1. Área de estudo.....	11
3.2. Procedimentos de amostragem.....	11
3.3. Procedimentos de análise da composição química das precipitações pluviométricas.....	11
3.3.1. Medidas de potencial Hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica.....	11
3.3.2. Análises espectrofotométricas.....	12
3.3.3. Soluções e reagentes.....	12
3.3.4. Procedimento experimental.....	12
3.3.4.1. Nitrato.....	12
3.4. Análise das concentrações de ânions.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
4.1. Variação do pH e da condutividade elétrica.....	14
4.2. Composição química da precipitação pluviométrica.....	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
6. REFERÊNCIAS.....	19
7. CRONOGRAMA.....	22

1. INTRODUÇÃO

O aumento indiscriminado das emissões de gases e partículas poluentes na atmosfera tem despertado à comunidade científica a questões ambientais, buscando respostas às alterações ocorridas no planeta terra. Um exemplo mais conhecido do ar atmosférico é o smog (fumaça), que está presente em muitas partes do mundo, e tem como origem mais comum as contaminações do ar atmosférico provenientes de processos industriais e da intensa frota de veículos, esta última considerada como a principal fonte de poluentes atmosféricos (FONTENELE et al., 2009). Além dos processos industriais e da queima de combustíveis, destacam-se também as queimadas nas florestas (e/ou plantações) e a suspensão de material particulado do solo (FORNARO, 2006), principais fontes de emissão de gases e partículas de aerossóis durante o período seco nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil (ANDREAE et al., 1994; ANDREAE et al., 2001; LIOUSSE et al., 2004;), alterando a qualidade de vida na região.

Consta como uma das principais características da atmosfera terrestre é que ela é um ambiente oxidante natural, devido à alta concentração de oxigênio diatômico (O_2) (BAIRD, 2002). Quase todos os gases liberados no ar, sejam elas de origem natural e/ou antropogênica, são totalmente oxidados e seus produtos finais, ao longo do tempo, são depositados na superfície da terra, seja por meio de deposição seca (sedimentação gravitacional) ou por deposição úmida, correspondente às precipitações de gotas de água que se incorporam às partículas e gases poluentes da atmosfera (SINGH et al., 2007).

Uma das formas de remoção úmida de muitos poluentes suspenso no ar é devido às precipitações pluviométricas (SMITH, 1872), e é através dessas que conseguimos retirar informações relevantes para o controle e monitoramento da poluição atmosférica. É nesse sentido que torna-se possível obter estudos concretos sobre as diversas espécies de gases presentes na atmosfera terrestre, dentre elas, gases como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de nitrogênio (NO), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3), etc. Muitas dessas partículas têm um tempo de resistência muito grande na atmosfera, podendo atingir até a ordem de alguns dias (SEINFELD e PANDIS, 1998; PAULIQUEVIS et al., 2007). Essas partículas são, muitas vezes, transportados para à superfície por processos turbulentos (WESELY E HICKS, 2000).

Um dos problemas ambientais mais graves na presença desses gases, e que muitas regiões do mundo estão sofrendo atualmente, diz respeito às precipitações pluviométricas ácidas (SMITH, 1872), que conduz a prejuízos econômicos, não somente para a agricultura, mas também na corrosão de edificações, monumentos históricos, dentre outras. O potencial Hidrogeniônico (pH) da chuva não poluída é cerca de 5.6, sendo considerada chuva ácida que obtiver pH inferior a 5,6 (BAIRD, 2002). Dos ácidos predominantes em chuvas ácidas, podemos citar o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), além dos oriundos de longas distâncias, advindos de outras regiões fronteiriças, como o dióxido de enxofre (SO_2), e óxidos de nitrogênio (NO_x) (BAIRD, 2002).

