



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**PAULO HENRIQUE DOS SANTOS BOA SORTE**

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO NÍVEL DE ACIDEZ  
DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES,  
ESTADO DE RONDÔNIA: INSTRUMENTO DE  
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL.**

ARIQUEMES – RO

2011

**Paulo Henrique Dos Santos Boa Sorte**

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO NÍVEL DE ACIDEZ  
DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES,  
ESTADO DE RONDÔNIA: INSTRUMENTO DE  
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL.**

Monografia apresentada à Faculdade de Educação e Meio Ambiente de Ariquemes - RO como requisito parcial à obtenção do título de graduação em Licenciatura em Química.

Docente orientador: Prof<sup>a</sup> Ms. Filomena Maria Minetto Brondani.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Ms. Nathalia Vieira Barbosa.

Ariquemes-RO

2011

**Paulo Henrique Dos Santos Boa Sorte**

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO NÍVEL DE ACIDEZ  
DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES,  
ESTADO DE RONDÔNIA: INSTRUMENTO DE  
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL.**

Monografia apresentada à Faculdade de Educação e Meio Ambiente de Ariquemes - RO como requisito parcial à obtenção do título de graduação em Licenciatura em Química.

Docente orientador: Prof<sup>a</sup> Ms. Filomena Maria Minetto Brondani.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Ms. Nathalia Vieira Barbosa.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Ms. Filomena Maria Minetto Brondani  
Prof. Orientador  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA)

Prof<sup>a</sup>. Esp. Lilian Cristina Macedo  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosani Aparecida Alves R. Souza  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA)

Ariquemes, 04 de Julho de 2011

Dedico este trabalho ao meu Deus em primeiro lugar, Pai de toda Ciência, Criador supremo, Rocha inabalável, Justo, Conselheiro e Fiel, por ter me sustentado até aqui com seu braço forte e amor incondicional, dando-me forças para superar cada obstáculo enfrentado e sabedoria do céu para entender sua perfeita vontade.

A minha amada família, em especial aos meus Pais, Abel Rodrigues e Romilda Dos Santos pelo apoio e carinho prestado ao longo destes anos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup>. Filomena Maria Minetto Brondani, que me orientou do início até o fim deste trabalho com muita dedicação, confiança, paciência, sabedoria e principalmente com seu entusiasmo e alegria pela vida, a Prof<sup>a</sup> Nathália Vieira Barbosa pela sua colaboração e ricos ensinamentos ao longo da pesquisa.

A todo corpo docente que contribuiu de forma brilhante para mais esta conquista, em especial aos Professores Deiver Alessandro, o qual que me fez descobrir o prazer da busca incessante pela Ciência, Osvino Schmidt, Rosani Aparecida Alves Ribeiro Souza pelo seu carinho e compreensão, Renato Zan e Marcos Yuri por compartilhar de seus conhecimentos, enriquecendo este trabalho.

Também gostaria de agradecer a toda a instituição por me proporcionar a rica oportunidade de fazer parte desta grande família, aos meus amigos de Faculdade, a minha igreja na pessoa do Pr. Nels Dos Santos pelas orações, e aos meus grandes amigos Johnata, Geison e Davi pelo apoio e motivação.

Quando deixaremos de ter um MEIO-ambiente e obtê-lo por INTEIRO?

Juan Souza

## RESUMO

O avanço da agricultura no município de Ariquemes, Estado de Rondônia, a crescente urbanização destacada pelo aumento considerável da frota de veículos e indústrias, entre elas madeireiras, as quais lançam diariamente poluentes atmosféricos acaba por envolvê-lo no fenômeno da precipitação ácida que afeta consideravelmente o meio ambiente, a saúde e economia. De acordo com esta realidade, o presente trabalho busca sensibilizar a sociedade a respeito da temática chuva ácida no citado município, mediante a avaliação dos níveis de pH na região nos meses de Agosto e Setembro de 2010, Março e Abril de 2011. As amostras foram coletadas em 8 dias de precipitação das chuvas, sendo analisadas no laboratório da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA). As análises apontaram índices de pH , com médias entre 4,91 e 4,82 nos dias 31/08/2010 e 02/09/2010, e máximas de 6,03 e 6,09 nos dias 19/04/2011 e 25/04/2011 respectivamente. Considerando que o pH natural da chuva é de 5,7, os dados demonstraram que houve acidificação moderada nos primeiros eventos chuvosos, em decorrência do final do período de estiagem na região. As medidas encontradas trouxeram baixos valores de pH, porém ainda se mostram insuficientes para uma compreensão maior relacionada ao fenômeno da chuva ácida, fazendo-se necessário a continuidade de novos estudos em diferentes pontos do município, onde se concentram uma maior número focos de poluição atmosférica.

**Palavras chave:** Precipitação ácida, Meio Ambiente, Urbanização.

## ABSTRACT

The advance of agriculture in the city of Ariquemes, Rondônia state, the increasing urbanization highlighted by the notable expansion of the multitude of vehicles and factories, among them the woodcutter, which daily throws air-pollution, end up involving it in the acid precipitation that affects considerably the environment, health and economy. According to this reality, the present job aims to touch the society in relation to the theme of acid rain in the mentioned city, through the evaluation of pH levels in the region in the months of August and September of 2010, March and April of 2011. The samples were collected in 8 days of rain precipitation, being analyzed in the laboratory of Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA). The analysis indicated average pH levels between 4,91 and 4,82 in August/31/2010 and September/02/2010 and maximums of 6,03 and 6,09 in April/19/2011 and April/25/2011 respectively. Considering that the rain natural pH is 5,7, the facts demonstrate that there was some moderate acidification in the first rain events, as a result of the drought period end in the region. The measures found pointed to low ph levels, although they still are not enough for a better comprehension related to the acid rain phenomenon, in a way that it is necessary the continuity of new studies in different points of the city, where higher number of pollution focuses can be found.

