



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

HIDALGO LOPES CAMARGO

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁCIDEZ DA ÁGUA DA
CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES/RO:
COMPARAÇÃO ENTRE AMOSTRAS DAS ÁREAS
RURAL E URBANA**

ARIQUEMES – RO
2013

Hidalgo Lopes Camargo

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁCIDEZ DA ÁGUA DA
CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES/RO:
COMPARAÇÃO ENTRE AMOSTRAS DAS ÁREAS
RURAL E URBANA**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do grau de Licenciado em: Química.

Orientador (a): Prof^ª. Ms. Bruna Racoski

Ariquemes – RO

2013

Hidalgo Lopes Camargo

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁCIDEZ DA ÁGUA DA
CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES/RO:
COMPARAÇÃO ENTRE AMOSTRAS DAS ÁREAS
RURAL E URBANA**

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Química da Faculdade de
Educação e Meio Ambiente como requisito
parcial à obtenção do Grau de Licenciado.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Orientadora: Prof^a. Ms. Bruna Racoski
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Filomena Maria Minnetto Brondani
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Ms. Vera Lucia Matias Gomes Geron
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 05 de Dezembro de 2013

A Deus e a Jesus Cristo, pela Fé e Esperança da Vida Eterna, por sua graça e paz e por me ensinar que, sem ele o homem nada seria.

À minha mãe Ana Luzia Lopes e ao meu pai Osvaldo da Silva Camargo (in memoriam) por me amarem e ensinarem que; “os espinhos encontrados no caminho da honestidade e da justiça, nos levam a alcançar o perfume da alegria e a suavidade da paz”. (palavras do autor).

À minha esposa Rosangela e ao meu filho Filipe, pelo carinho e amor por me tolerarem nos momentos de ausências e por me apoiarem e me fazer acreditar, por fazerem parte da minha vida.

A toda minha família,(Sogra, Irmãos, Cunhados, Cunhadas aos meus Sobrinhos e Amigos) que sempre demonstraram alegria, apoio e incentivo para que eu fosse até ao fim.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Jesus Cristo, por sua graça, pela saúde, força e paciência, por ter guardado meus passos durante esta trajetória de lutas, e por ter me feito entender ainda mais, que toda ciência provém de sua infinita sabedoria.

A toda a minha família, pelo apoio e amor, pela paciência e compreensão que tiveram durante esse período de lutas e muitas vezes ausências, por serem nos momentos difíceis aqueles que me fizeram acreditar que era possível.

A minha orientadora, Prof^a. Ms. Bruna Racoski, pela paciência e apoio dedicados.

A minha Coorientadora, Prof^a. Ms. Vanessa de Souza Correa Messias Ferraz, pela preciosa ajuda e colaboração.

A todos os professores, técnicos de laboratório e demais colaboradores da FAEMA pela indispensável ajuda.

A técnica de laboratório Michelly Caroline e demais colaboradores do Instituto Federal de educação ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes pelo apoio e colaboração e por ceder espaço em seu laboratório para realização de análises e no campo para coleta das amostras.

A todos que participaram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
SO ₂	Dióxido de Enxofre
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
SO _x	Óxidos de Enxofre
pH	Potencial hidrogeniônico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
H ₂ CO ₃	Ácido Carbônico
HNO ₃	Ácido Nítrico
FAEMA	Faculdade de Educação e Meio Ambiente
IFRO	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia
INMET	Instituto Nacional Meteorologia

RESUMO

A chuva ácida é tida como grave problema ambiental, podendo ser indicadora de poluição atmosférica, mesmo em regiões mais distantes das fontes emissoras de poluentes. A emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio pelas indústrias e frotas veiculares, é a principal causadora de precipitações ácidas, as quais têm sido responsáveis por diversos problemas ambientais, como morte de peixes e florestas. O objetivo do estudo centra-se na análise do pH da água da chuva em dois diferentes pontos (rural e urbano), do município de Ariquemes - RO, além de observar se há influência da urbanização nos níveis de acidez da água da chuva. Foram analisados valores de pH de 84 amostras nos meses de setembro, outubro e novembro de 2013, sendo 52 coletadas em área urbana e 32 em área rural. Durante o período de análise as médias dos valores de pH variaram entre 4,52 e 6,32 na área urbana e na área rural entre 4,74 e 6,31. As primeiras amostras de águas analisadas apresentaram-se como ácidas e levemente ácidas. Posteriormente, após algumas incidências de precipitações, observou-se o aumento no nível de acidez atingindo valores considerados naturais para águas de chuva. Pode-se inferir que não há risco iminente de Acidificação Ambiental, porém, não se descarta a importância de estudos sequenciais visando ao monitoramento contínuo de parâmetros físicos e químicos afins, de forma a subsidiar atividades de prevenção contra possíveis problemas ambientais e de conscientização social.

Palavras-chave: Chuva Ácida, Poluição Atmosférica, Urbanização, Meio Ambiente.