O objetivo deste trabalho foi analisar a composição química das precipitações pluviométricas ocorridas na cidade de Humaitá/AM, a fim de calcular a concentração dos elementos presentes que caracterizam as chuvas ácidas. Isto foi feito no decorrer da execução do projeto, onde se desenvolveu ainda um monitoramento periódico a fim de obter informações relevantes e identificar o período com maior ocorrência das chuvas ácidas na região.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Formação das precipitações pluviométricas

Nas últimas décadas tem-se discutido bastante as questões ambientais, principalmente o aumento dos níveis de acidez das precipitações pluviométricas no mundo visto que é preocupante o crescimento desordenado das emissões de gases e partículas poluentes para a atmosfera, que na maioria são causadas pelas atividades antropogênicas.

O processo de condensação por si só não é capaz de promover a ocorrência de precipitação pluviométrica, pois nesse processo são formadas gotículas muito pequenas, denominadas de elementos de nuvem, que permanecem em suspensão na atmosfera, não tendo massa suficiente para vencer a força de flutuação térmica (SENTELHAS, 2005).

Para que haja a precipitação pluviométrica é necessária a formação de gotas maiores, denominadas de elementos de precipitação, resultantes da coalescência das gotas menores, que ocorre devido a diferenças de temperatura, tamanho, cargas elétricas e também devido ao próprio movimento turbulento (SENTELHAS, 2005).

Mediante o mecanismo fundamental pelo qual se produz a ascensão do ar úmido, as precipitações podem ser classificadas em: Convectivas, Orográficas, Frontais ou Ciclônicas. No quais podem ser vistas de diferentes formas na natureza: Chuvisco, Chuva, Neve, Saraiva, Granizo, Orvalho, Geada (TUCCI, 2009).

Na Europa, na América do Norte e mesmo em alguns países da Ásia criaram-se programas de monitoramento envolvendo grandes redes de amostragem cobrindo um ou mais países com o objetivo de avaliações tanto espaciais quanto temporais da composição química das precipitações pluviométricas e seus efeitos em diferentes ecossistemas (COWLING, 1982).

No entanto, no Brasil, não há redes de monitoramento estabelecidas, e muito menos esforços coordenados para que isso ocorra, sendo que os dados disponíveis são originados de ações pró-ativas de iniciativas isoladas ou de grupos de pesquisadores limitados a estudos em regiões específicas e por períodos de tempo restritos (FORNARO, 2006).

Podem compor quimicamente as precipitações pluviométricas: cloreto (Cl^-), fluoreto (F^-), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) e fosfato (PO_4^{3-}) (MARQUES, 2006). Além de amônio (NH_4^+), sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio

(Mg^{2+}) e, casualmente, metais pesados e espécies orgânicas como ácidos carboxílicos (GUTZ et al., 2003; FORNARO, 1991).

2.2. Precipitações pluviométricas ácidas

Nas últimas décadas, quando o ser humano parece perceber os graves problemas ambientais existentes no planeta Terra, podemos evidenciar as grandes devastações que o próprio vem acarretando ao meio ambiente com repercussões nos mais diversificados biomas terrestres. A precipitação pluviométrica ácida, peculiarmente não representa uma problemática da atualidade, é tão anosa quanto a própria Revolução Industrial, em 1872 Robert Argus Smith fazia uma relação entre o pH da precipitação pluviométrica e a combustão do carvão numa determinada área industrial, já era evidente tais características de acidificação (JESUS, 1996).

Crowther e Ruston em 1911 vincularam a acidificação com a combustão de carvão, demonstrando que a precipitação ácida impedia o crescimento e a germinação de plantas, além de influenciar maleficamente na fixação do nitrogênio no solo, assim como em 1922, o biólogo norueguês Knut Dahl, reconhecia a estreita relação entre a acidez das precipitações pluviométricas e a morte de plantas e dos peixes em vários lagos da Noruega, e ainda responsável pela dizimação de algas, plânctons e insetos (COWLING, 1982).