**Key Words:** acid precipitation, Environmen, Urbanization.

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|           |   |
|-----------|---|
| CETESB    | Companhia Estadual Do Meio Ambiente                                     |
| CIESP     | Centro das indústrias do Estado de São Paulo                            |
| DETRAN-RO | Departamento de Trânsito do Estado de Rondônia                          |
| FCTUC     | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra           |
| FAEMA     | Faculdade de educação e meio ambiente                                   |
| IBGE      | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                         |
| ONGs      | Organizações Não Governamentais   |
| ONU       | Organização das Nações Unidas   |
| SEDAM-RO  | Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia |
| TAC       | Termo de Ajustamento de Conduta   |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | <b>12</b> |
| 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA CHUVA ÁCIDA .....                                     | 12        |
| 2.2 O ESTUDO DAS CONSEQUÊNCIAS E MONITORAMENTO DAS<br>PRECIPITAÇÕES ÁCIDAS..... | 12        |
| 2.3 CHUVA ÁCIDA O COMPROMETIMENTO AO MEIO AMBIENTE .....                        | 14        |
| 2.4 A CHUVA ÁCIDA E SUA RELAÇÃO COM O EFEITO ESTUFA.....                        | 15        |
| 2.5 CUBATÃO-SP, UM CASO DE DESTRUIÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL...                | 16        |
| 2.6 CIÊNCIA AMBIENTAL X CHUVA ÁCIDA.....  | 18        |
| 2.7 PROTOCOLO DE KYOTO .....  | 19        |
| 2.8 OS IMPACTOS DA CHUVA ÁCIDA NA REGIÃO AMAZÔNICA .....                        | 20        |
| 2.9 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS LIMPAS.....                                  | 21        |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....  | <b>22</b> |
| 3.1 OBJETIVO GERAL .....  | 22        |
| 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....   | 22        |
| <b>4 METODOLOGIA</b> .....  | <b>23</b> |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE DO ESTUDO.....                                 | 23        |
| 4.2 COLETA DE DADOS .....   | 24        |
| 4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS .....   | 25        |
| 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....   | 27        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>28</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>31</b> |

## INTRODUÇÃO

O crescimento das metrópoles trouxe para a sociedade um aumento significativo da frota de automóveis e das indústrias que contribuem para os altos índices da poluição atmosférica. Diante de tal ocorrência houve um aumento na acidez das águas, gerando o fenômeno das chuvas ácidas que está relacionado com a presença de óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) originados dos diversos processos de combustão, principalmente pelos combustíveis fósseis. (DIAS et al., 2010). O pH natural da água da chuva apresenta um valor de 5,7, isso ocorre pela presença de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), que é formado pela reação entre gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). (FRANCISCO, 2003). Foram registrados em diversas partes do mundo decréscimos nos níveis de pH da água das chuvas em áreas industrializadas, acarretando inúmeras perdas de ordem material. Em países da Europa como a Grécia, as pedras que formavam o Partenon, patrimônio cultural em Atenas, se degradaram aos poucos. (JESUS, 1996). Philipp e Benedetti (2007) mostram em seus estudos que a catedral metropolitana de Porto Alegre-RS também vem sofrendo alterações em sua estrutura devido aos efeitos climáticos, como a umidade, circulação do ar e as chuvas ácidas. No Brasil, as cidades de Porto Alegre registraram baixos valores de pH, entre 4,0, com máximos de 7,6, já nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro foram encontrados valores de medidas de pH entre 4,3 e 5,3. (MIRLEAN, VANZ e BAISCH, 2000). A intensificação nos estudos relacionados à chuva ácida tem sido mais frequente em regiões onde se torna visível a participação humana relacionada ao meio ambiente que acabam repercutindo diretamente na sociedade. (MARQUES et al., 2006).

Estudos sobre o pH na água das chuvas revelaram que a chuva ácida é aquela que possui pH abaixo de 5 e que valores acima de 6 são caracterizadas como sendo chuva alcalina. (FORNARO, 2006). A deposição ácida é atualmente dividida em deposição úmida e deposição seca, pois embora as duas deposições citadas sejam ácidas, suas características e origem se diferem. A deposição úmida está relacionada especificamente com a água de chuva, já a deposição seca se caracteriza como sendo partículas que se depositam sob ação de uma força gravitacional. (SOUZA et al., 2006).

O ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), e sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) são predominantes na chuva ácida. A chuva ácida se precipita em regiões afastadas de seus poluentes primários, como óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), acarretando assim, em problemas para outras regiões antes não afetadas pelo fenômeno. Os poluentes primários citados não levam a acidificação da água das chuvas basicamente, porém quando estes poluentes são convertidos em poluentes secundários, como os ácidos nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ocorre o fenômeno da chuva ácida. (BAIRD, 2002).

Para que haja um esclarecimento concernente aos efeitos dos poluentes no meio ambiente, o conhecimento relacionado à precipitação ácida se destaca como um dos parâmetros de grande importância, inseridos nos processos atmosféricos. (ALMEIDA, 2006).

Atualmente o município de Ariquemes vem passando por inúmeras transformações, originadas dos processos industriais e de urbanização. Juntamente com a rápida urbanização, que pode ser notada através do aumento na frota de veículos, e industrialização por meio da instalação de novas indústrias, o aumento nas emissões de gases presentes na chuva ácida pode ser evidente. Isto pode trazer para o município e a população que nela vive alguns problemas relacionados ao meio ambiente, saúde humana e economia.

O presente trabalho busca sensibilizar a população ariquemesense, sobre algumas causas e efeitos provenientes da precipitação ácida da água das chuvas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA CHUVA ÁCIDA

O fenômeno da chuva ácida foi descoberto pela primeira vez pelo britânico Angus Smith por volta de 1852, que verificou uma relação entre o pH da água da chuva, a combustão de carvão originada em área industrial e os danos ao ecossistema pela precipitação das chuvas ácidas. (CUNHA et al., 2009).

Além de ser um dos precursores responsáveis pela descoberta do fenômeno da chuva ácida, Smith também foi pioneiro no monitoramento sistemático das chuvas ácidas no ano de 1852, e montou a primeira rede de monitoramento da água das chuvas da Europa. (FORNARO, 2006). O termo chamado deposição ácida foi associado à poluição atmosférica de acordo com vários especialistas, e este problema não se estende apenas a uma determinada região, pois o mesmo acomete regiões de todos os países, sendo assim, um problema de ordem mundial. (FORNARO, 2006).

### 2.2 O ESTUDO DAS CONSEQUÊNCIAS E MONITORAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES ÁCIDAS

Medidas preventivas vêm sendo tomadas, pelos órgãos responsáveis pela preservação do meio ambiente como, criar zonas de monitoramento em áreas críticas afetadas pela chuva ácida, e o gerenciamento do ar de diversas regiões onde se destacam as fontes poluidoras. (TRESMONDI, TOMAZ e KRUSCHE, 2005).

Segundo Fornaro (2006), a composição química da água da chuva não está relacionada apenas pela reação decorrente de poluentes primários, como dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de nitrogênio (NO), amônia ( $\text{NH}_3$ ), hidrocarboneto particulado, ou poluentes secundários tais como ozônio ( $\text{O}_3$ ), peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), e nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que são formados pela reação

entre poluentes e constituintes naturais da atmosfera, mas deriva de diversos fatores que são de difícil identificação, como emissão, transporte e transformação de

diversos compostos químicos. Segundo Almeida (2006), os ácidos orgânicos têm influenciado nos processos de acidificação da precipitação.

