

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

RAPHAEL COELLI IVANOV

**FERMENTAÇÃO ACÉTICA: ABORDANDO TRANSFORMAÇÕES
QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2011

RAPHAEL COELLI IVANOV

Fermentação Acética: Abordando Transformações Químicas e Bioquímicas

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Dr. Mário Antônio Alves da Cunha

DEDICATÓRIA

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece:

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco pela possibilidade de desenvolvimento do presente trabalho.

Aos professores membros da banca de avaliação do projeto que originou o presente trabalho de conclusão de curso, pelas sugestões que contribuíram para a melhor estruturação da proposta.

Ao orientador Dr. Mário Antônio Alves da Cunha pelo apoio e dedicação, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos pais pelo apoio financeiro e fraternal que muito contribui nessa etapa de vida.

Aos colegas de turma que pelo convívio e amizade ao longo do curso.

EPIGRAFE

A melhoria da qualidade do ensino de Química demanda uma vinculação entre o mundo da Química e o mundo do aluno-cidadão, sendo indispensável, para isso, a produção de material didático nunca pronto e acabado, mas criticamente reconstruído e elaborado por professores e alunos em caminhada que vá do concreto vivido ao abstrato pensado.

(CHASSOT, I. Attico et al. 1993)

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **Fermentação Acética: Abordando Transformações Químicas e Bioquímicas** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° 010L2 de 2011.

Fizeram parte da banca os professores.

Mário Antônio Alves da Cunha

Raquel Dalla Costa da Rocha

Sirlei Dias Teixeira

RESUMO

IVANOV, R. C. Fermentação Acética: Abordando Transformações Químicas e Bioquímicas. 2011. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

O presente trabalho delimitou-se a criação de protocolos experimentais descritivos e de manual prático para elaboração de vinagre de fruta, tendo como tema central a fermentação acética e seus processos de controle. Foram discutidos conceitos teóricos envolvidos nas fermentações alcoólica e acética, abordando o aspecto histórico e ressaltando a importância das transformações químicas e bioquímicas envolvidas no processo.

Foi possível o desenvolvimento de material didático-pedagógico com abordagem prática e simplificada de conteúdos da disciplina de química do ensino médio. O material desenvolvido aborda os temas titulometria ácido-base, estequiometria química e química das fermentações e constitui-se como uma ferramenta de ensino a ser utilizada por professores no terceiro ano do ensino médio para a fixação de conteúdos pelos acadêmicos.

Palavras – Chave: educação, ácido acético, vinagre, fermentação, titulometria;

ABSTRACTS

IVANOV, R. C. Acetic Fermentation: Addressing Chemical and Biochemical Transformations. 2011.43f Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

This work delineated the creation of experimental descriptive and a toolkit for development of fruit vinegar having as its central theme the acetic fermentation and its control processes. Were discussed theoretical concepts involved in alcoholic fermentation and acetic, addressing the historical aspect and emphasizing the importance of chemical and biochemical transformations involved in.

Could the development of teaching materials with practical approach and simplified content of the discipline of school chemistry. The material deals with the themes developed acid-base titration, chemical stoichiometry and chemistry of fermentation and was established as a teaching tool to be used by teachers in the third year of high school for the establishment of content by academics.

Keywords: Education, acetic acid, vinegar, fermentation, titration;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recipiente usado no processo lento para produção de vinagre de vinho.	29
Figura 2 - Gerador utilizado no processo rápido para a produção de vinagre.....	30
Figura 3 - Corte transversal de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com fermentação acética submersa.....	31
Figura 4 – Protocolo 1: condução de uma fermentação alcoólica	35
Figura 5 – Protocolo 2: verificação da fermentação alcoólica	37
Figura 6 – Protocolo 3: Determinação de ácido acético no vinagre.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites analíticos estabelecidos pela legislação brasileira para vinagre de vinho e fermentado acético de frutas.	26
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS

$C_6H_{12}O_6$ – Glicose

C_2H_5OH – Etanol

CO_2 – Dióxido de carbono

CH_3CH_2OH – Etanol

O_2 – Gás Oxigênio

CH_3COOH – Ácido Acético

H_2O – Água

$C_3H_6O_3$ – Ácido Láctico

$^{\circ}C$ – Grau Celsius

% -- por cento

V_0 -- volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL

M -- molaridade da solução de hidróxido de sódio

PM -- peso molecular do ácido acético

n -- número de hidrogênios ionizáveis do ácido acético

V -- volume da amostra em mL

f -- fator de correção da solução de hidróxido de sódio

$NaOH$ – Hidróxido de sódio

LISTA DE ACRÔNIMOS

ANAV – Associação Nacional das Indústrias de Vinagre

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

LISTA DE ABREVIATURAS

Dr – Doutor

Kg – Quilograma

g. – Grama

v/v – Volume por volume

g/100mL – Grama por 100 mililitros

g/L ou g.L-1 – Grama por litro

mg/L – Miligrama por litro

mL – Mililitro

ppm – Parte por milhão

ATP – Adenosina trifosfato

Neg – negativo

Ka – constante de hidrolise ácido acético

Mol/L – Mols por litro

g/mL – grama por mililitros

m/m – Massa por massa

pH – Potencial de hidrogênio

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 O ensino da química	18
3.1.1 Interligando o ensino da química com as fermentações	18
3.2 Fermentação	19
3.2.1 Fermentações Industriais	20
3.2.1.1 Fermentação alcoólica	21
3.2.1.2 Fermentação Lática.....	22
3.2.1.3 Fermentação Acética.....	22
3.3 Vinagre	23
3.3.1 Importância da utilização do vinagre	24
3.3.2 Vinagre como um alimento funcional	25
3.3.3 Padronização e Legislação	26
3.3.4 Matérias-primas.....	27
3.3.5 Bactérias acéticas	28
3.4 Processos de fabricação	28
3.4.1 Processo lento.....	28
3.4.2 Processo rápido	30
3.4.3 Processo submerso.....	31
3.4.4 Tipos de vinagre.....	32
3.4.5 Tratamento final	32
4 METODOLOGIA	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
6 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas encontrados pelos docentes em relação ao ensino de química das fermentações para alunos de ensino médio é a utilização de métodos complementares que venham facilitar a compreensão do conteúdo trabalhado, fornecendo uma visão crítica e possibilitando assim, a construção do conhecimento de forma clara e concisa.

Segundo Ausubel (1968), psicólogo cognitivista americano, a aprendizagem significativa ocorre através de um processo de “ancoragem” de um novo conhecimento a um conceito já existente na estrutura cognitiva de cada indivíduo. É, portanto, necessário que o professor tenha conhecimento do que seu aluno já sabe e ensine-o com base nos conhecimentos já adquiridos. Sob este aspecto verifica-se que a utilização de metodologias de ensino teórico integradas a aplicações práticas cotidianas surge como uma ferramenta bastante relevante que pode contribuir de modo significativo no processo de ensino-aprendizagem.