Em 1939 Bottini constatou a presença de ácido hidrocloreídrico na água da chuva, nas áreas próximas ao vulcão Vesúvio, afirmando na época ser a fonte de acidez, mas em 1950 Eriksson introduziu várias pesquisas vinculadas com as precipitações pluviométricas ácidas e seus principais efeitos sobre as regiões (COWLING, 1982).

Por anos 60, a precipitação pluviométrica ácida não era vista ainda como um agravante às florestas mundiais. A primeira proeminência foi detectada nos Sudetos, uma cadeia de montanhas entre a Polônia e a Tchecoslováquia (atual República Tcheca e Eslováquia), relevante 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 (BAINES, 1992).

Foi comprovado na Suécia em 1967 a tendência temporária de acidez e uma maior concentração de cátions e ânions nas precipitações pluviométricas em vários

locais da Europa (ÓDEN, 1967). Em 1979 foram iniciados estudos sobre a composição iônica e acidificação das precipitações pluviométricas na Bahia (RIBEIRO FILHO, 1979).

No Brasil a precipitação pluviométrica ácida surge 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 árvores morrem e as plantas acabam seriamente queimadas ou secando. Na cidade de São Paulo, a precipitação pluviométrica ácida danifica monumentos, estátuas e construções que ficam deterioradas pela acidez (TARIFA, 1991).

As precipitações pluviométricas normais dissolvem o dióxido de carbono (CO_2) existente na atmosfera, estabelecendo um equilíbrio químico entre o gás carbônico (CO_2), a água (H_2O) e o ácido carbônico (H_2CO_3). Como o próprio nome indica, o último composto faz com que a água das precipitações pluviométricas seja normalmente ácida, o que é indicada pelo seu índice pH igual e menor que 5,6. Contudo a presença de componentes estranhos na atmosfera (principalmente óxidos de nitrogênio (N) e de enxofre(S)) pode ocasionar a dissolução desses compostos na água pluviais, que passarão a conter quantidade por vezes acentuada de ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essa presença leva o pH das águas pluviais a valores muito baixos, caracterizando mais um aspecto nocivo da poluição atmosférica (TOLENTINO et al., 1999).

Os dois ácidos predominantes na chuva ácida são o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3). De modo geral, a precipitação pluviométrica ácida precipita-se segundo a direção do vento em um local distante da fonte dos poluentes primários, isto é, dióxido de enxofre (SO_2), e óxidos de nitrogênio (NO_x). Os ácidos são gerados durante o transporte da massa de ar que contém os poluentes. Deste modo, a precipitação pluviométrica ácida é um problema de poluição que não respeitam estados nem fronteiras nacionais em razão do deslocamento de longa distância que sofrem com frequência os poluentes atmosféricos (BAIRD, 2002).

As espécies contendo enxofre (S) originam-se do dióxido de enxofre (SO_2) produzido tanto por fontes naturais como pela poluição, que se oxidam em um intervalo de horas ou dias para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) e sulfatos no ar. O ácido sulfúrico (H_2SO_4) é transportado no ar não como um gás, mas como um aerossol de gotículas finas, devido a sua enorme afinidade com as moléculas de

água. Como o ácido nítrico (HNO_3) apresenta muito maior pressão de vapor que o ácido sulfúrico (H_2SO_4), ocorre condensação de ácido nítrico (HNO_3) que de ácido sulfúrico (H_2SO_4) sobre as partículas preexistentes (BAIRD, 2002).

Portanto a acidificação se dá pela dissociação dos ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3) na água, que apresentam relação positiva com H^+ . Assim, o aumento nas concentrações de ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3), resulta no aumento de H^+ e na diminuição do pH, conseqüentemente aumento na acidez, desse modo formando a precipitação pluviométrica ácida.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá que localiza-se ao sul do Estado do Amazonas à margem esquerda do rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas, dista cerca de 200 km de Porto Velho e 580 km de Manaus (linha reta) pela Rodovia BR-319 e está situado na zona fisiográfica do Rio Madeira. Limita-se com os municípios de Manicoré ao norte e ao leste, Tapauá e Canutama a oeste e Estado de Rondônia ao sul. A sede do município tem como coordenadas geográficas de centro 7° 30'24" S e 63° 04'56" W, apresenta relevo aproximado do tipo "tabuleiro", com desníveis muito pequenos e bordos levemente convexos(BRAUN et al., 1959).

