



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS

LICENCIATURA EM QUÍMICA

FRANCISCA DEIANE FREITAS SILVA

**A PESQUISA DA REDUÇÃO DE GORDURA CORPORAL ATRAVÉS DO
VINAGRE DE MAÇÃ COMO ARTEFATO PEDAGÓGICO DE ENSINO NA
DISCIPLINA DE QUÍMICA**

PICOS – PI

2022

FRANCISCA DEIANE FREITAS SILVA

**A PESQUISA DA REDUÇÃO DE GORDURA CORPORAL ATRAVÉS DO
VINAGRE DE MAÇÃ COMO ARTEFATO PEDAGÓGICO DE ENSINO NA
DISCIPLINA DE QUÍMICA**

Trabalho de conclusão de curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia
do Piauí – Campus Picos.

Orientador: Prof. Dr. Heleonardo Dantas de Melo.

PICOS – PI

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ

CAMPUS PICOS

COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA

SERVIÇO DE PROCESSOS TÉCNICOS

S586p Silva, Francisca Deiane Freitas

A pesquisa da redução de gordura corporal através do vinagre de maçã como artefato pedagógico de ensino na disciplina de química / Francisca Deiane Freitas Silva – 2022.
65 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, Picos, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Heleonardo Dantas de Melo.

1. Química – ensino e estudo. 2. Artefato pedagógico. 3. Vinagre de maçã. I. Título

CDD: 540.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: A PESQUISA DA REDUÇÃO DE GORDURA CORPORAL ATRAVÉS DO VINAGRE DE MAÇÃ COMO ARTEFATO PEDAGÓGICO DE ENSINO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA

ALUNA: FRANCISCA DEIANE FREITAS SILVA

DATA: 07 de Fevereiro de 2022

Monografia defendida junto à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, aprovada pela banca examinadora:

Heleonaldo D. Melo

Heleonaldo Dantas de Melo – IFPI – Orientador

Francisco Júnior Coelho Ferreira

Francisco Júnior Coelho IFPI - Membro Examinador

Rui Marques Carvalho

Rui Marques Carvalho - IFPI - Membro Examinador

Picos (PI) 07 de Fevereiro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus por todas as oportunidades a mim concedidas, por me privilegiar com o dom da vida e por me guiar pelo caminho do bem. Aos meus pais, Francisco das Chagas Freitas Silva e Mariléia Moura Freitas, aos meus irmãos, Francisca Danília Freitas Silva e Erivaldo Pinheiro dos Santos Filho, e principalmente ao meu esposo, Leoneto da Silva Moreira pelo apoio em todos os momentos e por não medir esforços para me ajudar a realizar os meus sonhos, inúmeras situações são mais fáceis quando estamos juntos, obrigada por sempre serem os meus melhores amigos. Sem o incentivo e apoio de vocês seria impossível concluir mais essa etapa na minha vida. Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Heleonardo Dantas de Melo por todos os ensinamentos transmitidos, pela paciência, dedicação, e pela ajuda imensurável em todas as etapas da realização deste trabalho. E claro, por ter aceitado me orientar e financiar a minha pesquisa, sem isso, seria inviável a aplicação desse estudo. Espero um dia poder transmitir tudo o que aprendi. Meus enormes agradecimentos a todos os voluntários que se dispuseram a participar dessa pesquisa e também a todos os meus amigos que torceram pelo meu sucesso e acompanharam toda essa etapa.

“Desde então Ema começou a beber
vinagre para emagrecer”.