As transformações da matéria através de processos fermentativos constituem um dos fenômenos mais intrigante ao longo da história da humanidade. Na tentativa de melhor compreender esse processo fascinante, o homem conseguiu obter importantes avanços, que ajudaram a humanidade a conhecer melhor sua natureza e a utilizar seus maravilhosos efeitos em benefício próprio, de forma mais racional. Na infância do mundo, o ser humano descobriu que podia aproveitar reações que ocorriam espontaneamente na natureza para tornar sua vida melhor e mais agradável. Desde muito cedo o homem passou a utilizar, em seu benefício, os efeitos surpreendentes dos processos de transformação da matéria por reações de fermentações, e na atualidade muitos produtos e processos são obtidos e desenvolvidos através do emprego das fermentações.

Dessa forma, o presente trabalho teve como proposta desenvolver e formular protocolos experimentais correlacionando conceitos teóricos e facilitando o processo de fixação dos conteúdos referentes à química das fermentações, titulometria ácido-base, determinações de potencial hidrogênio-iônico (pH) e estequiometria química por alunos do terceiro ano do ensino médio. Paralelamente, foi desenvolvido um manual prático para elaboração de vinagre de fruta de forma que os acadêmicos pudessem transpor o conhecimento adquirido a comunidade, considerando a

possibilidade do presente trabalho ser aplicado em uma escola localizada na zona rural.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Desenvolvimento de material didático-pedagógico a ser trabalhado em escola de ensino médio.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolvimento de protocolos experimentais descritivos abordando os conteúdos: química das fermentações, titulometria ácido-base, determinações de potencial hidrogênio-iônico (pH) e estequiometria química;
- Desenvolvimento de manual prático para elaboração de vinagre de fruta como ferramenta de transposição do conhecimento acadêmico à comunidade;
- Abordagem teórica-prática sobre a importância dos experimentos como facilitador para o ensino de ciências da natureza.
 - A interdisciplinaridade na área.
- Descrição de técnicas de análises de processo:
 - Verificação da ocorrência de um processo fermentativo.
 - Análise de pH.
 - Quantificação do teor de ácido acético (titulação ácido-base).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O ensino da química

A Química é a ciência que estuda a matéria, as transformações químicas por ela sofridas e as variações de energia que acompanham estas transformações. Ela representa uma parte importante em todas as ciências naturais, básicas e aplicadas. O crescimento e metabolismo das plantas, a formação de rochas, o papel desempenhado pelo ozônio na atmosfera superior e etc. Nada disto pode ser compreendido sem o conhecimento e as perspectivas fornecidas pela Química e como qualquer ciência (Física, Biologia) progride através da chamada atividade científica, pesquisa científica ou método científico de trabalho que, em linhas gerais, se desenvolve da seguinte maneira:

- a) Observações de fatos ou fenômenos ocorridos na Natureza, nos laboratórios, nas indústrias etc.
- b) Realização de experiências: Onde é verificada a teoria através de atividades praticas, laboratoriais (BUENO et al.,2004).

Com isso, fica referendada a visão que também é expressa pelos parâmetros curriculares nacionais (PCN) de que as ciências que compõem a área têm em comum a investigação sobre a natureza e o desenvolvimento tecnológico, e que é com elas que a escola, compartilhando e articulando linguagens e modelos que compõem cada cultura científica, estabelece mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e científicos diversificados, que incluem o universo cultural da ciência Química (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, 1998,p 102).

3.1.1 Interligando o ensino da química com as fermentações

As concepções de ensino escolar são construções históricas que adquirem sentidos e significados próprios de acordo com o contexto. Na escola, criam-se intencionalmente e de forma planejada os contextos a serem estudados. Ao se tratar o conjunto dos componentes curriculares das Ciências da Natureza como área de

estudos e com atenção para suas tecnologias, esses conhecimentos passam a ser intercomplementares, ou seja, qualquer avanço no significado de algum conceito em um campo científico, em uma disciplina, pode ter repercussão em outros campos ou disciplinas. Presume-se, então, que isso torna a significação do contexto muito mais rica e a aprendizagem mais consistente, contribuindo para o maior desenvolvimento dos estudantes (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS 1998, p 103).

Quanto mais colocamos em prática de forma metódica a nossa capacidade de indagar, de comparar, de duvidar, de aferir, tanto mais eficazmente curiosos nos podemos tornar e mais crítico se pode fazer o nosso bom senso (PRADO; TEODORO; KHOURI., 2004).

Ainda segundo Prado; Teodoro e Khouri, (2004) aplicação de formas alternativas para o ensino de microbiologia pode ser utilizada como um instrumento a mais para uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos da microbiologia abordada no ensino médio e fundamental, visto que o Brasil é um país com problemas sérios de educação, saneamento básico, higiene e alimentação, fatores altamente favoráveis ao prevailecimento dos efeitos deletérios do mundo microbiano.

3.2 Fermentação

O uso de processos fermentativos é bastante remoto, data-se que desde a antiguidade o homem já fazia uso de microrganismos responsáveis pela fermentação de forma inconsciente, como um método de conservação de alimentos ou preparo de bebidas. Entretanto, os processos fermentativos tornaram-se objetos de grande estudo após a descoberta de seus agentes causadores (microrganismos).

Esta descoberta somente foi realizada no século dezessete, onde o pesquisador Antonie Van Leeuwenhock (um dos precursores no uso do microscópio) visualizou no microscópio gotas de cerveja fermentada (1680) e descreveu a existência de seres minúsculos que eram invisíveis a olho nu, porém, somente cerca de 200 anos mais tarde Louis Pasteur, após investigação detalhada sobre as leveduras da cerveja e do vinho, concluiu que a causa das fermentações era a ação desses seres minúsculos, os microrganismos, caindo por fim a definição antiga de que fermentação era um processo puramente químico (AMORIM, 2005, p 434).

O verbo fermentar deriva da palavra latina “fervere” que tem como significado etimológico “estado de ebulição, relativo à condição de borbulhamento gasoso, tal

aparecimento de bolhas deve-se à produção de dióxido de carbono pela ação das leveduras sobre sucos, caldos de frutas e cereais”. No contexto tecnológico, fermentação significa todo o processo em que atuam microrganismos, controlados pelo homem sobre substratos orgânicos através de suas enzimas, produzindo determinadas substâncias de utilidade para o homem. Essas substâncias ou produtos de fermentação vão desde alimentos modificados e bebidas alcoólicas, a outros produtos industriais, como solventes, ácidos orgânicos, ésteres, aminoácidos, polissacarídeos, enzimas, vitaminas, antibióticos e hormônios. Do ponto de vista bioquímico, é uma manifestação fisiológica da célula viva. Corresponde à geração de energia pelo catabolismo de compostos orgânicos, sem a participação de oxigênio comoceptor final de elétrons. É um termo que denota a degradação anaeróbica de glicose ou de outros nutrientes orgânicos em vários produtos (característicos para os diferentes organismos) para obter energia na forma de Adenosina trifosfato.

Na atualidade as fermentações têm amplo campo de aplicações, não sendo restrita apenas a obtenção de alimentos e bebidas fermentadas como exemplo, picles, queijos, molhos, temperos e etc. As técnicas de fermentação também são utilizadas em grande escala pelas indústrias farmacêuticas, as quais obtêm produtos como antibióticos, aminoácidos, esteróides modificados (hormônios), entre outros. Outro campo de emprego dos bioprocessos é no tratamento de resíduos e efluentes tanto industriais quanto domésticos, em que se obtêm grande eficiência de desintoxicação (CUNHA, 2010 p. 4).