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), sendo que a precipitação anual varia de 2250 a 2750 mm anualmente, sendo que o período chuvoso inicia-se em outubro e prolonga-se até junho normalmente, e ainda apresenta um período seco de pequena duração. A temperatura média anual varia de 24°C a 26°C, a umidade relativa do ar é bastante elevada, varia de 85 a 90% e a altitude média é de 90 metros acima do nível do mar (CARVALHO, 1986).

3.2. Procedimentos de amostragem

Foram utilizados na coleta das precipitações pluviométricas coletores manuais de polietileno encaixado em um suporte de metal com no mínimo dois metros de altura, disponível na área urbana da cidade de Humaitá/AM, sendo retirado um dia após a ocorrência da precipitação pluviométrica. Os recipientes utilizados para coleta das amostras serão previamente lavados rotineiramente com água destilada.

3.3. Procedimentos de análise da composição química das precipitações pluviométricas

3.3.1. Medidas de potencial Hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica

As amostras de água das precipitações pluviométricas destinadas às medidas de pH e condutividade elétrica foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia e Química do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, nos quais serão medidas em no máximo 24 horas após a amostragem.

As análises de potencial Hidrogeniônico (pH) foram feitas com um pHmetro de bancada (Analítica – PH1110B), calibrado com soluções tampão com pH 4,00 e 7,00. A condutividade elétrica foi feita com um condutivímetro de bancada (Analítica – PH1110B) calibrado com solução padrão.

3.3.2. Análises espectrofotométricas

As análises de ânions foram feitas no Laboratório de Biologia e Química do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas. As concentrações dos ânions nitrato (NO_3^-) foram medidas por espectrofotometria, por meio do espectrofotômetro digital modelo Model Nova 1600 UV, utilizando solução padrão de nitrato através de um espectrofotômetro digital (Model Nova 1600 UV). Sendo que a curva analítica foi montada com padrões de nitrato (NO_3^-) tendendo linearmente em função da concentração.

3.3.3. Soluções e reagentes

As soluções utilizadas para análises foram preparadas com água deionizada. Foram utilizados reagentes de grau analítico em PA (Padrão de Análise). As soluções foram preparadas instantes antes do uso com os seguintes reagentes: Cloreto de magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Acetato de sódio trihidratado ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Nitrato de Cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), Ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$), Sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), Cloreto de bário dihidratado ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Salicilato de sódio ($\text{N}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$), Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), Hidróxido de Sódio (NaOH), Tartarato de sódio e potássio ($\text{KNaC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), Clorofórmio (CHCl_3). A vidraria e os recipientes para armazenagem de soluções foram lavados com detergentes neutros, água destilada e enxágue com água deionizada (BRITO, 2009).

3.3.4. Procedimento experimental

3.3.4.1. Nitrato

Foi adicionado 10 mL da amostra em um Becker de vidro, adicionou-se 1 gota de NaOH para alcalinizar ligeiramente a amostra, por seguinte foi adicionado 1 mL da solução de salicilato de sódio ($\text{N}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$). Evaporou-se na chapa a 100-150°C, sendo que quando evaporou teve que esperar esfriar o resíduo restante. Depois de frio, adicionou-se 2 mL de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) dentro da capela, além de 15 mL de água deionizada e 15 mL de solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) e Tartarato

de sódio e potássio ($\text{KNaC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Esperou-se esfriar e realizou-se a leitura no espectrofotômetro a 415 nm (BRITO, 2009).