ABSTRACT

The acid rain is taken as a serious environmental problem and may be an indicator of atmospheric pollution, even in more distant regions of emission sources of pollutants. The emission of sulfur oxides and nitrogen by industries and car fleets, is the main cause of acid rain, which has been responsible for various environmental problems, such as death of fish and forests. The objective of this study focuses on the analysis of the pH of rain water at two different points (rural and urban), the municipality of Ariqueemes- RO, besides observing if there is no influence of urbanization on levels of acidity of rain water. Were analyzed pH values of 84 samples in the months of September, October and November 2013, being 52 collected in urban area and 32 in rural area? During the period of analysis the mean values of pH ranged between 4.52 and 6.32 in the urban area and in the rural area between 4.74 and 6.31. The first water samples analyzed presented him self as acidic and slightly acidic. Later, after some incidences of precipitation, it was observed that the increase in the level of acidity reaching values considered for natural waters of rain. It can be inferred that there is no imminent risk of Environmental Acidification, however, do not discard the importance of sequential studies aiming at continuous monitoring of physical and chemical parameters related, in order to subsidize activities of prevention against possible environmental problem and social awareness.

Keywords: Acid rain, Smog, Urbanization, Environment.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3 OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 METODOLOGIA.....	17
4.1 LOCALIDADE DO ESTUDO.....	17
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	17
4.4 MÉTODOS LABORATORIAS.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

INTRODUÇÃO

A chuva ácida tem sido considerada grave problema ambiental afetando indiscriminadamente regiões por todo o planeta, mesmo aquelas mais distantes das fontes emissoras de poluentes. (BAIRD, 2002). Fornaro (2006), assim como Marques et al. (2006), destaca que os óxidos de enxofre, SO_x , e nitrogênio, NO_x , são os principais responsáveis pela formação da precipitação ácida, e podem ser levados pelas correntes de ar a centenas de quilômetros das fontes emissoras causando precipitação ácida em locais que possivelmente não produzam esses tipos de poluentes.

Os ácidos são gerados durante o transporte da massa de ar que contém os poluentes. Deste modo, a chuva ácida é um problema de poluição que não respeita estados nem fronteiras nacionais em razão do deslocamento de longa distância que sofrem com frequência os poluentes atmosféricos. (BAIRD, 2002, p. 124).

No Brasil, estudos demonstram que em várias regiões, os valores médios de pH são ácidos. Geralmente nos inícios dos períodos chuvosos, a acidez é mais acentuada, com tendência de aumento nos valores de pH no decorrer até o fim do período de chuvas. (MIRLEAN et al., 2000; MARQUES et al., 2006; CUNHA et al., 2009). De modo geral, esses autores têm relacionado a acidez da água da chuva aos crescentes processos de urbanização e industrialização.

Diante do exposto o presente trabalho busca inferir se há influência da urbanização sobre os valores de pH da água da chuva no município de Ariquemes, realizando para isso coletas de águas da chuva para análise, em pontos distintos (área urbana e rural).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A chuva ácida, não é uma problemática recente na sociedade mundial. (FORNARO, 2006). Segundo Fornaro (2006) a França e a Inglaterra apresentaram os primeiros registros de danos à vegetação e à saúde humana em virtude de poluição atmosférica decorrente de emissões industriais desde 1661. Mas, ainda segundo a mesma autora citando Cowling, (1982) apenas por volta de 1872, após vinte anos de estudos em monitoramento sistemático da poluição do ar, foi que o químico Britânico Robert Augus Smith pela primeira vez usou o termo “chuva ácida” em seu trabalho intitulado *Air And Rain: the beginnings of a chemical climatology*, associando seus efeitos à danos causados em plantas e materiais.

A escala de potencial hidrogeniônico (pH), foi definida pelo Dinamarquês Soren Peder Lauritz Sorensen em 1909, estabelecendo que o valor de pH é igual ao logaritmo negativo na base 10 da concentração molar de íons H^+ , conforme a equação 1. Os valores para essa escala variam de 0 a 14 sendo considerado como ponto neutro o valor 7, abaixo desse valor estão os ácidos e acima as bases. (BRENA, 2009). O pH, em uma definição simples representa a quantidade de H^+ liberados por uma substância durante uma reação e quanto mais H^+ liberado maior é a força do ácido. (JESUS, 1996).

Equação 1:

$$pH = - \log [H^+]$$

Segundo Jesus (1996) e Brena (2009), Considera-se como pH natural da água da chuva o valor de 5,6. Isso se explica devido ao fato de que a água possui pH 7 (neutro) ao se evaporar dos lagos, rios e mares, porém, pela existência natural de gases atmosféricos como o CO_2 e outros, ela combina-se com esses gases tornando-se levemente ácida. Portanto, chuvas com valores de pH entre 5 e 5,6 são consideradas levemente ácidas e abaixo de 5 considera-se ácidas. Chuvas “alcalinas” são aquelas com valores de pH acima de 6. (FORNARO, 2006).

As chuvas ácidas e levemente ácidas se apresentam principalmente devido a presença dos ácidos sulfúrico (H_2SO_4), carbônico (H_2CO_3) e nítrico (HNO_3). Os poluentes primários responsáveis pela formação desses ácidos são o dióxido de

enxofre (SO_2), o dióxido de carbono (CO_2) e os óxidos de nitrogênio (NO_x). (BAIRD, 2002; ROCHA et al., 2009).