3.2.1 Fermentações Industriais

O conhecimento da atividade dos microrganismos na conversão de determinadas substâncias em outras e da possibilidade do uso de grande variedade de substratos para obter vários produtos é relativamente recente. Desse conhecimento adveio a utilização em grande escala dos microrganismos para a produção de substâncias específicas, fazendo surgir diversas indústrias (LIMA; AQUARONE; BORZANI, 1987, p. 104)

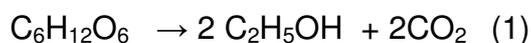
Segundo Lima, Aquarone e Borzani, (1987, p. 104) a fermentação industrial é a exploração racional da potencialidade dos microrganismos, adaptáveis a várias condições ambientais e capazes de produzir um número elevado de diferentes

produtos, cuja aplicação prática amplia-se dia-a-dia. Há meio século, a exploração econômica da fermentação restringia-se quase que unicamente à produção de bebidas alcoólicas e de álcool retificado. Hoje abrange áreas mais amplas, sendo empregados na estabilização de detritos orgânicos, na obtenção de alimentos fermentados, proteínas, graxas, vitaminas, hormônios e antibióticos. No Brasil, a fermentação alcoólica alcança todas as latitudes e longitudes. A produção de antibióticos é elevada, e desenvolve-se a produção de vitaminas. Em geral os produtos de relevância comercial oriundos das fermentações industriais podem ser agrupados em quatro categorias: células microbianas, moléculas grandes como enzimas e polissacarídeos, produtos básicos e metabólitos secundários os quais são importantes para o crescimento celular.

Três são os principais processos fermentativos, sendo eles fermentação alcoólica, fermentação láctica e fermentação acética. Além destes três mais utilizados em escala industrial também existe a fermentação butírica, oxálica e quimiossíntese. Todos estes processos têm como base a quebra do substrato (glicose, amido, etc.) em piruvato, que posteriormente será convertido em outro produto, como álcool etílico, lactose, ácido acético entre outros (CUNHA, 2010, p. 83).

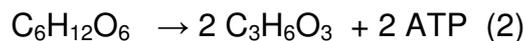
3.2.1.1 Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica pode ser considerada como a oxidação anaeróbica parcial da glicose, causada pela ação de leveduras, gerando como produto final álcool etílico e gás carbônico, além de outros produtos secundários. A produção de álcool por microrganismos pode ser resumida na equação (1). O álcool obtido por via fermentativa possui um amplo campo de uso, sendo que seu uso específico determina a escolha da matéria-prima, bem como o processo microbiológico empregado. O álcool industrial pode ser utilizado como combustível para automóveis quando misturado a outros ingredientes, e tem também papel importante como solvente industrial (AMORIM, 2005, p. 443).



3.2.1.2 Fermentação Láctica

Um dos processos mais importantes na área das fermentações é o processo envolvendo a fermentação láctica. Na fermentação láctica, a glicose sofre inicialmente um processo de quebra, através de uma sequência de reações catalisadas por enzimas, denominado glicólise. Este processo é exatamente igual ao ocorrido na fermentação alcoólica. Entretanto na fermentação láctica o aceptor final de hidrogênios é o próprio ácido pirúvico, que é convertido em ácido láctico, à equação (2) é uma forma simplificada da fermentação láctica. Um dos grandes benefícios industriais das técnicas de fermentação láctica corresponde ao aumento da validade dos produtos, como exemplo pode ser citado a produção de chucrute a partir do repolho, além de pickles, azeitonas e produtos cárneos maturados. Ou seja, matérias-primas de origem vegetal e animal podem ser transformadas em produtos mais saborosos e com vida-de-prateleira estendido (AQUARONE et al., 1993, p. 149).



3.2.1.3 Fermentação Acética

A fermentação acética é o processo de transformação do álcool em ácido acético realizado por determinadas bactérias, estas que são por sua vez chamadas de bactérias acetificadora. As bactérias acéticas constituem um grupo de microrganismos de amplo interesse econômico, de um lado pela sua função de produção de ácido acético e, de outro, pelas alterações que provoca em alimentos e bebidas (HOFFMANN, 2006).

As principais espécies de *Acetobacter*, utilizadas na produção de vinagre, apresentam-se nas formas de bastonetes e cocos, formando correntes e filamentos. Em relação à temperatura, o melhor rendimento é obtido entre 25°C e 30°C, embora suportem temperatura mínima de 4°C a 5°C e máxima de 43°C. No entanto temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 35°C tornam a fermentação acética muito lenta, pois reduzem a atividade bacteriana. Quanto ao álcool, a maior parte das espécies suporta até 11,0% v/v. Em relação ao ácido acético, as bactérias acéticas geralmente suportam até 10,0% v/v. O processo de acetificação necessita estritamente de oxigênio para que ocorra. Por isso as bactérias comumente

multiplicam-se na parte superior do líquido que está sendo fermentado (HOFFMANN, 2006). A equação (3) demonstra a oxidação realizada pelo microrganismo.



3.3 Vinagre

O vinagre, assim como o vinho, a cerveja, o pão, o kefir e o iogurte, é um alimento fermentado conhecido há milhares de anos (AQUARONE et al., 2001, p. 183).

O primeiro a relatar que o oxigênio é imprescindível para a obtenção de vinagre foi Backer na segunda metade do século XVII; tal observação seria confirmada experimentalmente em 1786 por Rozier com a conhecida experiência da bexiga cheia de ar que definhava como o correr das transformações

No auge dessa fase científico-histórica, dois nomes ilustres surgiram para comprovar definitivamente a responsabilidade do oxigênio na fermentação acética e demonstrar com detalhes que o vinagre necessita de um microrganismo capaz de transformar o álcool em ácido acético, sendo esses nomes Lavoisier e Pasteur, respectivamente (AQUARONE et al., 1983, p. 104).

No decorrer dos séculos o vinagre foi empregado em uma série de segmentos distintos, na cozinha, o emprego do vinagre era generalizado e constante. Nas guerras, o vinagre era recomendado aos soldados, principalmente quando atuavam em ambientes úmidos, fazendo parte da ração diária, para prevenir possíveis contaminações microbiológicas, desinfetando e temperando os alimentos (AQUARONE et al., 1993, p. 105).

Nas epidemias de cólera que ocorreram no passado, o vinagre foi utilizado para desinfecção, sendo assim era recomendado lavar as mãos antes e depois de visitar um doente, lavar as frutas e verduras antes do consumo utilizando o vinagre. No Brasil, os vinagres são elaborados principalmente a partir do álcool de cana-de-açúcar e do vinho. E como em alguns outros países com culturas semelhantes, a maior parte da população não dá a devida importância à qualidade dos vinagres, considerando-o apenas como um condimento azedo, menosprezando assim suas propriedades nutritivas, organolépticas, sanitizantes e até medicinais. Esse

comportamento induz à produção a partir de matérias-primas mais baratas e por processos cada vez mais produtivos, obtendo-se, por conseguinte, vinagres que se apresentam realmente apenas como uma solução ácida, em detrimento da obtenção de vinagres finos originados de vinhos de frutos, mel, cereais etc., tão apreciados em países com elevado grau de desenvolvimento, cujo preço de uma única garrafa pode atingir dezenas de dólares, sendo comum a realização de testes organolépticos, por degustadores experientes, à semelhança do que ocorrem com os vinhos, cervejas e uísques (AQUARONE et al., 1983).

