



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA O
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS -
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE
NACIONAL**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O EXTRATO DE AÇAÍ COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE: UM MANUAL DIDÁTICO PARA EXPERIMENTOS COM ÁGUA DE CHUVA NO ENSINO DA QUÍMICA

Dissertação apresentada por:

ADRIANA COSTA MACEDO

Orientadora: Prof. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira (UFPA)

BELÉM - PARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M141e Macedo, Adriana Costa

O extrato de açaí como indicador ácido-base : Um manual didático para experimentos com água de chuva no ensino de Química / Adriana Costa Macedo. — 2019.

xiv, 82 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Química. 2. Extratos. 3. Chuva Ácida. 4. Antocianinas. 5. Manual Didático. I. Título.

CDD 540.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA O
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS -
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE
NACIONAL



**O EXTRATO DE AÇAÍ COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE: UM MANUAL
DIDÁTICO PARA EXPERIMENTOS COM ÁGUA DE CHUVA NO ENSINO
DA QUÍMICA**


DISSERTAÇÃO apresentada por:


ADRIANA COSTA MACEDO

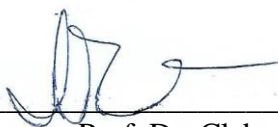
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de **Ensino das Ciências Ambientais** e Linha de Pesquisa Ambiente e Sociedade.


Data da Aprovação: 26/06/2019

Banca Examinadora:


Prof^a. Simone de Fátima P. Pereira -
Orientadora - ICEN-PPGQ/ IG-
PROFCIAMB/UFPA


Prof^a. Dr^a. Kellen Heloizy G. Freitas
Membro externo FEMAT/UFPA-Campus
Ananindeua


Prof. Dr. Cleber Silva e Silva
Membro IG-PROFCIAMB/UFPA-IFPA


Prof^a. Dra. Luciana Pinheiro Santos
Membro externo UFRA

Aos meus amados: esposo Cláudio Almeida e filhos
Émile, João e Lucas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, doador e mantenedor da minha vida, toda a honra e toda a glória a Ele.

Ao meu esposo Cláudio Almeida pela imensa e incondicional ajuda durante toda a construção deste trabalho.

Aos meus amados filhos, Émile, João e Lucas, por aguentarem com bom humor, os momentos difíceis e de ausência.

Aos meus pais Raimundo e Maria, que apesar da distância, a cada dia torcem e intercedem diante de Deus por mim.

A profa. Dra. Simone Pereira, por aceitar ser minha orientadora e com paciência, nortear meus passos e por me apresentar subsídios para chegar até aqui.

A banca de avaliação formada pelos professores Drs. Cleber Silva e Silva, Kellen Heloizy G. Freitas e Luciana Pinheiro Santos pelas correções e sugestões.

Ao Sr. Oládio Costa, pela grande ajuda na coleta das amostras de água de chuva.

A todos os meus colegas de trabalho da Escola Acy Barros, pelo incentivo e força.

Aos professores que participaram da avaliação do Manual Didático.

Aos colegas da turma de Mestrado em Ensino de Ciências Ambientais, pela convivência.

A rede Profciamb pela oportunidade de fazer parte deste programa.

A CAPES pelo apoio financeiro e pelo programa de pós graduação.

A ANA também pelo apoio.

.

“e o enchi do Espírito de Deus, no tocante à sabedoria,
ao entendimento, à ciência e a todo ofício,” Êxodo 31:3

“Com Deus está a sabedoria e a força; Ele tem
conselho e entendimento” Jó12:13

RESUMO

Extratos naturais podem ser obtidos a partir de diversas fontes como, por exemplo, do repolho roxo, da beterraba, da uva e do açaí. E servem como indicadores ácido-base por conterem uma substância chamada antocianina e podem ser usadas em aulas de Química. Uma forma de usá-los é na análise de água de chuva, para se verificar a presença de acidez e conseqüentemente a formação de chuva ácida, fenômeno que pode ser intensificado com a presença de indústrias e/ou presença de grande fluxo de automóveis. Para trabalhar essas questões, um manual didático abordando esses temas, foi construído. Ele é composto por: um breve resumo sobre o ensino ácido e base; indicadores naturais; atividade urbana industrial; o uso do tema chuva ácida em aulas de Química e; o pólo industrial de Barcarena. Possui ainda uma seqüência didática com um roteiro de aulas teóricas e práticas. Para as aulas práticas é apresentado um kit experimental com um destaque para a mudança de coloração de corantes naturais, ricos em antocianinas, que podem ser usados como indicadores de pH. Contextualizando-se a região amazônica, usou-se o extrato alcoólico de açaí para montagem deste kit que foi aplicado na determinação de acidez de água de chuva e de materiais de uso doméstico. A acidez determinada nas amostras de água de chuva pode estar relacionada com a intensa atividade industrial na região de Barcarena. O manual foi aplicado em uma turma de 1º ano com quarenta alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Acy de Jesus Barros Pereira, onde estes responderam questões antes e depois da aplicação das aulas teóricas e experimentais e o resultado mostrou que houve uma melhora do entendimento e absorção dos conceitos ali apresentados. Esta metodologia foi apresentada para cinco professores de Química da rede estadual de educação, lotados em escolas de Barcarena. De maneira unânime os docentes avaliaram de maneira satisfatória a metodologia proposta afirmando que irão usar em suas aulas de química. A utilização do manual didático evidenciou a importância de se aplicar métodos experimentais para propiciar ao aluno um ensino-aprendizagem mais efetivo.

Palavras-chave: Química. Extratos. Chuva ácida. Antocianinas. Manual didático.

ABSTRACT

Natural extracts can be obtained from various sources such as purple cabbage, beet, grape and açai. And they serve as acid-base indicators because they contain a substance called anthocyanin and can be used in chemistry classes. One way to use them is in the analysis of rainwater, to verify the presence of acidity and consequently the formation of rain acid, a phenomenon that can be intensified with the presence of industries and / or presence of large flow of automobiles. In order to work on these issues, a didactic manual addressing these issues was constructed. It consists of: a brief summary on the acid and base teaching; natural indicators; industrial urban activity; the use of the acid rain theme in chemistry classes; the industrial pole of Barcarena. It also has a didactic sequence with a script of theoretical and practical classes. For the practical classes is presented an experimental kit with a highlight for the color change of natural dyes, rich in anthocyanins, which can be used as pH indicators. Contextualizing the Amazon region, the alcoholic extract of açai was used for the assembly of this kit that was applied in the determination of acidity of rainwater and household materials. The acidity determined in the samples of rainwater may be related to the intense industrial activity in the region of Barcarena. The manual was applied in a 1st grade class with forty students from Jesus Barros Pereira Elementary School and Middle School Acy, where they answered questions before and after the application of the theoretical and experimental classes and the result showed that there was an improvement of the understanding and absorption of the concepts presented there. This methodology was presented to five professors of Chemistry of the state education network, who were enrolled in Barcarena schools. Teachers unanimously evaluated the proposed methodology by stating that they will use it in their chemistry classes. The use of the didactic manual evidenced the importance of applying experimental methods to provide the student with a more effective teaching-learning.

Key-words: Chemistry.Extract. Acid Rain. Anthocyanin.Didactic Manual.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Estrutura química das antocianinas	16
Figura 2-	Reação de equilíbrio de antocianinas em solução aquosa	23
Figura 3-	Esquema de deposição úmida e seca	24
Figura 4-	Mapa do Município de Barcarena	26
Figura 5-	Fachada da EEEFM Acy de Jesus Barros Pereira.....	26
Figura 6-	Filtração do extrato de açaí com materiais de uso doméstico.....	30
Figura 7-	Frascos com soluções para a escala de pH e kit de tubos de ensaio	32
Figura 8-	Tubos de ensaio em plataforma de isopor	32
Figura 9-	Mini Escala de pH com extrato de açaí	33
Figura 10-	Kit experimental.....	33
Figura 11-	Reação de equilíbrio de antocianinas em solução aquosa e mudança de coloração em meio ácido	36
Figura 12-	Coletor para amostras de água de chuva e amostra de água de chuva	37
Figura 13-	Determinação por meio comparativo com a escala de pH de extrato de açaí	38
Figura 14-	Determinação por meio de pHmetro feito no IFPA -Campus Belém	38
Figura 15-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 1 do questionário	39
Figura 16-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 2 do questionário	40
Figura 17-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 3 do questionário	41
Figura 18-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 4 do questionário	41
Figura 19-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 5 do questionário	42
Figura 20-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 6 do questionário	43
Figura 21-	Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 7 do questionário	44
Figura 22-	Participação de alunos na prática sobre chuva ácida e extrato de açaí.....	45

Figura 23-	Participação de alunos na aula prática de determinação de acidez de materiais domésticos com o kit experimental.....	45
Figura 24-	Participação de alunos na aula prática sobre chuva ácida e extrato alcoólico de açaí.....	46
Figura 25-	Participação de alunos na aula prática sobre chuva ácida e extrato alcoólico de açaí.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.....	17
Tabela 2-	Resultado de pH de amostras de água de chuva.....	47
Tabela 3-	Características profissionais dos professores	51
Tabela 4-	Resultado da avaliação do Manual Didático	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

pH	Potencial Hidrogeniônico
ALBRAS	Alumínio Brasileiro S.A
ALUNORTE	Alumina do Norte
LDB	Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
IND	Indústrias
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ACYS	Antocianinas
FN	Fenômenos Naturais
UV-VIS	Ultravioleta Visível
PPM	Partículas Por Milhão
HCl	Ácido Clorídrico
Na ₂ CO ₃	Carbonato de Sódio
NR	Não Responderam
Al(OH) ₃	Hidróxido de Alumínio
CO ₂	Dióxido de carbon
Al ₂ O ₃	Trióxido de Alumínio
NaOH	Hidróxido de Sódio
pOH	Potencial Hidroxiliônico
PAH	Por Ação do Homem
SO ₂	Dióxido de enxofre
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
N ₂ O ₂	Dióxido de Dinitrogênio
CO	Monóxido de Carbono
COVs	Compostos Orgânicos Voláteis
MP	Material Particulado
O ₃	Ozônio

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 JUSTIFICATIVA	4
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1 O ENSINO-APRENDIZAGEM EM QUÍMICA.....	5
4.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO CONCEITUAL, EXPERIMENTAL E ATITUDINAL.....	7
4.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA QUÍMICA.....	7
4.4 CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES	10
4.4.1 Principais conceitos de ácidos e bases	10
4.4.2 Indicadores ácido-bases	11
4.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ANTOCIANINAS.....	13
4.6 ANTOCIANINAS EM DIFERENTES GRUPOS DE FLORES E FRUTAS.....	15
4.7 FATORES QUE INFLUENCIAM A COR DAS ANTOCIANINAS.....	19
4.8 ANTOCIANINAS EM POLPA DE AÇAÍ	20
4.9 O PROBLEMA DA CHUVA ÁCIDA EM ÁREAS INDUSTRIAIS	23
4.10 USO DO TEMA CHUVA ÁCIDA NAS AULAS DE CIÊNCIAS.....	25
4.11 A REGIÃO DO POLO INDUSTRIAL DE BARCARENA.....	25
5 METODOLOGIA	29
5.1 ELABORAÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL	29
5.1.1 Preparação do extrato alcoólico de açaí	29
5.1.2 Elaboração da escala de pH do extrato alcoólico de açaí	30

5.1.2.1	Preparação de soluções de HCl para pH de valores de 1 até 6	30
5.1.2.2	Preparação de soluções de NaOH para pH de valores de 8 até 14.....	31
5.1.2.3	Aplicação do extrato alcoólico de açaí.....	31
5.1.3	O kit experimental.....	33
5.2	A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	33
5.3	PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SOBRE A TEMÁTICA DE ÁCIDOS E BASES E CHUVA ÁCIDA.....	35
5.4	APLICAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO.....	35
5.4.1	Aplicação do Manual Didático na Escola	35
5.4.2	Coleta de amostras de água de chuva	36
5.4.3	Determinação de pH de amostras de água de chuva.....	37
6	RESULTADOS	39
6.1	RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO NA ESCOLA ACY DE JESUS BARROS PEREIRA BARCARENA-PA	39
6.2	AVALIAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO POR PROFESSORES DE QUÍMICA BARCARENA-PA	50
7	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE A.....	63
	APÊNDICE B.....	79
	APÊNDICE C.....	80
	APÊNDICE D.....	81

1 INTRODUÇÃO

Entre os variados temas nas aulas de química, os conceitos de ácido e bases são os iniciais. O ensino de Química vem sofrendo modificações didáticas nos últimos anos. Aspectos como desmotivação de alunos e professores, falta de atividades experimentais, além de infraestrutura para execução das mesmas, tem gerado um ciclo de aprendizagem deficiente. A aplicação de aulas experimentais apresenta-se como uma alternativa para melhorar este aspecto.

Estudam-se neste contexto, os indicadores naturais, os quais mudam de coloração em função da acidez ou basicidade das substâncias. Muitos destes indicadores são vegetais em forma de extratos alcoólicos ou aquosos.

Estes extratos naturais têm como base as antocianinas, grupo de corantes que desperta grande interesse em diversas áreas como saúde, indústria e também na área de ensino, em experimentos de sala de aula. As antocianinas, da família dos flavonóides, constituem um grupo de pigmentos, responsável pela maioria das cores vermelha, laranja e azul de flores, frutas e vegetais (Albarici 2003).

Extratos de antocianinas podem ser obtidos de diversas fontes como repolho roxo, beterraba, cebola roxa, jabuticaba, pitaiá, açai, entre outros. A polpa de açai, muito consumida no estado do Pará, produz extrato que forma uma escala de pH com cores distintas e que pode ser usada para a determinação de acidez de diversas amostras, inclusive de água de chuva.

Com um método simples, de ótimo impacto visual e economicamente barato usando um kit composto de extrato alcoólico de açai e uma mini tabela de pH feita com o mesmo extrato para a determinação de acidez de materiais domésticos e de água de chuva pode-se despertar o interesse dos alunos (Albarici 2003).

As águas das chuvas podem ter um aumento da acidificação em áreas industriais devido à emissão de substâncias como o CO₂ e SO₂ pelas empresas que, associadas ao vapor d'água, acidificam água da chuva causando a chamada chuva ácida (Lopes 2016).

A poluição do ar por óxidos de enxofre e de nitrogênio podem causar efeitos irritantes no trato respiratório humano. Além disso, podem formar espécies químicas potencialmente genotóxicas e, assim constituir um risco de câncer. Porém, a chuva ácida também possui efeitos indiretos (Gerhardsson 1994).

Entre várias regiões industriais onde possivelmente se tem uma acidificação maior da água de chuva, encontra-se Barcarena, no estado do Pará, Brasil. Este município está localizado no estado do Pará a 15 metros acima do nível do mar. Recebe investimentos dos mais diversos setores

e apresenta o terceiro maior Produto Interno Bruto per capita do estado. O pólo industrial é uma região onde se localiza o porto de Vila do Conde e as instalações da ALBRAS (1985) e ALUNORTE (1995), que se desenvolvia lentamente como zona rural pobre do interior nordeste do estado do Pará. Mesmo hoje, os municípios adjacentes à região do empreendimento ainda são pouco desenvolvidos se comparados com os de outras regiões do Estado, como por exemplo, Marabá, Paragominas e Santarém (Pena 2018).

Esta possível acidificação da água de chuva será testada com a aplicação de extrato de açaí e sua respectiva escala de pH

A sistematização de todo o processo de ensino aprendizagem, unindo os aspectos teóricos do conhecimento químico de ácidos e bases e os aspectos investigativos de aulas experimentais será feita por uma sequência didática.

As Sequências Didáticas (SD) são uma maneira de ordenar em sequência e de articular as muitas atividades ao longo de uma unidade didática com um papel bem atribuído a cada um neste processo, buscando-se ter um efeito, uma consequência para as atividades planejadas (Zabala 1998 *apud* Rodrigues 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Usar o extrato alcoólico de açaí em experimentos simples em sala de aula, a fim de verificar a acidez e basicidade de produtos domésticos e amostras de água de chuva orientada por uma sequência didática.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboração e aplicação de um manual didático como produto experimental e educacional.
- Trabalhar os conceitos de chuva ácida por meio de kit de determinação de acidez;
- Mostrar experiências simples para determinação da acidez aos alunos;
- Aplicar o grupo de corantes antocianinas para a determinação de pH em materiais domésticos;
- Aplicar o grupo de corantes antocianinas para a determinação de pH da água de chuva;
- Determinar a acidez da água da chuva na comunidade de São Francisco na cidade de Barcarena - Pará.

3 JUSTIFICATIVA

Diante desta necessidade, estudos têm confirmado que aulas experimentais criam espaços de constante investigação que dinamiza o trabalho dos professores e aprendizado dos alunos. O ensino de disciplinas científicas deve ocorrer com experimentos. Porém, a realidade na maioria das escolas públicas é que aulas experimentais não são realizadas no Ensino Médio por falta de infraestrutura adequada (Bueno 2018).

As atividades experimentais em Química, chamadas também de aulas práticas, levam o aluno a deixar de ser um agente passivo do processo ensino-aprendizagem dando a ele a oportunidade de relacionar o que foi dito em sala de aula, ou na aula teórica, com os expostos nas experiências propostas pelo professor. A realidade, porém, é que existe quase uma ausência completa de experimentação no ensino de Química nas escolas de ensino médio do Brasil. Dentre vários fatores que promovem esta realidade destacamos: a) falta de infraestrutura nas escolas, como um laboratório adequado e matérias que se possa usar, b) carga horária da disciplina incompatível com a quantidade de conteúdos a serem ministrados, deixando de lado o tempo que poderia ser usado para experimentação e, c) a própria formação docente em que alguns professores ficam presos a metodologias antigas de repetição e memorização de conteúdos (Pontes & Serrão 2008).

Considerando que existe um número cada vez maior de alunos que não se agradam da disciplina Química devido à abordagem somente teórica dos conteúdos, o uso de aulas práticas ou experimentais, tais como medida de pH usando extrato de açaí para abordagem dos conceitos ácido e base, é uma alternativa importante.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

As metodologias tradicionais de ensino de Química são baseadas em que o aluno saiba inúmeras fórmulas, decore reações e propriedades, mas sem relacioná-las com a forma natural que ocorrem na natureza. A melhor construção do conhecimento químico dar-se-á por meio de manipulações orientadas e controladas de materiais, iniciando o assunto com fatos do cotidiano para que se possa acumular, organizar e relacionar informações por meio da linguagem própria da Química, como símbolos, fórmulas, diagramas, equações químicas e nome correto de substâncias e elementos (Farias 2009).

O ensino da Química tem tido uma mudança significativa nos últimos anos. Questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e a tecnologia têm tornado o ensino mais contextualizado. A contextualização faz com que os conteúdos ministrados pelo professor em sala de aula ajudem na construção do conhecimento científico do aluno inserindo-o como agente pensante na sociedade aproximando os conteúdos da realidade (Pontes & Serrão 2008).

O processo de aprendizagem se caracteriza de forma ampla nos seguintes aspectos: a) as experiências da vida apresentam significados próprios e individuais para cada indivíduo; b) a construção da aprendizagem é diferenciada por ser de cunho individual e; c) novas idéias e experiências que a pessoa já sabe e acredita fomentam novas construções. Deve diminuir ao máximo a enorme distância entre o mundo da ciência e o mundo cotidiano para o aluno, pois as convenções, enunciados, conceitos, teorias, modelos e leis podem, à primeira vista, ser totalmente incompreensíveis (Bueno 2018).

A aprendizagem é realizada por meio de uma relação entre aluno, professor e o objeto do conhecimento que englobam dimensões psicomotoras, pedagógicas, neurológicas, sociais e culturais, dentre outras, em um ambiente de confiança entre os agentes envolvidos. O aprender desenvolve todas as potencialidades do indivíduo como corpo, mente, inteligência, sensibilidade e sentido ético. E, o professor coordena este processo para que se obtenha um resultado satisfatório tornando-se coautor da aprendizagem dos discentes (Rocha & Vasconcelos 2016).

Porém, a escola esquece as características pessoais dos estudantes, seus anseios e desejos produzindo um ensino que não os interessa ou não faz sentido as suas exigências ou sua realidade e dia a dia. As dificuldades para aprender são as conseqüências disso, em especial, no ensino de Química (Bueno 2018).

A aprendizagem deve ser vista como um processo que se dá entre ensinante e aprendente, a qual o segundo guia o primeiro nos caminhos do saber tendo como base suas próprias experiências. Uma atitude preconceituosa em relação às matérias ditas exatas, como Química, Física e Matemática que exigem um médio ou alto grau de concentração e por serem consideradas complexas, faz com que aja um agravamento das dificuldades de aprendizagem (Pontes & Serrão 2018).

As dificuldades de aprendizagem podem ser definidas como todas as perturbações que impedem a normalidade do processo de aprender e que impedem o aluno de aproveitar e desenvolver suas habilidades. Estas perturbações ou distúrbios podem ser psico-neurológicas, intrínsecas ao indivíduo e que ocorrem ao longo de sua vida escolar. Podem ainda advir de fatores orgânicos emocionais associados à preguiça, cansaço, sono, tristeza e agitação (Rocha & Vasconcelos 2016).

Em relação ao ensino de Química, estas dificuldades se apresentam, pois alguns professores e alunos não compreendem os verdadeiros motivos para o estudo desta ciência sem conseguir relacionar à futura profissão a ser seguida. Uma visão crítica do mundo, podendo analisar, compreender e utilizar o conhecimento adquirido para a solução de problemas sociais, atuais e relevantes para a sociedade, como por exemplo, a questão alimentar e a questão da destinação de resíduos sólidos domésticos e urbanos não são almejados (Bueno 2018).

Como a Química relaciona-se com a transformação da natureza, os experimentos propiciam ao aluno uma compreensão mais científica desta ciência e sua relevância para a sociedade, pois alia à teoria, a área virtual e a prática, a real (Rocha & Vasconcelos 2016).

Uma das causas do desinteresse dos alunos pelas aulas de Química é a falta de atividades experimentais que possam relacionar a teoria com a prática (Farias 2009).

Outros fatores ligados às dificuldades de aprendizagem dos alunos de Química são: a) ausência de base matemática; b) complexidade de conteúdos; c) metodologia dos professores; d) déficit de atenção; e) dificuldades de interpretação e; f) ausência de experimentos (Rocha & Vasconcelos 2016).

Uma alternativa para conciliar de maneira satisfatória o ensino teórico com a experimentação é o recurso chamado de sequência didática, uma ferramenta de sistematização de etapas que devem ser executadas ao longo da aula.

Outros fatores ligados às dificuldades de aprendizagem dos alunos de Química são: a) ausência de base matemática; b) complexidade de conteúdos; c) metodologia dos professores; d) déficit de atenção; e) dificuldades de interpretação e; f) ausência de experimentos (Rocha & Vasconcelos 2016).

Uma alternativa para conciliar de maneira satisfatória o ensino teórico com a experimentação é o recurso chamado de sequência didática, uma ferramenta de sistematização de etapas que devem ser executadas ao longo da aula.