O transporte destes poluentes químicos trouxe inúmeras catástrofes, em várias partes do mundo como: No Vale do Meuse-Bélgica, Los Angeles-(USA), Pensilvânia (USA), Tóquio- Japão, cidade do México-México, Bhopal-Índia, Poza Rica- México, Inglaterra, Lago Nyos-Camarões-África, e no Brasil, nas cidades de São Paulo, Bauru, Santo André e Cubatão. (DIP, 2004). Atualmente, não se pode falar em chuva ácida sem antes mencionar o termo poluição atmosférica, pois ambos estão relacionados, como já citados anteriormente. Podemos entender que o controle das zonas acometidas pelas precipitações das chuvas ácidas só terão um efeito maior quando forem identificados os principais focos dos poluentes primários e secundários que são emitidos e transportados pelas massas de ar. Há de se salientar que a formação das chuvas ácidas pode ser atribuída pela produção de fontes naturais, (emissão de fumaça vulcânica) ou pelos processos artificiais, (emissões provenientes de indústrias e automóveis). (MARQUES et al., 2006). Os poluentes que são gerados na área urbana principalmente nas grandes capitais, sendo eles o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) e material particulado em suspensão, oferecem um alto grau de contaminação atmosférica, que contribui para a diminuição do pH das chuvas. (FORNARO, 2006).

Por se tratar de problemas distintos, a poluição atmosférica juntamente com a chuva ácida geram uma combinação altamente perigosa que age de maneira silenciosa, porque seus efeitos, às vezes são notados a longo prazo. Gases como SO<sub>2</sub>, que são emitidos na atmosfera originados pela queima de combustíveis fósseis oferecem inúmeros problemas de saúde, como doenças respiratórias, doenças cardiovasculares, além de deixar amareladas as folhas das plantas, ou em alguns casos, trazendo a morte das mesmas quando expostas a concentrações mais baixas se comparadas as que afetam à saúde humana. (CAMPOS et al., 2006). Na Inglaterra os efeitos na saúde humana provocados pela poluição do ar foram notados no ano de 1840, ocorrendo após esse triste evento inúmeras iniciativas para que houvesse no país a criação de leis que obrigassem as indústrias a diminuir as

emissões decorrentes de seus poluentes. (FERREIRA, 2007). Por volta do ano de 1874 foi elaborada uma norma que exigia que as indústrias adotassem em suas produções, práticas que oferecessem uma redução em suas taxas de poluição, garantindo assim para a Inglaterra uma política de poluição do ar para os próximos 100 anos. (FERREIRA, 2007).

Para que ocorra um controle sistemático dos níveis de chuva ácida, programas de monitoramento vêm sendo estabelecidos, em muitos países. No Estado de São Paulo a Companhia Estadual do Meio Ambiente (CETESB) vem monitorando periodicamente a qualidade do ar em 29 estações, porém no Brasil ainda não há um controle estabelecido ou uma rede de monitoramento da água das chuvas, que busque identificar a caracterização do pH e sua composição química. (TRESMONDI, TOMAZ e KRUSCHE, 2005).

### 2.3 CHUVA ÁCIDA O COMPROMETIMENTO AO MEIO AMBIENTE

O meio ambiente vem sofrendo com as precipitações ácidas, o que ocorre justamente pela diminuição de pH da água das chuvas. Os níveis de pH em torno de 3,9 e 4,5 não trazem efeitos diretos quando a chuva ácida entra em contato com a pele humana, porém estes níveis trazem importantes problemas ambientais, onde a acidificação altera bruscamente a capacidade de crescimento de plantas e qualquer outro tipo de vida marinha. (BAIRD, 2002). O mesmo autor verificou em seus estudos que a acidificação em lagos acontece quando em seu interior existem altas concentrações do íon ( $Al^{+3}$ ) dissolvido que, geralmente é lixiviado por rochas, pelos íons hidrogênio ( $H^+$ ) e que boa parte da população de peixes estão sendo reduzidos em consequências das altas concentrações de alumínio.

A chuva ácida afeta determinadas áreas do planeta como a agricultura e as áreas florestais nativas devido a diminuição de cálcio, um elemento essencial para as plantas. (FRANCISCO, 2003). A ação destas chuvas depende muito da composição dos solos e rochas, pois geralmente as áreas que são constituídas de granito ou de quartzo sofrem com este fenômeno, pelo fato de o solo ter uma capacidade mínima de neutralização dos ácidos compostos na chuva ácida. (BAIRD, 2002).

A origem e composição da chuva ácida são inteiramente dependentes de diversos fatores que são responsáveis pela sua ação, como os gases e partículas finas que são transportados a curtas e longas distâncias. (ALMEIDA, 2006). Sendo assim, estes fatores se unem de maneira sistemática para uma significativa e relevante compreensão acerca da problemática envolvendo a chuva ácida.

A fumaça que é lançada por automóveis, chaminés de fábricas, queimadas são compostos de matéria particulada. (BAIRD, 2002). É muito importante destacar, que estas partículas se diferem em seu tamanho e que suas composições químicas não são idênticas, onde as partículas menores atingem cerca de 2 mm de tamanho. (BAIRD, 2002). Isso explica como é grande o desafio de se trabalhar o monitoramento destes particulados. O estudo destes particulados denota grande relevância, pois são constituintes indispensáveis na composição química da chuva ácida. Estas partículas possuem imensa velocidade sob ação da força gravitacional para se depositar na superfície da terra, porém esta teoria não é verdadeira para as partículas menores, pois de acordo com a lei de Stokes a velocidade das partículas aumenta de acordo como o quadrado do diâmetro de cada partícula, mostrando que quanto menor for à massa desta partícula, as mesmas ficam suspensas no ar. (BAIRD, 2002).

#### 2.4 A CHUVA ÁCIDA E SUA RELAÇÃO COM O EFEITO ESTUFA

O efeito estufa é um fenômeno natural que viabiliza para a terra condições favoráveis para seu desenvolvimento e é causado pela presença de alguns gases na atmosfera da terra com concentrações adequadas como: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxido nitroso (NO), ozônio ( $\text{O}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), clorofluorcarbonos (CFCs), vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (HFCs). (FEIJÓ E AZEVEDO, 2006).