3.3.1 Importância da utilização do vinagre

A importância do vinagre na alimentação decorre de suas inúmeras formas de utilização, ou seja, como condimento, conferindo sabor ácido aos alimentos em que é adicionado; como conservante, evitando o crescimento de fungos, especialmente em pães e vegetais; sendo bastante útil como agente amaciante de carnes temperadas e legumes em conservas. Além disso, é muito empregado como agente de limpeza, devido sua ação bactericida (GRANADA et al. 2000).

As propriedades do milenar vinagre estão chegando ao conhecimento do grande público. O Instituto do Vinagre dos Estados Unidos desenvolve nos últimos meses uma intensa campanha para mostrar à população americana que o vinagre é um multiproduto, com largas aplicações na alimentação, saúde e higienização de ambientes. No Brasil, a Associação Nacional das Indústrias de Vinagre (Anav) entra na segunda fase da sua campanha nacional e divulga os benefícios do vinagre para a saúde das pessoas. A primeira fase de divulgação no Brasil foi focada na divulgação da eficácia do uso do vinagre no combate às larvas do mosquito *Aedes Aegypti*, causador da dengue. O assunto ganhou tanta importância, que autoridades de saúde receberam dirigentes da Anav para avaliar os benefícios do uso do vinagre no combate à dengue. Duas colheres de sopa de vinagre diluídas no recipiente que contém água com as larvas do mosquito da dengue são suficientes para eliminá-las (ANAV, 2010).

O vinagre é muito semelhante às substâncias químicas naturalmente secretadas no estômago e por isso, ele tem fama de facilitador da digestão (ANAV, 2010).

3.3.2 Vinagre como um alimento funcional

Alimentos funcionais são alimentos ou ingredientes que, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas. Este efeito ocorre em sua maioria quando estes são consumidos como parte de uma dieta usual, sendo seguro seu consumo com estes objetivos geralmente sem necessidade de supervisão médica como no caso de um medicamento. Lembrando que estes preceitos são válidos quando a eficácia e segurança desses alimentos já foram asseguradas por estudos científicos. Os alimentos funcionais se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônicas degenerativas. A importância para a saúde do uso destes alimentos verifica-se no Brasil pelo fato de que os brasileiros enfrentam um avanço das doenças crônicas degenerativas por conta de um estilo de vida desequilibrado que envolve maus hábitos alimentares e sedentarismo. O consumo regular desses alimentos pode ser uma alternativa para conter o avanço dessas doenças e fazer com que as pessoas se conscientizem que a alimentação tem um papel fundamental sobre a saúde delas (CARDOSO, 2008).

Na Europa e na Ásia consagrou-se o uso de vinagre como condimento e alimento funcional, realizando-se estudos detalhados sobre a composição dos vários tipos de vinagre e seus efeitos benéficos à saúde. Embora as propriedades funcionais do vinagre não estejam totalmente esclarecidas, propalam-se seu efeito positivo no controle da pressão arterial e do pH do estômago para combater a gastrite, o efeito bactericida, a ação antioxidante nas células e o ataque aos radicais livres, evitando a manifestação de certos tipos de cânceres. As propriedades funcionais são atribuídas a determinadas substâncias presentes nos vinagres tradicionais, como os do vinho.

O vinagre autêntico produzido a partir do vinho e de algumas frutas mantém características inerentes à matéria-prima, tais como a presença de sais minerais, compostos fenólicos e vários ácidos monocarboxílicos, além do ácido acético, tais como os ácidos tartárico, succínico, málico e láctico, todos eles responsáveis pela acidez. Os vinagres originários de frutas apresentam uma gama ainda maior de ácidos, ao passo que os vinagres produzidos a partir do álcool etílico só contêm

ácido acético. É possível constatar que os vinagres de composição mais rica são os de maior capacidade antioxidante e de sequestrar radicais livres. Se o vinagre tem uma fonte nobre, como uva ou outras frutas, e é obtido por um processo de fermentação, certamente se constituirá em alimento importante para a saúde (NETTO, 2006).

3.3.3 Padronização e Legislação

Pode-se definir o vinagre como um alimento do grupo dos condimentos, obtidos por fermentação acética de soluções alcoólicas diluídas, sendo estas resultantes de fermentações alcoólicas de mostos açucarados ou amiláceos. (AQUARONE et al., 1993, p. 105).

De acordo com a legislação vigente no Brasil, os vinagres deverão apresentar as seguintes características (Tabela 1):

Tabela 1 - Limites analíticos estabelecidos pela legislação brasileira para vinagre de vinho e fermentado acético de frutas.

Componentes	Maximo	Mínimo
Vinagre de vinho		
Acidez volátil em ácido acético (g/100 mL)		4,0
Álcool (% v/v) a 20°C	1,0	
Cinzas		1,0
Extrato seco reduzido, tinto e rose (g/L)		7,0
Extrato seco reduzido, branco (g/L)		6,0
Sulfato de potássio (g/L)	1,0	
Dióxido de enxofre total (mg/L)	200	
Presença de corantes artificiais		Neg.

Fonte: Rizzon e Meneguzzo (2006)

É proibida a elaboração de vinagres por diluições de ácido acético de origem não fermentativa. Para os vinagres concentrados, vigorarão as mesmas características, respeitadas as proporções de concentração (AQUARONE et al., 2001, p. 184).

O produto vinagre será classificado em vinagre de vinho tinto ou de vinho branco, de acordo com a matéria-prima que lhe deu origem. O produto resultante da fermentação acética de outros líquidos alcoólicos será denominado fermentado acético, podendo ser usada a palavra vinagre no rótulo, desde que seja acrescida do nome da matéria-prima de sua origem. Exemplos: vinagre de álcool, vinagre de maçã, vinagre de malte, etc (BRASIL, 1990).

Os vinhos destinados à fabricação de vinagre (vinho-base) deverão ser acetificados na origem, pela adição de vinagre duplo, de modo que apresentem uma acidez acética mínima de 0,6g/100 mL. Essa acetificação visa descaracterizar o vinho utilizado como matéria-prima para acetificação como vinho de mesa (AQUARONE et al., 2001, p. 185).

A conservação deve ser feita através de pasteurização ou adição de dióxido de enxofre, no limite máximo de 200ppm. O vinagre poderá ser submetido à colagem, clarificação, aeração e envelhecimento (BRASIL, 1990).

3.3.4 Matérias-primas

Como o vinagre provém, em geral, de duas fermentações sucessivas, a alcoólica e a acética, toda a matéria-prima usada para a produção fermentativa do álcool serve, em princípio, também como matéria-prima do vinagre. Em função da matéria-prima da qual se parte, pode-se fazer a seguinte classificação genérica de vinagres:

Vinagres de sucos de frutas: uva, uva-passa, maçã, abacaxi, laranja, pêra, morango, framboesa, ameixa, figo, pêssego, jabuticaba, caqui, etc.;

Vinagres de tubérculos amiláceos: batata, batata-doce, mandioca, etc.;

Vinagres de cereais: cevada, centeio, trigo, arroz, milho, etc.;

Vinagres de matérias-prima açucarados: xarope de açúcar, mel melaço, soro de leite, etc.;

Vinagres de álcool: propriamente dito diluído, aguardentes, outros destilados.