4.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO CONCEITUAL, EXPERIMENTAL E ATITUDINAL

Estes três momentos têm como objetivo trabalhar em fases que compõe a sequência didática. Entre elas: a problematização, a dialogação professor-aluno, análise comparativa entre pontos de vista diferentes, verificar as fontes de informações, a busca de informação, a elaboração de conclusões, a generalização e a aplicação.

Nas atividades iniciais, a problematização se destina a apresentar questões reais que os alunos conhecem dentro de seu contexto e que de alguma maneira se relacionam ao tema para desafiar-los a manifestar sua opinião. Desta forma proporciona-se ao aluno uma percepção de si mesmo quanto ao que ele pensa dando-lhe condições de questionar seus próprios pensamentos em relação aos problemas discutidos levando-o a aquisição de outros conhecimentos para maior compreensão do tema. Reflexões coletivas e individuais tornam a aula um momento propício para surgimento de dúvidas, problemas e questões que envolvem o assunto dado (Zabala 1998).

A fase intermediária corresponde às fontes de informações, bem como em sua busca, e na perspectiva temática, à organização do conhecimento. Uma maneira de trabalho nesta fase é dividir os alunos em grupos, orientados pelo professor, para que eles coletem e classifiquem dados usando fontes de informação apropriadas para cada questão, como pesquisas bibliográficas, observações, experiências, etc. (Delizoicov 2018).

O último momento pedagógico é chamado de: as atividades finais. Neste momento, os alunos sugerem conclusões aos problemas apresentados e, em conjunto com o professor, estabelecem a existência de possíveis padrões, como leis, modelos e princípios. Com este padrão definido, o aluno tem condições de aplicá-lo em situações semelhantes (Zabala 1998).

4.3. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A química como parte da ciência que estuda a matéria e suas transformações e as variações de energia que acompanham estas transformações representa uma parte importante de todas as ciências naturais, básicas e aplicadas. O conhecimento e entendimento do mecanismo de metabolismo das plantas, o fluxo de gases na atmosfera e as reações naturais de formação e destruição do ozônio estratosférico, a degradação de poluentes, a ação de drogas e a própria

existência a vida como conhecemos é dado de acordo com os conceitos desta ciência ao longo dos séculos XV a XX (Zan 2018).

A Química é uma ciência de natureza experimental e a sua aprendizagem sem atividades práticas torna-se difícil. Saber um punhado de nomes e de fórmulas, decorar reações e propriedades, em conseguir aduná-las com a natureza é insuficiente no estudo e compreensão desta ciência (Farias 2009).

A Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB/96 (Lei 9.394/96), fundamenta os Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCN's, como proposta para o Ensino Médio em uma perspectiva multidisciplinar e interdisciplinar. Dentro desta visão, as competências e habilidades do discente nos assuntos propostos devem ser abordadas de maneira global nos conjuntos de áreas, disciplinas e individualmente em cada disciplina.

Para o ensino de Química, os PCN's propõem, além desta interdisciplinaridade, a exploração de conceitos químicos a partir do cotidiano dos alunos desenvolvendo habilidades cognitivas pelo uso de experimentação, como análise de tabelas e gráficos, coleta, análise, classificação e interpretação de dados, relações interpessoais e trabalho em equipe. O aluno, assim, pode vivenciar situações de investigação que lhe favorece no processo de construção do conhecimento. A abordagem de fatos concretos e análise de sistemas macros vivenciados pelos alunos como ponto de partida para análise de sistema micros e possíveis formulações de leis por meio de equações matemáticas, também está proposto nos PCN's (Terci 2004).

Diante desta necessidade, estudos têm confirmado que aulas experimentais criam espaços de constante investigação que dinamiza o trabalho dos professores e aprendizado dos alunos. O ensino de disciplinas científicas deve ocorrer com experimentos. Porém, a realidade na maioria das escolas públicas é que aulas experimentais não são realizadas no Ensino Médio por falta de infraestrutura adequada (Bueno 2018).

As atividades experimentais em Química, chamadas também de aulas práticas, levam o aluno a deixar de ser um agente passivo do processo ensino-aprendizagem dando a ele a oportunidade de relacionar o que foi dito em sala de aula, ou na aula teórica, com os expostos nas experiências propostas pelo professor.

A realidade, porém, é que existe quase uma ausência completa de experimentação no ensino de Química nas escolas de ensino médio do Brasil. Dentre vários fatores que promovem esta realidade destacamos: a) falta de infraestrutura nas escolas, como um laboratório adequado e matérias que se possa usar, b) carga horária da disciplina incompatível com a quantidade de conteúdos a serem ministrados, deixando de lado o tempo que poderia ser usado para

experimentação e, c) a própria formação docente em que alguns professores ficam presos a metodologias antigas de repetição e memorização de conteúdos (Pontes & Serrão 2008).

Os experimentos fazem com que a teoria se adapte a realidade. E isto poderia ser feito em vários níveis, dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou os objetivos propostos com a atividade. Eles devem ser: a) perfeitamente visíveis, para que possam ser observadas pelos alunos; b) não explosivas, não incendiárias ou intoxicantes para a segurança dos jovens; c) precisam ser atrativas para despertarem o interesse dos mais indiferentes; d) precisam ter explicação teórica simples para que possam ser compreendidas pelos discentes e; e) de caráter demonstrativo, onde o professor realiza e os alunos apenas observam, ou de caráter participativo, onde os alunos sob supervisão do professor executam a maior parte das atividades. As aulas práticas levam os alunos a manipular objetos e idéias. Há uma interação entre colegas e professor para investigação e estudo de significados envolvidos na atividade. Além disso, deve-se ter um ambiente agradável, sem competições entre grupos, para que a troca de idéias seja beneficiada (Bueno 2018).

A experimentação, ainda, pode ser de caráter indutivo onde o aluno pode controlar variáveis e descobrir ou redescobrir relações funcionais entre elas e, pode ter um caráter dedutivo quando eles têm a oportunidade de testar o que é dito na teoria. O experimento didático deve ter um caráter investigativo. Deve ainda estimular o desenvolvimento conceitual por meio de exploração, elaboração e supervisão de idéias, comparando-as com a idéia científica pelos alunos (Farias 2009).

Estas estratégias didáticas de contextualização e realização de aulas experimentais para que os alunos possam evidenciar conceitos teóricos de Química não implica necessariamente em construir o conhecimento e aprender química (Silva Junior 2013).

Porém, os experimentos em aulas de Química podem: a) maximizar os resultados dos processos de ensino e aprendizagem; b) fomentar discussões que articulem conhecimentos teóricos e práticos melhorando o conhecimento científico em geral e o químico em particular; c) associar os conhecimentos teóricos de química com situações do cotidiano; d) considerar diálogos e problematizações que valorizem e avancem sobre as percepções iniciais dos estudantes para inseri-lo no tema mais amplo de química; e) refletir sobre os fenômenos vivenciados; f) compartilhamento de percepções em sala ou por meio de relatórios ou laudos técnicos e; g) tratar questões de segurança e atitudes responsáveis no laboratório (Zapp 2015).

A importância da realização de experimentos nas aulas de ciências, como a Química, está no fato de que, nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), desde sua criação em 1998, há uma grande ênfase nos conceitos de pH, indicador ácido e base e equilíbrio químico, assuntos estes que foram abordados em todos os exames (Farias 2009).

O sucesso no processo de ensino e aprendizagem na Química pode ser favorecido com a utilização, por exemplo, de extratos de flores e frutas que contêm antocianinas que mudam de coloração em condições específicas e que podem ser usados em aulas experimentais. O uso destes extratos apresenta potencialidade didática para ensino de importantes conceitos de Química em diversas áreas, como Físico Químico, Química Orgânica e Química Analítica e, vários autores têm aproveitado a mudança de cor em função do pH para aplicações no ensino (Zan 2018).

4.4 CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES

4.4.1 Principais conceitos de ácidos e bases

O comportamento ácido-base (CAB) é conhecido há muitos anos. Existem relatos de uso dos termos “ácido”, “sal” e “álcali” desde a idade média. Já no século XX temos as seguintes teorias para explicar o CAB: a) teoria de Arrhenius de 1887; b) teoria dos sistemas solventes de 1905; c) teoria protônica de 1923; d) teoria eletrônica de 1923; e) teoria de Lux de 1939; f) teoria de Usanovich de 1939 e; g) a teoria isonotrópica de 1954. Além disso, existem as críticas de Werner de 1895 a 1911 (Chagas 1999).

A teoria de Arrhenius foi apresentada por Svante Arrhenius em 1887. Essa teoria também é conhecida como teoria de dissociação eletrolítica e define que ácido é toda espécie química que em água produz íons H^+ e; base é definida como aquela que produz OH^- , também em água. Com estes conceitos, uma reação de neutralização seria uma reação entre estes dois íons: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \leftrightarrow H_2O_{(l)}$ (Mahan 1992).

Com esta teoria foi possível explicar diversos fenômenos e serviu de base para o desenvolvimento da Química Analítica. Além disso, ajudou no desenvolvimento da lei de ação das massas a equilíbrios químicos iônicos e a lei de diluição de Ostwald; a formulação da equação de Nernst que estuda a força eletromotriz das pilhas e as concentrações de íons; o estudo de efeito tampão; o estudo quantitativo de indicador por meio da introdução dos termos pH e pOH. Porém, duas restrições desta teoria, a presença de íons H^+ em meio aquoso, fizeram com que novas teorias pudessem ser desenvolvidas (Brady 1986).

Alfred Werner, nos períodos de 1895 a 1911, baseado em seus estudos de compostos de coordenação, interpretou o processo de neutralização como uma reação de transferência tendo como produto, espécies coordenadas. E a teoria dos sistemas solventes de E.C. Franklin, desenvolvida em 1905, generaliza os conceitos de Arrhenius a vários solventes, sendo que ácido é defendido como a espécie que faz aumentar a concentração do cátion característico do solvente e base é a que aumenta a concentração do ânion característico (Chagas 1999).

A teoria protônica proposta por T. Lowry e J. Bronsted trata as definições de ácido e base como doação (ácidos) e recepção (bases) de prótons (o íon de H^+ , considerada como núcleo de hidrogênio) (Brady 1986).

Em 1939, H.Lux, semelhante à teoria protônica, definiu ácido como um receptor de O^{2-} e base como doador. Uma reação entre um óxido ácido, como o CO_2 , por exemplo, e um óxido básico, como o CaO , por exemplo, seria uma reação de neutralização (Chagas 1999).

E, como consequência de sua teoria eletrônica para a elucidação das ligações químicas, G.N. Lewis propôs em 1923 novas definições para ácidos e bases. Para ele, ácido é toda espécie química capaz de receber par de elétrons e base é toda espécie química capaz de doar um par eletrônico. Esta teoria foi aplicada para estudo das reações orgânicas, na química de coordenação considerando diversas reações ácido-base que não eram consideradas pelas teorias anteriores (Mahan 1992).

A teoria de Usanovich, de 1939, tinha a pretensão de generalizar todas as teorias existentes. Nesta teoria, definiu-se ácido como toda a espécie que reage com base formando sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons e, base como toda espécie que reage com ácido formando sais, doando ânions ou elétrons ou combinando-se com cátions. E por último, a teoria ionotrópica que é uma generalização das teorias protônicas dos sistemas solventes e de Lux, que foi proposta em 1954 (Chagas 1999).

As teorias foram sendo desenvolvidas como generalizações da teoria anterior. Algumas delas se tornaram mais aplicáveis, devido sua fácil verificação macroscópica. As que mais se destacam são as teorias protônicas, eletrônica e de Arrhenius (Brady 1986).

4.4.2 Indicadores ácido-bases

O termo latim *indicare*, que significa “revelador”, deu origem ao termo químico indicador. O indicador químico pode ser usado para a obtenção de informações durante o avanço de uma reação. Os indicadores são capazes de mudar de coloração em função de diversos fatores físico-químicos, tais como: pH, potencial elétrico, complexação de íons metálicos e adsorção de sólidos. Podem ainda ser usados em titulações e análises qualitativas, semiquantitativas e quantitativas (Terci & Rossi 2002).

Os indicadores são pigmentos ou corantes que podem ser isolados de uma variedade de fontes, incluindo plantas, fungos e algas. Praticamente qualquer flor de cor vermelha, azul ou roxa contém uma classe de pigmentos orgânicos conhecidos como antocianina que pode mudar de cor com o pH. Os indicadores mudam de cor em um determinado estágio de reação química (Okoduwa 2015, Vallverdú - Queralt 2016).

Indicadores ácido-base naturais são substâncias orgânicas, fracamente ácidas ou fracamente básicas, encontradas em flores de plantas ou cascas de frutas que mudam de cor em função do pH da solução (Macuvele 2016, Zan 2018).

Dentre os diversos indicadores conhecidos, os indicadores ácido-base são os mais antigos. Nas décadas de 1630 e 1660 já se usava espécies vegetais para identificar substâncias ácidas. Os extratos naturais eram obtidos a partir de violetas, rosas, tornassol entre outros que eram usados na forma de solução ou impregnados em papel branco. Porém, nenhuma elucidação sobre quais substâncias eram responsáveis pelas mudanças de cor foi dada até este momento. Ainda, também, não existiam os conceitos de pH, ácidos e bases. Boyle sugeriu a primeira definição baseado em seu estudo de extratos de plantas. Para ele ácido era qualquer substância que torna vermelho o extrato de plantas. Evidentemente, este conceito se refere às plantas estudadas por ele. Assim, muitas publicações sobre o uso de extratos de plantas como indicador ficaram mais frequentes. E os extratos mais usados eram os de violeta e de tornassol (Terci & Rossi 2002).

O estudo sobre indicadores foi se aprofundando no século XVIII. Notou-se, por exemplo, que indicadores de diferentes fontes não apresentam as mesmas mudanças de cor. Em 1767, W. Lewis usou extratos de plantas como indicador em titulação pela primeira vez; na indústria, indicadores foram usados pela primeira vez em 1782 para a confirmação da reação de neutralização do ácido nítrico na fabricação de nitrato de potássio e nitrato de sódio impregnando papel com extrato de pau Brasil (Moreno 2015).

Somente na primeira metade do século XX, foi observado que as antocianinas eram responsáveis pela coloração de diversas flores e que os extratos destas flores variavam com a acidez ou basicidade do meio. Estes pigmentos tinham cor avermelhada em meio ácido, violeta em meio neutro e azul em condições alcalinas, explicando assim, as mudanças de coloração observadas nos experimentos do século XVII (Terci & Rossi 2002).

Ainda no século XX, os indicadores começaram a ser usados para medidas colorimétricas de pH como uma alternativa para determinações de acidez já que, em alguns casos, a mudança de cor de extratos não era muito perceptível e as soluções indicadoras tinham baixa durabilidade (Zan 2018).

Como, por muito tempo, os químicos utilizaram indicadores ácido-base naturais e mais tarde indicadores sintéticos sem elucidar os mecanismos responsáveis pelas mudanças de cores, levou-os ao desenvolvimento da teoria de indicadores. Coube a Wilhelm Ostwald, em 1894, a primeira tentativa de explicação. De acordo com ele, as mudanças de cores associadas ao pH são devidas à dissociação iônica das moléculas dos indicadores que podem atuar como doadores ou receptores de prótons (Moreno 2015).

A maioria dos indicadores em uso hoje são sintéticos. Um indicador sintético é substância química sintetizada no laboratório e que é usado para determinar o pH. Os mais usados são o vermelho de metila, o alaranjado de metila, a fenolftaleína, o vermelho de fenol, o amarelo de metila, o pentametoxi vermelho, o azul de bromofenol e o azul de timol. Indicadores sintéticos têm certas desvantagens, como alto custo, disponibilidade e poluição química; daí os indicadores naturais obtidos de várias partes da planta como flores, frutos e folhas sejam mais vantajosos. Além disso, alguns desses indicadores sintéticos têm efeitos tóxicos sobre os usuários, tais como diarreia, edema, hipoglicemia e pancreatite e podem resultar em cólicas abdominais, erupções cutâneas, erupções, eritema, e necrose epidérmica e causar poluição ambiental. Com base nestes efeitos perigosos de indicadores sintéticos, tem havido um crescente interesse na busca de fontes alternativas de indicadores a partir de fontes de origem vegetal. Estas alternativas de origem vegetal provavelmente são mais baratos, prontamente disponíveis, fáceis de extrair, menos tóxicos para os usuários e ambientalmente amigável (Okkoduwa 2015)

Em contraste com os corantes artificiais, cujo uso nos países desenvolvidos vem diminuindo, os corantes naturais têm menores custos de produção, maior estabilidade e capacidade tintorial (Lopes 2007).

4.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ANTOCIANINAS

As antocianinas, pigmentos da classe dos flavonóides são responsáveis pela cor azul, violeta, vermelho e rosa em flores e frutas. Elas são da classe dos indicadores visuais capazes de mudarem de cor dependendo das características físico-químicas da solução na qual estão contidos. (Terci & Rossi 2002).

Elas são responsáveis pela coloração de flores, frutas e vegetais e são chamados de agentes cromóforos e estão inseridos em três importantes classes, as porfirinas, os carotenóides e os flavonóides. Os flavonóides são subdivididos em 11 classes menores, sendo que as mais importantes são: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis e antocianinas (ACYS) (Favaro 2008).

As antocianinas fazem parte de um grande grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são responsáveis por um espectro de cores variadas que vão desde a coloração vermelha até a coloração azul em muitos vegetais. E desempenham funções como, ação antioxidante, proteção da luz, defesa e função biológica em plantas como reprodutiva, polimerização e dispersão de sementes (Lopes 2007).

Os flavonóides são compostos polienólicos. Sabe-se que existem mais de 8000 destes compostos identificados incluindo um pouco mais de 4000 flavonóides. Eles podem ser classificados como antocianinas, isoflavonas e flavonóides. Estes compostos possuem um anel

aromático com um ou mais grupos hidroxilo e suas estruturas podem variar de uma simples molécula fenólica à de uma massa molecular de polímero complexo (Ignat 2011). Os flavonóides são considerados como compostos fenólicos e são potentes antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também devido a seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de ingredientes do alimento, principalmente de lipídeos (Souza 2013).

Há um crescente interesse no uso de antocianinas em diversos segmentos, dentre os quais se destacam as indústrias de alimentos, farmacêutica e cosmética. O principal interesse nestas indústrias é a aplicação como corante em especial coloração vermelha, além de uso devido as suas propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e, de tratamento da lesão aterosclerótica (Cardoso 2011). Estes compostos flavonóides são bioativos por possuir a capacidade antioxidante e também propiciar a fotoproteção e a estabilidade das membranas celulares. Este potencial antioxidante das antocianinas pode chegar a ser duas vezes maior que outros antioxidantes disponíveis comercialmente, como a vitamina E. Para sua extração de frutas e flores usam-se soluções acidificadas de metanol, etanol, acetona, água e misturas e acetona/metanol/água (Carneiro 2014).

As antocianinas podem ser usadas na indústria de alimentos. O interesse pelos corantes de origem vegetal tem aumentado devido à exigência do consumidor quanto à qualidade dos alimentos e as ações restritivas do uso de corantes sintéticos. Em especial o suprimento de cor vermelha é posto pelas antocianinas além de que apresentam atividades anticardíogênicas, antioxidantes e antivirais (Falcão 2003).

As propriedades das antocianinas estão associadas a hábitos saudáveis de alimentação por possuírem atividade anticarcinogênicas, antioxidantes e antivirais. O consumo, por exemplo, de derivados de uva, principalmente o suco e o vinho está ligado a uma boa saúde quando o consumo per capita é considerável (Favaro 2008). Além das propriedades antioxidantes, as antocianinas são o foco de estudos para aplicação em humanos contra doenças como câncer e Alzheimer. Elas possuem efeitos terapêuticos em doenças cardiovasculares, propriedades antimicrobianas e efeitos antioxidantes (Batista 2016). Além disso, atenção tem sido dada às propriedades farmacêuticas das antocianinas, tais como a sua capacidade de inibir os radicais livres e sua capacidade de reduzir o risco de doenças cardíacas e câncer (Tonon 2010).

Comercialmente são poucas as fontes de antocianinas mesmo elas presentes em diversas plantas sendo que apenas o repolho roxo e a uva são empregados comercialmente. Estes pigmentos estão distribuídos em diversas e diferentes partes dos frutos e das flores, como por exemplo, nas uvas se concentram especialmente nas casacas. Em outros casos como frutas e hortaliças estão localizados em células próximas à superfície dissolvida na seiva das células levando a sua extração

com solventes ácidos que rompem a membrana celular do tecido e dissolvem o pigmento (Cardoso 2011).

As antocianinas são pigmentos muito instáveis ao processamento e armazenamento. Assim, a indústria de alimentos está constantemente à procura de fonte barata e mais estável desses pigmentos (Tonon 2008). O alto teor de compostos fenólicos como antocianina, ácidos fenólicos e taninos é de grande interesse devido às suas importantes propriedades biológicas e farmacológicas, incluindo atividades antioxidantes, antimutagênico, atividades anticarcinogênica, anti-inflamatória e antiproliferativa (Santos 2016). Considerando a coloração dos alimentos com pigmentos vermelhos e solúveis em, o grande grupo de antocianinas é a primeira escolha bebidas, preparados de frutas e confeitaria (Gras 2017).

Além de seu uso como pigmento natural na indústria de alimentos, eles também têm aplicações na medicina, no tratamento de diabetes, distúrbios da visão ou doenças coronarianas. Essas propriedades são devido à sua ação antioxidante como catadores de radicais livres, mas mecanismos como quelação de metais e ligação de proteínas também desempenham um papel importante. É bem conhecido que as propriedades antioxidantes do antocianinas são devido à eliminação de radicais livres por meios dos seus grupos hidroxilo (Cata 2016).

4.6 ANTOCIANINAS EM DIFERENTES GRUPOS DE FLORES E FRUTAS

As antocianinas são encontradas em muitas plantas e frutas e podem ser usados em alimentos, produtos cosméticos e farmacêuticos. Eles fornecem cores que variam entre laranja, vermelho, violeta e azul, exibindo grande potencial como corantes naturais, devido à sua baixa toxicidade (Tonon 2010).

São comumente encontradas em alimentos tradicionais, como frutas, legumes e grãos. A ingestão diária de antocianinas na dieta humana é de aproximadamente 12,5 mg / dia, estimada principalmente o consumo de frutas e verduras nos Estados Unidos Isso indica que as antocianinas são componentes importantes da dieta humana especialmente com a existência de um corpo de evidências provando seus papéis na saúde humana como antioxidante, antiinflamatório, agentes anti-diabéticos e anti-câncer (Abdel-Aala 2018).

A capacidade antioxidante dos frutos varia de acordo ao conteúdo de ácido ascórbico, flavonóides, antocianinas e outros compostos fenólicos (Rotili 2019).

A ingestão de frutas e vegetais é benéfica para a saúde e contribuir para a prevenção de doenças degenerativas. A proteção fornecida contra doenças por frutas e vegetais tem sido atribuída a vários antioxidantes fitoquímicos contidos nestes alimentos, além das bem conhecidas vitaminas C e E e carotenóides. A capacidade antioxidante pode ser largamente atribuída ao fenólico

substâncias, em especial às antocianinas. Estes compostos são solúveis em água e pertencem à classe dos flavonóides, amplamente distribuídos entre flores, frutas e vegetais, que são responsáveis pelas cores vivas, como laranja, vermelho e azul (Lima 2011).