Segundo Fornaro (2006), medidas de pH, isoladamente não podem ser consideradas indicadores suficientes para avaliar o nível da poluição atmosférica. Segundo o autor há presença significativa de poluentes no ar que podem neutralizar o excesso de íons hidrogênio, responsável pelo aumento do nível de pH ou acidez das substâncias. No entanto, alguns estudos revelam que dependendo dos níveis de pH encontrados em águas de precipitações, estes podem revelar riscos de degradação do meio ambiente e relacionam-se ainda de forma direta com a qualidade do ar. (JESUS, 1996).

Apresentam-se a seguir alguns estudos que relacionam o aumento da acidez da água das chuvas com o crescimento dos centros urbanos e parques industriais. As emissões de poluentes gerados nestes ambientes através da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e derivados do petróleo - responsáveis, principalmente, pela emissão dos poluentes primários (SO_2), (CO_2) e (NO_x) -. Resultam por consequência nas precipitações ácidas, que são consideradas fatores de risco para meio ambiente. Monitoramento de água das chuvas realizado em quatro diferentes locais na cidade de Paulínia/SP, nos anos de 2000 e 2001, registraram valores de pH médios entre 4,59 e 4,81. Os autores atribuíram essa acidez principalmente às indústrias locais e a proximidade com a cidade de Campinas/SP, por esta possuir grande frota veicular na época. (TRESMONDI, et al., 2005).

De acordo com Baird (2002), à Leste da América do Norte, a chuva é ácida, principalmente devido a grande quantidade de termoelétricas que utilizam carvão com alto teor de enxofre, e há predominância do SO_2 como poluente primário, resultando na presença de ácido sulfúrico em maior concentração nas águas de chuvas desta região. Os valores de pH registrados estão entre 3,9 e 4,5. Já a Oeste do mesmo continente, o autor atribui às emissões automotivas a geração de ácido nítrico e os baixos valores de pH. O ácido é formado, principalmente, através de reações com os óxidos de nitrogênio (NO_x), poluentes primários predominantes na região, uma vez que o carvão utilizado pelas indústrias e termoelétricas locais são de baixo teor de enxofre.

O crescimento das populações urbanas e dos níveis de industrialização levou ao aumento da demanda de energia. Causando aumento da emissão de poluentes, sendo a combustão de óleos fósseis a principal fonte de poluentes na atmosfera urbana como: dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO e NO₂, chamados NOx) monóxidos de carbono (CO) e material particulado em suspensão. (FORNARO, 2006, p. 80).

Reforçando ainda a questão de a chuva ácida aparecer como consequência do aumento de áreas urbanas e industrializadas, Cunha et al. (2009) relatam a predominância de chuvas não ácidas na região de Passo Fundo/RS. Os autores concluíram que isso ocorre pelo fato de esta região possuir intensa atividade agrícola, propiciando a emissão de amônia (NH₃) e de íons amônio (NH₄⁺) que atuam como agentes de neutralização da acidez atmosférica na localidade.

Em relação às problemáticas ambientais, são várias formas em que a chuva ácida pode influenciar no aumento da deterioração da flora e fauna, como a morte de plantas nativas que dá espaço a grandes clareiras em meio às florestas, a morte de peixes e plantas aquáticas como algas e plânctons provocando disfunção na cadeia alimentar de algumas espécies e consequente migração por falta de alimentos. (BAIRD, 2002; BRENA, 2009).

Em consonância ao disposto no parágrafo anterior, Baird (2002) destaca a acidificação de milhares de lagos no Canadá e na Suécia e ainda também nos Estados Unidos, Grã-Bretanha e Finlândia em menores quantidades. O autor acrescenta que a acidez das precipitações provoca a lixiviação de alumínio contido em rochas de algumas regiões, levando ao aumento da concentração do íon (Al³⁺) nas águas de lagos e rios. Cientistas acreditam ser tanto a alta concentração de alumínio como o baixo valor de pH, as causas de grande redução nas populações de peixes e plantas aquáticas em sistemas de águas acidificadas, provocando modificação na composição biológica desses sistemas. (BAIRD, 2002).

Nilson Brena em seu livro "*Chuva ácida e seus efeitos sobre as florestas*", dispõe que as florestas podem ser prejudicadas, tanto direta quanto indiretamente, pelas precipitações com baixo valor de pH. O autor explica que indiretamente, as plantas são prejudicadas pela acidificação do solo que tem suas características físico-químicas alteradas dificultando o crescimento pela redução de minerais livres como Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K), essenciais para seu

desenvolvimento e pela disponibilização de metais tóxicos, tais como Cobre (Cu), Alumínio (Al), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg) e outros. Essas alterações contribuem para o estresse da vegetação, causando-lhe desde falhas no crescimento até mesmo levando-a a morte. (BRENA, 2009).