3.4. Análise das concentrações de ânions

Os resultados encontrados foram tratados por meio de planilha eletrônica com o auxílio do programa Excel para a obtenção da concentração do nitrato (NO_3^-) visto que gerou uma curva analítica, das concentrações padrões contra a absorbância medida, para visualização dos resultados obtidos. Os coeficientes de determinação (R^2) das curvas de calibração foram satisfatórios para o desenvolvimento das análises químicas de nitrato (Tabela 01), assim como as equações geradas.

Mês	Coeficiente de determinação (R^2)	Equação
Fevereiro	0,9973	$Y = 0,1351x - 0,0349$
Junho	0,9994	$Y = 0,0997x + 0,0504$

Tabela 01: Coeficiente de determinação (R^2) das curvas de calibração e equações obtidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Variação do pH e da condutividade elétrica

Os valores médios, mínimos e máximos do pH e da condutividade elétrica das precipitações pluviométricas foram calculados para seis períodos de amostragem: janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho conforme mostrado na tabela 01.

Mês		pH	Condutividade elétrica (μScm^{-1})
Janeiro	Média	6,79	8,47
	Mínimo	6,26	4,28
	Máximo	7,43	11,71
Fevereiro	Média	6,29	10,99
	Mínimo	5,06	2,18
	Máximo	7,12	15,02
Março	Média	6,19	9,83
	Mínimo	5,37	3,40
	Máximo	6,94	14,05
Abril	Média	6,07	12,04
	Mínimo	5,06	5,91
	Máximo	6,77	18,27
Maio	Média	6,11	13,09
	Mínimo	5,17	2,99
	Máximo	6,62	27,03
Junho	Média	5,64	19,18
	Mínimo	4,78	8,02
	Máximo	6,68	37,9

Tabela 02: Valores médios, máximos e mínimos do pH e da condutividade elétrica.

A condutividade elétrica das amostras de precipitação apresentou média de $8,47 \mu\text{Scm}^{-1}$ em janeiro, $10,99 \mu\text{Scm}^{-1}$ em fevereiro, $9,83 \mu\text{Scm}^{-1}$ em março, $12,04 \mu\text{Scm}^{-1}$ em abril, $13,09 \mu\text{Scm}^{-1}$ em maio, $19,18 \mu\text{Scm}^{-1}$ em junho. E o pH das amostras da precipitação em Humaitá/AM variou entre 6,26 e 7,43 em janeiro, 5,06 e 7,12 em fevereiro, 5,37 e 6,94 em março, 5,06 e 6,77 em abril, 5,17 e 6,62 em maio, 4,78 e 6,68 em junho.

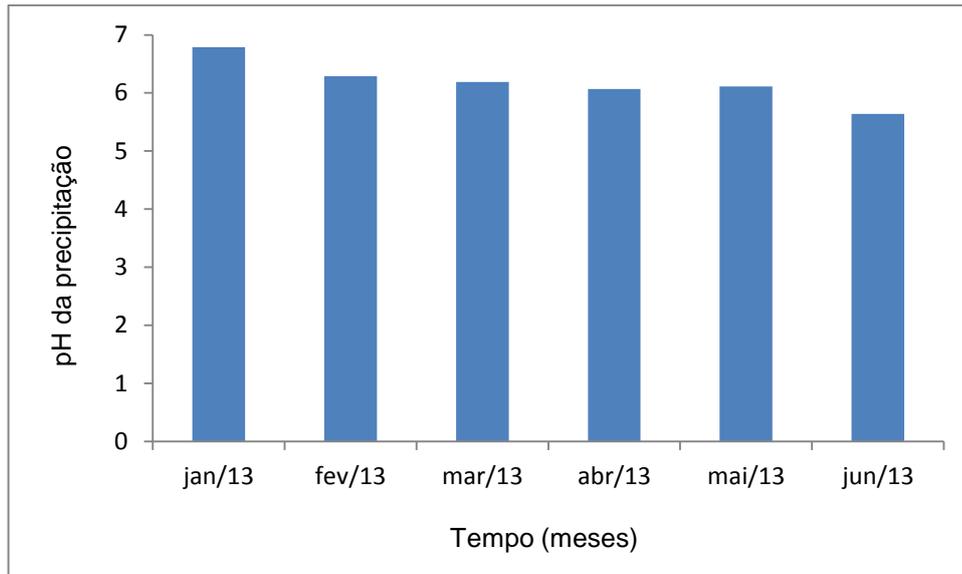


Gráfico 01: Variação de pH de janeiro/2013 a junho/2013.