O pioneiro no uso de experimentos, voltados ao ensino, com extratos contendo antocianinas foi Foster em 1978. Ele usou o repolho roxo como matriz para a obtenção do extrato colorido e medidas de pH. Em 1985, diversos extratos vegetais foram usados por Mebane e Rybolt para a construção de escalas de cores em função do pH. Entre eles, foram usados extratos de maçã, repolho roxo, cebola roxa, cereja, pêssigo, tomate, pêra, rabanete e nabo. O uso de extratos de uva, morango e cebola roxa para a demonstração de conceitos físicos químicos foi proposto por Curtright em 1994 e 1996. E, extrato de repolho roxo, foi usado para a determinação de acidez de diversas substâncias de uso doméstico como atividade educacional por Gouvêa em 1999. Também se podem usar extratos de jambolão, jabuticaba e uva (Terci 2004).

As antocianinas são glicosídeos de polihidroxi e derivados polimetoxi de 2-fenilbenzopirílio (flaviocação). As diferenças entre as antocianinas individuais é atribuída ao número de grupos hidroxila, a natureza e ao número de açúcar ligado à molécula, a posição deste anexo, e a natureza e número de ácidos alifáticos ou aromáticos ligado a açúcares na molécula. Além de dar cor às frutas, antocianinas mostram capacidade de agir como catadores de radicais livres e quelantes de metais (Lima 2011).

A estrutura química policíclica com quinze carbonos é a estrutura básica das antocianinas como mostrada na Figura 1 (Lopez 2000 apud Lopes 2001).

O composto B pode variar em relação ao tipo de ligantes R5, R6 e R7. E estes diferentes ligantes geram diferentes tipos de antocianinas que aparecem em variados tipos de frutas. Na Tabela 1 são apresentadas estas variações.

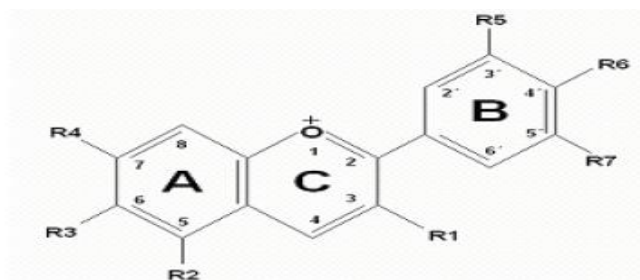
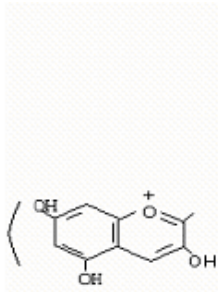
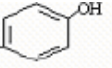
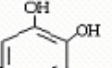
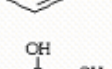
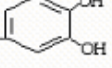
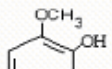
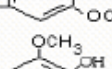



Figura 1- Estrutura química das antocianinas Fonte: López (2000 apud Lopes 2001).

Tabela 1- Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.

Estrutura do cátion <i>flavilium</i>	Estrutura do Anel B	Nome	Encontrado em
		Pelargonidina	Morango, amora vermelha.
		Cianidina	Jaboticaba, figo, ameixa, amora, repolho roxo.
		Delphinidina	Berinjela, romã e maracujá.
		Malvidina	Uva, feijão.
		Peonidina	Uva, cereja.
		Petunidina	Frutas Diversas, petúnias.
			

Fonte: Bobbio & Bobbio (1995 *apud* Lopes 2007).

Se houver a seguinte sequência de ligantes para o composto B como R5=R6= hidrogênio e R7 = hidroxila o nome da estrutura antociânica será de Pelargonidina presente no morango e amora vermelha; a estrutura cianica receberá o nome de Cianidina, se os ligantes R5=R6= hidroxila e R7=hidrogênio, e são encontrados na jaboticaba, figo, ameixa, amora e repolho roxo; se todos os ligantes do anel B forem hidroxila, a estrutura será chamada de Definidina e são encontrados na berinjela, romã e maracujá.

O uso de extratos de flores e frutas que contem antocianinas não se restringe apenas a aulas de ensino médio. As atividades experimentais didáticas com estes extratos podem ser usadas também no ensino superior permitindo explorar conceitos mais gerais da Química como equilíbrio químico, utilização dos extratos para a titulação ácido-base, obtenção de espectros de absorção UV-VIS e medidas espectrofotométricas e colorimétricas para abordagem de métodos instrumentais (Zapp 2015).

No trabalho de Favaro (2008), foram estudadas três frutas típicas brasileiras congeladas: jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*), amora (*Morus nigra*) e amora preta (*Rubus sp*), visando maximizar a quantidade de ACYS extraídas e obter extratos com maior durabilidade. As condições estudadas foram: tipo de solvente, adição de conservantes em solvente aquoso, temperaturas de extração e armazenamento, tempo de armazenamento e, para a jaboticaba, foi estudada a influência do uso da fruta inteira na extração e estabilidade dos extratos.

O trabalho de Mezaroba (2001) avaliou a concentração de antocianina (corantes naturais) presentes no suco extraído da casca de uva da variedade Isabel. No processo de extração de antocianinas foi utilizada água e condensado vegetal com dióxido de enxofre a diferentes concentrações (1200, 1500, 2000 ppm) com e sem enzima e etanol acidificado a 1 % com e sem enzima.

A otimização de procedimentos de extração, purificação, identificação, quantificação e avaliação da estabilidade das antocianinas presentes foram estudadas, por Terci (2004), nas espécies: *Morus nigra* (amora), *Syzygium cumini* (jambolão), *Myrciaria cauliflora* (jabuticaba) e *Vitis vinifera* (uva).

As flores da ervilha borboleta contêm antocianinas. As antocianinas são pigmentos de plantas, que são responsáveis pela cor violeta azul-violeta nas flores das plantas. As várias tonalidades de cor das flores são devidas a um número muito pequeno de pigmentos diferentes. A estabilidade da cor de antocianinas depende da estrutura das antocianinas, pH, temperatura, oxigênio, luz e atividade de água. A cor de antocianinas tende a vermelho em solução muito ácida e azul em solução básica (Saptanini 2015). Compostos fenólicos totais, incluindo antocianinas, foram extraídos e quantificados nas folhas de acerola, araçá, pitanga, guabiroba, goiaba e pitanga oriundas de sítios da região de Campo Mourão (Souza 2013).

Dentro de um estudo de indicadores naturais de pH, Terci & Rossi (2002), estudou extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva.

Dentre os vegetais ricos em antocianinas, o repolho roxo (*Brassica oleracea*) detém elevada concentração deste pigmento, tornando-se uma matéria prima apropriada para extração de corante natural. Porém as antocianinas degradam-se no decorrer da extração vegetal e na estocagem. Assim o trabalho feito por Schafranski (2008) teve como objetivo avaliar a extração de antocianinas a partir do repolho roxo, em diferentes pH, temperatura e solventes, além de avaliar sua estabilidade ao longo do tempo em diferentes condições de armazenamento.

Além da atividade antioxidante substâncias fenólicas ou conjugadas, como as antocianinas, podem mudar suas formas estruturais quando há uma variação no pH tornando-os interessantes como ativos. São pigmentos naturais, não tóxicos e solúveis em água que pertencem aos flavonóides e são responsáveis pelos tons vermelho, roxo e azul da planta frutas, flores e folhas (Kuren 2018).

4.7 FATORES QUE INFLUENCIAM A COR DAS ANTOCIANINAS

Encontrada na natureza, a cor é uma das principais qualidades alimentares responsáveis pelos pigmentos azuis, violetas e vermelhos das flores e frutos. Ela afeta muito seu valor estético e enfatiza a aceitabilidade de uma grande variedade de produtos alimentícios, especialmente como um pigmento natural. Em produtos naturais, a maioria dos compostos causadores de pigmentos pertence ao grupo dos flavonóides. A classificação dos tipos de flavonóides baseia-se inicialmente na análise de suas reações de solubilidade e pigmentação (Clemente & Galli 2011).

As diferentes cores exibidas pelos vegetais que contêm antocianinas dependem da influência de diversos fatores, como a presença de outros pigmentos, a presença de quelatos com cátions metálicos e o pH do fluído da célula vegetal. A propriedade das antocianinas apresentarem cores diferentes, dependendo do pH do meio em que elas se encontram, faz com que estes pigmentos possam ser utilizados como indicadores naturais de pH. As mudanças estruturais que ocorrem com a variação do pH e são responsáveis pelo aparecimento das espécies com colorações diferentes, incluindo o amarelo em meio fortemente alcalino (Terci & Rossi 2002).

Antocianinas livres raramente são encontradas nas plantas, uma vez que ocorrem com os açúcares glicosados que estabilizam a molécula. (Clemente & Galli 2011).

Em nível molecular, a coloração das soluções de ACYS sofre influência do número de hidroxilas, grupos metoxilas e glicólicos presentes na estrutura. Quanto maior o número de metoxilas, mais intensa é a cor vermelha; enquanto que mais hidroxilas e grupos glicólicos intensificam a cor azul (Favaro 2008).

A estabilidade de ACYS é influenciada por diversos fatores: temperaturas de extração e de armazenamento, exposição à luz, variações de pH e ação de agentes oxidantes. A interação destes parâmetros também pode afetar a estabilidade. Por exemplo, para extratos de jambolão, a temperatura e o tempo de armazenamento influenciam menos que 1 % na degradação de ACYS, enquanto que o efeito do pH é de 87 % (Lopes 2007).

A temperatura de extração deve ser cuidadosamente controlada, pois as ACYS são termicamente estáveis até 60°C. Por serem sensíveis ao aquecimento, altas temperaturas podem afetar a concentração de ACYS nos extratos por favorecer a extração conjunta de ácidos fenólicos e taninos, além de complexações de ACYS com proteínas, o que compromete a estabilidade dos extratos (Schmitz 2014).

A temperatura de armazenamento também é um fator que influencia na degradação de ACYS e no aparecimento de fungos nos extratos. Estudos indicam que extratos armazenados a baixas temperaturas são mais estáveis quando comparados àqueles armazenados à temperatura ambiente (Favaro 2008).

Extratos de ACYS são mais estáveis sob proteção da luz quando comparados àqueles que permaneceram expostos à luz. A radiação UV interage no extrato de maneira a facilitar reações como, por exemplo, copigmentação com outros compostos presentes alterando a estabilidade das ACYS, além de favorecer a formação de produtos de degradação oxidativa das ACYS que possuem coloração marrom (Sousa 2013).

Soluções muito ácidas na presença de agentes oxidantes favorecem a hidrólise ácida das ACYS, o que afeta a estabilidade dos extratos. Soluções muito alcalinas levam à formação irreversível da cis-chalcona ionizada, de cor amarela em solução. Além destes fatores, a influência da radiação UV e pH no equilíbrio de antocianinas também já foram estudadas (Marco 2009).

A cinética da degradação de antocianinas em polpa integral de jabuticaba e os efeitos não térmicos da passagem de correntes elétrica sobre a degradação de antocianinas foi estudado por Schmitz (2014).

Assim, as antocianinas são muito instáveis ao processamento e armazenamento, uma vez que são sensíveis a fatores como temperatura, luz, pH, oxigênio e outros (Tonon 2010)

Para monitorar a qualidade e frescura de produto embalado durante a cadeia de abastecimento, até a data de consumo, antocianinas foram utilizados para produzir indicadores colorimétricos baseados em variações de pH que podem detectar a presença de amins voláteis progressivamente formado como a comida é estragada (Kurek 2018).

4.8 ANTOCIANINAS EM POLPA DE AÇAÍ

O açaí é obtido, na região amazônica, a partir da polpa dos frutos do açazeiro (*Euterpe Oleracea Mart*) e sua polpa é um produto muito consumido nos estados do Pará e Amapá. O estado do Pará é o maior produtor nacional com uma colheita de 92 mil toneladas de frutos de acordo com dados de 2005 equivalendo a 88 % da produção nacional (Schultz 2008).

Devido ao valor nutritivo e às qualidades antioxidantes do açaí sua polpa é amplamente consumida em todo Brasil, além de ser exportado para os EUA e Alemanha nos últimos anos. (Rosso 2008).

O consumo de açaí em nível nacional sofreu um aumento significativo desde a década de 90 por conquistar o público jovem e ser um alimento exótico, altamente energético consumido junto com outras frutas, guaraná e granola. A população da região metropolitana de Belém é o maior centro consumidor do Brasil e enfrenta altas de preço do produto nos diversos pontos de venda espalhados pela cidade (Rogez 2000).

Além de ser uma fruta altamente energética, o açaí tem sido reconhecida por suas propriedades funcionais, sendo considerada importante fonte de antocianinas, com alta atividade antioxidante (Tonon 2010).

O açaí foi é considerado com maior capacidade antioxidante do que outras frutas ricas em antocianina, como mirtilos, amoras e outros. No entanto, açaí é uma fruta altamente perecível com vida útil curta (Tonon 2008).

As substâncias presentes no açaí têm propriedades terapêuticas, como efeitos antiproliferativos de células cancerígenas, efeito hipocolesterolêmico, proteção hepática, efeitos de neuroproteção e efeitos antilemodêmicos, efeitos positivos de ácidos graxos em relação à atividade microbiana patogênica e à ação neuro-protetora (Batista 2016, Hogan 2010).

Os frutos do açaí não são consumidos in natura, pois a proporção de polpa é em torno de 12 % do peso do fruto. Estes frutos passam por um processamento para a obtenção da bebida açaí, a qual não é a polpa integral do fruto. A bebida é uma emulsão obtida por atrito dos frutos, adição de água e filtração em peneiras adequadas para a retenção de borra. Dependendo da quantidade de água usada neste processo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo a Normativa 01/2000 classifica a bebida em:

- Entre 8 a 11 % de sólidos totais - açaí fino ou popular ou tipo C
- Entre 11,1 e 14 % de sólidos totais - açaí médio ou regular ou tipo B e;
- Acima de 14 % de sólidos totais - açaí grosso ou especial ou tipo A (Brasil 2000).

A polpa do açaí é obtida quando o despulpamento é feito sem adição de água e sem filtração a qual deve ter no mínimo 40 % de sólidos (Brasil 2000).

A bebida açaí é um pouco ácida que possui pH de 5,23, possui alto percentual de lipídeos, tem valor energético de 65,7 kcal/100 g do produto, possui alto percentual de gordura superior ao do leite integral de vaca, possui 59,8 % de ácidos graxos monoidratados, possui quantidades elevadas de vitamina E, o teor de açúcares é, em média, de 2,96 % da matéria seca e; rico em compostos fenólicos e antocianinas (Rogez 2000).

Araújo & Costa (2007) em seu relatório técnico científico, concluiu que o teor antociânico do extrato de açaí sofre mudanças quando este é acidificado e submetido a diferentes pHs. Pôde constatar, também, que o extrato que apresentou maior extração de antocianinas foi o acidificado com HCl, se comparado aos extratos acidificados com ácido cítrico e ácido tartárico. O extrato acidificado com ácido tartárico obteve o menor teor de antocianinas. Além disso, observou que, quanto menor o pH da amostra analisada, maior o teor de antocianinas. Logo, o extrato de açaí acidificado com HCl e em pH 2 foi o que apresentou maior teor de antocianinas em relação aos demais.

Estudos espectrofotométricos e cromatográficos foram feitos para se estudar os efeitos das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa do açaí (Albarici 2006). Cohen e colaboradores (2006) estudaram a quantificação do teor de antocianinas totais na polpa de açaí de diferentes açazeiros de frutos oriundos de progênies selecionadas do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

O uso de extratos de frutas, em especial do açaí, em bebidas isotônicas, tem sido bastante usado por agregar a bebida vantagem nutricional e atender o apelo por produtos naturais. O uso destes extratos antociânicos tem, porém, suas limitações devido à baixa estabilidade destes pigmentos (Cipriano 2011).

O extrato de açaí, a qual possui elevado teor de antocianinas que trazem benefícios à saúde, pois atuam como antioxidantes combatendo os radicais livres asseguram uma melhor circulação sanguínea e protegem o organismo contra o acúmulo de placas de gordura. As antocianinas possuem ainda capacidade de adiar as perdas de memória, da coordenação motora, perda da visão e diminuem os efeitos do mal de Alzheimer e ainda podem reduzir a probabilidade de doenças como o câncer, doenças coronárias, diabetes e tem efeitos anti-inflamatórios. Devido aos seus benefícios à saúde elas oferecem um grande potencial para substituir os corantes artificiais (Oliveira 2007).

As duas principais antocianinas identificadas no extrato aquoso, congelado e liofilizado dos frutos tipo violáceo são: cianidina-3-arabinosídeo e cianidina-3-arabinosilarabinosídeo. O teor de antocianinas totais representa 263mg/100g de casca. Estas informações indicam que os frutos do açazeiro se revestem de matéria-prima viável para a obtenção de antocianinas para uso como corante natural (Cipriano 2011).

Devido seu alto teor de antocianinas, o açaí, chama a atenção para ser utilizado como indicador de pH. As antocianinas possuem a propriedade de mudar de coloração conforme a acidez ou basicidade do meio em que se encontram, de acordo com a Figura 2. Devido a isso, ele pode ser utilizado em aulas práticas no ensino de Química para os alunos do Ensino Médio, auxiliando na aprendizagem e ajudando a identificar substâncias ácidas e básicas que são encontradas no nosso cotidiano.

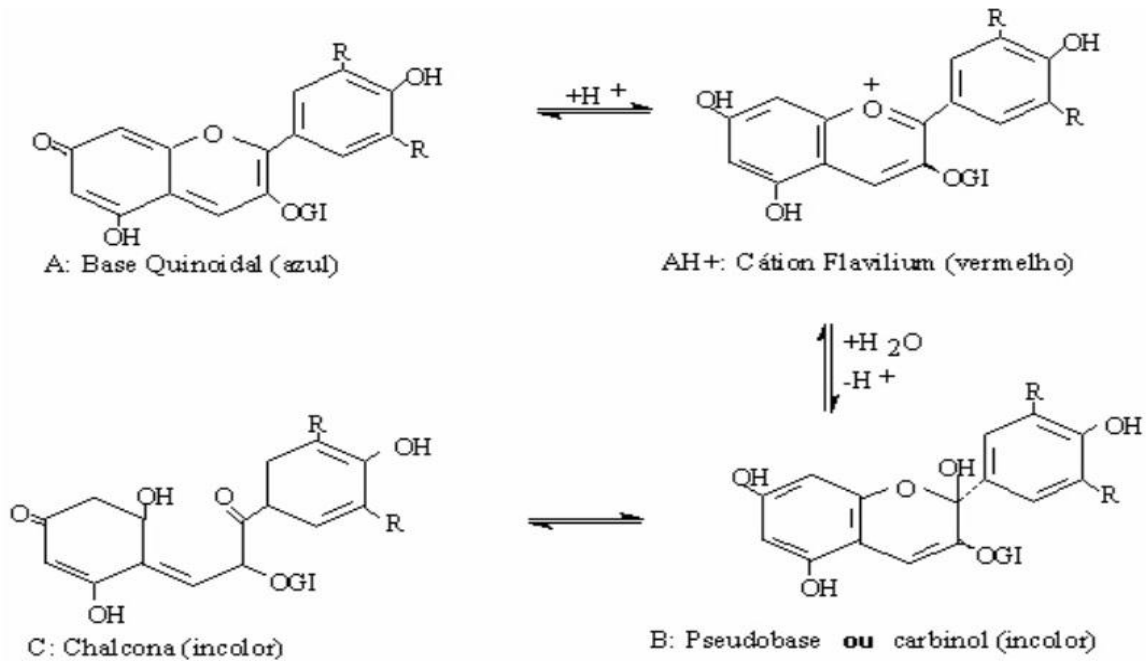


Figura 2- Reação de equilíbrio de antocianinas em solução aquosa Fonte: Ávila (2015).

4.9 O PROBLEMA DA CHUVA ÁCIDA EM ÁREAS INDUSTRIAIS

Os principais contribuintes para a produção de gases que provocam a chuva ácida, lançados na atmosfera, são as emissões dos vulcões e processos biológicos que ocorrem no solos, pântanos e oceanos. Foi possível determinar os efeitos da deposição que ocorreu nas geleiras há milhares de anos em partes remotas do globo. As principais fontes humanas destes gases são as indústrias, as usinas termoelétricas e os veículos de transporte. Os gases podem ser transportados por milhares de quilômetros na atmosfera antes de reagirem com partículas de água originando ácidos que, mais tarde, se precipitam. A precipitação ácida ocorre quando a concentração de dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO, NO₂ e N₂O₂) são suficientes para reagir com as gotas de água suspensas no ar (nuvens). Tipicamente a chuva ácida possui pH por volta de 4,5, enquanto a chuva normal tem pH de cerca de 5,6 e a água corrente tem pH 6,8 (Lopes 1996).

As áreas industriais são locais que contribuem com uma grande parcela das emissões de poluentes para a atmosfera. A exemplo de empresas petroquímicas, de química básica e intermediários, de polímeros, de química fina, de celulose, de metalurgia, de cervejaria (entre outras). Em geral, os principais componentes emitidos são: SO₂, NO_x, CO, COVs e MP (Couto 2011).

O trabalho de Couto (2011) avaliou as transformações do SO₂ e NO₂ na atmosfera da área de influência do Pólo Industrial de Camaçari. Este estudo caracterizou a atmosfera da área estudada através da deposição úmida e em relação ao SO₂, NO₂ e suas transformações na fase gasosa e particulada <2 μm. As concentrações de espécies inorgânicas foram determinadas na precipitação da

região e as contribuições para a formação da precipitação ácida foram identificadas mostrando alterações significativas. Na Figura 3 são apresentadas as principais reações entre os gases da baixa atmosfera e a formação de ácidos na chuva.

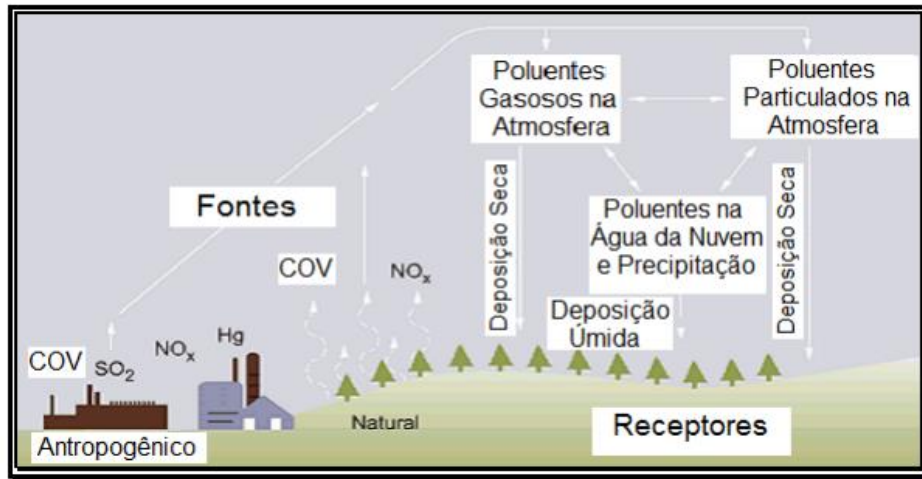


Figura 3- Esquema de deposição úmida e seca . Fonte: Couto (2011).