As matérias primas de origem vegetal já contêm nutrientes suficientes para as bactérias acéticas. A fermentação alcoólica prévia também contribui para o enriquecimento do meio. Por outro lado, para a fabricação de vinagre de destilados, a adição de nutrientes é indispensável.

O emprego de vinhos de qualidade inferior ou com algum defeito de fabricação é fato comum, entretanto algumas substâncias indesejáveis podem passar para o vinagre, depreciando sua qualidade. A água utilizada para o preparo de mostos, cujas matérias-primas não possuam fase líquida suficiente (álcool, mel, cereais, banana, maçã, caqui etc.), deve ser potável, de baixa dureza, livre de sedimentos ou partículas em suspensão é isenta de cloro (AQUARONE et al., 2001, p. 187).

3.3.5 Bactérias acéticas

A fermentação acética é realizada por um conjunto de bactérias do gênero *Acetobacter* ou *Gluconobacter*, pertencentes à família *Pseudomonaceae* (AQUARONE et al., 2001, p. 190).

Na fermentação acética o etanol é oxidado a ácido acético. Essa etapa é feita por bactérias acéticas em meio aeróbio. Além do ácido acético são produzidas pequenas quantidades de outros produtos como aldeídos, cetonas, ésteres e outros ácidos orgânicos, sendo o acetaldeído o composto secundário predominante. Assim, após o término da fermentação alcoólica, inocula-se o vinho com essa mistura de bactérias úteis e ativas adicionando “vinagre forte”, que é o vinagre não diluído e não pasteurizado de uma fermentação anterior, contendo altas concentrações de bactérias acéticas (PEDROSO, 2003).

São comumente encontradas em frutas e vegetais e estão envolvidas na acidificação bacteriana de sucos de frutas e bebidas alcoólicas, cerveja, vinho, produção de vinagre e fermentação de sementes de cacau. De acordo com alguns autores, são de interesse industrial: *Acetobacter aceti*, *A. xylinoides*, *A. orleanense*, *A. acetigenum*, *A. schuetzenbachii*, *A. curvum* e *A. rances* (AQUARONE et al., 2001, p. 192).

3.4 Processos de fabricação

3.4.1 Processo lento

Este processo também conhecido como processo Orléans é o mais antigo para a produção de vinagre e admite-se fornecer vinagre de excelente qualidade empregando só vinho como matéria-prima. Neste processo (Figura 1) usa-se uma

dorna, barril de carvalho ou outra madeira que não confira propriedades estranhas ao produto, promovido de aberturas laterais para entrada de ar, tubo em forma de “J” para adição de vinho e torneira de madeira para retiradas de vinagre (AQUARONE et al., 1993, p.111).

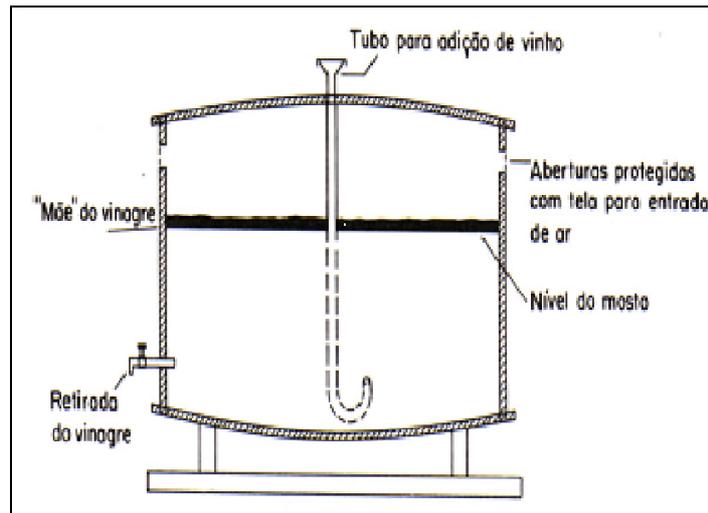


Figura 1 - Recipiente usado no processo lento para produção de vinagre de vinho.

Fonte: Aquarone et al., (1993 p. 111).

As dimensões dos barris são estabelecidas em função da quantidade de vinagre a elaborar. As aberturas para passagem do ar deverão ser protegidas por uma tela fina para evitar a entrada da mosquinha-do-vinagre. Os barris devem ser colocados em locais onde a temperatura permanece elevada no inverno, para que a acetificação ocorra de forma mais rápida. Os rendimentos da transformação do álcool em ácido acético são baixos. Entre os principais aspectos negativos do processo, destaca-se a possibilidade de proliferação de bactérias produtoras de celulose e consumidora de ácido acético além do aparecimento de anguilulas (CUNHA, 2010, p. 107).

Outro fator de extrema importância, é que se deve evitar o contato do vinho e do vinagre com materiais ou equipamentos constituídos de ferro, cobre, alumínio ou outros metais que causam problemas de turvação ou toxicidade (AQUARONE et al., 1993, p. 111).

3.4.2 Processo rápido

O processo de elaboração do vinagre rápido foi desenvolvido a partir do início do século XVII, com a utilização de diferentes materiais porosos como sabugo de milho, engaço de uva e, especialmente, maravalha de madeira, para aumentar a superfície de contato das bactérias acéticas com o vinho. Esse processo (Figura 2) consiste basicamente na passagem de mistura vinho/vinagre através de um material com grande superfície exposta e que contém as bactérias acéticas, encontrando, em contracorrente, ar atmosférico. A mistura a ser acetificada é passada pelo gerador quantas vezes forem necessárias, até a transformação total do etanol em ácido acético (AQUARONE et al., 2001, p. 195).

É necessário ter um cuidado com o crescimento incontrolado de bactérias produtoras de polímeros, infestação por moscas e nematóides, pois baixam a produtividade inviabilizando a adoção deste processo fermentativo (AQUARONE et al., 2001, p. 195).

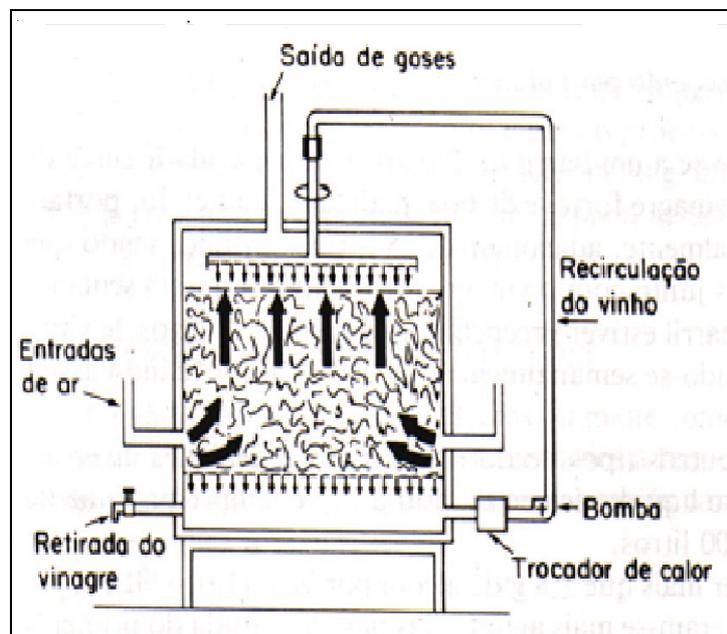


Figura 2 - Gerador utilizado no processo rápido para a produção de vinagre.