De forma direta, a vegetação é afetada pela água das chuvas ácidas provocando alterações nas próprias plantas através do contato direto sobre as folhagens, ocasionando queda foliar. Uma vez que as folhas são as responsáveis pela manutenção energética das plantas através da fotossíntese, sua falta pode resultar em diferentes patologias comprometendo a vida do vegetal. (BRENA, 2009). Segundo estudo, vegetações localizadas a grandes altitudes sofrem com maior intensidade os efeitos das precipitações ácidas, provavelmente pelo fato de estarem próximas às bases das nuvens mais baixas, onde se encontram menores valores de pH. (BAIRD, 2002). Além dos prejuízos ambientais a acidez da água da chuva promove, ao longo do tempo, a deterioração de diversos materiais, como mármore, borrachas, tintas e metais, comprometendo, prédios e monumentos históricos. (FORNARO, 2006).

No Brasil são poucos os estudos sobre causas e efeitos da chuva ácida sobre os ecossistemas. (JESUS, 1996; FORNARO, 2006). Dados existentes de estudos sobre a acidez das águas da chuva no Brasil partem de iniciativas individuais de pesquisadores em algumas regiões e se limitam a períodos de curta duração. (FORNARO, 2006).

Megliavacca et al. (2005) analisaram no ano de 2001, alguns parâmetros físicos e químicos de águas de precipitação na região da Candiota/RS e verificaram valores de pH entre 4,0 e 4,5. Observaram que 42% das amostras analisadas se apresentavam como levemente ácidas. Marques et al. (2006) avaliaram o índice de acidez de águas de chuva em Cuiabá/MT e os dados obtidos (25,6% das amostras com $\text{pH} < 5$ e 69,8% entre 5 e 5,6), evidenciaram a presença de chuva ácida na região com valores de pH mínimo e máximo de 4,25 e 6,45 respectivamente. Tresmondi et al. (2005) monitoraram em 2000 e 2002 o pH da água da chuva em quatro diferentes locais de Paulínia/SP, verificando a ocorrência de chuva ácida com valores de pH entre 4,0 e 4,8. Willians et al. (1997), citado por Tresmondi et al. (2005), pesquisaram entre 1989 e 1990, na região da Amazônia, as características da água da chuva registrando valores de pH médio de 4,8. O resultado dessa acidez

foi atribuído à presença de ácidos orgânicos produzidos através da decomposição natural de matéria orgânica depositada pela própria floresta.

Estudo com maior período de duração foi realizado por Jesus (1996), que abordou alguns aspectos ambientais relativos ao estudo da chuva ácida e seus efeitos a longo prazo sobre a natureza e a saúde humana.

Cunha et al. (2009) avaliaram a dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo/RS entre 1992 a 2007, concluindo que as precipitações na região não apresentavam risco imediato de acidificação ambiental, já que as amostras apresentaram pH com valor médio de 5,9. No entanto, ao longo dos 16 anos analisados, observaram que os dados apontam uma tendência de leve redução no valor de pH na localidade.

No estado de Rondônia, mais especificamente na cidade de Ariquemes, vale apenas destacar, trabalho realizado por Paulo Henrique Boa Sorte (2011), que realizou um estudo preliminar do nível de acidez da água da chuva na região. Boa Sorte (2011) avaliou o pH das precipitações durante os meses de Agosto e Setembro do ano de 2010 e Março e Abril do ano de 2011, época que compreende o início e término do período chuvoso respectivamente. Em suas análises encontrou valores de pH indicando chuvas levemente ácidas (4,91 e 4,82) durante as primeiras precipitações nos meses de Agosto e Setembro respectivamente. Já para os meses de Março e Abril, o autor relata valores de pH considerados naturais para águas de chuva, com médias de 5,79 para início de Março e 5,86 para o início de Abril. O autor relaciona a leve acidez durante o início do período de chuvas com o prolongado tempo de estiagem e pela presença de um pólo madeireiro na região que seriam causa de acúmulo de poluentes atmosféricos, sendo estes arrastados em maior concentração durante as primeiras precipitações.

Observa-se que com exceção a Willians et al (1997) em sua maioria os autores têm relacionado o aumento da acidez das precipitações principalmente à emissões geradas em áreas urbanizadas e industrializadas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o pH da água da chuva em dois pontos distintos do município de Ariquemes - RO (Zona Rural e Zona Urbana) de forma a inferir se há influência da urbanização nos níveis de acidez da água da chuva.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os valores de pH entre as amostras coletadas na área rural com as coletadas na área urbana;
- Divulgar os resultados de forma a promover a sensibilização social sobre a temática ambiental envolvida.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIDADE DO ESTUDO

No Estado de Rondônia, o município de Ariquemes localiza-se a uma latitude $09^{\circ}54'48''$ Sul e a uma longitude $63^{\circ}02'27''$ Oeste, estando a uma altitude de 142 metros. Acerca de 200 km da capital Porto Velho, é a terceira maior cidade a Noroeste do Estado, (Cf. Figura 1). Ariquemes apresenta área geográfica de $4.426,571\text{km}^2$, sendo 64 km^2 de área urbana. Possui uma população estimada em 101.269 habitantes para o ano de 2013 e densidade demográfica de $20,41\text{ hab/km}^2$. A temperatura média no município é de 28°C e pluviosidade entre 1.850 mm a 2.000 mm/ano. BRASIL (2013).