O aumento da atividade urbano-industrial tem levado a crescente emissão de compostos químicos na atmosfera pelo aumento no consumo de combustíveis fósseis, influenciando diretamente a característica da precipitação. Essas emissões causam acidificação ainda maior das chuvas associada a presença dos gases NO₂ e SO₂ que, na presença da radiação solar, as reações destes gases com o vapor de água presente na atmosfera ocasionam a formação de ácido nítrico e sulfúrico e como consequência diminui o pH da água de acordo com os níveis de poluição (Dias 2010).

Desta maneira, é necessária avaliação contínua da qualidade do ar na área de influência das zonas industriais e, também, nas zonas urbanas. O monitoramento contínuo dos poluentes convencionais (SO₂, NO_x, CO, O₃ e MP, para os quais os limites são estabelecidos pela resolução CONAMA 003/90), amônia, TRS, hidrocarbonetos, parâmetros meteorológicos (entre outros). Como a legislação ambiental brasileira não considera limites para poluentes secundários, oriundos, por exemplo, dos óxidos de enxofre e nitrogênio, a grande maioria das avaliações realizadas através de monitoramentos periódicos e/ou contínuos não engloba essas medidas. Considera-se, dessa forma, essencial entender a caracterização da qualidade do ar no que se refere ao conhecimento do comportamento de algumas espécies que são lançadas para a atmosfera. E, principalmente, daqueles poluentes que possuem papel relevante na geração de ácidos inorgânicos e que, conseqüentemente, contribuem para a formação da deposição ácida (Couto 2011).

4.10 O USO DO TEMA CHUVA ÁCIDA NAS AULAS DE CIÊNCIAS

O tema de chuva ácida, devido a sua multidisciplinaridade, pode ser usada como tema em aulas de ciências e de outras disciplinas. O primeiro passo para isso é analisar a concepção dos professores sobre a chuva ácida nos níveis fundamental e médio fazendo um paralelo entre conhecimento químico e o contexto proporcionado pela atividade industrial. Um estudo feito com professores em Criciúma, Santa Catarina, buscou identificar como temas ambientais, como a chuva ácida, são inseridos nas aulas e suas possíveis dificuldades que possam aparecer para esta abordagem (Coelho 2005).

Vários autores têm estudado as propriedades indicadoras de pH das antocianinas tendo em vista aplicações analíticas para o ensino de Química. Extratos de várias flores e de feijão preto foram utilizados em aula, para a determinação do ponto final em titulações de neutralização na Universidade Federal de São Carlos, enquanto o extrato de repolho roxo foi aplicado em atividades educacionais para a determinação da acidez de diversas substâncias de uso doméstico num trabalho do GEPEQ-SP. Na Universidade de Nebraska, os estudos foram feitos com o extrato de Cranberry, um fruto bastante utilizado pelos americanos para preparar um molho que acompanha o tradicional peru do Dia de Ação de Graças (Terci & Rossi 2002).

Em um trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, montou-se um instrumento didático para uma atividade experimental interativa sobre a chuva ácida. Ele considera o seu processo de formação, a partir da emissão de gases ricos em enxofre, liberados na atmosfera pelos veículos automotivos (Nascimento 2008).

O tema de chuva ácida como estratégia para o ensino de conceitos de ácido e base foi feito por meio de um experimento a ser empregado em sala de aula com emprego de enxofre puro, fósforo, enxofre e fósforo e, gás carbônico (Teixeira 2016).

4.11 A REGIÃO DO POLO INDUSTRIAL DE BARCARENA

A vila de São Francisco, pertence ao município de Barcarena-PA (Figura 4). Neste município é onde está localizada a escola estadual Acy de Jesus Barros (Figura 5).

O desenvolvimento da cidade de Barcarena está associado à instalação de grandes empresas da indústria do alumínio e de caulim, dentre as principais que formam o parque industrial. Isto gera fortes impactos socioambientais, incidência de doenças cardiorrespiratórias entre outros problemas.

A população de Barcarena, a exemplo de outros locais, por vezes, fica alheia e não percebe os danos advindos destas indústrias, também a idéia de que ocorrem avanços sociais no município é difundido, na maioria das vezes, com a propaganda de geração de emprego e melhorias para a população.

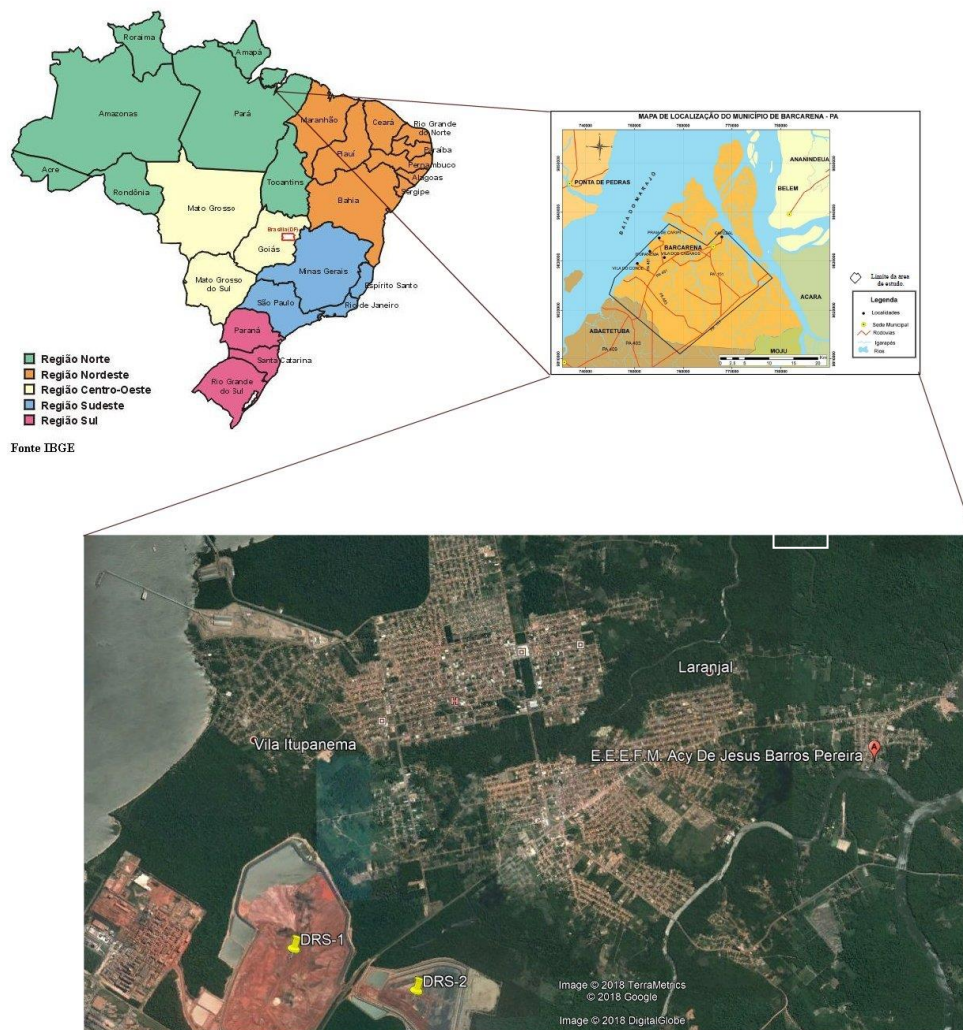


Figura 4- Mapa de localização do Município de Barcarena. Fonte: Google Earth e outras fontes



Figura 5- Fachada da EEEFM Acy de Jesus Barros Pereira. Fonte: Próprio autor

O município de Barcarena vivenciou diversas atividades que movimentaram a economia local. A agricultura tradicional, por exemplo, foi à base da economia da cidade por várias décadas.

Com a chegada dos Grandes Projetos Amazônicos, por volta de 1970, outras atividades ganharam destaque, principalmente as atividades industriais, com a instalação do complexo Albrás-Alunorte, onde a Alunorte refina a Bauxita, recebida de Paragominas por mineroduto, transformando em Alumina pelo processo Bayer (Pena 2013).

Anteriormente ao surgimento do processo Bayer, o beneficiamento da bauxita era realizado através do processo Le Chatelier, desenvolvido cerca de 30 anos antes por Louis Le Chatelier. Esse método consiste no aquecimento da bauxita com Na_2CO_3 a 1200°C , remoção dos aluminatos formados com água, precipitação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ através da ação do CO_2 e, finalmente, o $\text{Al}(\text{OH})_3$ formado é filtrado, seco e limpo. O processo Le Chatelier foi substituído pelo processo Bayer, devido à drástica redução no custo de produção da Al_2O_3 que este proporcionou. O processo Bayer é utilizado até hoje praticamente sem mudanças significativas, somente com a substituição do Na_2CO_3 pelo NaOH e pela utilização de pressão durante a digestão. O processo Bayer foi originalmente desenvolvido para atender uma demanda da indústria têxtil, que utiliza o Al_2O_3 como fixador para o tingimento do algodão. Porém, somente com a sua associação ao processo eletrolítico de obtenção do alumínio metálico, processo Hall-Heroult (1886), ganhou importância na metalurgia (Filho 2007).

O princípio fundamental do processo Hall-Heroult reside na redução da alumina dentro de cubas eletrolíticas dissolvida em banho de criolita (floureto de sódio e alumínio - Na_3AlF_6) e de flouretos de um ou mais metais mais eletropositivos que o alumínio, por exemplo, sódio potássio, ou cálcio e gera diversos gases do grupo NO_x e SO_x (Shreve & Brink Jr 1994).

A produção de alumínio chega até o Porto de Vila do Conde, responsável pelo escoamento para o mundo através do Oceano Atlântico. Paralelamente a isso e visando a redução de gastos e proveito relacionado à gestão de portos e terminais algumas empresas produtoras de cimento, adubo e de fabricação de obras de caldeiraria pesada se desenvolveram e hoje são as principais atividades (Pena 2013).

O município é um importante pólo industrial Estadual, nele são realizados processos de industrialização, beneficiamento e exportação de matéria prima e principalmente de minério de caulim, alumínio e cabos para transmissão de energia elétrica. Hoje em dia, a economia também apresenta influência do turismo e as indústrias instaladas atraem cada vez mais imigrantes. Isso proporciona um crescimento econômico do município, e na economia do Estado do Pará. Barcarena também é destaque por deter o maior porto do estado: O porto de Vila do Conde (Prefeitura de Barcarena 2013).

Infelizmente, o desenvolvimento industrial não está associado ao desenvolvimento social. Dezenas de comunidades se formaram no entorno de Vila dos Cabanos (vila projetada para abrigar

os funcionários das empresas) criando e agravando problemas de saneamentos, violência e desemprego. A comunidade de São Francisco está inserida neste contexto apesar de ser uma comunidade dita tradicional. Ela também sofre com as conseqüências boas e ruins da industrialização do município.

5 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas:

- a) A composição do produto educacional
- b) Preparação e aplicação de questionários sobre a temática de ácido-base e chuva ácida;
- c) Elaboração do kit experimental
 - Preparo do extrato alcoólico de açaí;
 - Elaboração da escala de pH com o extrato alcoólico de açaí
- d) Aplicação do kit experimental
 - Coleta de amostra de água de chuva
 - Determinação de pH de amostras de água de chuva por pHmetro e pelo extrato alcoólico de açaí
 - Aplicação do kit na escola estadual de ensino médio Acy de Jesus Barros Pereira

5.1 ELABORAÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL

5.1.1 Preparação do extrato alcoólico de açaí

A preparação do extrato de açaí foi feita de acordo com a metodologia descrita por Damasceno (2018).

O extrato de açaí foi preparado pela diluição de 100 g da polpa, vendida comercialmente, em 200 mL de etanol a 70 % (v/v). Após a diluição total, o suco foi filtrado e estocado em frasco de polietileno branco opaco a aproximadamente 14 °C em geladeira. Os resíduos sólidos foram descartados.

Toda a preparação do extrato de açaí foi feita com materiais que não se encontra no laboratório, isto é, são materiais de uso doméstico. Usou-se, por exemplo, um vaso de vidro retangular para se fazer a mistura do açaí com álcool 70 % (v/v) e um vasilhame de vidro adquirido em supermercado adaptado com papel de filtro de café tamanho 103 comercial e uma liga para se fazer a filtração como mostrado na Figura 6.

Optou-se pelo uso de materiais de fácil aquisição para dar aos alunos a possibilidade de fazerem o experimento em sua própria casa. Os extratos filtrados foram colocados em pequenos frascos conta gotas.



Figura 6- Filtração do extrato de açaí com materiais de uso doméstico. Fonte: O autor

5.1.2 Elaboração da escala de pH do extrato alcoólico de açaí

A elaboração da escala de pH foi feita de acordo com a metodologia descrita por Rubinger, (2012) e Damasceno (2018). As soluções padrão desta escala foram feitas com reagentes P.A de laboratório.

5.1.2.1 Preparação de soluções de HCl para pH de valores de 1 até 6

a) Preparação de 100 mL solução estoque de HCl 1,0 mol/L

- Transferiu-se, em capela, para um copo de Becker um pequeno volume de HCl concentrado da marca Synth (37 % p/p; 1,19 g/mL)
- Mediu-se 8,3 mL do ácido com uma pipeta graduada de 10 mL
- Transferiu-se este volume de ácido concentrado para um balão volumétrico de 100 mL em que já havia um pouco de água deionizada e completou-se o volume com água.

b) Preparação dos padrões de 10^{-1} mol/L a 10^{-6} mol/L de HCL

Para o padrão de 10^{-1} mol/L:

- Mediu-se 2,5 mL da solução estoque de HCl 1 mol/L com pipeta graduada de 5 mL
- Transferiu-se para balão volumétrico de 25 mL
- Completou-se o volume com água deionizada.

Para a solução de HCl 10^{-2} mol/L foi obtido com o mesmo procedimento, mas a partir de 2,5 mL da solução 10^{-1} mol/L.

Dessa forma, com diluições sucessivas, obtiveram-se alíquotas de 25 mL de soluções 10^{-3} mol/L até 10^{-6} mol/L.

Rotulou-se as soluções com os valores de pH de 0 (solução estoque de HCl 1,0 mol/L) a 6 (com as respectivas soluções). Para pH sete usou-se água deionizada.

5.1.2.2 Preparação de soluções de NaOH para pH de valores de 8 até 14

a) Preparação de 100 mL solução estoque de NaOH 1,0 mol/L

- Pesou-se 4,0 gramas de NaOH em copo de Becker usando balança analítica.
- Dissolveu-se a massa da base com a adição em água deionizada
- Transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL e;
- Completou-se o volume com água destilada.

b) Preparação dos padrões de 10^{-8} mol/L a 10^{-14} mol/L de NaOH

Para o padrão de 10^{-13} mol/L:

- Mediu-se 2,5 mL da solução estoque de NaOH 1 mol/L com pipeta graduada de 5 mL
- Transferiu-se para balão volumétrico de 25 mL
- Completou-se o volume com água deionizada.

Para a solução de NaOH 10^{-12} mol/L foi obtido com o mesmo procedimento, mas a partir de 2,5 mL da solução 10^{-13} mol/L.

Dessa forma, com diluições sucessivas, obteve-se alíquotas de 25 mL de soluções 10^{-11} mol/L até 10^{-8} mol/L mol/L.

Rotulou-se as soluções com os valores de pH de 14 (solução estoque de NaOH 1,0 mol/L) a 8 (com as respectivas soluções).

5.1.2.3 Aplicação do extrato alcoólico de açaí

Para a aplicação do extrato alcoólico de açaí e obtenção do espectro colorido foram feitos os seguintes passos:

a) Estoque das soluções padrão

As soluções padrão de HCl e NaOH, após terem seus valores de pH confirmados em pHmetro, foram colocadas em pequenos frascos de 100 mL e colocados sob refrigeração até serem usadas. Estas soluções foram levadas para serem usados em casa junto com tubos de ensaio e grade de tubos de ensaio. Este material é mostrado na Figura 7.



Figura 7- Frascos com soluções para a escala de pH e kit de tubos de ensaio. Fonte: O autor

b) Formação do espectro colorido

Os tubos de ensaio foram colocados, devidamente identificados, em uma plataforma de isopor para melhor visualização do espectro de cores da escala como mostrado na Figura 8.

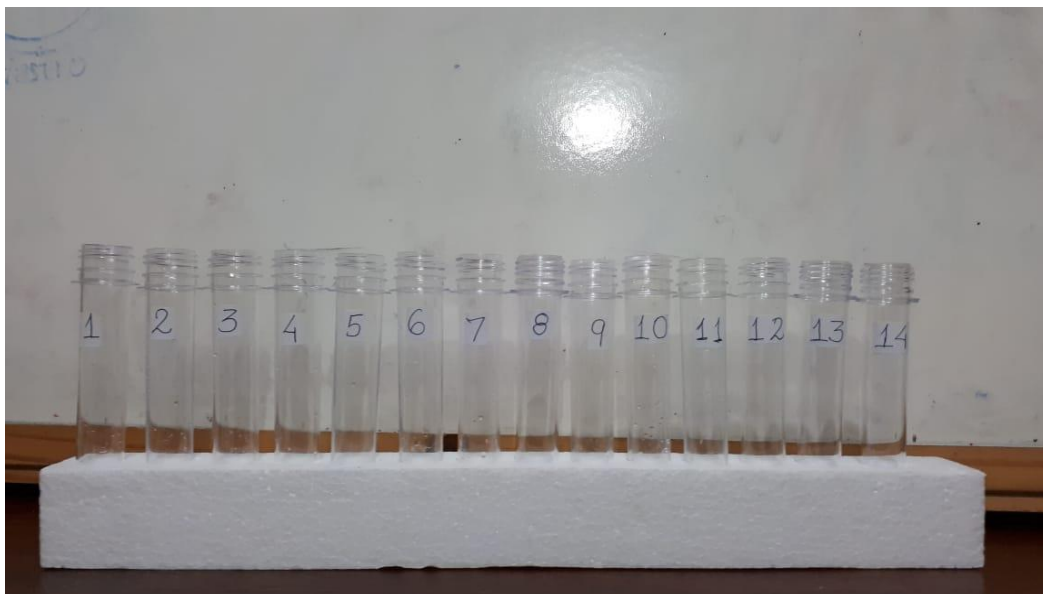


Figura 8- Tubos de ensaio em plataforma de isopor. Fonte: O autor.

Para cada tubo de ensaio foi colocado uma pequena quantidade de solução padrão de pH respectivo ao da identificação. E em cada tubo de ensaio foi adicionado 10 gotas de extrato alcoólico de açaí previamente feito para se obter o espectro de cores, como mostrado na Figura 9.

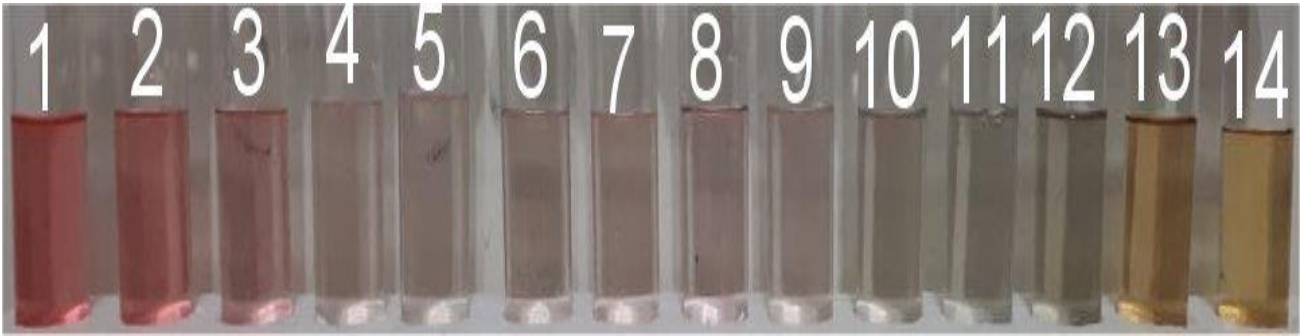


Figura 9- Mini Escala de pH com extrato alcoólico de açaí. Fonte: O autor.

5.1.3 O kit experimental

O Kit experimental desenvolvido pode ser usado por alunos da escola ou qualquer pessoa da comunidade para determinar o pH de amostras de água de chuva e de materiais diversos.

Na Figura 10 é apresentado o kit experimental formado por:

- a) Uma mini escala de pH do extrato alcoólico de açaí,
- b) Um frasco de 100 mL do referido extrato.



Figura 10 - Kit experimental. Fonte: O autor.

5.2. A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Em uma sala de aula o professor se depara com alunos diversificados quanto aos aspectos culturais, familiares, religiosos, conceituais e de interesses. E para atender este público, o docente precisa, além de recursos tradicionais como livro didático, quadro e giz (pincel), ele precisa de

materiais instrucionais que contribuem com novas idéias de abordagem de temas ou conteúdos (Delizoicov 2018).

O produto educacional (Anexo 1) é constituído, além de capa, sumário e referências, das seguintes seções:

1. Subsídio teórico:

- a) Apresenta o fato de que o ensino de ácidos e bases está voltado para um contexto de memorização de conteúdos sem conexão com a realidade. Esta sessão ainda apresenta como proposta que as atividades experimentais são necessárias para melhorar o ensino;
- b) O estudo de ácidos e bases e indicadores naturais abordam os conceitos gerais sobre o tema e a possibilidade de uso de produtos naturais acessíveis aos alunos para a criação de indicadores;
- c) O tema apresentado sobre o extrato alcoólico de açaí como indicador ácido e base mostra como materiais do dia-a-dia do discente, pode ser usado para fazer ciência;
- d) A poluição ambiental, em especial da atmosfera por gases gerados nas indústrias e nas cidades são abordados no assunto de atividade urbano industrial como introdução para se tratar do assunto de chuva ácida;
- e) O tema da chuva ácida como aplicação dos conceitos teóricos de ácido e bases e indicadores são apresentados também;
- f) O estudo de caso e aplicação de indicadores naturais ácido base para o pólo industrial de Barcarena é apresentado e;
- g) A maneira sistemática da apresentação do conteúdo usando recursos experimentais é apresentado no produto, a sequência didática

2. Construção do kit experimental:

Esta sessão apresenta os passos para a elaboração do indicador ácido base de extrato alcoólico de açaí e a montagem do kit experimental composto por: um frasco conta gotas do extrato alcoólico de açaí e uma mini escala de pH para a comparação de cores.

3. Coleta de amostras de água de chuva:

Apresenta uma maneira de coleta de água de chuva em espaço aberto sem contato com nada que possa contaminar a amostra.

4. Plano de aula: composto pelo conteúdo programático, recursos didáticos e a metodologia.

5. Roteiro de prática: traz o material que será necessário para o experimento, como fazer a coleta de amostras, o procedimento experimental, o resultado experimental e os exercícios para avaliação.

5.3 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SOBRE A TEMÁTICA DE ÁCIDOS E BASES E CHUVA ÁCIDA

Foi elaborado um questionário de 7 questões de múltipla escolha do tipo sim e não abordando a temática de ácidos e bases e chuva ácida com 40 alunos do 1º ano do ensino médio (Anexo 2).