Fonte: Aquarone et al., (2001, p. 195).

3.4.3 Processo submerso

Um dos grandes objetivos em escala industrial, e a utilização de métodos que forneçam uma alta rapidez na produção industrial e uma boa eficiência, sendo assim a fermentação acética submersa surge como uma ótima ferramenta.

O método baseia-se na presença da bactéria acética submersa no vinho para acetificar, saturado constantemente por finas partículas de ar. Diferentemente dos processos anteriores, as bactérias acéticas se encontram imersas no vinho sem nem um suporte de material poroso, mas em íntimo contato com o oxigênio do ar proveniente de intenso arejamento. O equipamento utilizado (Figura 3) é formado por um recipiente de grande capacidade, geralmente feito de aço inoxidável, com uma turbina de ar no fundo e tubos por onde circula a água para refrigeração que funciona automaticamente (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

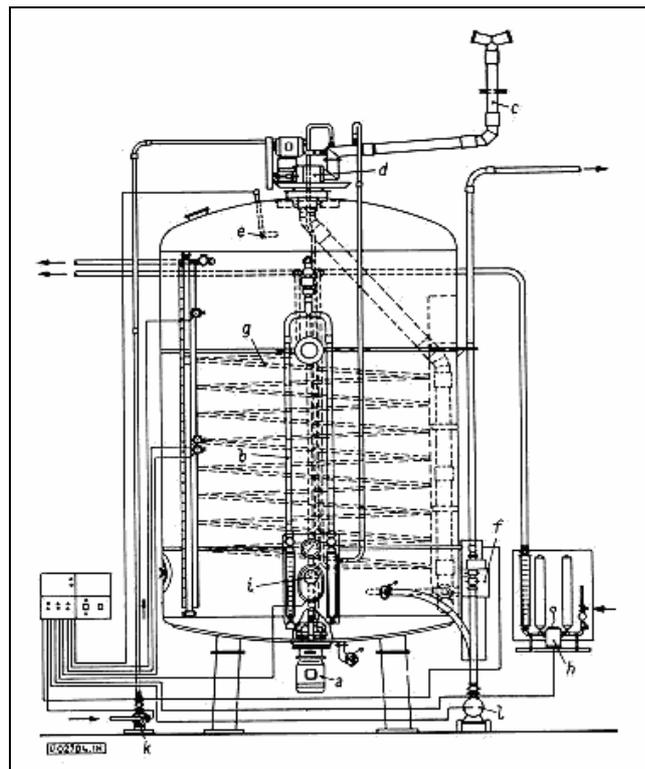


Figura 3 - Corte transversal de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com fermentação acética submersa.
Fonte: Rizzon; Meneguzzo (2006)

3.4.4 Tipos de vinagre

No Brasil, os vinagres mais comercializados são os de: vinho tinto, vinho branco, maçã e álcool. Os vinagres de outros frutos como abacaxi, laranja, jabuticaba, caqui, etc., assim como o do mel, apesar de excelentes quando bem elaborados, restringem-se a pequenas produções e são praticamente desconhecidos do mercado consumidor. Vinagres de cereais como arroz, cevada e trigo, tão comuns em outras regiões não despertam o interesse industrial, devido às dificuldades que essas matérias-primas oferecem na preparação dos respectivos mostos, principalmente em relação à hidrólise do amido e à posterior clarificação do produto (AQUARONE et al., 2001, p. 200).

Um dos vinagres que se destaca devido ao processo de elaboração é o vinagre balsâmico devido as suas características aromáticas que adquire no decorrer do processo de produção (HOFFMANN, 2010).

O vinagre balsâmico é o produto obtido da fermentação alcoólica e acética do mosto de uva Trebbiano, cozido, o qual é obtido a partir da uva esmagada e separado no início da fermentação alcoólica. O cozimento é feito em fogo direto até o teor de açúcar alcançar valor compreendido entre 28 e 33 °Babo, o que corresponde a uma redução de 20% a 30% do volume inicial do mosto. Um mosto mais cozido dará origem a um vinagre balsâmico mais doce. Os vinagres feitos de mostos mais cozidos são preferidos e necessitam de maior tempo para serem feitos. O mosto, assim concentrado, é colocado em recipientes de madeira, até tornar-se vinagre balsâmico, o que acontece com o tempo, o tipo de recipiente é de madeira (HOFFMANN, 2010).

3.4.5 Tratamento final

O tratamento final que o vinagre será submetido depende intrinsecamente do processo de obtenção que foi utilizado. O processo lento utilizando vinhos de uvas, praticamente fornece vinagres límpidos, devido ao tempo que permanece em repouso durante o período de acetificação, principalmente se as adições de vinho e retiradas de vinagre da dorna forem cuidadosas. Nesse caso, apenas uma filtração em tecido de algodão ou feltro é suficiente para que o produto apresente-se límpido. A seguir, ajusta-se concentração com água potável, pasteuriza-se a 65°C por 5 minutos e envasa-se a quente. Quando o vinagre é processado por geradores que

utiliza o material de enchimento também se tem um vinagre praticamente límpido, já que o material-suporte atua como agente-filtrante e de sedimentação. A filtração final é feita em filtro-prensa, seguindo-se a pasteurização e o engarrafamento (AQUARONE et al., 2001, p. 201).

O processo submerso se obtém um vinagre bruto bastante turvo, por conter, em suspensão, as bactérias acéticas e as substâncias sólidas originadas da matéria-prima. Esse vinagre necessita, para se tornar limpo, de um agente clarificante (bentonita, clara de ovo etc.) O clarificador é intimamente misturado com o vinagre bruto e deixado em repouso para sedimentação. Após algum tempo, o sobrenadante é filtrado em filtro-prensa, usando polpa de celulose como leito filtrante e, se a clarificação não for satisfatória, repete-se a operação. A seguir, procede-se a diluição, à pasteurização e ao envase (AQUARONE et al., 2001, p. 201).

4 METODOLOGIA

Inicialmente foram desenvolvidos protocolos experimentais descritivos através da montagem de roteiros para atividades práticas. Para elaboração dos roteiros foram considerados os conteúdos pedagógicos titulometria ácido-base (técnicas de volumetria, conceitos e procedimentos práticos de titulação usando indicadores químicos), estequiometria química (balanço de material) e cuidados no laboratório químico, abordados na disciplina de química do terceiro ano do ensino médio. Na elaboração dos roteiros foi empregada uma linguagem condizente com o nível de conhecimento do público alvo, ou seja dos estudantes do ensino médio.

Foi proposto, também e realizada montagem experimental de um processo laboratorial de produção de vinagre, incluindo as etapas de fermentação alcoólica e oxidação acética. Ainda nesse contexto os protocolos montados consideraram como questões metodológicas a importância dos experimentos para o ensino da química das fermentações, bem como a interdisciplinaridade na área.

No segundo momento foi desenvolvido um manual prático para elaboração de vinagre de fruta. O manual foi construído com linguagem acessível considerando a possibilidade do mesmo ser utilizado e trabalhado em uma escola localizada na zona rural. Neste sentido os estudantes podem transferir o saber adquirido para a comunidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protocolo experimental desenvolvido para trabalhar o conteúdo química das fermentações está descrito na figura 4.

CONDUÇÃO DE UMA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA

Atividade prática N.1.