Podemos observar a partir do gráfico 01 que o valor de pH em junho foi inferior a todos os outros meses analisados, os valores de pH em junho podem estar relacionados às queimadas que ocorrem principalmente no final do período chuvoso (outubro a junho) e no início do período seco (julho a setembro), indicando assim maior índice de acidez da precipitação pluviométrica em relação aos outros períodos analisados (KAUFFMAN et al., 1994).

Os valores de pH encontrados são decorrentes das concentrações de espécies químicas presentes nas precipitações pluviométricas devido as queimadas das florestas, plantações e da suspensão de material particulado do solo (FORNARO, 2006), principais fontes de emissão de gases e partículas de aerossóis durante o período seco nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil (ANDREAE et al., 1994; ANDREAE et al., 2001; LIOUSSE et al., 2004;).

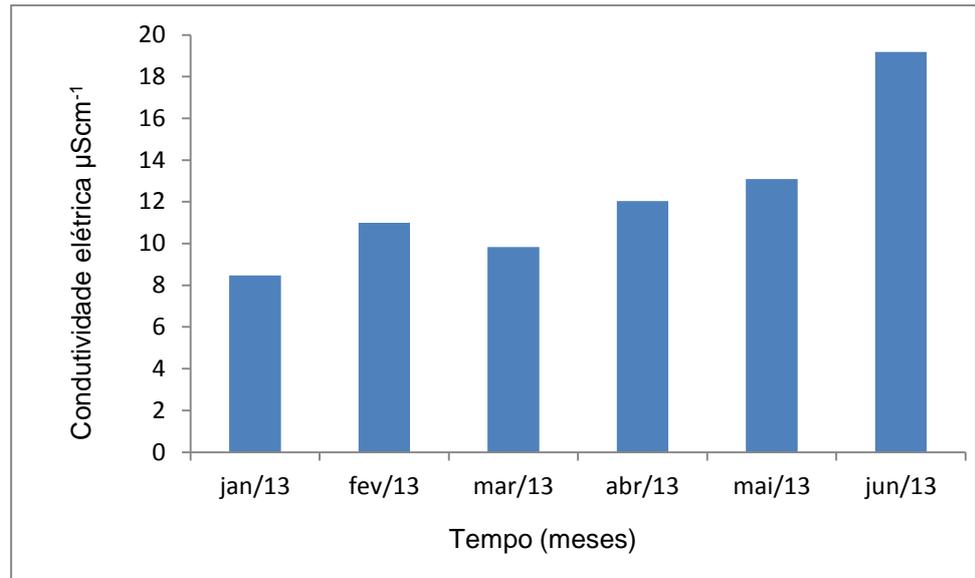


Gráfico 02: Variação de condutividade elétrica de janeiro/2013 a junho/2013

Mediante o gráfico 02 podemos afirmar que o período de junho diferenciou bastante em relação aos outros períodos analisados, viu-se que os valores de condutividade elétrica encontrados de janeiro a maio indicaram que os sais dissolvidos na água das precipitações pluviométricas tinham características básicas e junho apresentou valor de condutividade elevado em relação aos outros períodos mediante que as queimadas provocam aumento das concentrações químicas como Ca e Mg, que estão vinculados a liberação de óxidos nas cinzas, aumentando os valores de condutividade elétrica (KAUFFMAN et al., 1994).