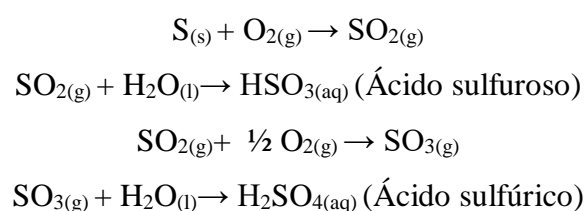
5.4. APLICAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO

5.4.1. Aplicação do Manual Didático na Escola

A escola escolhida para a aplicação do Manual Didático foi a Escola Estadual de Ensino Médio Acy de Jesus de Barros Pereira, localizada na vila de São Francisco, Barcarena-PA com alunos do 1º ano do ensino médio cuja localização é mostrada na Figura 13 abaixo por ser a escola que a autora leciona desde 2007. A turma tinha 40 alunos que foram divididos em 8 grupos de 5 alunos.

Foi ministrada uma breve aula teórica sobre ácidos e bases e uma aula experimental de produção de chuva ácida. A produção de chuva ácida foi feita usando-se um frasco de vidro com tampa. Dentro do frasco foi colocada água com gotas de amônia comercial vendidas em supermercados e farmácias, e gotas do extrato alcoólico de açaí. Foi produzida uma chama com palito de fósforo; o palito aceso foi introduzido no frasco a qual foi rapidamente fechado com tampa. Os gases do palito de fósforo contido no frasco produziram ácidos que foram evidenciados pela mudança de coloração da solução.

Na experiência, os ácidos foram produzidos já que o dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio do ar e se transformar no trióxido de enxofre, que se dissolve na água da chuva tornando-se ácido sulfúrico (Brady 1986).



Os 60 minutos restantes foram usados para a simulação da chuva ácida. Foi adicionado em um frasco água da torneira e gotas do extrato do açaí sendo acidificado o sistema com a chama de um palito de fósforo. A tampa do frasco foi imediatamente fechada. A interação entre a fumaça retida no frasco fechado e a água do recipiente produziu certa acidificação da água verificada pela mudança de coloração do sistema. Como mostra a Figura 23 abaixo, a solução foi de incolor para vermelho evidenciando a presença ácida.

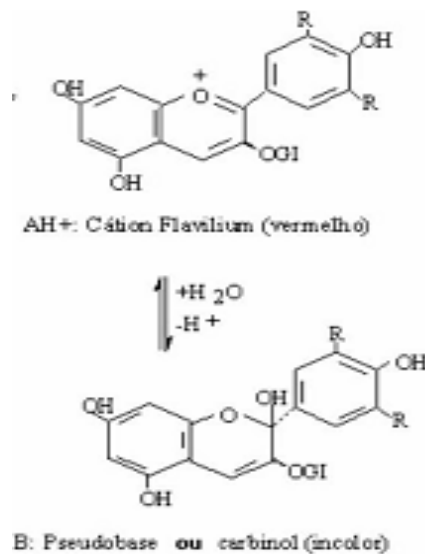


Figura 11- Reação de equilíbrio de antocianinas em solução aquosa e mudança de coloração em meio ácido.
Fonte: Ávila (2015).

O estudo de escala de pH foi feito com os mesmos grupos definidos anteriormente. Foi-lhes entregue uma figura de escala de pH de extrato de açaí previamente preparada a qual aplicou-se para a determinação de acidez de 8 amostras de água de chuva. Esta escala foi aplicada pelos alunos usando-a para a determinação de acidez de água de chuva.

5.4.2 Coleta de amostras de água de chuva

O coletor de amostras de água de chuva ficou em um local a céu aberto totalmente livre de qualquer impedimento para que a água fosse coletada diretamente ao cair. Segundo o trabalho de Tamiosso (2007), existem diferenças nas propriedades físico-químicas e microbiológicas quando as amostras são coletadas diretamente, diferentes daquelas que são coletadas do telhado.

O coletor foi construído de materiais simples. Cortou-se o fundo de uma garrafa plástica de 5 litros de água mineral e colocada de maneira invertida em um balde comercial e ambos sustentados por uma banquetta de plástico, conforme mostra a Figura 12.

Com este dispositivo foram coletadas oito amostras de água de chuva, as quais foram armazenadas em garrafas de água mineral e posteriormente guardadas em geladeira, até a determinação do pH.



Figura 12- Coletor para amostras de água de chuva e amostra de água de chuva
Fonte: O autor.

5.4.3 Determinação de pH de amostras de água de chuva

a) Determinação por meio comparativo com a escala de pH de extrato de açaí.

- Mediu-se 5 mL de amostra de água de chuva com seringa de injeção;
- Colocou-se em copo de Becker de 10 ml de polietileno.
- Adicionou-se 7 gotas de extrato alcoólico de açaí.

A cor da solução resultante foi comparada com a cor da escala de pH feita com o extrato de açaí como mostrada na Figura 13.

b) Determinação por meio de pHmetro.

Amostras de 30 mL a 40 mL de água de chuva coletadas foram colocadas em um copo de Becker e o pH foi determinado em um pHmetro devidamente calibrado. Esta medida foi feita no laboratório de Química Analítica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

(IFPA), campus Belém, conforme Figura 14 abaixo para a confirmação dos resultados obtidos pela mini escala de pH do extrato alcoólico de açaí.

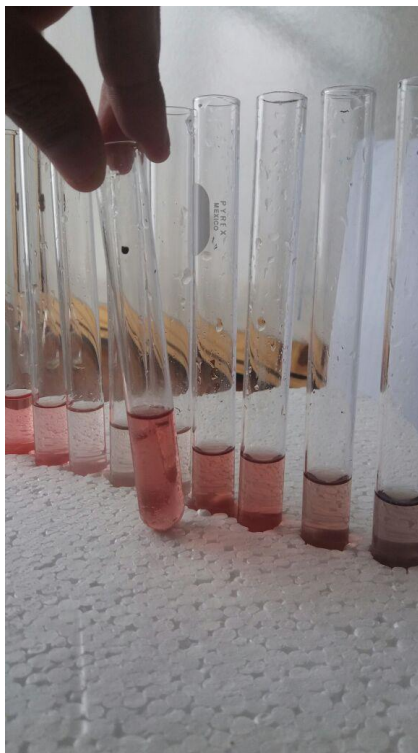


Figura 13- Determinação por meio comparativo com a escala de pH de extrato de açaí.
Fonte: O autor.

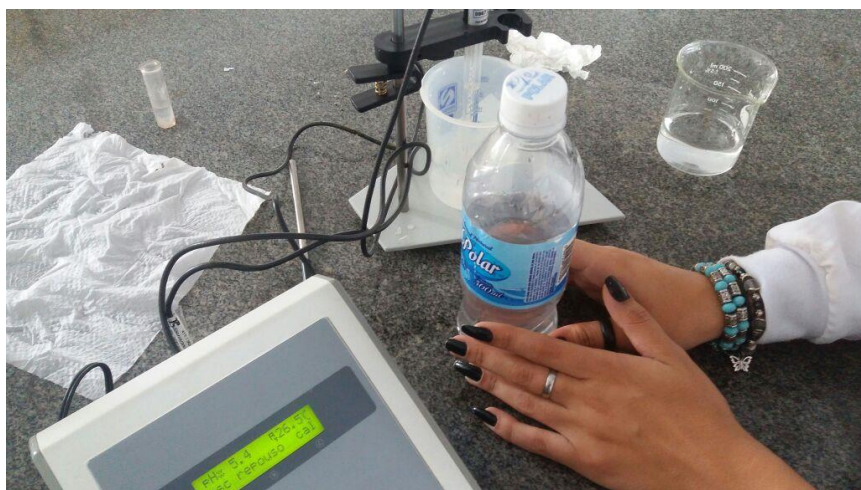


Figura 14- Determinação por meio de pHmetro feito no IFPA-Campus Belém
Fonte: O autor.

6 RESULTADOS

6.1 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO NA ESCOLA ACY DE JESUS BARROS PEREIRA BARCARENA-PA

Na primeira semana de aplicação do Manual Didático foi usado um tempo de 3 (três) aulas de 40 minutos para as seguintes atividades:

a) Aplicação de teste diagnóstico

Este teste foi aplicado na primeira aula de 40 minutos para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema de chuva ácida.

Na Figura 15 são apresentadas as respostas dos alunos para a pergunta 1 do questionário.

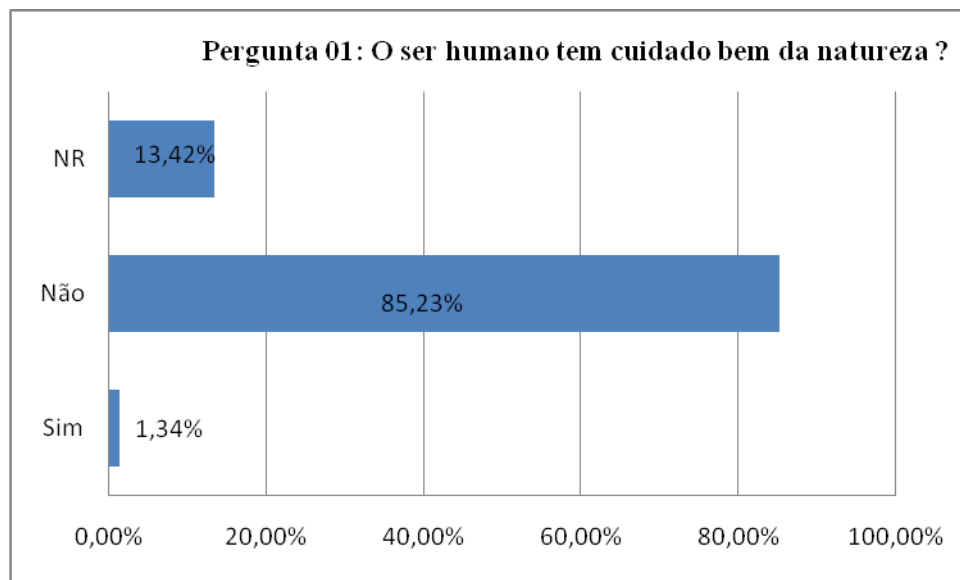


Figura 15- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 1 do questionário.

É observado na Figura 15 que dos 40 alunos entrevistados, 85,23 % acreditam que o ser humano não tem cuidado bem do meio ambiente e apenas 1,34 % diz o contrário. Uma pequena parcela dos entrevistados, 13,42 %, não responderam (NR) a questão levantada.

Por meio desta primeira pergunta detectou-se uma percepção a respeito de ação do homem, de maneira negativa, nos mecanismos sensíveis do meio ambiente.

Com a segunda pergunta, buscou-se detectar quais os possíveis agentes das alterações no meio ambiente. De acordo com a Figura 16, percebe-se que para 42,28 % dos entrevistados, as alterações na natureza são causadas por ações do homem (PAH); para 39,59 %, estas alterações

são causadas pelas indústrias (IND); para 2,68 %, os causadores de alterações são os fenômenos naturais (FN). Não responderam (NR) a pergunta 15,43 % dos entrevistados.

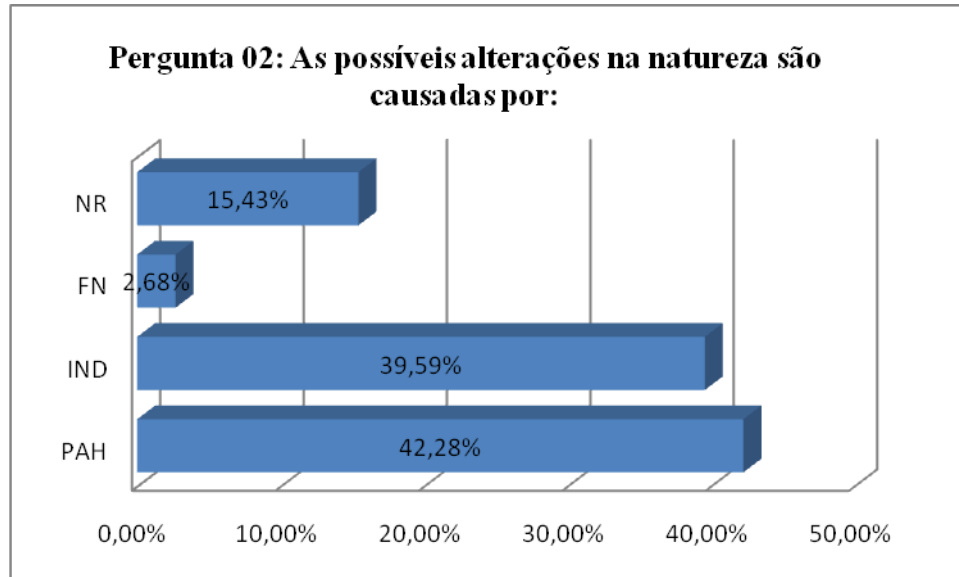


Figura 16- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 2 do questionário.

As ações do homem, ou ações antropogênicas, que afetam a natureza são consideradas mais atuantes de que as atividades industriais para os entrevistados. No pensamento deles, as ações do homem, podem ser de um aspecto diferente do que ocorre na indústria. E os fenômenos naturais também têm sua parcela significativa em alterar a natureza.

De acordo com a Figura 17, 81,88 % dos entrevistados responderam “sim” quando foram indagados se acreditavam que as indústrias na sua cidade poderiam estar trazendo algum dano ao meio ambiente; 4,02 % não acreditam em dano proveniente das indústrias localizadas na cidade e 14,09 % não responderam (NR) a pergunta.

Devido à presença significativa da atividade industrial na economia e rotina da cidade e, casos antigos e atuais de acidentes ambientais (G1 Pará 2018), os alunos conseguem facilmente associar possíveis danos ao meio ambiente com as atividades das indústrias instaladas no município de Barcarena.

Na Figura 18, podemos observar os resultados da pergunta sobre chuva ácida. Dos entrevistados, 53,02 % não sabem o que é ou não sabem definir o termo chuva ácida (fato verificado antes da ministração da aula sobre o tema). A definição de chuva ácida é possível ser feita para 33,55 %. E 13,42 % não responderam (NR) a pergunta.

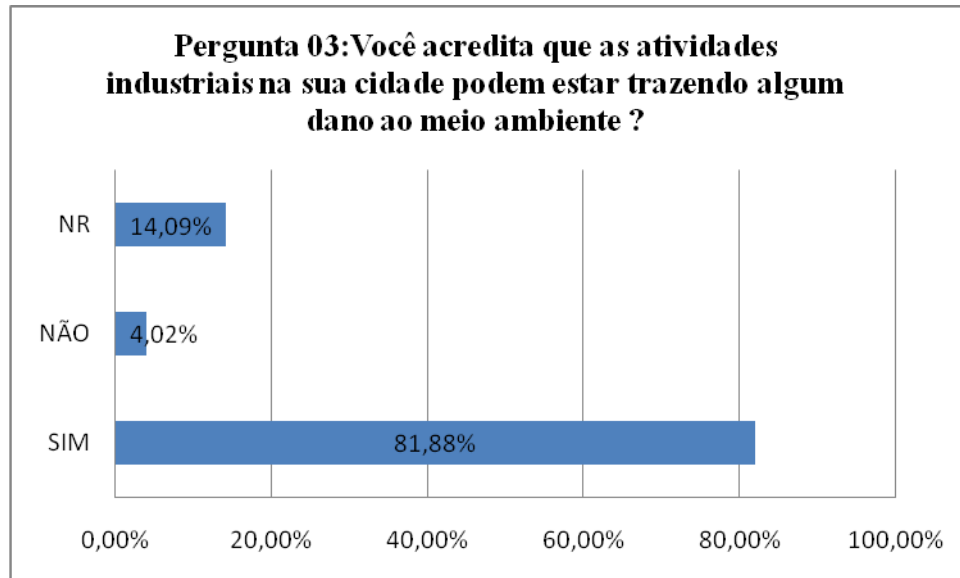


Figura 17- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 3 do questionário.

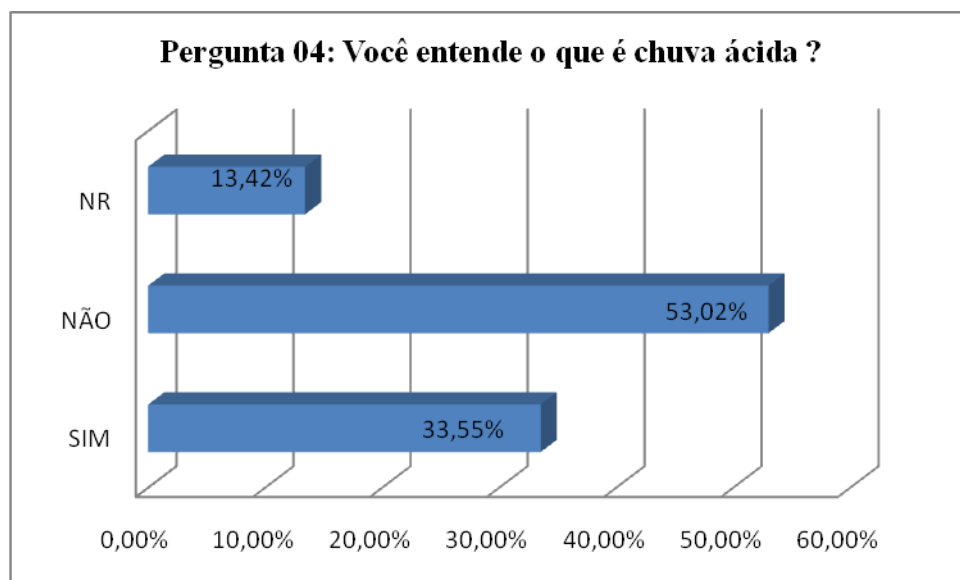


Figura 18- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 4 do questionário.

Apesar da maioria dos entrevistados considerarem que as indústrias locais causam dano ao meio ambiente, como foi abordado na pergunta 3, grande parte não sabe indicar quais são esses danos, como por exemplo, a chuva ácida e seus efeitos na natureza.

Provavelmente temas ambientais como este não foram abordados no ensino fundamental II de onde vieram estes alunos. Segundo Teixeira (2016), o tema de chuva ácida já pode ser introduzido no 9º ano do ensino fundamental nas aulas de química e nas séries menores, abaixo do 9º ano, nas aulas de ciências ou geografia.

Uma pergunta sobre a possível ocorrência de chuva ácida na comunidade a qual os entrevistados residem e suas respostas são mostrados na Figura 19. Esta pergunta foi feita para aqueles indivíduos que responderam positivamente se sabiam o que é chuva ácida, da pergunta 4.

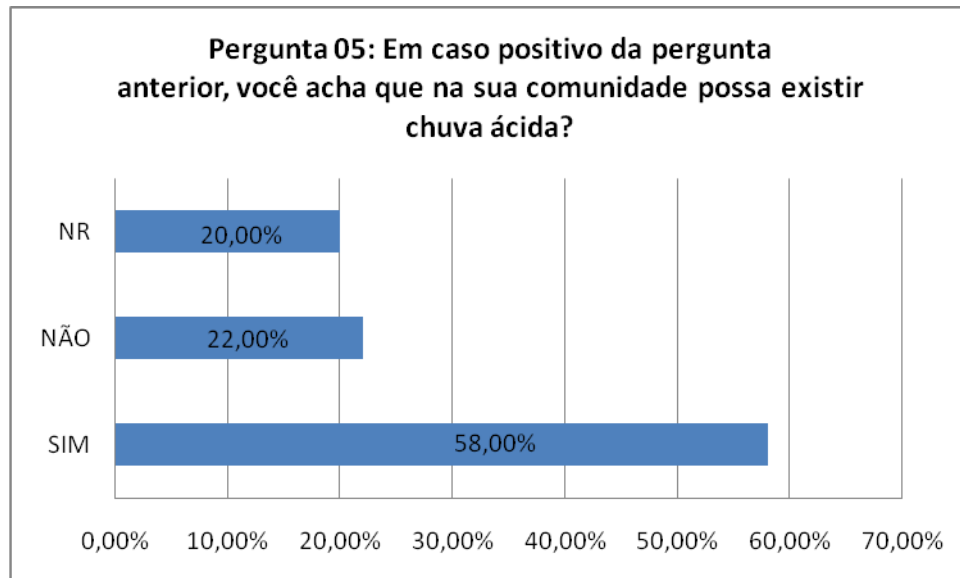


Figura 19- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 5 do questionário.

A grande maioria dos entrevistados, 58,00 %, e que afirmam saber o que é chuva ácida, acreditam que este fenômeno natural é intensificado e se apresenta em sua comunidade. Uma porcentagem significativa de 22,00 % acreditam na não ocorrência de chuva ácida em sua localidade. Uma porcentagem de 20,00 % não responderam (NR) a pergunta (Figura 19). Nascimento (2008), em seu trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, afirma que atividade experimental sobre chuva ácida, além de definir o próprio termo, também pode se estudar as causas deste fenômeno.

Em resposta à pergunta 5, possivelmente os entrevistados, associaram a intensa atividade industrial na região e a grande quantidade de efluentes gasosos à formação mais intensa de chuva ácida. Dos entrevistados, 58 % responderam positivamente à respeito da possibilidade da existência de chuva ácida em sua comunidade. Acidentes ambientais, como ocorridos este ano na região (G1 Pará, 2018), já dão um sinal de alerta para a população fazendo com que as atividades industriais e mudanças no meio ambiente tenham uma relação direta para eles.

Uma investigação ou estudo sobre a possível ocorrência de chuva ácida se faz necessária para 76,51 % dos 40 entrevistados. Apenas 8,05 % acreditam que não existe necessidade desta investigação e, 15,43 % não responderam (NR) a pergunta (Figura 20). O tema tem uma relevância social para Coelho (2005). Para este autor, os efeitos sociais que as mudanças de acidez

da água de chuva não são muito conhecidas mas, são significativos, quando percebe-se que a água de rios tiveram alguma mudança e que tem possível relação com a presença ou não de peixes.

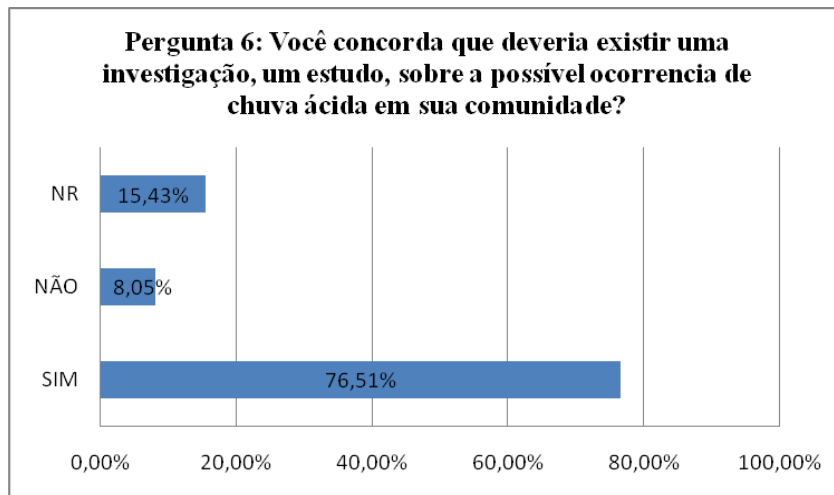


Figura 20- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 6 do questionário.