Objetivo: produção de fermentado alcoólico a partir de suco de abacaxi

É importante saber: uma fermentação alcoólica consiste basicamente em um processo de transformação bioquímica dos açúcares presentes no suco da fruta em etanol e gás carbônico. A fermentação alcoólica é empregada industrialmente tanto na produção de bebidas alcoólicas como na produção de álcool carburante, comumente conhecido como bioetanol.

Materiais e reagentes: garrafão de 5 litros, rolha de cortiça, saca-rolhas, vareta de vidro de 5 cm, béquer de 250 mL, mangueira de silicone, panos de algodão tipo guardanapo, liquidificador, funil de vidro, fermento biológico, açúcar comercial (sacarose).

Roteiro:

1. Perfurar a rolha de cortiça com auxílio de um saca-rolhas;
2. Conectar a mangueira de silicone à vareta de vidro;
3. Triturar em liquidificador dois abacaxis;
4. Coar o suco dos abacaxis no pano de algodão, coletando o suco em um béquer de 1000 mL;
5. Acrescentar 100 gramas de açúcar ao suco e transferir para o garrafão;
6. Introduzir a rolha (conectada a mangueira) no garrafão garantindo uma boa vedação;
7. Introduzir a extremidade da mangueira no béquer de 250 mL contendo água;
8. Acompanhar o processo durante 6 a 8 horas;

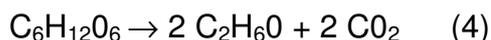
Discussão:

A) Após acompanhar o processo fermentativo descreva o que foi observado em relação ao desprendimento de gás carbônico e correlacione com as etapas de uma fermentação.

Figura 4 – Protocolo 1: condução de uma fermentação alcoólica

Com o protocolo 1, descrito na figura 4, é possível trabalhar os conteúdos de química das fermentações e estequiometria (balanço de massa). O aluno pode

montar de forma bastante simplificada um processo de fermentação alcoólica e o professor, a partir de uma observação prática, questioná-lo a respeito da transformação química inerente ao processo conduzido experimentalmente. Pode ser solicitado ao aluno demonstrar a equação química que descreve a conversão da glicose em etanol e gás carbônico (Equação 4).



A partir da equação 4 pode ser abordado e trabalhado conhecimentos voltados a estequiometria química (balanço de material). Pode ser trabalhado a resolução de um problema englobando a quantidade de etanol produzido a partir de 100 gramas de açúcar, considerando que 1 grama de glicose pode originar 0,511 gramas de etanol, conclusão esta que pode ser obtida a partir do entendimento da equação 1. De fato, a partir de uma atividade prática relativamente simples de ser conduzida pode ser abordado em sala de aula diversos conteúdos da química de forma atrativa e entusiasmante. Tal atividade de estudo pode ser considerada interdisciplinar, pois engloba conhecimentos da ciência biológica, uma vez que está sendo usado um microrganismo como agente de transformação de matéria, bem como exige que o aluno relembre conhecimentos da biologia. Para o adequado entendimento do processo, o aluno precisa atentar para o fato de que uma molécula de sacarose do açúcar comercial corresponde a duas moléculas sendo a junção de uma molécula de frutose com uma de glicose. Sendo assim a sacarose é um dissacarídeo, pois é constituído por dois açúcares com fórmula estrutural idêntica, entretanto funções químicas diferentes onde a glicose é uma aldohexose e a frutose é uma cetohexose sendo assim isômeros de função.

Na figura 5 está demonstrado o protocolo experimental 2: verificação de uma fermentação alcoólica. Similarmente ao protocolo 1, permite uma abordagem prática para o entendimento da fermentação alcoólica.

VERIFICAÇÃO DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Atividade prática N.2.

Objetivo: Comprovar a fermentação alcoólica, observando a produção de gás carbônico (CO₂).

É importante saber: Fermentação é uma modalidade de respiração anaeróbica praticada por algumas bactérias e leveduras (fungos unicelulares). Consiste na degradação incompleta da glicose em um processo que não é dependente da presença de oxigênio. O produto final pode ser o ácido láctico (fermentação láctica) ou etanol (fermentação alcoólica), sendo que nesse último caso, ocorre liberação de gás carbônico durante a reação.

Materiais e reagentes: 1 pacote de fermento biológico seco, 1 becker, Água destilada, Sal, Açúcar, Saquinhos para fazer picolé ou sorvete.

Roteiro:

1. Dissolva o pacote de fermento biológico em 100mL de água destilada.
2. Marque 3 saquinhos de plástico com caneta de retroprojeter: "nada", "açúcar", "sal".
3. Coloque a 20mL da solução de fermento biológico em cada saquinho.
4. Adicione 1 colher de açúcar no saquinho marcado "açúcar" e 1 colher de sal no saquinho marcado "sal". Mexa bem com seus dedos para dissolver bem o açúcar e o sal no fermento.
5. Amarre os saquinhos na mesma altura e observe. Deixe-os num balcão ou numa mesa e anote o que está acontecendo a cada 10 minutos. Observe os resultados (cor e forma).

Discussão:

- A) Com base nos conhecimentos adquiridos em sala de aula. Por que o saquinho contendo açúcar enche de gás carbônico.
- B) Que tipo de fermentação esta ocorrendo dentro do saquinho contendo açúcar.

Figura 5 – Protocolo 2: verificação da fermentação alcoólica

Através do protocolo experimental 3, (figura 6) é possível o professor trabalhar o conteúdo de titulometria ácido-base. Onde através da determinação do teor de ácido acético em uma amostra de vinagre, possibilita que o professor trabalhe conceitos teóricos envolvidos no processo através da experimentação. Enfatizando o princípio básico de uma análise volumétrica, ou titulometria, que consiste, basicamente, em determinar o volume de determinada solução de concentração exatamente conhecida, necessário para reagir quantitativamente com

outra solução, cuja concentração quer se determinar. A solução de concentração exatamente conhecida é denominada solução padrão, e a operação que determina o volume de solução necessário para reagir com a solução problema é denominada titulação. Além de possibilitar que o professor passe conhecimento de técnicas volumétricas envolvidas no processo de titulação.

DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO NO VINAGRE

Atividade prática. N°3

Objetivo: Através de técnicas volumétricas determinar a quantidade de ácido acético presente em amostra de vinagre, e verificar se os teores encontrados estão dentro da legislação vigente.

É importante saber: O ácido acético é um ácido fraco, K_a de $1,8 \times 10^{-5}$, apresenta-se como um líquido incolor, com odor característico de vinagre. É totalmente solúvel em água, álcool etílico e na maioria dos solventes orgânicos, amplamente usado em química industrial na forma de ácido acético glacial 99,8% (m/m) densidade 1,053 g/mL ou em soluções de diferentes concentrações. Na indústria alimentícia é consumido como vinagre, que é uma solução diluída de ácido acético glacial (4 à 6% v/v).

Materiais e reagentes: 2 Pipetas volumétrica 25mL , Balão volumétrico de 100 mL, Erlenmeyer de 250 mL, Bureta 50mL, Água destilada, Indicador fenolftaleína, Solução padrão de NaOH 0,1 mol/L, papel indicador pH.