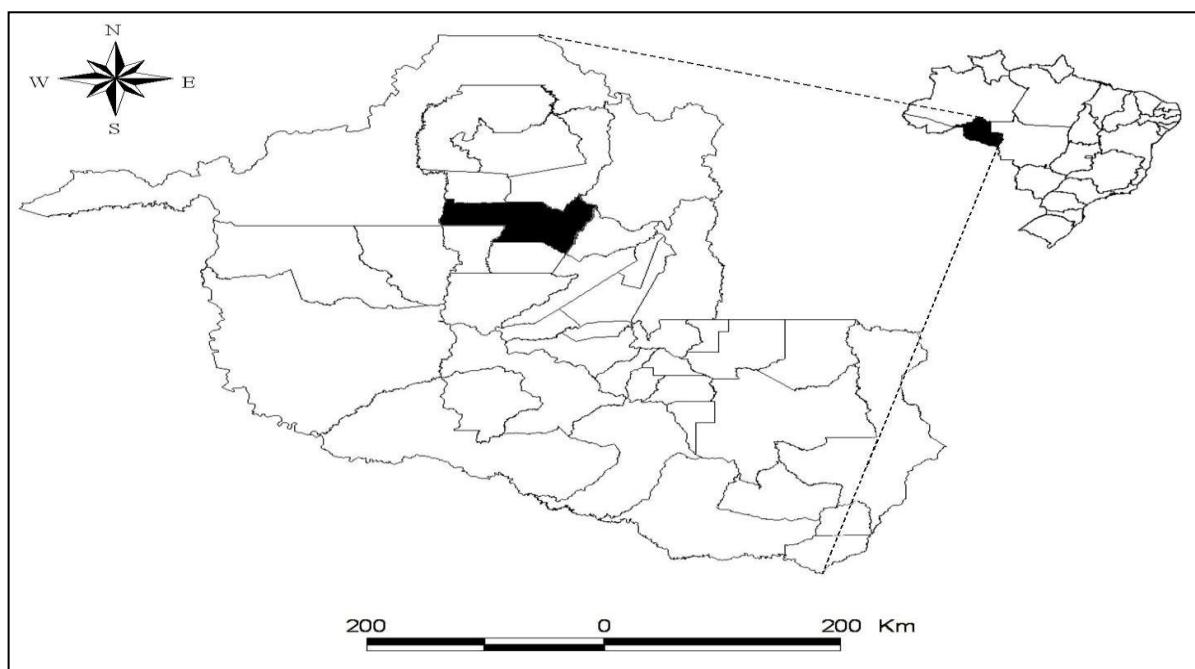


Figura 1 - Localização do Município de Ariquemes/RO – Brasil

Fonte: Macedo, 2010. (Arquivo pessoal)

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Para o estudo as amostras de água da chuva foram coletadas durante o período compreendido entre início do mês de setembro e início do mês de novembro do ano de 2013. Coletou-se um total de 84 amostras de precipitações ocorridas

durante os dias 03, 10, 11, 15, 17 e 21 de setembro, 05, 06, 09, 15, 20 e 27 de outubro, e no dia 01 de novembro. Deste total 52 amostras foram coletadas na área urbana e 32 na área rural.

Para realizar a amostragem foram utilizados oito coletores com capacidade aproximada de 1,5L, montados artesanalmente com garrafas PET e acoplados a suportes de PVC rígido, fixados a aproximadamente 2,3 metros do solo, em área livre de agentes externos que pudessem vir a interferir no processo. Os coletores foram instalados da seguinte forma: 4 em área urbana, sendo 2 no Bairro Setor 06 e 2 no Bairro Jardim Alvorada, com uma distância aproximada de mil metros entre os dois locais e ambos com incidência de poluentes devido à presença de indústrias madeireiras, cerâmicas, metalúrgicas e também pela proximidade com a BR 364, rota de escoamento de soja e outros produtos oriundos de diversas regiões do Brasil. Os demais coletores foram instalados em área rural, no campus do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO Campus Ariquemes, a aproximadamente 15 quilômetros da área urbana, sendo 2 colocados próximos a estação meteorológica monitorada pelo Instituto Nacional Meteorologia (INMET) localizada dentro do campus e 2 no setor de produção vegetal, havendo uma distância próxima de 800 metros entre esses dois locais.

4.3 MÉTODOS LABORATORIAS

As amostras foram coletadas em até 12 horas após os eventos chuvosos e as medições para obtenção dos valores de pH feitas logo em seguida, com exceção das amostras do dia 05/10, que foram congeladas após a coleta e as medições de pH realizadas após 48 horas devido a impossibilidade de se realizar a medição no momento em que foram coletadas.

Os valores de pH obtidos para as amostras coletadas em cada evento foram submetidos à médias estatísticas, desvio padrão e coeficiente de variação, obtendo-se um valor médio, máximo e mínimo de pH para cada evento chuvoso, tanto na Área Urbana como na Área Rural, conforme demonstrado nas tabelas 01 e 02 dos resultados e discussão.