Uma preocupação ambiental e, em especial com a sua própria saúde, possivelmente, faz com que 76,51 % dos entrevistados, que incluem uma parcela daquelas que não conseguem definir chuva ácida, queiram que uma investigação seja feita sobre a intensificação ou não da acidez de água de chuva em sua comunidade, como mostra a Figura 20.

A pergunta 7 trata da forma de divulgação dos resultados de um estudo que poderia ser feito para a medida sistemática da acidez de amostras de água de chuva coletadas na comunidade. E as respostas dos entrevistados são mostradas de maneira percentual na Figura 21.

Para 55,03 % dos entrevistados, a melhor maneira de divulgação de resultados foi a palestra, seguida de cartaz (12,08 %) e de panfleto (10,73 %). Cartilha (1,34 %) e cartum (0,675 %) foram os meios de divulgação menos votados. Para os alunos, a maneira tradicional de fazer palestra informativa a respeito dos resultados, chamando toda a comunidade para participar ainda é o meio mais usado. Novas tecnologias de informação possuem ainda um certo grau de resistência para serem implementadas.

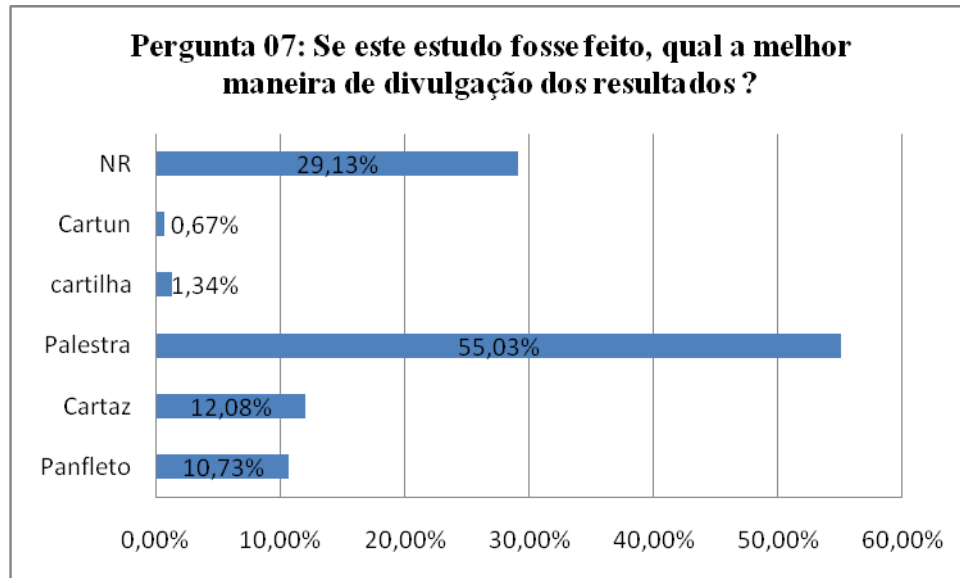


Figura 21- Respostas percentuais dos 40 alunos da 1ª série do ensino médio sobre pergunta 7 do questionário.

b) Aula teórica sobre ácidos e bases e chuva ácida e aula experimental.

A turma do 1º ano do ensino médio possuía 40 alunos. Eles foram divididos em 8 grupos de 5 alunos. Após a aula teórica, os grupos fizeram uma atividade experimental. Por meio de frascos de vidro adquiridos no comércio de Belém, usando-se palito de fósforo e água no frasco, foi simulada produção da chuva ácida. Na solução do frasco foram colocadas gotas de extrato alcoólico de açaí e verificado a cor obtida comparando-o com a escala feita previamente e impressa para se obter o pH de maneira comparativa. A Figura 22 mostra a participação destes alunos.

Os alunos envolvidos e que participaram deste projeto gostaram das atividades propostas e pediram que este tipo de atividade fosse executado com mais frequência nas aulas normais de química. Para Rocha & Vasconcelos (2016), este tipo de reação é de se esperar, pois as atividades experimentais são um ótimo facilitador para ultrapassar as dificuldades de ensino da química. E para Pontes & Serrão (2008), este tipo de aula é um instrumento de motivação para os alunos.

O tempo gasto foi de duas aulas de 40 minutos, dando um total de 80 minutos de atividades. A apresentação teórica sobre chuva ácida teve um tempo de duração de 40 minutos e foi usada como recurso didático uma apresentação em Power point usando computador e datashow.



Figura 22- Participação de alunos na prática sobre chuva ácida e extrato alcoólico de açaí.
Fonte: O autor.

Ao final foi solicitado que cada grupo trouxesse 5 (cinco) substâncias líquidas, preferencialmente incolores e de uso domésticos a serem analisados.

Na segunda semana de atividade foi feito a determinação de acidez de materiais domésticos usando o kit experimental. A Figura 23 mostra esta nova etapa.



Figura 23- Participação de alunos na aula prática de determinação de acidez de materiais domésticos com o kit experimental. Fonte: O autor.

O tempo foi dividido em três aulas de 40 minutos, dando um total de 120 minutos de atividades. A aula teórica ocorreu de forma expositiva usando quadro e pincel e teve a duração de aproximadamente 40 minutos. Foram abordados os conceitos de ácido-base e indicadores naturais.

A aula prática ou experimental levou o tempo restante, ou seja, aproximadamente 80 minutos. Usou-se o extrato de açaí e a sua escala de pH para a verificação de acidez de materiais

de uso doméstico como vinagre, detergente, desinfetante, água sanitária, sucos de limão e água da torneira.

O grupo de alunos, de forma unânime, gostou das atividades propostas e também solicitaram que fossem usadas com mais frequência nas aulas de química. Farias (2009), em seu estudo, relatou a importância das atividades experimentais no ensino de química. Para ele, a reação dos alunos, sempre é positiva.

Foi solicitado de cada grupo uma amostra de água de chuva para a determinação de acidez na semana seguinte.

c) Atividade experimental de determinação de acidez de água de chuva.

Na terceira semana, novamente tivemos 3 (três) aulas de 40 minutos. Nestas aulas foi verificado o pH de água de chuva coletada por cada grupo usando o kit experimental. Comparou-se os resultados de acidez de água de chuva com valores pesquisados na internet.

Nas Figuras 24 e 25 são apresentadas estas atividades.



Figura 24- Participação de alunos na aula prática sobre chuva ácida e extrato alcoólico de açai.
Fonte: O autor.

Os resultados de pH das oito amostras de água de chuva são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2- Resultado de pH de amostras de água de chuva.

Amostra/Data de coleta	pH pela escala de extrato do açaí	pH pelo pHmetro
1 (20/03)	4-5	5,4
2 (22/03)	5-6	5,6
3 (26/03)	5-6	5,7
4 (27/03)	5-6	5,6
5 (28/03)	5-6	5,3
6 (03/04)	4-5	5,8
7 (04/04)	4-5	4,9
8 (05/04)	5-6	5,6

Estes resultados não são de monitoramento de acidez de água de chuva no município de Barcarena-PA. Para se fazer um estudo ou monitoramento deve-se fazer coletas de amostras de pelo menos 6 meses para se ter um diagnóstico mais confiável.

De maneira comparativa verifica-se que o pH de água de chuva determinado por um pHmetro e por meio da escala de pH do extrato alcoólico de açaí mostrando sua aplicabilidade em aulas práticas de conteúdo de ácidos e bases.



Figura 25- Participação de alunos na aula prática sobre chuva ácida e extrato alcoólico de açaí. Fonte: O autor.

Os resultados da escala de pH de extrato de açaí são mostrados como um intervalo, pois as amostras de água de chuva apresentaram cores intermediárias às cores de pH próximos na escala. Pode-se perceber que os valores de pH para ambos os métodos são semelhantes e o método comparativo usando escala de pH de extrato de açaí dá resultados satisfatórios. Estes resultados confirmam o trabalho de Terci (2004). Este autor apresenta em sua tese as aplicações didáticas das antocianinas extraídas de frutas.

d) Aplicação de questionário avaliativo.

Ao fim da terceira semana de atividades, logo em seguida à determinação de acidez de água de chuva usando o kit experimental, foi aplicado um questionário avaliativo a fim de verificar a aprendizagem dos alunos no tema proposto.

Cada grupo respondeu a um questionário. A primeira pergunta foi: “O que você entende por chuva ácida?” As respostas foram as seguintes:

Os grupos 1 e 2: *“acontece uma mudança no estado da água devido às variações climáticas”*.

Do grupo 3: *“causada pela poluição de fábricas e indústrias”*.

Do grupo 4: *“é uma chuva que faz mal á saúde”*.

Do grupo 5: *“é um fenômeno prejudicial á saúde”*.

Do grupo 6: *“é causada por poluição no meio ambiente”*.

Do grupo 7: *“é uma mudança que acontece na atmosfera”*.

Do grupo 8: *“é uma coisa que faz mal à saúde”*.

Percebe-se pelas respostas dos grupos que o conceito de chuva ácida está muito próximo da realidade segundo o que diz Dias (2010). Para a pergunta 4 do questionário diagnóstico, que trata do entendimento do que seja a chuva ácida e onde a maior parte respondeu negativamente, percebe-se que houve uma melhora no entendimento dos alunos após a aula.

A segunda pergunta foi: “Por que a água do experimento se tornou ácida /?”. As respostas dos grupos foram:

Os grupos 1 e 2: *“houve a produção de chuva ácida pela presença de ácido carbônico e enxofre”*.

Do grupo 3: *“a chuva ácida com gás carbônico e enxofre”*.

Do grupo 4: *“nós misturamos duas substâncias químicas CO_2 e SO_2 ”*.

Do grupo 5: *“nós misturamos ácido carbônico e enxofre”*.

Do grupo 6: *“por causa do enxofre e do gás carbônico”*.

Do grupo 7: *“por causa do vapor ácido e também por causa do enxofre”*.

Do grupo 8: *“por causa da mistura de enxofre com gás carbônico”*.

Com as respostas dos grupos percebeu-se que, a interpretação do fenômeno natural simulado em sala de aula foi de maneira geral entendido pelos alunos. Os compostos de carbono e enxofre presentes no experimento foram identificados facilmente nas respostas dos grupos.

A terceira pergunta foi: “O que vem causando o excesso de acidez de água de chuva das grandes cidades?” Esta pergunta foi respondida assim:

Do grupo 1: *“a mudança do clima”*.

Do grupo 2: *“a fumaça das fábricas”*.

Do grupo 3: *“as fábricas”*.

Do grupo 4: *“as empresas do município”*.

Do grupo 5; *“SO₂ presentes nos gases presentes nas grandes empresas”*.

Do grupo 6: *“as fábricas”*.

Do grupo 7: *“a mudança de clima”*.

Do grupo 8: *“as fábricas”*.

As possíveis interferências do ser humano e suas atividades industriais foram percebidas por todos os grupos, Associaram as fábricas, as emissões de gases de enxofre e carbono e o aumento da acidificação da água de chuva.

“Cite um problema ambiental e um problema de saúde humana que pode ocorrer devido à emissão de SO₂ na atmosfera”. Esta foi à quarta pergunta e abaixo estão as respostas dos grupos:

Os grupos 1 e 2: *“poluição e intoxicação”*.

Do grupo 3: *“desmatamento e problema respiratório”*.

Do grupo 4: *“desmatamento e câncer”*.

Do grupo 5; *“chuva ácida e doenças respiratórias”*.

Do grupo 6: *“desmatamento e problemas respiratórios”*.

Do grupo 7: *“poluição e intoxicação”*.

Do grupo 8: *“chuva ácida e câncer”*.

Como resposta para a pergunta quatro os alunos conseguiram relacionar o problema ambiental de chuva ácida com a piora da saúde humana. Problemas como doenças respiratórias, intoxicação e câncer foram umas das respostas relacionadas à poluição, desmatamento e chuva ácida.

A pergunta cinco foi: “O que pode ser feito em termos de governo federal para diminuir a acidez ou a poluição atmosférica como um todo?” As respostas foram:

Os grupos 1 e 2: *“diminuir a poluição”*.

Do grupo 3: *“evitar a poluição com substâncias químicas tóxicas”*.

Do grupo 4: *“utilizar transportes alternativos e tirar as empresas da região”*.

Do grupo 5; *“diminuir o número de transportes que usam combustíveis fósseis e utilizar mais energias renováveis e limpas”*.

Do grupo 6: *“não contribuir com a poluição, usar menos carros”*.

Do grupo 7: *“diminuir a poluição”*.

Do grupo 8: *“usar outras energias”*.

As respostas da quinta pergunta apresentam propostas dos alunos para uma intervenção federal que minimize a poluição ambiental e seus efeitos na saúde humana. Estas propostas levaram os alunos a uma reflexão sobre como eles podem ser agentes de mudança na situação ambiental presente na região em que moram por meio da cobrança dos agentes públicos para a implementação de políticas ambientais mais efetivas.

E finalmente a pergunta seis foi: “Qual o sua opinião sobre o estudo de problemas ambientais feito nesta oficina de química?”.

Os grupos 1 e 2: *“mostra que existe um excesso de gás carbônico”*.

Do grupo 3: *“foi interessante”*.

Do grupo 4: *“foi um estudo bom de fazer”*.

Do grupo 5; *“é interessante, pois nos ajuda a entender a formação de chuva ácida”*.

Do grupo 6: *“interessante”*.

Do grupo 7: *“bem legal, interessante”*.

Do grupo 8: *“foi muito bom”*.

Nesta última pergunta tivemos a opinião dos alunos sobre toda a aplicação do manual didático, desde a aula teórica até a execução das aulas experimentais. Todos os alunos gostaram das atividades.

6.2. AVALIAÇÃO DO MANUAL DIDÁTICO POR PROFESSORES DE QUÍMICA BARCARENA-PA.

O Manual Didático produzido neste trabalho foi avaliado por 5 professores de Química da rede Estadual de Educação do Estado do Pará lotados em Barcarena através de um questionário avaliativo (anexo 3) e foram nomeados de 1 a 5 para facilitar a análise das respostas. Optou-se por este grupo, pois um tema transversal de aplicação do manual é a chuva ácida que supostamente acontece neste município em virtude da intensa atividade industrial.

As três primeiras perguntas são relacionadas às características profissionais dos 5 professores e são mostrados na Tabela 3.

De acordo com os dados apresentados na tabela 3, percebe-se que todos os professores participantes da pesquisa tem formação em Licenciatura em Química, sendo que dois tem especialização e, o grupo tem um tempo médio de docência de 7 anos.

Com estas características mencionadas, acreditamos que eles têm capacidade de avaliar o Manual Didático aqui proposto e trocar experiências para aperfeiçoamento das práticas docentes.

As perguntas 4 a 8 do questionário tratam sobre a prática docente de cada um deles. Quando foram perguntados sobre a infraestrutura da escola a qual ele leciona como facilitadora de aulas práticas, as respostas foram as seguintes:

Do professor 1: “*possui laboratório, mas está sem uso*”;

Do professor 2: “*possui laboratório, mas não tem materiais, como reagentes e vidrarias*”;

Do professor 3: “*o laboratório está interditado*”;

Do professor 4: “*possui laboratório, mas não está em funcionamento, pois não possui materiais para os experimentos*”;

Do professor 5: “*possui alguns reagentes e vidrarias*”

Tabela 3 - Características profissionais dos professores.

Professor	Formação	Nível de Formação	Tempo de docência (anos)
1	Licenciatura em Química	Graduação	8
2	Licenciatura em Química	Graduação	4
3	Licenciatura em Química	Especialização em Gestão Ambiental	8
4	Licenciatura em Química	Graduação	16
5	Licenciatura em Química	Esp. em Metodologia do Ensino de Química	7

A situação destacada pelas respostas acima chama a atenção para a ausência de aulas experimentais apesar da existência de laboratórios. Os dois motivos apresentados são: o laboratório não está em uso ou em manutenção e; a falta de consumíveis (materiais de uso no dia a dia, como reagentes e vidrarias). Esta falta de infraestrutura adequada a qual provoca a falta de aulas experimentais foi mostrado no trabalho de Bueno (2018).

Outra pergunta sobre a prática docente dos entrevistados foi sobre a relação entre aulas práticas que poderiam levar o aluno a um aprendizado mais efetivo. As respostas foram às seguintes:

Do professor 1: “*sim*”;

Do professor 2: “*sim, alia a teoria com a prática*”;

Do professor 3: “*sim, pois a vivência os leva a ter iniciativa nas próximas atividades*”;

Do professor 4: “*sim*”;

Do professor 5: “*sim, pois conciliamos com a teoria*”.

De forma geral percebemos que os professores são unânimes na opinião de que a inserção de aulas práticas para elucidação dos conteúdos de química facilita o aprendizado dos alunos levando-os “a ter iniciativa nas próximas atividades”.

A possibilidade dos alunos deixarem de ser agentes passivos no processo ensino e aprendizagem e de construírem junto com o professor seu conhecimento por meio de aulas experimentais melhora o aprendizado (Pontes & Serrão 2008).

Foi perguntado para o grupo de professores se as aulas experimentais são um fator de motivação e interesse dos alunos. As respostas foram:

Do professor 1: “*sim*”;

Do professor 2: “*nem sempre, pois deve-se dar sentido a prática experimental*”;

Do professor 3: “*sim, pois fica mais clara a necessidade de ter os conhecimentos teóricos, os quais às vezes não se tem interesse*”;

Do professor 4: “*sim*”;

Do professor 5: “*sim*”

Pelas respostas acima vemos uma unanimidade novamente entre os docentes a respeito da importância das aulas experimentais destacando-se desta vez o caráter motivacional e de aumento de interesse dos alunos que estas atividades proporcionam.

O caráter investigativo e a possibilidade do aluno de controlar variáveis e descobrir relações funcionais entre elas é um agente motivacional importante (Farias 2009).

A próxima pergunta foi: “*No seu dia a dia de sala de aula, você costuma realizar algum experimento?*”. Para os professores:

Do professor 1: “*sim, sempre que posso*”;

Do professor 2: “*sim, sempre que é possível*”;

Do professor 3: “*sim, atividades semanais em projetos no contra turno*”;

Do professor 4: “*sim, com matérias alternativas*”;

Do professor 5: “*sim, utilizo material caseiro*”.

Percebe-se que os professores procuram realizar práticas experimentais, apesar de não haver uma infraestrutura adequada, como mencionado em uma pergunta anterior. Muda-se o ambiente do laboratório para o ambiente de sala de aula e, o uso de reagentes por materiais alternativos e domésticos.

Em conexão a questão anterior, foi perguntado: “*se a resposta foi SIM, você observa se os alunos demonstram entender melhor os conteúdos?*” As respostas foram:

Do professor 1: “*sim*”;

Do professor 2: “*sim, o querer relacionar a teoria com a prática*”;

Do professor 3: “*sim, passa a conseguir explicar de forma clara as dinâmicas com a teoria*”;

Do professor 4: “*sim, pois tem o visual, aliando teoria com prática*”;

Do professor 5: “*sim, demonstram um maior interesse*”.

Mais uma vez todos os entrevistados responderam de forma afirmativa considerando que as aulas práticas são um instrumento gerador de interesses para as aulas de química. Após estas perguntas sobre a prática docente dos entrevistados, foi-lhes apresentado o manual didático proposto neste trabalho e solicitado à opinião deles sobre o mesmo. As respostas são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado da avaliação do Manual Didático.

Professor	Aparência	Clareza de idéias	Formato e linguagem	Recursos didáticos	Contextualização	Aplicabilidade
1	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Bom
2	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Bom
3	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Bom
4	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
5	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Bom	Ótimo	Ótimo

Os aspectos de clareza de idéias, contextualização e formato são considerados ótimos. Buscou-se nestes dois itens apresentar a proposta de uso de kit experimental do extrato alcoólico de açaí para a avaliação da acidez tanto de água de chuva quanto de materiais domésticos em aulas experimentais de Química de forma mais direta possível e, em se tratando de regionalização, optou-se pelo uso deste extrato como indicador. Sabe-se que existem muitas outras fontes de antocianinas e, portanto de indicadores ácido-base que poderiam ser usados (Lopes 2007).

Vale ressaltar que a contextualização se dá com a proposta de avaliação da água de chuva da própria região em que os professores estão inseridos, que é uma região com parque industrial considerável. O formato e apresentação do Manual Didático foi pensado para tornar a leitura atrativa o máximo possível com ilustrações sobre a aula teórica e sobre os preparativos da aula prática. Sendo que no item aparência, três professores consideraram ótimo e dois consideraram bom.

O item Recursos Didáticos foi um dos aspectos que foi quase que unânime com a resposta “ótimo”, apenas um professor considerou “bom”. Esta avaliação mostra que o guia didático tem relevância metodológica e didática.

E finalmente, sobre a aplicabilidade do Manual Didático, três professores afirmaram “bom” e dois professores afirmaram “ótimo”. Tanto o kit experimental aplicado na aula

experimental quanto à apresentação da aula teórica é de fácil aplicação como é mencionado pelos professores.

Para finalizar foi solicitado que os professores dessem suas sugestões e fizessem suas considerações a respeito do Manual Didático.

Do professor 1: *“Não ficou bem claro quanto à escala de pH, como obtê-la”*;

Do professor 2: *“a prática experimental pode ser resgatada por elaboração de manuais como este”*;

Do professor 3: *“poderia utilizar no final do contexto um mapa conceitual”*;

Do professor 4: *“excelente, pois as escolas públicas necessitam destas informações principalmente o conteúdo abordado na sala de aula. Sugiro que este material esteja disponível para todos os professores, para que usem em suas aulas”*;

Do professor 5: *“é um tema muito relevante com excelente contextualização”*

Pela avaliação dos professores, o manual proposto é considerado ótimo e bom. A importância do tema e a proposta experimental com uso de materiais de fácil acesso de professores e alunos, reforçada pela a avaliação positiva que foi relatada mostra que o Manual Didático proposto como produto educacional pode ser usado para tornar as aulas de Química mais atrativas.

7 CONCLUSÕES

Pelas respostas dos professores de Química que foram entrevistados, percebem-se barreiras para o aprendizado. Uma destas barreiras é a ausência de aulas experimentais que pode estar ligada primeiramente a formação do professor de ciências, em particular de química. Estes docentes precisam ser capacitados e motivados a transformar suas aulas para um patamar mais prático.

Uma segunda barreira é a questão da infraestrutura. Na maioria das escolas não existe um laboratório de ciências. Os poucos que existem não estão com a estrutura adequada. Além disso, há a falta de consumíveis, isto é, materiais de uso do dia a dia como reagentes e vidrarias.

A realidade das Escolas Estaduais de Barcarena não é diferente de outros estados do Brasil como foi verificado na revisão bibliográfica.

Assim, a falta desta infraestrutura leva o professor, que tem interesse em aulas práticas, a fazê-las no ambiente de sala de aula, unindo duas ou três cadeiras ou usando a sua própria mesa como bancada. Usa também materiais de uso doméstico substituindo vidrarias e como reagentes usa materiais de higiene e limpeza.