Para que haja um entendimento acerca da relação existente entre o efeito estufa e a chuva ácida, deve-se retornar ao contexto histórico relacionado ao efeito estufa. A história sobre o efeito estufa, mostra que há cerca de 183 milhões de anos a terra passou por inúmeras transformações em seu ciclo biológico. (GÓES 2008). Ainda segundo o autor estas transformações ocorreram no período-toarciano (jurássico inferior), onde elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$  foram liberadas para a

atmosfera, causando assim um impacto direto na ampliação do efeito estufa e uma diminuição da massa dos grupos de invertebrados marinhos. Diante de tal fato, é válido salientar que o fenômeno do efeito estufa foi percebido desde muitos anos atrás por uma série de transformações na natureza e não de origem humana. Segundo Góes (2008), Vitor Duarte um dos cientistas que participaram de uma investigação realizada pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), da Universidade de Oxford (Reino Unido) e da Petrobrás e que teve como principal fase o estudo jurássico do na Bacia de Peniche em Portugal, demonstra que antigamente as concentrações de dióxido de carbono eram bem maiores que as apresentadas atualmente. O efeito estufa é entendido como um aumento considerável da temperatura média da terra, ocasionando alterações climáticas graves, como intensidade dos ventos, derretimento de calotas polares e mudança do regime das chuvas. Todas essas afirmações podem servir de base para um esclarecimento maior do problema das chuvas ácidas, principalmente a mudança dos ventos e o regime das chuvas. (GÓES, 2008).

Grande parte do efeito estufa é originada pela emissão proveniente de dióxido de carbono, que traz ao planeta terra um aumento em sua temperatura, mesmo composto químico que o homem gera por meio da atividade econômica e ainda de acordo com Feijó e Azevedo (2006) é um dos principais responsáveis pelo aumento na acidez da água das chuvas.

## 2.5 CUBATÃO-SP, UM CASO DE DESTRUIÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Um dos eventos de desastres ambientais mais conhecidos no mundo e principalmente no Brasil, foi o de Cubatão, no Estado de São Paulo. Foi notada em Cubatão a destruição de parte da vegetação da Serra do Mar e a poluição dos rios, devido à precipitação ácida. Na década de 80 (século passado) Cubatão possuía muitas indústrias, que lançavam no ar poluentes atmosféricos, o que rendeu o título de “Vale da Morte” pelo jornal norte-americano *The New York Times*. (CUBATÃO, 2007).

Já no final da década de 70 e início da década de 80, (século passado) alguns problemas relacionados à saúde da população, que vivia naquela região, causadas pela poluição atmosférica foram identificados, como anomalias

congênitas, sérios problemas pulmonares tanto em crianças e idosos, além de perdas gestatórias. (FERREIRA, 2007). O governo de São Paulo decidiu implantar um controle de

poluição em Cubatão, nomeando a Companhia Estadual do Meio Ambiente (CETESB) responsável pela implementação do programa.

Ao passo que Cubatão está na lista dos piores desastres ambientais, já vivenciados no cenário mundial, obteve excelente recuperação ao longo dos anos no contexto ambiental, devido luta incessante para minimizar os danos causados no Meio Ambiente e saúde humana. No ano de 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU), entregou o título de cidade-símbolo da ecologia para Cubatão, sendo a cidade um exemplo de recuperação ambiental.

Os dados da CETESB mostram que as mesmas indústrias que antes produziam cerca de 30 mil toneladas de poluentes por mês na atmosfera, hoje lançam no ar apenas 300 toneladas de poluentes no mesmo período, isto comprova uma redução de 98,8% nas emissões de poluentes segundo o Centro das Indústrias de Estado de São Paulo (CIESP). (CUBATÃO, 2007). O caso de Cubatão traz uma reflexão sobre como a recuperação ambiental de uma determinada área atingida por altas concentrações das chuvas ácidas, podem ser reais. E assim como a recuperação ambiental levou o município, há um novo patamar no cenário ambiental, também todos os investimentos realizados trouxeram um retorno positivo para as indústrias, empresas e os moradores da região. (CUBATÃO, 2007).

Por volta de 1988, às indústrias assinaram o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que abordava certas metas a serem alcançadas pelas indústrias, para um controle ambiental. (CUBATÃO, 2007). Metas que foram difíceis de serem alcançadas, no início muitas indústrias não entendiam como funcionava o processo de recuperação ambiental na cidade de Cubatão.

O acontecimento em Cubatão revela que apenas investimentos financeiros não resolvem os problemas ambientais, advindos das chuvas ácidas, mas também é necessária a sensibilização da população, de que a recuperação ambiental, ainda que demorada, traz para a área afetada e para a população que nela vive enormes benefícios, como a preservação de suas espécies de animais, áreas florestais, além da promoção da qualidade de vida.

## 2.6 CIÊNCIA AMBIENTAL X CHUVA ÁCIDA

A ciência ambiental veio como este eixo norteador, assumindo a responsabilidade de explicar o estudo das medidas preventivas e ações lógicas dos problemas ambientais. Este eixo é extremamente importante, e de acordo com Aímola apud Abramoway (2002), a ciência ambiental atua na interdisciplinaridade, pois para se compreender programas de pesquisa em ciência ambiental, é necessária a participação de especialistas em diversas áreas do conhecimento.

É importante aliar a ciência ambiental com o termo chuva ácida para a inserção de um novo conceito ou um modelo contemporâneo, que abrange um conjunto de metas emergentes para as políticas públicas ambientais. O processo que iniciou a conscientização concernente aos aspectos envolvendo o meio ambiente e seu desenvolvimento foi gerado a partir da realização da conferência de Estocolmo em 1972. (FERREIRA, 2007). A emergência de pesquisas voltadas para o meio ambiente ampliou a visão que, a sociedade tinha a respeito das conseqüências danosas que vinham acontecendo, nos processos ambientais. Isto levou a um enorme e complexo ciclo, que mostra o homem como principal agente causador, contribuindo para desestruturação do ciclo ambiental. Através desta visão inclusiva e promissora é que a sociedade pode perceber os prejuízos da precipitação ácida. Com isso o homem percebe que os baixos níveis de pH são conseqüências de seus próprios atos, e que estas conseqüências podem levar, além dos prejuízos ambientais, a uma desestruturação da economia mundial.