Madame Bovary

RESUMO

A Química é bastante complexa e ensiná-la de forma interdisciplinar é mais complexo ainda, por esse motivo é necessário encontrar maneiras diferentes de ensinar e aprender, e o uso do artefato pedagógico pode ser um exemplo de ferramenta didática e inovadora para a construção do conhecimento, que pode ser utilizado para amenizar esse problema. Com base no que foi mencionado, o presente trabalho tem como proposta correlacionar ao ensino pesquisas científicas para facilitar o processo de fixação de conteúdos referentes à Química, e mostrar para alunos graduandos do curso de Licenciatura em Química, que é possível utilizar a pesquisa e produção científica do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal, no Ensino Médio, como artefato pedagógico de ensino para facilitar o processo de ensino-aprendizagem de seus alunos na disciplina de Química. Com a análise dos resultados obtidos comprovou-se que o vinagre de maçã realmente auxilia na redução de peso, e além disso, auxilia na digestão alimentar, na diminuição do colesterol total e do LDL. Dessa forma, o objetivo do trabalho de correlacionar ao ensino a produção e pesquisa do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal, para facilitar o processo de ensino-aprendizagem da Química foi positivamente alcançado.

Palavra-chave: Vinagre de maçã. Artefato pedagógico. Produção do vinagre. Química.

ABSTRACT

Chemistry is quite complex and teaching it in an interdisciplinary way is even more complex, for this reason it is necessary to find different ways of teaching and learning, and the use of the pedagogical artifact can be an example of a didactic and innovative tool for the construction of knowledge. Which can be used to alleviate this problem. Based on what has been mentioned, the present work proposes to correlate scientific research to teaching to facilitate the process of fixing content related to Chemistry, and to show undergraduate students of the Degree in Chemistry, that it is possible to use research and production scientific evidence of apple cider vinegar as a body fat reducer, in High School, as a pedagogical teaching artifact to facilitate the teaching-learning process of its students in the discipline of Chemistry. With the analysis of the results obtained, it was proved that apple cider vinegar really helps in weight reduction, and in addition, it helps in food digestion, in the reduction of total cholesterol and LDL. In this way, the objective of the work to correlate the production and research of apple cider vinegar as a body fat reducer to teaching to facilitate the teaching-learning process of Chemistry was positively achieved.

Keyword: Apple cider vinegar. Pedagogical artifact. Vinegar Production. Chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estrutura do ácido acético	20
Figura 2	Oxidação do etanol a ácido acético	26
Figura 3	Via metabólica simplificada da fermentação acética	28
Figura 4	Fermentador utilizado para produção do vinagre pelo processo lento	30
Figura 5	Gerador utilizado para produção do vinagre no processo rápido	31
Figura 6	Acetificador <i>Frings</i> utilizado para a produção do vinagre no processo rápido	32
Figura 7	Etapas do processo para a produção do vinagre de fruta	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Grupos funcionais produzidos a partir da fermentação acética	21
Tabela 2	Limites analíticos estabelecidos pela legislação brasileira para vinagre de vinho e fermentado acético de frutas	23
Tabela 3	Dados e especificações dos voluntários do GC	44
Tabela 4	Diferença das medidas antropométricas e laboratoriais dos voluntários do GC antes e após o procedimento experimental	45
Tabela 5	Dados e especificações dos voluntários do GI	46
Tabela 6	Diferença das medidas antropométricas e laboratoriais dos voluntários do GI antes e após o procedimento experimental	47

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcento
ΔG	Energia de <i>Gibbs</i>
$^{\circ}\text{C}$	Graus <i>Celsius</i>
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Glicose
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Etanol
CO_2	Dióxido de carbono
CH_3COOH	Etanol
O_2	Gás oxigênio
CH_3COOH	Ácido acético
H_2O	Água
AcOH	Ácido acético
C^{12}	Carbono-12
C^{13}	Carbono-13
μm	Micrómetro
m	Metro
kg	Quilograma
v/v	Volume por volume
m/m	Massa por massa
g/mL	Gramas por mililitro
g/mol	Gramas por mol
kJ/mol	Quilo <i>joule</i> por mol
g/L	Gramas por litro
mg/L	Miligramas por litro
g/100mL	Grama por 100 mililitros
mg/dL	Miligramas por decilitro
ppm	Parte por milhão