Quando estas aulas práticas ou experimentais são usadas como estratégia de ensino ocorre um impacto altamente positivo. Os alunos tem uma melhor assimilação do conteúdo, participam mais ativamente e se entusiasmam pelas ciências, segundo a opinião destes professores.

A avaliação positiva do produto educacional pelos professores demonstra que ele pode ser usado para favorecer a prática docente do professor de Química melhorando a qualidade do ensino e aprendizagem por meio da experimentação.

Entre os recursos didáticos que compõem o produto educacional (Manual Didático), destaca-se o kit experimental. Este kit simples formado por uma mini escala de pH do extrato alcoólico do açaí e um frasco conta gotas com um pouco do mesmo extrato alcoólico. Este extrato de fácil obtenção foi o principal elemento para a determinação de acidez e basicidade de amostras de produtos domésticos e de água de chuva que podem muito facilmente ser reproduzidos como aulas experimentais pelos professores quando for apresentada aula de ácidos e bases ou assunto correlato.

Como trabalho futuro e de continuidade deste pode-se aplicar uma melhor verificação do aprendizado dos alunos verificando as notas de uma avaliação de ácidos e bases antes e depois do uso do Manual Didático pelo professor.

Por fim, ressalta-se que o desenvolvimento deste trabalho, que incluiu o Manual Didático, foi relevante para o pesquisador tornando-o melhor profissional, pois agregou a sua prática

docente uma perspectiva de melhoria da aprendizagem dos seus alunos aumentando-lhes o interesse e a motivação.

REFERÊNCIAS

- Albarici T.R., Pessoa J.D.C., Forin M.R. 2006. Efeitos das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí - estudos espectrofotométricos e cromatográficos. *Comunicado Técnico 78. EMBRAPA*. São Carlos -SP. P.2-5.
- Abdell-Aala E.M., Huclb P., Rabalskia I. 2018. Compositional and antioxidant properties of anthocyanin-rich products prepared from purple wheat. *Food Chemistry*. **254**:13-19. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29548433>. Acessado em: 28/05/2019.
- Aliberti N. da C. M. 2009. *Influência da homogeneização a alta pressão sobre a retenção de antocianinas presentes na polpa do açaí (Euterpe oleraceae Mart.)*. PhD Tesis, São Paulo, 102 p.
- Almeida F.M de, Mata M.A da S., Prado J.B. do., Dias E.R.F., Bandeira I.N., Figueiredo A.b de., Brasil R.O. 2006. Análise geométrica e susceptibilidade á contaminação dos sistemas aquíferos da região de Barcarena. In: SBAS, 14º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. *Anais...* Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22172>. Acessado em: 17 de junho de 2018.
- Araújo C.S. & Costa C.M.L. 2007. Avaliação dos processos de extração de antocianinas a partir dos frutos de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*). In: 28º Seminário de Iniciação Científica da UFPA, Belém. *Resumos*. p. 45-48.
- Ávila C. C. da S. *Extrato do Açaí, extrato do repolho roxo e extrato do hibisco rosa como indicadores de pH*. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Graduação em Química Industrial, - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2015. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011290227.pdf>. Acessado em: 10/09/2018.
- Batista C. de C.R., Oliveira M.S. de., Araújo M.E., Rodrigues A.M.C., Botelho J.R.S., Filho A.P. da S.S., Machado N.T. 2016. Supercritical CO₂ extraction of ac, aí (*Euterpe oleracea*) berry oil: Globalyield, fatty acids, allelopathic activities, and determination of phenolicand anthocyanins total compounds in the residual pulp. *J. of Supercritical Fluids*. **107**(1):364-369.
- Brady J.E. & Humistron G.E. (ed.) 1986. *Química geral*. São Paulo, Livros Técnicos Científicos. v 1. 661 p.
- Brasil. Ministério a Agricultura e do Abastecimento. 2000. Instrução Normativa nº1 de 07 de Janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta (e Suco de Fruta). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 de Janeiro de 200. p.1-26.
- Bueno L., Moreira K. de C., Soares M., Dantas D.J., Wiezzel A.C.S., Teixeira M.F.S. *O ensino de Química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas*. Disponível em: unesp.br/prograd/ENNEP/...%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf. Acessado em: 07 de Junho de 2018.
- Byamukama R., Waninda E. N., Mukama D., Namukobe J. 2016. Hippeastrum hybridum anthocyanins as indicators of endpoint in acid - base titrations. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **10**(6): 2716-2727.

- Cardoso L.M., Leite J.P.V., Peluzio M do C.G. 2011. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. *Rev.Colomb.Cienc.Quím.Farm*, **40**(1):116-138.
- Carneiro K.M. Estabilidade e atividade antioxidante de antocianinas extraídas do fruto da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens L.*). Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Farmácia, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2014. Disponível em: <https://ulbrato.br/bibliotecadigital/uploads/document55e9ddb4b4126.pdf>. Acessado em: 15 de março de 2018
- Cata A., Stefanut M.N., Pop R., Tanasie C., Mosoarca C., Zamfir A.D. 2016. Evaluation of Antioxidant Activities of Some Small Fruits Containing Anthocyanins Using Electrochemical and Chemical Methods. *Croat. Chem. Acta*, **89**(1): 37-48.
- Cipriano P. de A. 2011. Antocianinas do açaí (*Euterpe oleracea Mart*) e casta de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas. MS Dissertation. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 150 p.
- Clemente E. & Galli D. 2011. Stability of the anthocyanins extracted from residues of the wine industry. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, **31**(3): 765-768.
- Coelho J.C. 2005. *A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química em Criciúma (SC)*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 155 p.
- Cohen K. de O., Oliveira M. do S. P. de, Chisté R. C., Pallet J.P.D., Monte D. de C. 2006. Quantificação do teor de antocianinas totais da polpa de açaí de diferentes populações de açaizeiro. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Número 60. EMBRAPA. Belém -PA.
- Couto E. da. 2011. *Transformações de SO₂ e NO₂ na atmosfera da área de influência do pólo industrial de Camaçarica*. PhD Thesis, Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 273 p.
- Chagas A.P. 1999. Teorias ácido -base do século XX. *Química Nova na Escola*, São Paulo, **9**, 3 pg. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/historia.pdf>. Acessado em: 22/11/2018.
- Damasceno D., Oliveira J. C., Pinto P. G., Lemes G. G., Leite V. C. *Aplicação de extrato de açaí no ensino de química*. Disponível em: http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/en/ eventos/sic2005/arquivos/exatas/aplicação_extrato.pdf. Acessado em: 05 de maio de 2018.
- Dias B.B., Leite M.L., Farago P.V., Oliveira A.V. de., Beruski G.C. 2010. Ação do enxofre em chuva ácida simulada sobre parâmetros morfológicos de *Phaseolus vulgaris L.* (Fabaceae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, **32**(3): 433-439.
- Falcão O.L.D., Barros D.M., Gauche C., Luiz M.T.B. 2003. Copigmentação intra e intermolecular de antocianinas: uma revisão. *B.CEPPA*, Curitiba, **21**(2): 351-366.
- Farias C. S., Basaglia, A. M., Zimmermann, A. 2009. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. In: 1º Congresso Paranaense de Educação em Química, Londrina, *Anais...* p. 59-67.

- Favaro M.M.A. 2008. *Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Química, Campinas, 102 p.
- Gerhardsson L., Oskarsson A., Skerfvinga S. 2012. Chuva Ácida - efeito sobre oligoelementos e a saúde humana. *A Ciência do Meio-Ambiente Total*, São Paulo, **7**(1):237-245.
- Gras C.C., Nemetz N., Carle R., Schweiggert, R. M. 2017. Anthocyanins from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and their color modulation by the addition of phenolic acids and food-grade phenolic plant extracts. *Food Chemistry*, **235**:265-274.
- Guimarães Y. A. F. & Giordan M. 2013. Instrumento para a construção e validação de sequências didáticas em um curso a distancia de formação continuada de professores. *In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, Campinas. Anais...* Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf. Acessado em: 15/03/2019.
- Hogan S., Chung H., Zhang L., LI J., Lee Y., Dalii Y., Zhou K. 2010. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. *Food Chemistry*. **118**:208-214.
- Ignat I., Volf I., Popa V.I. 2011. A critical review o methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, **126**(1):1821-1835.
- Jesus E.F.R. 1996. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto das abordagens climatológicas. *Sitientibus*, **14**:143-153. Disponível em: http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/14/aimportancia_do_estudo_das_chuvas_acidas.pdf Acessado em: 12 de junho de 2018.
- Kurek M., Garofulic I.E., Baric M.T., Scetar M., Uzelac, V.D., Galic K. 2018. Development and evaluation of a novel antioxidant and pH indicator film based on chitosan and food waste sources of antioxidants. *Food Hydrocolloids*. **84**:238-246.
- Lima V.L.A.G de., Melo E.A., Pinheiro I.O., Guerra N.B. 2011. Antioxidant capacity of anthocyanins from acerola genotypes. *Cienc. Tecnol. Aliment*. **31**(1):86-92, jan.-mar.
- Lopes T. J., Xavier M.F., Quadri M.G.N., Quadri M.B. 2007. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociências*, Pelotas, **13**(3): 291-297.
- Lopes A. M do N., Silva L. F. C. da., Carvalho Y. L. 2016. Análise do pH da água da chuva e de poços da comunidade do PRQ comercial, Duque de Caxias, Rio de Janeiro. *In: 10º ENQ. Anais*. p.231-235
- Macuvele D.L.P., Sithole G. Z. S., Cesca K., Macuvele S.L.P., Matsinhe J.V. 2016. Aqueous extracts of Mozambican plants as alternative and environmentally safe acid-base indicators. *Environ Sci Pollut Res*. **23**:11639-11644
- Mahan B.H. 1992. *Química - um curso universitário*. São Paulo -SP, Editora Edgard Bruch. 654 p.
- Marco P.H. 2009. *Estudo da influencia da radiação e pH no comportamento cinético de antocianinas de plantas do gênero Hibiscus por métodos quimiométricos*. PhD Thesis, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 214 p.

- Mezaroba M.E de P. C. 2001. *Extração de Antocianina de casca de uva Isabel*. MS Dissertation em Engenharia Química, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 99 p.
- Moreno E.L., Martins E., Rajagopal K. 2015. Basicidade e acidez, da Pré-História aos dias atuais. *Rev. Virtual Quim.* São Paulo, 7 (3):893-902.
- Nascimento W.S do., Campos A. F., Marcelino Jr C. de A.C. 2008. Chuva ácida: uma atividade experimental para sala de aula. *In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba. Anais.* p. 102.
- Okoduwa S.I.R., Mbora L.O., Adu M. E., Adeyi A.A. 2015. Comparative Analysis of the Properties of Acid-Base Indicator of Rose (*Rosa setigera*), Allamanda (*Allamanda cathartica*), and Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) Flowers. *Biochemistry Research International*. Volume 2015, Article ID 381721, 6 p.
- Oliveira M. do S.P., Neto J.T de F., Pena R. da S. 2007. Açai: Técnicas de cultivo e processamento. Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria. *In: VII Flor Pará - HANGAR - Centro de Convenções e Feiras da Amazônia, Belém, 104 p.*
- Pena H.W. A., Santos A.M. dos., Oliveira H.P. 2014. Análise da dinâmica produtiva do município de Barcarena - PA Brasil. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, (194). Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/14/economia-barcarena.html>. Acessado: em 03 de março de 2018.
- Pontes A. N. & Serrão C. R. G. 2008. O ensino de Química no Ensino Médio: Um olhar a respeito da motivação. *In: 14º Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba, PR. Anais.* p. 120-130.
- Prefeitura Municipal de Barcarena - PMB. 2013. *Análise da dinâmica da estrutura produtiva do município de Barcarena, PA-Brasil*. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/14/economia-barcarena.html>. gov.br/. Acesso em 15 de setembro de 2018.
- Rocha J. S. & Vasconcelos T. C. 2016. Dificuldades no ensino de química: algumas reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis. Anais.* p.52-55.
- Rodrigues J.C., Freitas Filho J.R. de, Freitas Q.P da S.B. 2018. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, 13(1):26-43.
- Rogez H. 2000. *Açai: preparo, composição e melhoria da conservação*. Belém, EDUFPA. 313p.
- Rosso V.V. de., Hillebrand S., Montilla E. C., Bobbio F. O., Winterhalter P., Mercadante A.Z. 2008. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açai (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC-PDA-MS/MS. 2008. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21:291-299.
- Rotili M. C. C., Villa F., Braga G.C., França D. L. B. de., Rosanelli S., Laureth J. C. U., Silva D. F. da. 2018. Bioactive compounds, antioxidant and physico-chemical characteristics of the dovyalis

- fruit. *Acta Sci., Agron*, Maringá, **40**. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/acta>. Acessado em :29/05/2019.
- Rubinger M.M. & Braathen P.C. 2012. *Ação e reação: ideias para aulas especiais de química*. Belo Horizonte, RHJ. 292 p.
- Sapterini N. M., Suryasaputra D., Nurmalia H. 2015. Application of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* Linn) extract as an indicator of acid-base titration. *J. Chem. Pharm. Res.*, **7**(2):275-280.
- Santos R.O., Trindade S.C., Maurer L. H., Bersch A. M., Sautter C. K., Penna N.G. 2016. Physicochemical, Antioxidant and Sensory Quality of Brazilian Blueberry Wine. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **88**(3):1557-1568.
- Schaffranski K. 2016. *Extração e estabilidade de antocianinas do repolho roxo (Brassica oleracea)*, Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Departamento Acadêmico de Tecnologia em Alimentos- DAALM- da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 29 p.
- Schmitz F. 2014. *Avaliação dos efeitos não térmicos do aquecimento ôhmico sobre a degradação de antocianinas em polpa de jabuticaba*. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química. Departamento de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 37 p.
- Schultz J. 2008. *Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açais de Euterpe edulis Martius e Euterpe oleracea Martius submetidos a tratamentos para sua conservação*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/119356>. Acessado em: 20 de maio de 2018.
- Shreve R.N. & Brink Jr, J. A. 1994. *Indústrias de processos químicos - 4ª ed.* São Paulo, Ciência Química. 717 p.
- Silva Filho E.B., Alves M.C.M., Mota M. da. 2007. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, **12**(2): 322-338.
- Silva Jr R.C da., Ananias N.T., Cunha J. J da. 2013. Entendendo os conceitos de ácido e base por meio de atividade experimental simples. In: 11º Congresso Nacional de Educação (EDUCARE 2013). PUC do Paraná, Curitiba. *Anais..* p.23296-23305.
- Souza W. de. 2013. *Avaliação da atividade antioxidante e compostos fenólicos de extratos vegetais*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná, Campo Mourão, 37 p.
- Tamiosso C.F., Jobim A.L., Maciel A.V., Kemerich P.D. da C. 2007. Captação da água da chuva no laboratório de engenharia ambiental. *Disc.Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas*, S.Maria, **8**(1): 25-37.
- Teixeira C.A.M. 2016. *O tema de chuva ácida como estratégia para o ensino de ácidos e bases*. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 49 p.
- Terci D.B. L. 2004. *Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas*. PhD Thesis, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 243 p.

Terci D.B.L. & Rossi A.V. 2002. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?. *Química Nova*, **25**(4):684-688.

Tonon R.V., Brabet C., Hubinger M.D. 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleracea Mart.*) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*, **88**: 411-418. Disponível em http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=547348. Acessado em 22/10/2018.

Tonon R.V., Brabet C., Hubinger M.D. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea Mart.*) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*. **43**:907-914.

Vallverdú-Queralt A., Biler M., Meudec E., Le Guernevé C., Vernhet A., Mezaucic J., Legras J., Loonis M., Trouillas P., Cheynier V., Dangles O. 2016. p-Hydroxyphenyl-pyranoanthocyanins: An Experimental and Theoretical Investigation of Their Acid—Base Properties and Molecular Interactions. *Int. J. Mol. Sci.* **17**(11):1-19. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27827954>. Acessado em: 29/05/2019.

Vazamento de rejeitos em Barcarena é destaque na imprensa da Noruega. *GI Pará*. Disponível em <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/vazamento-de-rejeitos-em-barcarena-e-destaque-na-imprensa-da-noruega.ghtml>. Acessado em 20 de Junho de 2018.

Zan A. S.H de S., Faustino E., Baptista J.A.A., Zan R.A. Obtenção e uso de indicadores naturais em uma escola de Ji-Paraná - Rondônia, Amazônia Ocidental - Brasil. *Revista Debates em Ensino de Química*. **09**:188-200 Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/download/1789/1591>. Acessado em: 04 de Junho de 2018.

Zabala A. 2007. *A prática educativa: como ensinar*. Tradução de Rosa E. F. F. [S.l.], ArtMed. 234p. (Reimpressão).

Zapp E., Nardini G.S., Coelho J.C., Sangloco F.A. 2015. Estudo de ácidos e bases e o desenvolvimento de um “experimento” de forças de ácidos. *Química Nova na Escola*. **37**(4): 278-284. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/07-RSA-181-12.pdf. Acessado em 05/08/2018

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA O
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS -
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE
NACIONAL



Manual Didático

Adriana Costa Macedo

Simone de Fátima Pinheiro Pereira

EXTRATO DE AÇAÍ COMO INDICADOR ÁCIDO- BASE: EXPERIÊNCIA PRÁTICA COM ÁGUA DE CHUVA NO ENSINO DA QUÍMICA



SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA EXPERIMENTAL
AO ENSINO DE QUÍMICA

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	3
2 SUBSÍDIO TEÓRICO	4
2.1 O ENSINO DE ÁCIDO E BASE: PROPOSTA EXPERIMENTAL	4
2.2 ESTUDO DE ÁCIDOS E BASES E INDICADORES NATURAIS	4
2.3 O EXTRATO ALCOÓLICO DE AÇAÍ COMO INDICADOR ÁCIDO BASE ...	5
2.4 A ATIVIDADE URBANO INDUSTRIAL	5
2.5 O USO DO TEMA CHUVA ÁCIDA EM AULAS DE QUÍMICA	6
2.6 ESTUDO DE CASO: PÓLO INDUSTRIAL DE BARCARENA-PA	6
2.7 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	7
3 CONSTRUÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL	7
3.1 PREPARAÇÃO DO EXTRATO ALCOÓLICO DE AÇAÍ	7
3.2 O KIT EXPERIMENTAL	8
4 COLETA DE AMOSTRA DE ÁGUA DE CHUVA	9
5 PLANO DE AULA	11
6 ROTEIRO DA PRÁTICA	13
7 EXERCÍCIOS	15
REFERÊNCIAS	16

1 APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Este produto educacional foi pensado no sentido de tornar os conceitos aqui apresentados mais acessíveis ao aluno, haja vista, que normalmente se vê em sua maioria, uma grande dificuldade em disciplinas ditas exatas.

Acreditamos que este Manual Didático irá favorecer o aprendizado, visto que pode levar o aluno a fazer comparações entre o seu cotidiano e o conteúdo estudado em sala de aula, além de tornar as aulas mais atrativas, cria no aluno um sentido de busca experimental. Sabemos que a falta de uma infraestrutura adequada, ausência na maioria das escolas de laboratórios, inviabiliza bastante todo um aprendizado efetivo. Pensando nisso, é que este Manual foi construído como uma alternativa para que o professor possa lançar mão como recurso.

A partir do conteúdo sobre ácidos e bases contido no Manual, o professor poderá levar o aluno a estabelecer uma relação entre os conceitos teóricos e sua realidade. A exemplo, a mudança de coloração dos corantes naturais em diferentes graus de acidez que podem ser verificados em diversas substâncias, como os produtos domésticos (desinfetante, detergente, etc.). Outra aplicação é a avaliação da acidez da água da chuva, que pode ser um indicativo de poluição atmosférica em áreas industriais ou urbanas.

Outro destaque deste Manual é o uso do açaí como indicador ácido-base. Ele faz parte de um grande grupo de alimentos, entre eles, a beterraba e repolho roxo que possuem em sua estrutura química, as Antocianinas.

Desta maneira foi desenvolvido um kit de análise experimental composto por: extrato alcoólico de açaí e uma mini escala de pH para comparação no momento da análise.

As atividades são norteadas por uma sequência didática, que é um método de proporcionar, de maneira bem organizada, uma aprendizagem mais efetiva ao aluno.

Almejamos professor (a), que este Manual Didático possa ser agregado a sua prática de ensino e suas aulas sejam ainda melhores.

2 SUBSÍDIO TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE ÁCIDO E BASE: PROPOSTA EXPERIMENTAL

As metodologias tradicionais de ensino de Química são baseadas em que o aluno saiba inúmeras fórmulas, decore reações e propriedades, mas sem relacioná-las com a forma natural que ocorrem na natureza. A melhor construção de o conhecimento químico dar-se por meio de manipulações orientadas e controladas de materiais, iniciando o assunto com fatos do cotidiano para que se possa acumular, organizar e relacionar informações por meio da linguagem própria da Química, como símbolos, fórmulas, diagramas, equações químicas e nome correto de substâncias e elementos (Farias 2009).

A Química relaciona se com a transformação da natureza e, assim, os experimentos propiciam ao aluno uma compreensão mais científica desta ciência e sua relevância para a sociedade, pois alia a teoria e a área virtual, a prática à realidade (Rocha & Vasconcelos 2016).

Uma das causas do desinteresse dos alunos pelas aulas de Química é a falta de atividades experimentais que possam relacionar a teoria com a prática (Farias 2009).

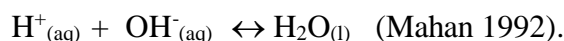
Outros fatores ligados as dificuldades de aprendizagem dos alunos de Química são: a) ausência de base matemática; b) complexidade de conteúdos; c) metodologia dos professores; d) déficit de atenção; e) dificuldades de interpretação e; f) ausência de experimentos (Rocha & Vasconcelos 2016).

Este guia didático propõe ao professor uma forma simples de mostrar ao aluno situações do cotidiano que são tratados dentro do tópico sobre ácido e bases.

Assim, as atividades experimentais em Química, chamadas também de aulas práticas, levam o aluno a deixar de ser um agente passivo do processo ensino-aprendizagem dando a ele a oportunidade de relacionar o que foi dito em sala de aula, ou na aula teórica, com os expostos nas experiências propostas pelo professor. (Pontes 2008).

2.2 ESTUDO DE ÁCIDOS E BASES E INDICADORES NATURAIS

A teoria de Arrhenius foi apresentada por Svante Arrhenius em 1887. Essa teoria também é conhecida como teoria de dissociação eletrolítica e define que ácido é toda espécie química que em água produz íons H^+ e base é definida como aquela que produz OH^- , também em água. Com estes conceitos, uma reação de neutralização seria uma reação entre estes dois íons:



2.3 O EXTRATO ALCOÓLICO DE AÇAÍ COMO INDICADOR ÁCIDO BASE

O açaí é obtido, na região Amazônica, a partir da polpa dos frutos do açaizeiro (*Euterpe Oleracea Mart*) e sua polpa é um produto muito consumido nos estados do Pará e Amapá. O estado do Pará é o maior produtor nacional com uma colheita de 92 mil toneladas de frutos de acordo com dados de 2005 equivalendo a 88% da produção nacional (Schultz 2008). Devido seu alto teor de antocianinas, o açaí, chama a atenção para ser utilizado como indicador de pH.