Com a nova era do capitalismo surgem então, inúmeras conseqüências provenientes de processos ambientais, e que trouxeram para o mundo globalizado um impacto forte e direto na economia e meio ambiente. Para Cruz (2006) alguns dos impactos enfrentados atualmente são oriundos da desertificação da Amazônia, aumento na temperatura da terra, poluição de origem atmosférica, visual e sonora, escassez de água e chuva ácida, que é o tema central deste trabalho. Para que a inserção da educação ambiental possa trazer a sociedade uma visão crítica sobre o meio ambiente e suas transformações, é preciso ressaltar o conhecimento sobre o que é o meio ambiente. Explicação que está relacionada a falta de entendimento pleno sobre o meio ambiente em geral. (CRUZ, 2006).

Ao longo das décadas, a educação ambiental vem se tornando peça fundamental, na avaliação das políticas ambientais. A discussão a respeito da crise

ambiental tem difundido e intensificado as relações sócio-ambientais e contribuído muito para o fortalecimento da consciência ambiental. Estas relações aumentaram as possibilidades de conhecimento científico e de novas políticas ideológicas a respeito da chuva ácida.

## 2.7 PROTOCOLO DE KYOTO

Uma das principais ferramentas que vieram controlar o problema gerado pelo aumento considerável da acidez na água das chuvas foi a assinatura do Protocolo de Kyoto. Segundo Góes (2008) o protocolo que foi criado no ano de 1997 na cidade de Kyoto no Japão, teve como objetivo reduzir em cerca de cinco por cento as emissões provenientes dos gases que causam o efeito estufa. Este acordo trouxe inúmeros benefícios para a diminuição das consequências provocados pelo fenômeno da chuva ácida. De acordo, ainda com Góes (2008), países que possuem em sua estrutura econômica indústrias, que emitem altos teores de gases nocivos ao meio ambiente e saúde humana, devem reduzir suas emissões de ( $\text{CO}_2$ ). Dentre os componentes presentes na composição da chuva ácida verifica-se a presença de gases, como: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e óxido nitroso ( $\text{NO}_x$ ), que inclusive se inserem na lista de gases que, devem ser reduzidos segundo o protocolo de Kyoto.

De posse dessas informações, é de fundamental importância que países desenvolvidos e em desenvolvimento cumpram suas metas oferecidas pelo Protocolo de Kyoto, a fim de minimizar os problemas ambientais. Com base no protocolo os países obrigados a reduzir as emissões de gás carbônico são: Alemanha, Austrália, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia. (GÓES, 2008).

No princípio da criação do Protocolo, existiam alguns países que se recusaram a aderir como: Estados Unidos, Austrália e Canadá. Um dos principais motivos que levaram grande parte dos países a não se comprometerem com as medidas impostas foi que grande parte dos países em desenvolvimento, tais como o

Brasil, Índia e China, não foram obrigados a cumprir com as metas de redução nas emissões dos principais gases causadores do efeito estufa. Porém segundo Feijó e Azevedo (2006), o Brasil faz parte de um grupo de países que emitem taxas mínimas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), abaixo dos níveis que são estabelecidos no protocolo de Kyoto. O protocolo de Kyoto se encerra em 2012, porém são inúmeras as reivindicações de líderes políticos, ambientalistas e países que formam o eixo dos que devem diminuir suas taxas de emissão de poluentes.

A continuidade do protocolo de Kyoto mostra os esforços de várias Organizações Não Governamentais (ONGs) em conjunto com inúmeros países que são afetados pelo acúmulo destes gases em sua atmosfera. Ainda que a continuidade do protocolo de Kyoto irá gerar na sociedade, uma nova visão relativa aos problemas ambientais, destacando principalmente o problema da chuva ácida, como parte eminente do efeito estufa, bem como dos processos que envolvem a reação destes gases na atmosfera. Um dos desafios deste protocolo é o cumprimento de suas metas, já que um estudo apontado pela Associação Mundial de Energia revela que mesmo aplicando o uso de todas as tecnologias e recursos possíveis, as emissões se reduzirão em apenas 15 e 20 por cento entre os anos de 2000 e 2030.

## 2.8 OS IMPACTOS DA CHUVA ÁCIDA NA REGIÃO AMAZÔNICA

A Bacia Amazônica atualmente é um dos mais admiráveis e importantes biomas do mundo, com cerca de sete milhões de Km<sup>2</sup>, distribuída nos estados de Rondônia, Pará, Roraima, Acre, Tocantins, Norte do Mato Grosso, Amapá, Amazônia, oeste do Maranhão e também parte dos Países como: Bolívia, Equador, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela demonstrando assim sua grandeza e potencial econômico. (GÓES, 2008).

Sua relação como o meio ambiente é fundamental, pois possui cerca de 30 % das espécies conhecidos para a fauna e flora, abrigando então uma expressiva biodiversidade que com o aumento nas emissões dos gases como dióxido de carbono e óxido nitroso, pode ser diminuída com o passar dos anos. (GÓES, 2008). Uma das principais consequências ambientais que as chuvas ácidas promovem na

bacia amazônica é a destruição de suas florestas e a mudança de diversas espécies de seu habitat natural, ocasionando assim, a extinção de suas espécies naturais.

## 2. 9 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS LIMPAS.

É de suma importância o desenvolvimento das energias alternativas, ditas as energias limpas, visando a minimização aos efeitos no meio ambiente, causados pelas precipitações ácidas. Segundo Omena Neto (2006), as principais fontes de energia empregadas no Brasil, ainda continuam sendo a usina hidrelétrica, usina nuclear e termelétrica à gás, intensificando assim os impactos ambientais. Porém Scandiffio e Furtado (2004) citam que o Brasil apresenta em sua matriz energética 41% de energia renovável, sendo as energias solar-fotovoltaica, eólica, biomassa: madeira; carvão vegetal, álcool combustível-anidro e hidratado; biogás; biodiesel e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) uma das principais fontes em potencial renovável. Os usos destas energias colaboram para a diminuição dos gases geradores do fenômeno da chuva ácida, principalmente o dióxido de carbono.

As técnicas de minimização e sequestro também são empregadas nas metodologias de tecnologias limpas, dentre estas duas técnicas, a de minimização se destaca como mais eficiente, pois gera maior benefício ambiental se comparada à técnica de sequestro oferecendo melhores resultados no que tange o processo de minimização de gases lançados na atmosfera. (GÓES, 2008).

### **3 OBJETIVOS:**

#### **3.1 GERAL:**

Medir os níveis de acidez da água das chuvas no município de Ariquemes estado de Rondônia, nos meses de Agosto e Setembro do ano de 2010, Março e Abril do ano de 2011, a fim de conscientizar a sociedade ariquemense sobre o problema da chuva ácida.

#### **3.2 ESPECÍFICOS:**

Avaliar os níveis de acidez da água das chuvas no município de Ariquemes, estado de Rondônia, trazendo dados atuais de medidas de pH como instrumentos de conscientização ambiental.