4.2. Composição química da precipitação pluviométrica

As concentrações médias aritméticas dos ânions nitrato (NO_3^-) das precipitações pluviométricas foram calculadas separadamente para dois períodos de amostragem: fevereiro e junho conforme tabela 02.

Mês		Concentração de nitrato (mg/L)
Fevereiro	Média	0,466
	Mínimo	0,265
	Máximo	0,625
Junho	Média	0,578
	Mínimo	0,074
	Máximo	0,834

Tabela 03: Valores médios, máximos das concentrações de nitrato.

Podemos verificar que em fevereiro a concentração média de nitrato foi de 0,466 mg/L e 0,578 mg/L em junho. Podemos asseverar que ocorreu um aumento de 20% em junho em relação a fevereiro, é relevante ressaltar que íons nitrato formam ácido nítrico, que pode ter sido responsável pela maior acidez em junho, sendo este proveniente da oxidação de óxidos de nitrogênio (NOx), que pode ser resultante também da ressuspensão de material particulado do solo, principalmente no período seco, e junho está bem perto do início do período seco. As precipitações pluviométricas em Humaitá/AM apresentaram concentrações de nitrato baixas comparadas a outros locais do Brasil (PELICHO et al., 2006).

O pH variou de acordo com a condutividade elétrica praticamente, e verificou-se que os valores encontrados de nitrato estão relacionados com esses valores. No mês de junho comparado aos outros meses viu-se que a condutividade elétrica é mais alta que os outros períodos, o pH é mais baixo em relação aos outros meses e a concentração de nitrato é maior em relação a fevereiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos verificar que os resultados obtidos estão coerentes, pois o pH varia de acordo com a condutividade elétrica praticamente, e verificou-se que os valores encontrados de nitrato estão relacionados também. No mês de junho comparado aos outros meses viu-se que a condutividade elétrica é mais alta que os outros períodos, o pH é mais baixo em relação aos outros meses e a concentração de nitrato é maior em relação a fevereiro, evidenciando claramente a eficácia da pesquisa e as implicações feitas.

Os resultados foram satisfatórios mediante que o método de análise aplicado é eficiente, e as amostragens estão dentro dos padrões regionais, porém precisam ser feitos mais estudos no intuito de obter maior representatividade, sendo que somos cientes que teremos melhores resultados na segunda fase deste estudo visto que este projeto foi renovado e dividido em dois com a finalidade de obter mais qualidade.

Finalmente, temos como perspectivas futuras medir e avaliar a variação de pH e condutividade elétrica das precipitações pluviométricas; medir e monitorar as concentrações de nitrato (NO_3^-) das precipitações pluviométricas na área urbana de Humaitá/AM; fazer uma relação entre as variáveis pH, condutividade elétrica e concentração de nitrato (NO_3^-) das precipitações pluviométricas. Tem-se ainda a intensão de verificar esse estudo de forma detalhada em um período de 12 (doze) meses e investigar quais os períodos mais críticos do ano.

6. REFERÊNCIAS

ANDREAE, M. O.; ANDERSON, B. E.; BLAKE, D. R.; BRADSHAW, J. D.; COLINS, J. E.; GREGORY, G. L.; SACHSE, G. W.; SHIPHAN, M. C. Influence of plumes from biomass on atmospheric chemistry over the equatorial and tropical South Atlantic during CITE 3. *Journal of Geophysical Research*, v. 99, n. D6, p. 12793-12808, 1994.

ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P.; FISCHER, H.; FREITAS, S. R.; GRÉGOIRE, J. M.; HANSEL, A.; HOOR, P.; KORMANN, R.; KREJCI, R.; LANGE, L.; LELIEVELD, J.; LINDINGER, W.; LONGO, K.; PETERS, W.; REUS, M.; SCHEEREN, B.; SILVA DIAS, M. A. F.; STROM, J.; VAN VELTHOVEN, P. F. J.; WILLIAMS, J. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. *Geophysical Research Letters*, v. 28, n. 6, p. 951-954, 2001.