A bebida açaí é um pouco ácida:

- a) possui pH próximo de 5,23
- b) possui alto percentual de lipídeos
- c) tem valor energético de 65,7kcal/100g do produto
- d) possui alto percentual de gordura superior ao do leite integral de vaca
- e) possui 59,8% de ácidos graxos monoidratados
- f) possui quantidades elevadas de vitamina E
- g) o teor de açúcares é em média de 2,96% da matéria seca
- h) e é rico em compostos fenólicos e antocianinas (Rogez 2000).

As antocianinas possuem a propriedade de mudar de coloração conforme a acidez ou basicidade do meio em que se encontram. Devido a isso, ele pode ser utilizado em aulas práticas no ensino de Química para os alunos do Ensino Médio, auxiliado na aprendizagem e ajudando a identificar substâncias ácidas e básicas que são encontradas no nosso cotidiano.

Estudos espectrofotométricos e cromatográficos foram feitos para se estudar os efeitos das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa do açaí (Albarici 2006). Cohen e colaboradores (2006) estudaram a quantificação do teor de antocianinas totais na polpa de açaí de diferentes açaizeiros de frutos oriundos de progênies selecionadas do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

O uso do extrato alcoólico de açaí é uma alternativa para medir a acidez de água de chuva para a confirmação de poluição ambiental por atividades industriais.

2.4 A ATIVIDADE URBANO INDUSTRIAL

O aumento da atividade urbano-industrial tem levado a crescente emissão de compostos químicos na atmosfera pelo aumento no consumo de combustíveis fósseis, influenciando diretamente a característica da precipitação. Essas emissões causam acidificação ainda maior das chuvas associada a presença dos gases NO_2 e SO_2 que na presença da radiação solar, as reações destes gases com o vapor de água presente na atmosfera ocasionam a formação de ácido nítrico e sulfúrico e como consequência diminui o pH da água de acordo com os níveis de poluição (Dias 2010).

2.5 O USO DO TEMA CHUVA ÁCIDA EM AULAS DE QUÍMICA

O tema de chuva ácida, devido a sua multidisciplinaridade, pode ser usado como tema em aulas de ciências e de outras disciplinas.

O primeiro passo para isso é analisar a concepção dos professores sobre a chuva ácida nos níveis fundamental e médio fazendo um paralelo entre conhecimento químico e o contexto proporcionado pela atividade industrial. Um estudo feito com professores em Criciúma, Santa Catarina (Coelho 2005), buscou identificar como temas ambientais, como a chuva ácida, são inseridos nas aulas e suas possíveis dificuldades que possam aparecer para esta abordagem.

2.6 ESTUDO DE CASO: PÓLO INDUSTRIAL DE BARCARENA-PA

O desenvolvimento da cidade de Barcarena está associado à instalação de grandes empresas da indústria do alumínio e de caulim, dentre as principais que formam o parque industrial. Isto gera fortes impactos socioambientais, incidência de doenças cardiorrespiratórias entre outros problemas.

Shreve & Brink Jr (1994) cita que a produção de alumínio (Figura 1) apresenta um elevado potencial poluidor com emissões constituídas primordialmente por material particulado, gases ácidos e vapores alcalino.

Uma das principais indústrias na região é a ALBRAS que tem como produto principal lingote de alumínio de alta pureza. Esta empresa usa o processo Hall-Heroult (Figura 2). O princípio fundamental deste processo reside na redução da alumina dentro de cubas eletrolíticas dissolvida em banho de criolita (fluoreto de sódio e alumínio - Na_3AlF_6) e de fluoretos de um ou mais metais mais eletropositivos que o alumínio, por exemplo, sódio potássio, ou cálcio e gera diversos gases do grupo NO_x e SO_x (Shreve & Brink Jr 1994).



Figura 1- Fábrica de alumínio
Fonte: Justiça nos Trilhos (2009).

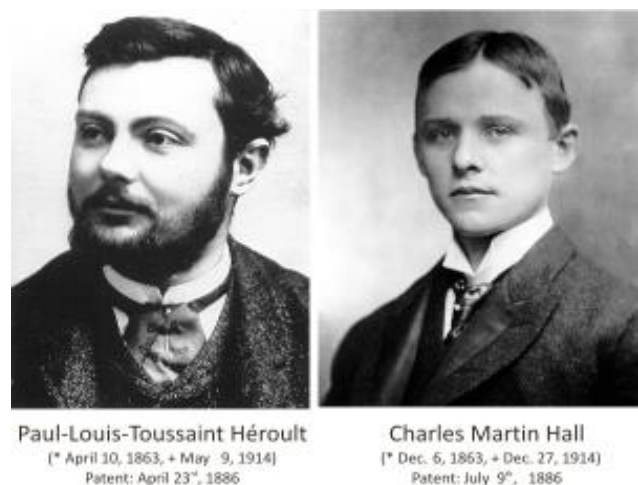


Figura 2- Inventores do Processo Hall-Heroult
Fonte: Inventores... (2016).

2.7 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As Sequências Didáticas (SD) são uma maneira de ordenar em sequência e de articular as muitas atividades ao longo de uma unidade didática com um papel bem atribuído a cada um neste processo, buscando-se ter um efeito, uma consequência para as atividades planejadas (Zabala 1998 *apud* Rodrigues 2018).

Este gênero de planejamento de ensino proporciona aos alunos possibilidades de se envolver com problemas das ciências, investigando suas soluções e construindo conceitos associados favorecendo a produção de significados no ensino. (Guiarães 2019).

No desenvolvimento da sequência didática todas as atividades propostas, foram planejadas, de acordo com o plano de aula, para serem realizadas em nove aulas de 40 minutos divididas em três semanas. A primeira, a segunda e a terceira semanas comportam três aulas cada uma.

Para a primeira semana serão usados como estratégias e recursos didáticos: a) Teste diagnóstico; b) Apresentação de vídeo sobre chuva ácida; c) Aula expositiva sobre ácidos e bases e; d) Como parte experimental os alunos serão divididos em grupos e solicitados a trazerem materiais de uso domésticos incolores para a determinação visual do pH.

A segunda semana terá os seguintes recursos e estratégias: a) Roteiro de aula experimental e kit de análise de pH com extrato alcoólico de açaí; b) Orientação das atividades; c) Aplicação do kit para a determinação do pH dos materiais domésticos trazidos pelos alunos; d) Pesquisa na internet de valores de pH dos produtos domésticos analisados; e) Orientação sobre coleta de água de chuva e; f) Solicitação de amostras de água de chuva para cada grupo.

Para concluir, na terceira semana teremos: a) Determinação do pH de água de chuva usando o kit experimental de extrato alcoólico de açaí; b) Comparação dos valores obtidos no experimento com os valores obtidos na internet e; c) Aplicação de questionário avaliativo para verificação de aprendizagem.

3 CONSTRUÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL

3.1 PREPARAÇÃO DO EXTRATO ALCOÓLICO DE AÇAÍ

MATERIAL

- Polpa de açaí tipo “super grosso”
- Frasco de medida de cozinha

PREPARAÇÃO

- Meça 100 gramas de polpa de açaí com frasco de medida de cozinha

- Álcool Etílico (Etanol) 70%
- Vaso de vidro retangular
- Vasilhame de vidro
- Papel de filtro 103
- Liga comercial
- Frascos de polietileno de 100 mL
- Frascos de polietileno do tipo conta gotas de 10 mL



Figura 3- Sistema de filtragem
Fonte: O autor.

- Meça 200 mL de etanol a 70 % (v/v) com frasco de medida de cozinha
- Misture a polpa de açaí com o álcool em vaso de vidro retangular
- Faça um sistema para filtragem (Figura 3) composto por vasilhame de vidro, papel de filtro 103 e liga comercial.
- Filtre a mistura no sistema descrito acima.
- Reserve o filtrado e transfira-o para frascos de polietileno de 100 mL (Figura 4)
- Conserve os frascos de polietileno de 100 mL com o extrato na geladeira.
- Transfira parte do extrato para frascos de polietileno de conta gotas.
- Descarte os resíduos sólidos.



Figura 4- Frasco conta gotas com o extrato alcoólico filtrado
Fonte: O autor.

3.2 O KIT EXPERIMENTAL

O kit experimental (Figura 5) é composto por:

- Uma escala de pH do extrato alcoólico de açaí
- Um frasco conta gotas de polietileno de 100 mL com o extrato alcoólico de açaí.
- Um copo de Becker de 10 mL



Figura 5- Kit desenvolvido.

Fonte: O autor.

O procedimento para o uso do kit é muito simples e possui as seguintes etapas sugestivas:

- a) Transfira uma pequena quantidade de amostra de água de chuva ou material doméstico para o copo de Becker
- b) Adicione 10 gotas do extrato de açaí na amostra
- c) Agite a mistura obtida
- d) Compare a cor da solução resultante com as cores da escala de pH (Figura 6)

Determine o pH da amostra

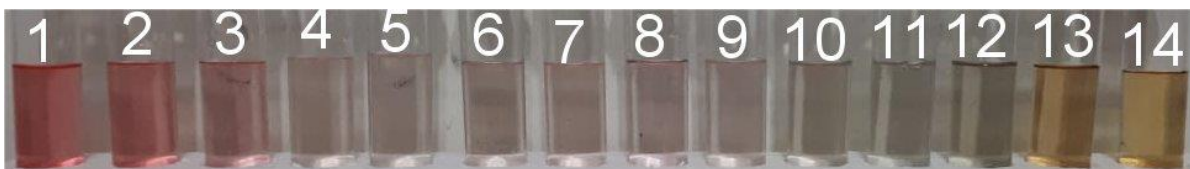


Figura 7 - Mini Escala de pH com extrato alcoólico de açaí.

Fonte: O autor.

4 COLETA DE AMOSTRA DE ÁGUA DE CHUVA

MATERIAL SUGESTIVO

- Balde ou
- Bacia ou qualquer outro recipiente com uma grande área de captação

O coletor deve ficar em um local a céu aberto totalmente livre de qualquer impedimento para que a água seja coletada diretamente ao cair, pois existem diferenças nas propriedades físico-químicas e microbiológicas quando as amostras são coletadas diretamente daquelas que são coletadas do telhado.

(Tamiosso 2007)

PROCEDIMENTO

- Deixe o recipiente em área aberta, longe de qualquer possibilidade de contaminação, em um momento de chuva.
- Após a chuva, a água coletada deve ser colocada em frasco limpo e identificado com o dia e hora da coleta.
- A amostra deve ser guardada em geladeira por até 10 dias antes da análise do pH

5 PLANO DE AULA

Escola: _____

Disciplina: Química

Professor: _____

Tema: Ácidos e Bases

Série: 1º Ano do Ensino Médio

Carga Horária: Nove aulas de 40 minutos cada

1. Objetivo Geral:

- Identificar a acidez e a basicidade usando o kit de análise ácido base com extrato alcoólico de açaí e mini escala de pH.

2. Objetivos Específicos:

- Reconhecer substâncias ácidas e básicas
- Conceituar ácidos e bases segundo Arrhenius;
- Representar as equações químicas de ionização para os ácidos e bases

Determinar a acidez e basicidade de substâncias químicas domésticas e de água de chuva

3. Conteúdo

- Funções Químicas: ácido e bases
- Conceito de ácido de Arrhenius
- Ionização de ácidos
- Força de um ácido
- Grau de ionização de um ácido
- Importância comercial de alguns ácidos
- Conceito de bases de Arrhenius
- Ionização de bases
- Força de uma base
- Grau de ionização de uma base
- Importância comercial de algumas bases
- O pH e os indicadores

4. Recursos Didáticos

- Roteiro de aula
- Livro didático de química

- Computador
- Projetor
- Kit experimental
- Quadro branco
- Pincel

5. Metodologia

Total: Nove aulas de 40 minutos cada. Estas aulas serão divididas, em três semanas, conforme estrutura abaixo:

a) Primeira semana – três aulas de 40 minutos cada.

- Aplicar teste diagnóstico por meio de questionário para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema;
- Apresentação de vídeo (a critério do professor) sobre o conceito, causas e conseqüências da chuva ácida;
- Aula expositiva sobre ácidos e bases;
- Divisão da turma em grupos de cinco alunos
- Solicitar que cada grupo traga amostras de cinco substâncias líquidas, preferencialmente incolores, de uso doméstico, a ser analisada.

b) Segunda Semana - três aulas de 40 minutos cada.

- Entrega de roteiro de aula e kit de análise ácido e base;
- Orientações sobre as atividades práticas;
- Determinação de acidez e basicidade de produtos domésticos;
- Pesquisa na internet de valores de acidez e basicidade dos produtos domésticos analisados;
- Orientação sobre a coleta de água de chuva;
- Solicitação de uma amostra de água de chuva por grupo, para a semana seguinte

c) Terceira Semana - três aulas de 40 minutos cada.

- Atividade experimental de verificação de pH de água de chuva coletada por cada grupo;
- Comparação de resultados de acidez de água de chuva obtidos com os valores pesquisados na internet;
- Aplicação de questionário avaliativo a fim de verificar a aprendizagem dos alunos no tema proposto.

6 ROTEIRO DA PRÁTICA

USO DE EXTRATO ALCOÓLICO DE AÇAÍ PARA A AVALIAÇÃO DE pH DE MATERIAIS DOMÉSTICOS E ÁGUA DE CHUVA.

I - Objetivo:

Determinar visualmente o pH de amostras de materiais domésticos e de água de chuva usando como indicador o extrato de açaí.

II- Material necessário:

- 5 seringas hospitalares de 10 mL
- 5 recipientes pequenos (vidro ou plástico transparente)
- 1 kit de análise de acidez e basicidade (extrato alcoólico de açaí e mini escala de pH)
- Amostras de materiais domésticos e de água de chuva.

III – Coleta de amostras

a) Amostras de materiais domésticos

Trazer amostras de cinco substâncias líquidas, preferencialmente incolores, de uso doméstico.

b) Amostras de água de chuva

O coletor ficará em um local a céu aberto totalmente livre de qualquer impedimento para que a água seja coletada diretamente ao cair; ele pode ser feito cortando-se uma garrafa pet ao meio, com um balde ou uma bacia de maneira que possa coletar o máximo possível de água.

A amostra coletada deve ser:

- a) de uma única chuva
- b) de no máximo 10 dias antes da análise.
- c) armazenada em recipiente fechado e na geladeira.

Deve-se coletar no mínimo meio litro de água de chuva

IV - Procedimento experimental

- a) Para as amostras de materiais domésticos.

- Meça 10 mL de amostra de material doméstico com seringa hospitalar;
- Transfira o volume medido para um recipiente pequeno.
- Adicione 7 gotas de extrato alcoólico de açaí.
- Compare a cor da solução resultante com a cor da escala de pH feita com o extrato de açaí.
- Anote o valor obtido na tabela abaixo.

b) Para as amostras de água de chuva coletadas.

- Meça 10 mL de amostra água de chuva com seringa hospitalar;.
- Adicione 7 gotas de extrato alcoólico de açaí.
- Compare a cor da solução resultante com a cor da escala de pH feita com o extrato de açaí;
- Anote o valor obtido na tabela abaixo.

V - Resultado experimental

Preencha a tabela abaixo com os resultados obtidos

Tabela de Resultados

Substância	pH observado	pH esperado

7 EXERCÍCIOS

1. O que é um ácido?

2. O que é uma base?

3. Os ácidos e as bases têm a ver com sua vida? Justifique sua resposta.

4. Você poderia identificar se uma substância é ácido ou base?

5. Indique A para ácido e B para base nos produtos listados abaixo

() Água de chuva

() Antiácido

() Desinfetante

() Vinagre

() Suco de laranja

() Água de coco

() Água sanitária

() Refrigerante

() Leite

6. O que são indicadores ácido-base? Exemplifique

7. Considerando os conceitos ácido e base, o uso de aulas práticas melhoram o entendimento desse assunto? Justifique sua resposta.

REFERÊNCIAS

- Albarici T.R., Pessoa J.D.C., Forin M.R. 2006. Efeitos das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí - estudos espectrofotométricos e cromatográficos. *Comunicado Técnico 78*. EMBRAPA, São Carlos -SP. p.2-5.
- Coelho J.C. 2005. *A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química em Criciúma (SC)*. MD Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 155 p.
- Cohen K. de O., Oliveira M. do S. P. de., Chisté R. C., Pallet J.P.D., Monte D. de C. 2006. Quantificação do teor de antocianinas totais da polpa de açaí de diferentes populações de açaizeiro. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Número 60*. EMBRAPA. Belém -PA
- Damasceno D., Oliveira J. C., Pinto P. G., Lemes G. G., Leite V. C.. Aplicação de extrato de açaí no ensino de química. Disponível em: http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicic/en/ eventos/sic2005/arquivos/exatas/aplicação_extrato.pdf. Acessado em: 05 de maio de 2018.
- Dias B.B., Leite M.L., Farago P.V., Oliveira A.V. de., Beruski G.C. 2010. Ação do enxofre em chuva ácida simulada sobre parâmetros morfológicos de *Phaseolus vulgaris L. (Fabaceae)*. *Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá*, **32**(3): 433-439
- Farias C. S., Basaglia, A. M., Zimmermann, A. 2009. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. *In: 1º Congresso Paranaense de Educação em Química, Londrina, Anais*. p. 59-67.
- Inventores do Processo Hall-Heroult. 2016. Disponível em <https://qwizzeria.com/2016/10/24/fact-food-715/hall-heroult/>. Acessado em 06/05/2019.
- Justiça nos trilhos, 3º Abril, 2009. Disponível em :<http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbetes.aspx?verid=35>. Acessado em: 06/05/2019
- Guimarães Y. A. F. & Giordan M. 2013. Instrumento para a construção e validação de sequências didáticas em um curso a distancia de formação continuada de professores. *In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, Campinas. Anais*. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf. Acessado em: 15/03/2019.
- Lopes T. J., Xavier M.F., Quadri M.G.N., Quadri M.B. 2007. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociências, Pelotas*, **13**(3): 291-297.
- Mahan B.H. 1992. *Química - um curso universitário*. São Paulo -SP, Editora Edgard Bruch, 654 p.
- Pontes A. N. & Serrão C. R. G. 2008. O ensino de Química no Ensino Médio: Um olhar a respeito da motivação. *In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba, PR. Anais*. p. 120-130.
- Rocha J. S. & Vasconcelos T. C. 2016. Dificuldades no ensino de Química: algumas reflexões. *In: 28º Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis. Anais*. p.52-55.

- Rodrigues J.C., Freitas Filho J.R. de, Freitas Q.P da S.B., Freitas L. P. da S. R. de 2018. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, **13**(1):26-43.
- Rogez H. 2000. *Açaí: preparo, composição e melhoria da conservação*. Belém, ed. EDUFPA. 313p.
- Schultz J. 2008. *Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaís de Euterpe edulis Martius e Euterpe oleracea Martius submetidos a tratamentos para sua conservação*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/119356>. Acessado em: 20 de maio de 2018.
- Shreve R.N. & Brink Jr J. A. 1994. *Indústrias de processos químicos*. 4ª ed. São Paulo, ed. Ciência Química, 717 p.
- Tamiosso C.F., Jobim A.L., Maciel A.V., Kemerich P.D. da C. 2007. Captação da água da chuva no laboratório de engenharia ambiental. *Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas*, S.Maria, **8**(1): 25-37.
- Terci D.B.L. & Rossi A.V. 2002. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?. *Química Nova*, **25**(4):684-688.
- Terci, D.B. L. 2004. *Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas*. Tese de Doutorado, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 243 p
- Zan A. S.H de S., Faustino E., Baptista J.A.A., Zan R.A. Obtenção e uso de indicadores naturais em uma escola de Ji-Paraná - Rondônia, Amazônia Ocidental - Brasil. *Revista Debates em Ensino de Química*. **09**:188-200 Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/download/1789/1591>. Acessado em: 04 de Junho de 2018.

APÊNDICE B

Questionário para alunos (Teste Diagnóstico)

É de conhecimento de grande parte da população, que nosso mundo vive grandes transformações, o que interfere, de alguma forma, em cada ser vivente. Com o questionário abaixo, busca-se verificar se há entendimento ou interesse, sobre assuntos que levam a essas transformações, por exemplo, a chuva ácida.

Pergunta 1. O ser humano tem cuidado bem da natureza?

sim não

Pergunta 2. As possíveis alterações na natureza são causadas por:

Pequenas ações do homem Indústrias fenômenos naturais

Pergunta 3. Você acredita que as atividades industriais na sua cidade podem estar trazendo algum dano ao meio ambiente?

sim não

Pergunta 4. Você entende o que é chuva ácida ?

sim não

Pergunta 5. Em caso de resposta positiva na pergunta anterior, você acha que em sua comunidade possa existir chuva ácida?

sim não

Pergunta 6. Você concorda que deveria existir uma investigação, um estudo, sobre a possível ocorrência de chuva ácida em sua comunidade?

sim não

Pergunta 7. Se este estudo fosse feito, qual a melhor maneira de divulgação dos resultados:

Panfleto Cartaz Palestra Cartilha Cartuns

APÊNDICE C



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA O ENSINO
DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS - MESTRADO
PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA O PROFESSOR (A)

1. Escola(s) em que está lotado(a)

2. Formação Acadêmica

3. Tempo de atuação docente

4. Sua (s) escola (s) possui (em) estrutura física como: laboratório, vidrarias, reagentes, para a realização de aulas práticas?

5. Em sua opinião, a realização de aulas práticas leva o aluno a um aprendizado mais efetivo?

6. Aula experimental pode ser um fator de motivação e interesse para o aluno?

7. No seu dia a dia de sala de aula, você costuma realizar algum experimento?

8. Na pergunta acima:

a) se a resposta foi SIM, você observa se os alunos demonstram entender melhor os conteúdos?

b) se a resposta foi NÃO, cite alguns fatores ou dificuldades para a não realização

9. Em relação ao Manual Didático, faça sua avaliação dos itens abaixo, respondendo com as palavras: Ruim, Regular, Bom ou Ótimo.

a) Aparência

b) Clareza de idéias

c) Formato e linguagem

c) Recursos didáticos

d) Contextualização dos conceitos de ácidos e bases

e) Aplicabilidade

10. Faça suas considerações, comentários ou sugestões em relação ao Manual didático.

APÊNDICE D



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA O
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS –
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL



QUESTIONÁRIO AMBIENTAL- SEGUNDA PARTE

Após a realização do experimento sobre chuva ácida, responda as questões abaixo:

Pergunta 1. O que você entende por chuva ácida ?

Pergunta 2. Por que a água do experimento se tornou ácida?

Pergunta 3. O que vem causando o excesso de acidez das águas de chuva das grandes cidades ?

Pergunta 4. Cite um problema ambiental e um problema de saúde humana que pode ocorrer devido a emissão de dióxido de enxofre na atmosfera ?

Pergunta 5. O que pode ser feito em termos de governo federal para diminuir a acidez ou a poluição atmosférica como um todo? E em termos de prefeitura ? E você ? O que você pode fazer para contribuir para minimizar a emissão de contaminantes na atmosfera ?

Pergunta 6. Qual a sua opinião sobre o estudo de problemas ambientais feito nesta oficina de química ?