Abordar de forma breve algumas causas e efeitos provenientes da chuva ácida no meio ambiente, saúde humana e economia mundial.

Utilizar os dados obtidos nos resultados como instrumentos de conscientização junto à sociedade ariquemense acerca da utilização de novas tecnologias em energia alternativa.

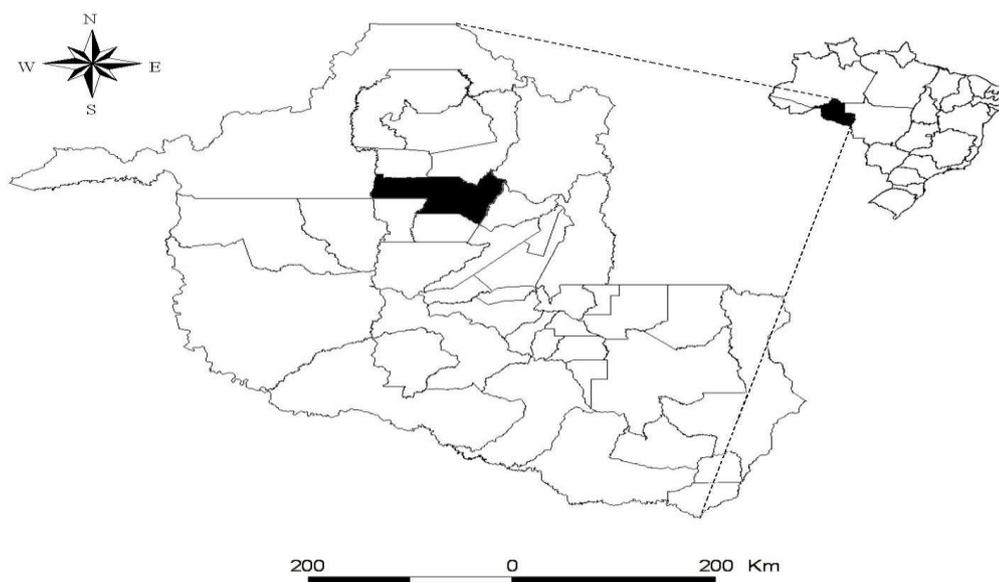
Divulgar os resultados obtidos no trabalho, através da realização de palestras e projetos de Educação Ambiental junto à comunidade, e em parceria com as escolas do município de Ariquemes Estado de Rondônia.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE DO ESTUDO

O município de Ariquemes está localizado a 09°54'48" S e 63°02'27" W, sendo a terceira maior cidade ao noroeste do Estado de Rondônia, Brasil, (figura-1). (Prefeitura Municipal de Ariquemes-RO, 2011). Apresenta uma população de 90.353 habitantes, e uma área geográfica de 4.426.476 Km<sup>2</sup>. (IBGE, 2010). A cidade apresenta altitude média de 148m, temperatura média de 28° e pluviosidade entre 1.850mm a 2.000 mm/ano. Uma das fortes economias do município é gerada por indústrias madeireiras, que em sua maioria possui chaminés que lançam diariamente inúmeros poluentes na atmosfera. A Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia (SEDAM-RO, 2011), aponta que atualmente existem no município cerca de 70 empresas ativas que desenvolvem atividades no setor florestal (madeireiras, marcenarias, fábrica de artefatos de madeiras etc).

Segundo dados do Departamento de Trânsito do Estado de Rondônia (DETRAN-RO, 2009), para o município de Ariquemes foi registrado em 2009 um total de 36.315 veículos, passando para 40.494 em 2010, ocorrendo assim um aumento considerável de sua frota.



Fonte: Adaptado por Lilian Cristina Macedo, 2010

Figura-1: Mapa de localização do Município de Ariquemes no Estado de Rondônia - Brasil.

## 4.2 COLETA DE DADOS

Foram medidos valores de pH da água das chuvas no bairro do setor 06 do município em uma região periférica da cidade, (figura- 2) nos meses de Agosto e Setembro de 2010, Março e Abril de 2011.



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura-2 Área da pesquisa

As amostras foram coletadas em cinco pontos isolados, nomeados de (A), (B), (C), (D), (E) em uma região aberta ( $09^{\circ}53'30,8''$  S e  $063^{\circ}0,1'35,3''$  W), sem interferência de agentes externos, no campus da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), área localizada nas proximidades de um pólo madeireiro, (figura-3).



Fonte: Arquivo pessoal do autor  
Figura-3 Campus da FAEMA

Foram coletadas 05 amostras em 8 eventos (chuva), nos dias 31/08/2010, 02/09/2010, 25/03/2011, 31/03/2011, 08/04/2011, 13/04/2011, 19/04/2011 e 25/04/2011. Foram utilizados para coletar a água, recipientes plásticos com capacidade de 2000 ml cada, instalados na superfície de suportes com aproximadamente 2,1 metros de altura acima do solo. Cerca de 40 amostras estiveram sendo avaliadas no laboratório de Química e Bioquímica da FAEMA.

#### 4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS

As amostras foram submetidas às análises no mesmo dia em que ocorreram as precipitações chuvosas, utilizando-se de um pHmetro digital marca DIGIMED modelo DM-20 (figura-4), calibrado previamente com solução tampão de pH 4,00 e 7,00. (CUNHA et al., 2009 ).



Fonte: Arquivo pessoal do autor  
Figura-4 Análise de pH das amostras

Logo após as medições de pH, seguindo o parâmetro adotado por Marques et al., (2006), as amostras foram devidamente etiquetadas (figura-5) e guardadas em um refrigerador para posterior análise química. O procedimento de limpeza dos frascos foi realizado com água destilada (3 ou 4 vezes), antes e após a retirada de cada amostra para que não houvesse contaminação por parte de agentes externos. As medidas de pH foram anotadas durante um período de 35 a 40 minutos.



Fonte: Arquivo pessoal do autor  
Figura-5 Amostras recolhidas

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado ao longo deste trabalho, análise estatística dos resultados encontrados. As medidas de pH obtidas foram submetidas a uma média em cada dia dos cinco pontos da área (A), (B), (C), (D), (E) onde foi realizada a pesquisa, e uma média geral de todos os 8 dias. Foi adotado um desvio padrão para cada dia de coleta e um limite inferior e superior, os quais estão inseridos dentro dos 95% do intervalo de confiança das médias.