Roteiro:

1ª etapa:

- Colocar com auxílio de uma pipeta volumétrica, 10 mL de vinagre em balão volumétrico de 100mL e diluir até a marca com água destilada;
- Inserir um papel indicador de pH na solução, deixar em contato com a solução por aproximadamente 20 segundos, retirar e verificar o pH condizente através da comparação da coloração do papel indicador com o padrão.
- Retirar uma alíquota de 10mL com uma pipeta calibrada e transferir para um erlenmeyer de 125mL;

2ª etapa:

- Adicionar aproximadamente 20mL de água destilada no erlenmeyer;
- Adicionar 3 a 5 gotas do indicador fenolftaleína;
- Titular esta mistura com uma solução padrão de NaOH 1 mol/L contida numa bureta, com agitação até a aparecimento de um leve róseo persistente na solução do erlenmeyer;
- Anote o volume gasto na titulação;
- Repetir o procedimento para outra alíquota de vinagre e calcular o teor médio de ácido acético no vinagre;
- Repita o mesmo procedimento para outras alíquotas de vinagre.

Calculo teor de Ácido Acético:

Cálculo

V₀ = volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio;

PM = peso molecular do ácido acético;

n = número de hidrogênios ionizáveis do ácido acético;

V = volume da amostra em mL;

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

$$\frac{V_0 \times M \times f \times PM}{V \times 10 \times n} = \text{ácido acético, g por 100ml}$$

Figura 6 – Protocolo 3: Determinação de ácido acético no vinagre.

No anexo A, está o manual prático para elaboração de vinagre de frutas. Esse manual pode ser considerado uma ferramenta de transferência de conhecimento da escola para a comunidade. Através desse manual o aluno pode contribuir para a agregação de valor e para a geração de renda em propriedades próximas a escola, ou mesmo na propriedade de sua família. Tal possibilidade é bastante relevante considerando o uso deste em uma escola localizada na zona rural. Uma vez que essa transferência de conhecimento entre professor aluno, e aluno comunidade, acaba integrando a escola com o meio social em que ela esta inserida.

Ainda neste contexto, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais: instrumentação, ou desenvolvimento de instrumentos, é uma ferramenta indispensável para facilitar o processo de ensino-aprendizagem na Química. A

atividade experimental quando bem planejada permite integrar os diversos saberes melhorando o aprendizado e a retenção de conteúdos por parte dos estudantes, como também possibilita romper com a visão clássica do conhecimento químico dos programas tradicionais.

Considerando a grande importância das transformações da matéria via processos fermentativos para a indústria e a pouca exploração dos conceitos químicos e bioquímicos envolvidos em tais transformações, é bastante relevante a exploração de metodologias que contribuam para o aprendizado do aluno em relação às fermentações. Dessa forma, ao formular um material didático contendo informações que venham despertar maior interesse do aluno em relação ao conteúdo proposto, pode-se melhorar de forma significativa o aprendizado.

De acordo com Prado, Teodoro e Khouri (2004) “...quanto mais colocamos em prática de forma metódica a nossa capacidade de indagar, de comparar, de duvidar, de aferir, tanto mais eficazmente curiosos nos podemos tornar e mais crítico se pode fazer o nosso bom senso.” O presente trabalho vem concordar com esta afirmativa, uma vez que apresenta formas alternativas de se conhecer o mundo das fermentações, utilizando materiais de fácil aquisição e manipulação, o que facilitará a assimilação, elucidará dúvidas e despertará a curiosidade e criatividade dos alunos podendo assim levar o conhecimento contido no manual prático para suas vidas cotidianas compartilhando o saber com seus familiares e sociedade em que estes estão inseridos.

6 CONCLUSÕES

Foi possível elaborar material didático-pedagógico com abordagem metodológica diferente da comumente empregada em sala de aula. Tal diferenciação possibilita que através de assuntos do cotidiano como as fermentações ocorridas no processo de produção de etanol e vinagre sejam utilizadas como fio condutor do ensino de Química e na abordagem onde se privilegia o desenvolvimento do raciocínio, através de atividades que levem o aluno a construir (reconstruir) o conhecimento, por ações planejadas.

Acredita-se que a criação deste material, possa auxiliar professores de ensino médio interessados em trabalhar a disciplina de química de forma inovadora e estimulante, buscando através do estudo das fermentações alcoólica e acética trabalhar conceitos e utilizando um material didático diferente do habitual, e podendo novos conceitos aos alunos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, H. V. (Organizador). **Fermentação Alcoólica – Ciência e Tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005.

ANAV, Associação Nacional das Indústrias de Vinagres. **Os diversos benefícios do vinagre**. Disponível em: <http://www.anav.com.br/clipping_interna.php?id=3>. Acesso em: 15 mai. 2010.

AQUARONE, Eugênio et al. **Biotecnologia Industrial**. v.4. São Paulo. Edgard Blucher Ltda. 2001.

AQUARONE, Eugênio et al. **Alimentos e Bebidas Produzidos por Fermentação**. 3. ed. São Paulo. Edgard Blücher Ltda.1993.

AQUARONE, Eugênio et al. **Biotecnologia: Alimentos e Bebidas produzidos por fermentação**. v. 1. São Paulo. Edgard Blücher Ltda.1983.

AUSUBEL, D.P. Educational *psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BUENO, Lígia. et al. **O Ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas** Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>> acesso em: 30 de agosto 2011.

BRASIL. Decreto nº 99.066, de 08 de março de 1990. Regulamenta a Lei n.º 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados do vinho e da uva. **Diário Oficial na União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 mar. 1990. Disponível em: <<http://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-96-13-1990-03-08-99066>>. Acesso em 21 jan 2010.

CARDOSO, Alyne L.; OLIVEIRA, Gabriela G. Alimentos Funcionais. **Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição**, Florianópolis, jun. 2008. Disponível em: <http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal_eletronico_06-08.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2010.

CHASSOT, I. Attico et al. **Química do cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didático alternativo**. Espaço Escola, Rio Grande do Sul, out./dez 1993. p 47 – 53.

CUNHA, Mário A. A. **Tecnologia das Fermentações**. Apostila (Curso de Graduação em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

GRANADA, Grazielle G. et al. Vinagres de folhas de videira: aspectos sensoriais. **B.CEPPA**, Curitiba, v.18, n. 1, p. 5156, jan./jun. 2000. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/viewFile/1124/925>>. Acesso em: 20 mai. 2010.

HOFFMANN, Alexandre. Sistema de produção de Vinagre. **Embrapa Uva e vinho** Bento Gonçalves, Ago. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/Vinagre/legislacao.htm>>. Acesso em: 14/04/2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LIMA, Urgel A.; AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter. **Biotechnologia das Fermentações**. v. 1, São Paulo, Edgard Blucher, 1987.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS ENSINO MÉDIO. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Brasília, DF: Ministério da educação, 1998. 30 p.

PEDROSO, Paula R. F., **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 2003. Tese (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

PRADO, Izabela A. Carvalho.; TEODORO, Guilherme Rodrigues.; Khouri, Sonia.; **Metodologia de ensino de microbiologia para ensino fundamental e médio** Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2004. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-11.pdf> acesso em: 30 de agosto 2011.

RIZZON, Luiz A.; MENEGUZZO, Julio. Sistema de produção de vinagre. **Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves**. Dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/acetificacao.htm>>. Acesso em 07 nov. 2010.

ANEXO A:

Observação: O anexo A esta postado como documento complementar.