As análises de pH foram realizadas em duas instituições diferentes, uma parcela das amostras foi medida no laboratório de Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, utilizando-se pHmetro portátil digital modelo

Quimis 0400HM, e outra parte no laboratório de Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, utilizando-se neste laboratório pHmetro de mesa modelo PHS-3B. Para todas as medições os pHmetros foram calibrados previamente com solução tampão de pH 4 e 7, conforme método descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008, p.381). (BRASIL, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante as análises são demonstrados nas tabelas 01 e 02 nas páginas 22 e 23. A tabela 01 apresenta os resultados das análises realizadas em amostras coletadas na zona urbana e a tabela 02, as amostras coletadas na área rural. Pela observação dos valores das duas tabelas, podemos perceber que nos primeiros eventos chuvosos, no mês de Setembro, a água apresentou caráter mais ácido, tanto na área urbana como na rural.

Os gráficos 01 e 02, página 21, apresentam a distribuição dos resultados das amostras coletadas na área urbana e rural. Observa-se que a quantidade de amostras com valores de pH ácidos é maior na área urbana do que na rural, sendo 46,15% e 37,5% respectivamente. Já as amostras com valores de pH básicos é maior na área rural do que na urbana, 25% e 7,69% respectivamente, os resultados apresentados podem ser indicadores da influência da urbanização nos baixos valores de pH na área urbana.

Ao fato de a maior parte das amostras analisadas apontarem menor valor de pH na área urbana pode ser associada a emissões veiculares frequentes, não só dos que transitam dentro da cidade mas também como já citado, dos veículos pesados que trafegam diariamente pela rodovia BR 364 que perpassa a cidade em toda sua extensão. Infere-se ainda a contribuição na emissão de poluentes por parte das indústrias madeireiras, como citado por Boa Sorte (2011). E ainda pela presença de olarias, mineradoras, reformadoras de pneus, entre outras que diariamente lançam toneladas de poluentes na atmosfera local.

Gráfico 1 – Distribuição de resultados das amostras coletadas na área urbana. Ariquemes/RO, 2013.

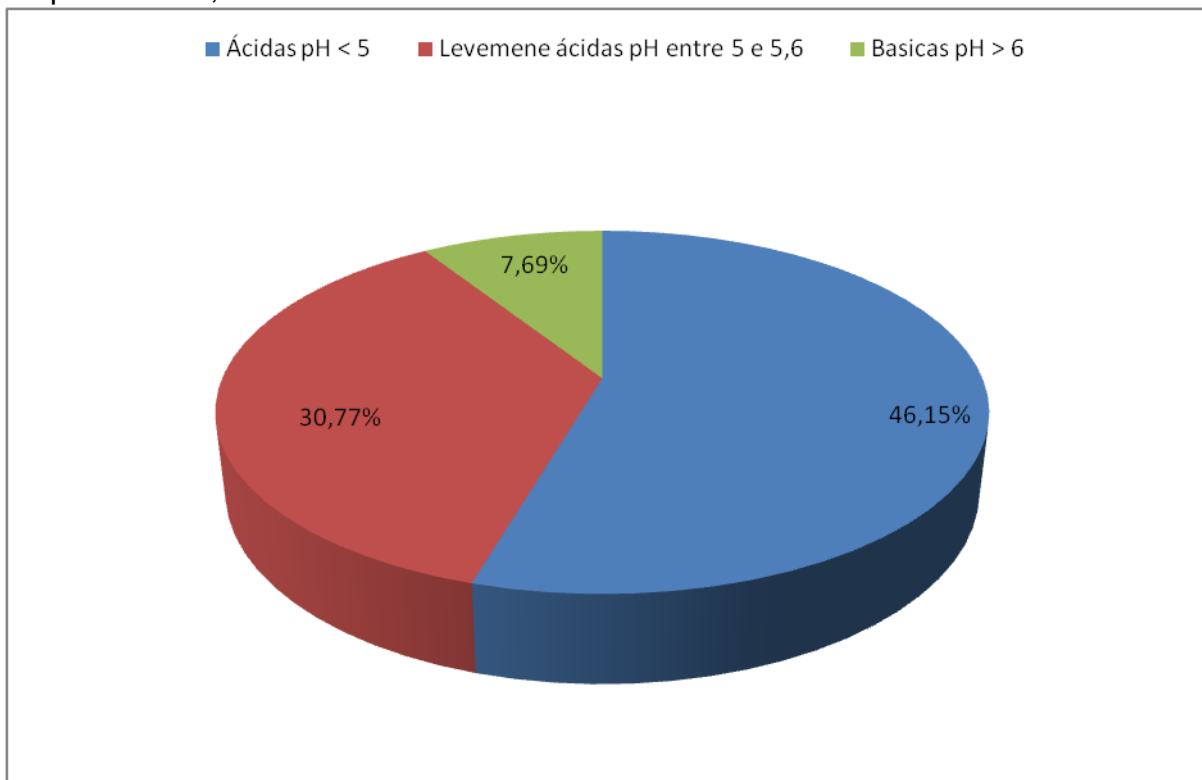


Gráfico 02.- Distribuição dos resultados das amostras coletadas na área rural. Ariquemes/RO 2013.