Após retirado os dados das médias, desvio padrão e limite superior e inferior, foi encontrado os valores mínimos e máximos de cada dia.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os estudos realizados nos pontos pré-determinados, envolvendo medidas de pH nos 8 dias de precipitação das chuvas, verificou-se que os valores de pH variaram no início da estação chuvosa ao seu término. Os valores mais baixos de pH foram registrados nos dias 31/08/2010 e 02/09/2010, e os máximos nos dias 19/04/2011 e 25/04/2011. (Tabela 1).

Tabela 1- Medidas de pH da água das chuvas nos meses de Agosto e Setembro de 2010, Março e Abril de 2011 no município de Ariquemes-RO

| Datas        | Observações | Média do pH | Desvio Padrão | 95% do Intervalo de Confiança das Médias |                 | Mínimo | Máximo |
|--------------|-------------|-------------|---------------|--|-----------------|--------|--------|
|              |             |             |               | Limite Inferior                          | Limite Superior |        |        |
| 31/08/2010   | 5           | 4,91        | 0,15          | 4,72                                     | 5,10            | 4,69   | 5,12   |
| 02/09/2010   | 5           | 4,82        | 0,11          | 4,69                                     | 4,95            | 4,75   | 5,01   |
| 25/03/2011   | 5           | 5,79        | 0,18          | 5,57                                     | 6,02            | 5,60   | 6,06   |
| 31/03/2011   | 5           | 5,84        | 0,18          | 5,61                                     | 6,07            | 5,63   | 6,12   |
| 08/04/2011   | 5           | 5,86        | 0,18          | 5,63                                     | 6,09            | 5,69   | 6,14   |
| 13/04/2011   | 5           | 5,91        | 0,11          | 5,78                                     | 6,05            | 5,77   | 6,04   |
| 19/04/2011   | 5           | 6,03        | 0,10          | 5,91                                     | 6,15            | 5,94   | 6,16   |
| 25/04/2011   | 5           | 6,09        | 0,08          | 6,00                                     | 6,19            | 6,02   | 6,21   |
| <b>Total</b> | 40          | 5,66        | 0,49          | 5,50                                     | 5,82            | 4,69   | 6,21   |

É importante se destacar que o limite superior dentro do intervalo de confiança no dia 02/09/2010 foi abaixo do limite natural de pH da água das chuvas que é igual ou superior a 5,6 citado por (CUNHA et al., 2009). De acordo com estes dados pode-se dizer então, que a chuva do segundo dia na área coletada apresentou acidez. Cabe aqui ressaltar que as primeiras amostras recolhidas nos dias 31/08/2010 e 02/09/2010 apresentaram baixos índices de pH, provavelmente pelo fato de haver um tempo maior com ausência de precipitação das chuvas. Observou-se que as médias de pH de cada amostra aumentou gradualmente do início do período chuvoso (31/08/2010) ao seu término (25/04/2011). Isto pode ter ocorrido pela limpeza de poluentes na atmosfera. (MARQUES, 2006).

Com base nos seguintes dados, pode se atribuir um decréscimo no valor de pH nas águas das chuvas nos primeiros dias, com a proximidade de um pólo madeireiro, onde frequentemente lançam poluentes na atmosfera oriundos da

queima de madeira, com a área da coleta, a qual está próxima a região periférica da cidade, destacada pela queima de lixo que é associada à falta de sensibilização das pessoas e ao forte setor agrícola e industrial instalados no município. Os valores de pH no município de Ariquemes chegam próximos aos obtidos em outras regiões do País, como os encontrados na cidade de Cuiabá-MT. Marques et al., (2006), em seus estudos sobre o monitoramento da acidez no município de Cuiabá-MT, cita valores de pH que variaram de 4,25 (mínimo encontrado) a 6,45 (máximo encontrado). Entretanto, se comparado com outras cidades, existem valores baixíssimos de pH, como na região de Rio Grande-RS, onde foram registrados valores gerais entre 3,6 e 7,8 (MIRLEAN, VANZ e BAISCH, 2000).

O decréscimo no nível de pH nos 2 primeiros dias no município de Ariquemes também pode ser atribuído as emissões de poluentes lançados na atmosfera, que são emitidos pelas áreas industriais e o centro urbano da cidade. Trabalhos envolvendo índices de pH foram realizados na Ilha Grande-RJ, os valores de pH encontrados variaram entre 4,34 e 6,30, devido a presença de poluentes atmosféricos gerados pelos grandes centros urbanos e industriais dos estados de São Paulo-SP e Rio de Janeiro-RO. (SOUZA et al., 2006).

Além das grandes metrópoles do Brasil que sofrem atualmente com uma maior incidência das chuvas ácidas, outras regiões também são afetadas no País, como a região carbonífera de Santa Catarina-SC, a área de Ipatinga em Minas Gerais-MG, o pólo industrial de Paulínia em São Paulo-SP, e a região do pólo petroquímico de Camaçari no estado da Bahia. (JESUS, 1996).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a cidade de Ariquemes apresentou no início do período chuvoso, de acordo com as primeiras amostras recolhidas, índices moderados de acidificação na água das chuvas. Os baixos valores de pH detectados nas primeiras amostras, podem ter sido influenciados pela ação de atividades antrópicas como as emissões provenientes de indústrias e automóveis e pelo longo período de estiagem. É importante no cenário ambiental informações que gerem conhecimento acerca de algumas causas e efeitos provocados pela chuva ácida, além de trazer informações relevantes ao uso das novas tecnologias de energia alternativa, mostrando a importância que as mesmas exercem no desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

O estudo revela dados atuais concernentes aos níveis de pH das chuvas no município, e colabora para uma nova visão que a população possa vir a adquirir a respeito das consequências ambientais provocadas pela diminuição do pH em diferentes sistemas. É importante destacar que a presente transformação vivida pelo município no que diz respeito ao aumento constante de habitantes, automóveis e instalação de novas indústrias levou a um aumento considerável nas emissões dos gases causadores do fenômeno da chuva ácida, mostrando assim que a região pode vir a sofrer com o passar dos anos, sérias consequências provenientes da chuva ácida. As medidas que foram encontradas trazem baixos valores de pH da água das chuvas, porém as mesmas ainda se mostram insuficientes para um esclarecimento maior a respeito do fenômeno da chuva ácida, fazendo-se necessário a continuidade de novos estudos envolvendo a avaliação dos índices de acidez em diferentes áreas do município de Ariquemes-RO, onde se concentra um maior número de focos de poluição atmosférica.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOWAY, Ricardo. **Construindo a ciência ambiental**: 2. ed. São Paulo: Annablume-Fapesp, 2002.