LISTA DE ABREVIATURAS

Neg.	Negativo
F	Feminino
M	Masculino
V	Voluntário
ATP	Adenosina Trifosfato
pH	Potencial hidrogênio iônico
UB	Ubiquinonas
ACC	Acetil-CoA Carboxilase
ADH	Álcool Desidrogenase
ALDH	Aldeído Desidrogenase
AMP	Monofosfato Cíclico de Adenosina
NAD	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo
CNS	Conselho Nacional de Saúde
GC	Grupo de Controle
GI	Grupo de Intervenção
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
LDL	Lipoproteínas de Baixa Densidade
PCN	Parâmetros Curriculares
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
ANAV	Associação Nacional das Indústrias de Vinagre
OMS	Organização Mundial de Saúde
IMC	Índice de Massa Corporal
PCN	Parâmetros Curriculares
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
ANAV	Associação Nacional das Indústrias de Vinagre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
4	VINAGRE: UM RÁPIDO HISTÓRICO	19
5	A QUÍMICA POR TRÁS DO VINAGRE DE MAÇÃ	25
5.1	Fermentação acética.....	25
5.2	Bioquímica da fermentação acética	28
5.3	Estequiometria da fermentação acética.....	29
5.4	Métodos para produção do vinagre.....	29
5.4.1	Processo Lento, Orleans ou em superfície	29
5.4.2	Processo Rápido ou <i>Schuzenback Boerhave</i>	30
5.4.3	Processo Submerso	31
5.4.4	Tratamento final	33
5.4.5	Produção do vinagre de fruta.....	34
5.5	Reação do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal ..	36
6	METODOLOGIA.....	38
7	PALESTRA SOBRE A PESQUISA E PRODUÇÃO DO VINAGRE DE MAÇÃ COMO ARTEFATO PEDAGÓGICO DE ENSINO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA E RESULTADOS PEDAGÓGICOS.....	41
8	RESULTADOS DO TRABALHO EMPÍRICO	44
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A- PLANILHAS DO EXCEL	56
	APÊNDICE B – PLANO PARA PALESTRA	57
	APÊNDICE C – ALGUNS SLIDES UTILIZADOS NA APRESENTAÇÃO DA PALESTRA.....	59
	ANEXO A – VÍDEO COM INSTRUÇÕES	62
	ANEXO B – FEEDBACK DOS VOLUNTÁRIOS DURANTE O PROCESSO DE INGESTÃO.....	62
	ANEXO C – PRINTS DO MOMENTO DA PALESTRA	65

1 INTRODUÇÃO

Ensinar Química não é simplesmente ampliar o conhecimento dos discentes sobre fenômenos ou conceitos que nela estão pregados, lecionar Química requer mais do que desafiar as ideias dos alunos sobre seus conceitos, é também os introduzir de forma diferente no pensar sobre o meio científico e como é possível explicá-lo. Usar a pesquisa científica como artefato pedagógico para este tipo de ensino-aprendizagem, pode ser uma forma de engrandecer o pensamento crítico reflexivo dos alunos sobre a ciência (IVANOV, 2011).

Todos esses valores são importantes para o desenvolvimento da temática da pesquisa científica, principalmente na educação, pois ela envolve questões científicas-sociais e culturais que configuram uma problemática dentro do ensino-aprendizagem dos alunos. Essas questões, quando incorporadas ao processo educativo, podem impactar no aumento da responsabilidade social dos discentes e os seus pensamentos crítico-reflexivos.

Portanto, é importante e necessário que o professor tenha conhecimento do que seu aluno já sabe e ensine-o com base nos conhecimentos já adquiridos. Em outras palavras, a utilização dessa nova metodologia é marcada pela especificidade do conhecimento científico, além de proporcionar ao aluno a relação entre esse conhecimento científico e o que é aprendido em sala de aula. (BITTENCOURT; STRUCHINER, 2015).

Isso significa que o ensino de Química é capaz de sugerir a transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar, configurando a necessidade da criação de um novo campo de estudos e investigações, no qual questões centrais sobre o que, como e porque aprender Química contribui para a essência e entendimento das pesquisas científicas.

Usar a análise científica, como princípio formador e como prática para auxiliar no ensino-aprendizagem da educação, proporciona tornar construtiva a própria identidade e atividade do professor em sala de aula, por ser uma das formas mais coerentes de construção e reconstrução do conhecimento (BITTENCOURT; STRUCHINER, 2015).