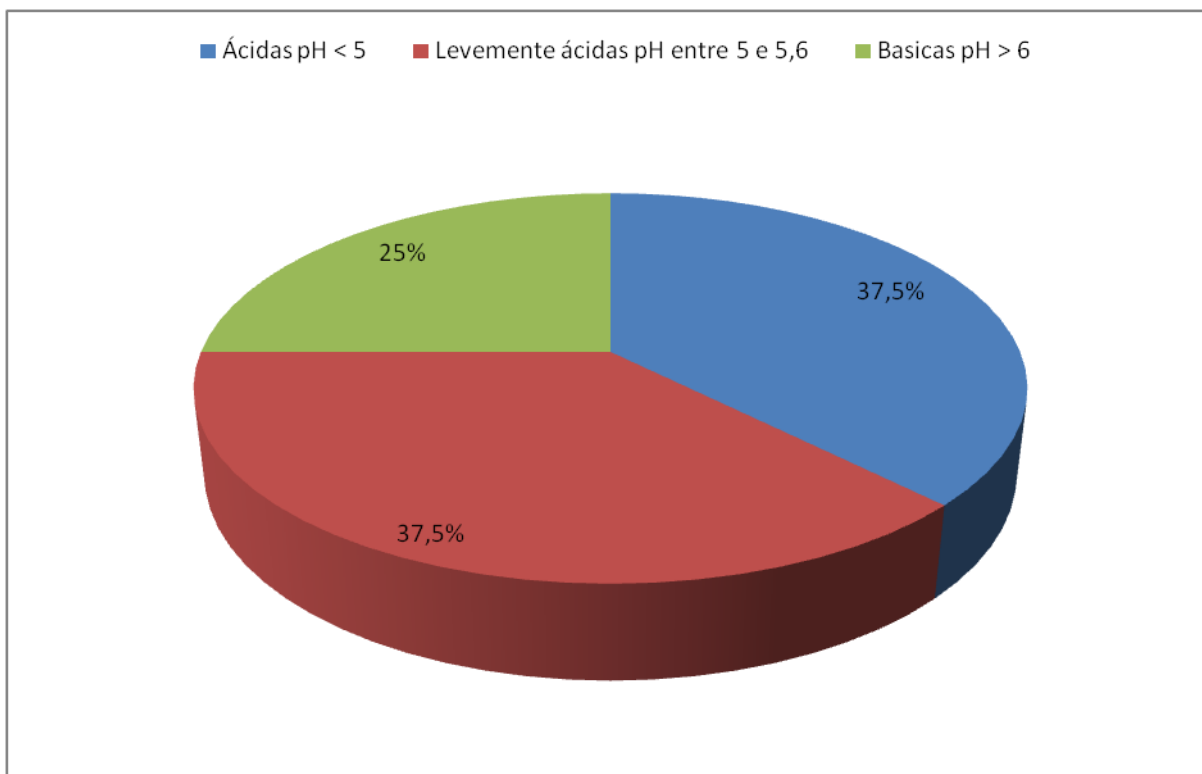


Tabela 01 - Valores máximo, mínimo, média, desvio padrão e coeficiente de variação dos valores de pH medidos na área urbana.

Dia do evento	Nº de amostras	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
03/09	4	4,71	4,35	4,52	0,18	3,98%
10/09	4	5,61	5,36	5,54	0,12	2,16%
11/09	4	5,20	4,85	5,01	0,16	3,29%
15/09	4	5,02	4,65	4,85	0,19	3,91%
17/09	4	4,88	4,83	4,86	0,02	0,45%
21/09	4	5,00	4,76	4,88	0,10	2,05%
05/10	4	5,95	5,60	5,82	0,17	2,84%
06/10	4	5,05	4,88	4,95	0,08	1,62%
09/10	4	5,15	4,78	4,99	0,18	3,65%
15/10	4	5,74	5,57	5,64	0,1	1,45%
20/10	4	5,54	5,15	5,39	0,18	3,28%
27/10	4	6,87	5,92	6,32	0,41	6,56%
01/11	4	5,67	5,51	5,58	0,23	4,06%
Total do Período	52	5,40	5,09	5,25	0,16	3,02%

Comparando os valores apresentados nas tabelas 01 e 02 pode ser verificado que em todo o período de coleta, com exceção ao dia 21/09, as chuvas na área urbana apresentaram-se levemente mais ácidas do que na área rural. Este fato também pode ser indicativo de que a urbanização e as indústrias contribuem para o abaixamento dos valores de pH, como citado por vários autores. (BAIRD, 2002; FORNARO, 2006; BRENA, 2009).

O valor de pH mais baixo na área rural no dia 21/09, pode ser relacionado às atividades antrópicas, como incidência de queimadas, visto ser uma época propícia para a prática, ou mesmo pelo deslocamento de massas de ar (ventos) que, apesar de não ter sido objeto de estudo no presente trabalho, pode ser causa de ocorrência de chuva ácida em regiões distantes das fontes emissoras de poluentes. (FORNARO, 2006; MARQUES et al., 2006).

Tabela 02 - Valores máximo, mínimo, média, desvio padrão e coeficiente de variação dos valores de pH medidos na área rural.