BAINES, J. *Chuva Ácida*. São Paulo: Scipione, 1992.

BAIRD, C. *Química Ambiental*; Tradução de Maria A. Lobo Recio, Luiz Carlos M. Carrera. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, p. 124-137, 2002.

BRAUN, E.H. G.; RAMOS, J. R. A. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia) *Revista Brasileira de Geografia*, v. 21, p. 443-497, 1959.

BRITO, J.R. *Manual de análises de água*. Fortaleza: Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, p. 22-32, 2009.

CARVALHO, A. M. *Caracterização física, química e mineralógica dos solos do município de Humaitá-AM*. 166 f. Tese Livre Docência Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu, 1986.

COWLING, E. "Acid Precipitation in Historical Perspective", in *Environmental Science Technology* 16(2), 110A-123A, 1982.

FONTENELE, A. P. G.; FEDROTTI, J. J.; FORNARO, A. Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas de chuva na cidade de São Paulo. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 839-844, 2009.

FORNARO, A. *Águas de chuva: conceitos e breve histórico*. Há chuva ácida no Brasil? *Revista USP*, São Paulo, 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: Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 1991.

GUTZ, I. G. R.; FORNARO, A. Wet Deposition and Related Atmospheric Chemistry in the São Paulo Metropolis, Brazil: Part 2, Contribution of Formic and Acetic Acids, in *Atmospheric Environment* 37, p. 117-128, 2003.

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

KAUFFMAN, D.; CUMMINGS, D.; WARD, D. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. *Journal of Ecology*. Oxford, v. 82, n. 3, p. 519-531, 1994.

LIOUSSE, C.; CACHIER, H.; GRÉGOIRE, J. M.; PENNER, J.; LAVOUÉ, D.; HOBBS, P.; SCHOLLES, M.; BARBOSA, P.; ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P. Deriving global quantitative estimates for spatial and temporal distributions of biomass burning emissions. In: GRANIER, C.; ARTAXO P.; REEVES, C. (eds). *Emissions of trace gases and aerosols into the atmosphere*. London: Kluwer Academic Publishers, 2004.

MARQUES, R. A poluição atmosférica em Cuiabá – MT. A água de chuva, deposição seca e material particulado inalável. Dissertação (Mestrado) – Cuiabá: Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Mato Grosso, 2006.

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

PAULIQUEVIS, T.; LARA, L. L.; ANTUNES, M. L. ARTAXO, P. Aerosol and precipitation chemistry in a remote site in Central Amazonia: the role of biogenic contribution. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, v. 7, p. 11465–1509, 2007.

PELICHIO, A. F.; MARTINS, L. D.; NOMI, S. N.; SOLCI, M. C. Integrated and sequential bulk and wet-only samplings of atmospheric precipitation in Londrina, South Brazil (1998-2002). *Atmospheric Environment*, v. 40, p. 6827-6835, 2006.

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

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. *atmospheric chemistry and physics, from Air Pollution to Climate Change*. Wiley Interscience, p. 1326, 1998.

SENTELHAS, P. A. *Aglomerometeorologia*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

SINGH, K. P.; SINGH, V. K.; MALIK, A.; SHARMA, N.; MURTHY, R. C.; KUMAR, R. Hydrochemistry of wet Atmospheric precipitation over an urban area in Northern Indo – Gangetic Plain. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 131, p. 237–254, 2007.

SMITH, R. A. *Air and rain. The beginnings of a chemical climatology*. London: Longmans, Green, and Co, 1872.

SOUSA, R. Espectrofotometria no UV – Vis. Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 4, 2005.

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

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

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. Ed. – Porto Alegre: editora da UFRGS/ABRH, p. 180-181, 2009.

WESELY, M. L.; HICKS, B. B. A review of the current status of knowledge on dry deposition. Atmospheric Environmet, v. 34, p. 226–2282, 2000.