A aprendizagem da disciplina de Química deve mostrar aos discentes a compreensão dos fenômenos químicos que os rodeiam, construindo sua visão

de mundo para solucionar problemas, incentivar a investigação e julgar com fundamentos as informações científicas, da mídia e da própria escola, tornando-os cidadãos responsáveis por suas próprias ações. A função do ensino deve desenvolver a capacidade da tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto científico e social em que o aluno está inserido (OLIVEIRA; MATOS; VAZ, 2011).

Em razão à dificuldade que os professores estão tendo em ensinar Química, e os alunos em aprende-la e entende-la, torna-se necessária a prática de um ensino mais contextualizado e interdisciplinar. Dessa forma, esse estudo propõe uma parceria entre o uso da pesquisa científica em um processo construtivo para os estudantes, relacionando o ensino e a pesquisa para o aprendizado da Química.

Desse modo, a proposta do trabalho é correlacionar ao ensino conceitos científicos, para facilitar o processo de fixação de conteúdos referentes à Química e mostrar, através de uma palestra, para alunos graduandos do curso de Licenciatura em Química, que é possível utilizar pesquisas científicas no Ensino Médio como artefato pedagógico de ensino, explicando como acontece e como é realizado o processo de fermentação na produção do vinagre de maçã, para que os mesmos possam, como futuros professores, utilizar tal técnica e conhecimento em sala de aula

A fim de que compreendam que artigos e trabalhos científicos podem ser usadas para facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos seus alunos, e mostrar que além de explorar o conhecimento químico sobre o alimento (vinagre de maçã) também é possível ressaltar, através de explicações químicas, se o vinagre de maçã pode ou não reduzir gordura corporal.

E assim, poder incentivar seus alunos a ler e a buscar mais sobre pesquisas científicas, e também despertar o interesse na disciplina de Química. E ainda assim, propor uma metodologia didática aos futuros docentes, para que possam inovar o seu currículo com uma prática pedagógica diferente. Com base nisso, o caráter inovador desta pesquisa se faz necessário tendo em vista que pouco se fala sobre o uso da pesquisa científica como artefato pedagógico para facilitar o processo de ensino-aprendizagem na sala de aula.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Correlacionar ao ensino de Química conceitos científicos da pesquisa e produção do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal, para facilitar o processo de ensino-aprendizagem e fixação de conteúdos referentes à disciplina.

2.2 Objetivos específicos

- Utilizar a pesquisa científica como artefato pedagógico para facilitar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Química;
- Mostrar para alunos graduandos do curso de Licenciatura em Química que é possível utilizar pesquisas científicas no Ensino Médio como artefato pedagógico de ensino;
- Demonstrar como acontece e como é realizado o processo de fermentação na produção do vinagre de maçã;
- Explicar através de conceitos químicos, se o vinagre de maçã pode ou não reduzir gordura corporal.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

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, aplicadas, nas pesquisas científicas ou em métodos científicos de trabalho que pode acontecer através das observações de fatos ou fenômenos ocorridos na natureza, nos laboratórios, nas indústrias, ou através da realização de experiências onde é verificada a teoria através de atividades práticas laboratoriais (BUENO et al.,2004).

Com isso, fica referendada a visão também 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 (PCN, 2018).

Em particular no ensino da química, percebe-se que os alunos, muitas vezes, não conseguem aprender, não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema. Isso indica que este ensino pode estar sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar (NUNES e ADORNI, 2010). No entanto, nem sempre o professor está preparado para atuar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo com a realidade dos alunos.

Os livros didáticos podem ser, e são, na maioria das vezes, utilizados como instrumentos educacionais que auxiliam os educadores a organizarem suas ideias, assimilar os conteúdos e proceder à exposição aos alunos, porém, o professor deve evitar utilizar apenas esse recurso didático em suas aulas (LOBATO, 2007).

Verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada e interdisciplinar, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes

possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

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 e pesquisas científicas, esses conhecimentos passam a ser intercomplementares (PCN, 2018).