Dia do evento	Nº de amostras	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
03/09	4	4,84	4,69	4,74	0,07	1,48%
*10/09	*	*	*	*	*	*
11/09	4	5,30	4,95	5,11	0,16	3,22%
15/09	4	5,10	4,71	4,88	0,16	3,36%
*17/09	*	*	*	*	*	*
21/09	4	5,00	4,49	4,78	0,24	5,02%
*05/10	*	*	*	*	*	*
06/10	4	5,75	4,93	5,33	0,42	7,88%
09/10	4	5,65	5,10	5,31	0,24	4,50%
*15/10	*	*	*	*	*	*
*20/10	*	*	*	*	*	*
27/10	4	6,73	5,95	6,31	0,37	5,86%
01/11	4	6,38	5,66	6,09	0,43	7,04%
Total do Período	32	5,59	5,06	5,32	0,26	4,79%

*Dias em que não houve precipitação ou não foi possível realizar coleta.

A média de pH obtida na área urbana durante o mês de setembro foi de 4,94, valor bastante próximo a 4,82, relatado por Boa Sorte (2011) para o mesmo mês do ano de 2010.

Observa-se no decorrer do período de análises um sequencial aumento nos valores de pH. Aumento semelhante é evidenciado por vários autores como, Marques et al., (2006), Brena, (2009) e Boa Sorte, (2011), entre outros citados neste estudo, esse aumento é atribuído ao processo de limpeza atmosférica no decorrer do período de chuvas através do arraste das partículas poluentes. Já Mirlean et al., (2000) em trabalho realizado na cidade de Rio Grande/RS, observaram que os valores de pH nas primeiras precipitações foram mais altos com posterior aumento no nível de acidez no decorrer do período de chuvas, os autores concluíram que devido à proximidade com áreas marítimas, a atmosfera se encontra carregada com

sais marinhos, os quais ao se dissociar podem liberar cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} entre outros que possuem características neutralizante.

CONCLUSÃO

À luz dos dados obtidos, observa-se a ocorrência de chuvas ácidas e levemente ácidas durante o início do período de chuvas na região de Ariquemes/RO, tanto na área urbana como na área rural. A partir das informações compiladas infere-se a influência da urbanização nos níveis de acidez da água da chuva na região visto que, com exceção ao dia 21/09, todas as amostras analisadas apresentaram valores mais baixos de pH na área urbana e mais altos na área rural.

Os níveis de acidez apresentam um aumento gradual durante o decorrer do período de chuvas, atingindo médias de 6,32. Os dados obtidos vão de encontro aos valores de 6,09 de média apresentado por Boa Sorte (2011) para o fim do período de chuvas (Abril/2011) e nos induz a considerar que, a curto prazo, não há risco de acidificação ambiental e de danos graves gerados pela acidez das águas pluviais na região. Entretanto, vale ressaltar que estudos sequenciais para monitoramento de parâmetros físicos e químicos das precipitações na região são de grande importância, e podem dar subsídios à elaboração de propostas para conscientização e de prevenção contra futuros aumentos no nível de acidez da água das chuvas, que pode vir a resultar em consequências negativas à nossa sociedade.

REFERÊNCIAS

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BRENA, N. **Chuva ácida e seus efeitos sobre as florestas**. 2. ed. São Paulo: do autor. 2009. Disponível em: <http://www.nilsonantoniobrena.xpg.com.br/a_chuva_acida.pdf>. Acesso em: 11 set. 2013.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados populacionais e Geográficos do município de Ariquemes/RO. 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110002>>. Acesso em: 02 out. 2013.

BOA SORTE, P. H. dos S. **Avaliação Preliminar do Nível de Acidez da Chuva no Município de Ariquemes, Estado de Rondônia: Instrumento de Conscientização Ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em química). Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Ariquemes. RO.

CUNHA, G. R. da. et al. Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.4, p. 339-346, abr. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n4/a02v44n4.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2013.

FORNARO, A. Água de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácido no Brasil? **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p.78-87, jun./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.usp.br/revistausp/70/07-adalgiza.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2013.

JESUS, E. F. R. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. **Sitientibus**. Feira de Santana, n. 14, p.143-133, 1996. Disponível em: <http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/14/a_importancia_do_estudo_das_chuvas_a_cidas.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2013.

MARQUES, R. et al. Ensaio preliminar para o monitoramento da acidez da chuva em Cuiabá, MT. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n.17, p.225-236, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15400/8699>>. Acesso em: 09 set. 2013.

MIGLIAVACCA, D. M.; TEIXEIRA, E. C.; MACHADO, A. C. M. Composição química da precipitação atmosférica no sul do Brasil – Estudo Preliminar. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 371-379, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n3/24121.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2013.

MIRLEAN, N.; VANZ, A.; BAISCH, P. Níveis e origem da acidificação das chuvas na região do Rio Grande, RS. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 590-593, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n5/3046.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2013.

ROCHA, J.C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução a Química Ambiental**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 256 p.

SOUZA, P. A. et al. Composição química da chuva e aporte atmosférico na Ilha Grande, RJ. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 471-476, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n3/29274.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2013.

TRESMONDI, A. C. C. L.; TOMAZ, E.; KRUSCHE, A. V. Avaliação de pH e composição iônica das águas de chuva em Paulínia-SP. Engenharia Ambiental: **Pesquisa e Tecnologia**, Brasília, DF, 2.1, 19 01 2006. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=31>>. Acesso em: 08 nov. 2013.