ALMEIDA, Vanessa Prezotto Silveira. **Acidez orgânica da precipitação e uso do solo nas regiões dos Parques Estaduais de Intervales e morro do Diabo (Estado de São Paulo)**: 2006. 98f. Tese de doutorado (doutorado em Ciências)-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: < [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde...160605/.../Mestrado.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde...160605/.../Mestrado.pdf)>. Acesso em 20 de maio de 2011.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BENJAMIN, César. **Dialogo sobre Ecologia, Ciência e Política**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

CAMPOS, Vânia P. et al. Monitoramento atmosférico passivo de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> em áreas urbanas e de influência industrial como prática de Química ambiental para alunos de graduação. **Quím. Nova**. Salvador, v.29, n.4, 2006. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30274.pdf>>. Acesso em 21 de maio de 2011.

CRUZ, Silvana. Educação Ambiental: **trajetórias e estratégias de mudanças no processo educacional**. Tupã. 2006. Disponível em: ≤ <http://www.amigosdanatureza.org.br/noticias/306/trabalhos/127.EA-29.pdf>> Acesso em 17 de maio de 2011.

CUBATÃO: Um caso clássico de recuperação ambiental. **Revista Bovespa**, julho/setembro de 2007. Disponível em:< <http://www.bmfbovespa.com.br/InstSites/RevistaBovespa/103/Cubatao.shtml>> acesso em: 01 de maio de 2011.

CUNHA, Gilberto Rocca da, et al. Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.4, 2009. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100204X2009000400002&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2009000400002&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 10 de maio de 2011.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO ESTADO DE RONDÔNIA-DETRAN/RO. Número da frota de veículos no município de Ariquemes/RO. Disponível em <<http://www.detran.ro.gov.br/opcoesfrota.asp>> Acesso em 21 de Junho de 2011.

DIAS, Bruna Borba et al. Ação do enxofre em chuva ácida simulada sobre parâmetros morfofisiológicos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.32, n.3, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v32n3/a09v32n3.pdf>>. Acesso em 14 de maio de 2011.

DIP, Tatiana Maciulis. **Otimização de condições operacionais de processo visando à minimização da emissão de material particulado na incineração industrial de resíduos perigosos**. 2004. 12f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-14022005-132933/pt-br.php>> Acesso em 22 de maio de 2011.

FERREIRA, Liliane Garcia. **A gestão ambiental do pólo industrial de Cubatão a partir do programa de controle de poluição iniciado em 1983: atores, instrumentos e indicadores**. 2007. 289f. Dissertação (Mestrado saúde pública)- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-20032008-110106/pt-br.php>>. Acesso em 19 de maio de 2011.

FEIJÓ, Flávio Tosi; AZEVEDO, André Filipe Zago de. Comércio e meio ambiente: Políticas ambientais e competitividade no âmbito da ALCA. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v.10, n.4, 2006. Disponível em<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141380502006000400005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141380502006000400005&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em 22 de maio de 2011.

FORNARO, Adalgisa. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, 2006. Disponível em: <[http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S010399892006000300008&script=sci\\_arttext](http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S010399892006000300008&script=sci_arttext)>. acesso em: 15 de Agosto de 2010.

FRANCISCO, Regina Helena Porto. Meio Ambiente e chuva ácida. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, n.15, 2003. Disponível em:<[http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_15/chuvaacida.html](http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_15/chuvaacida.html)>. Acesso em 20 de Maio de 2011.

GÓES, Hércules. **O grito da Amazônia sustentável contra o aquecimento global**. Santos: Ecoturismo, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Dados populacionais e geográficos do município de Ariquemes-RO. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em 21 de Junho de 2011.

JESUS, Emanuel Fernando Reis de, . A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. **Sitientibus**. Feira de Santana n. 14, 1996. Disponível em: <[http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/14/a\\_importancia\\_do\\_estudo\\_das\\_chuvas\\_a\\_cidas.pdf](http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/14/a_importancia_do_estudo_das_chuvas_a_cidas.pdf)>. Acesso em 18 de maio de 2011.

MARQUES, Rodrigo. et al. Ensaio preliminares para o monitoramento da acidez da chuva em Cuiabá-MT. **Caminhos de Geografia**. n.7, v.17. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/10214>>. Acesso em 22 de Abril de 2011.

MIRLEAN, Nicolai; VANZ, Argeu.; BAISCH, Paulo. Níveis e origens da acidificação das chuvas na região do Rio Grande do Sul, RS. **Quím. Nova**. São Paulo, v.23, n.5, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-4042200000500004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-4042200000500004) SBQ>. Acesso em 07 de Fevereiro de 2011.

OMENA NETO, Alcides José de,. Energia alternativa processo de desenvolvimento tecnológico, econômico e ambiental. Brasília-DF. 2006. Disponível em <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro3/GT4.html](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/GT4.html)>. Acesso em 20 de maio de 2011.

PHILIPP, Ruy Paulo; BENEDETTI, Verônica Di. Análise e avaliação da deterioração do revestimento de mármore da cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 37, 2007. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/rbg/article/view/11423/7979>>. Acesso em 11 de julho de 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARIQUEMES-RO. Dados geográficos do município de Ariquemes-RO. Disponível em<[http://www.ariquemes.ro.gov.br/default.asp?secao=conteudo.asp&tb=pt\\_ariquemes&tit=Localiza%E7%E3o&cp=localizacao](http://www.ariquemes.ro.gov.br/default.asp?secao=conteudo.asp&tb=pt_ariquemes&tit=Localiza%E7%E3o&cp=localizacao)> Acesso em 20 de Junho de 2011.

SOUZA, Patricia Alexandre de, et al. Composição química da chuva e aporte atmosférico na Ilha Grande, RJ. **Quím. Nova**. São Paulo, v.29, n.3, 2006. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01004042200600000013&scrip=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01004042200600000013&scrip=sci_arttext)>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2011.

SCANDIFFIO, Mirna Ivonne Gaya; FURTADO, André Tosi. A liderança do Brasil em Disponível em <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT06/mirna\\_andre.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT06/mirna_andre.pdf)> Acesso em 22 de maio de 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE RONDÔNIA/RO. Número de indústrias em atividade florestal no município de Ariquemes/RO. Relatório manuscrito recebido em mãos. Recebido dia 17 de Junho de 2011.

TRESMONDI, Ana Cláudia C. de Lima; TOMAZ, Edson; KRUSCHE Alex V. Avaliação de pH e composição iônica das águas de chuva em Paulinia-SP. Espírito Santo do Pinhal, v.2, n.1, 2005. Disponível em: <<http://189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=31>>. Acesso em 19 de maio de 2011.