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 (PCN, 2018).

Quanto mais colocamos em prática de forma metódica a nossa capacidade de indagar, comparar, duvidar e aferir, mais eficazes e curiosos nos tornamos, podendo ser pessoas mais críticas e capazes de formular suas próprias conclusões e problemáticas (PRADO et al, 2004).

A identidade da pesquisa no Ensino de Ciências é marcada pela especificidade do conhecimento científico, que está na raiz dos problemas de ensino e de aprendizagem investigados, implicando pesquisas sobre métodos didáticos mais adequados ao ensino daquele conhecimento e investigações sobre processos que melhor deem conta de necessárias reelaborações conceituais ou transposições didáticas para o ensino daquele conhecimento em contextos escolares determinados (PRADO et al, 2004).

Isso significa que o ensino de Ciências/Química implica na transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar, configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação, no qual questões centrais sobre o que, como e porque ensinar Ciências/Química constituem o cerne das pesquisas (SCHNETZLER, 2002).

4 VINAGRE: UM RÁPIDO HISTÓRICO

O vinagre, assim como o vinho, a cerveja, o pão, o kefir e o iogurte, é um alimento fermentado conhecido há milhares de anos. 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 (IVANOV, 2011).

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).

Ao 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. Nas epidemias de cólera, o vinagre foi utilizado para desinfecção, no ato de lavar as mãos, e também para lavar frutas e verduras antes do consumo (AQUARONE *et al.*, 1993).

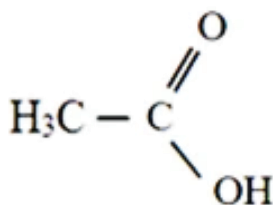
No Brasil, os vinagres são elaborados principalmente a partir do álcool de cana-de-açúcar e do vinho. E como em alguns outros países com culturas semelhantes, a maior parte da população não dá a devida importância à qualidade dos vinagres, considerando-o apenas como um condimento azedo, menosprezando assim suas propriedades nutritivas, organolépticas, sanitizantes e até medicinais.

O vinagre é um alimento obtido pelo processo de 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 acetificadoras. 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 provocam em alimentos e bebidas (IVANOV, 2011).

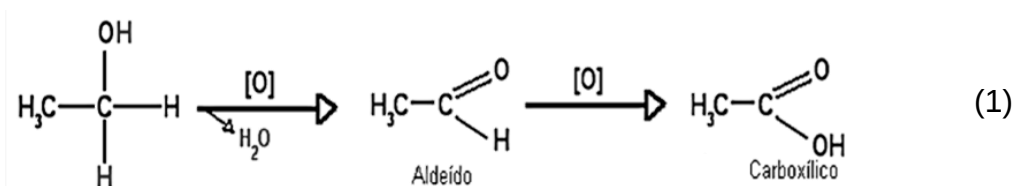
O ácido acético ou ácido etanoico é o ácido carboxílico mais comum e importante no cotidiano, cuja fórmula é CH_3COOH , como demonstrado na figura 1. Em condições ambientes, esse composto é líquido, pois seu ponto de fusão é igual a $16,6\text{ }^\circ\text{C}$ e seu ponto de ebulição é igual a $118\text{ }^\circ\text{C}$. Além disso, possui sabor azedo, cheiro forte e irritante, é reativo e solúvel em água, éter e álcool (FORTE *et. al*, 2019).

Figura 1: Estrutura do ácido acético



Fonte: FORTE *et. al*, 2019.

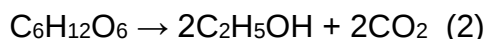
A sua primeira forma de obtenção foi a partir da oxidação do álcool (etanol) do vinho, que forma o vinagre, contudo, para que isso ocorra, o álcool presente no vinho (etanol) reage com as moléculas de oxigênio do ar e é oxidado a ácido acético mostrado na equação 1. Portanto, o vinagre nada mais é que uma solução aquosa com cerca de 6 a 10% de ácido acético em massa. É esse ácido que confere sabor azedo do vinagre, vindo daí o seu nome, pois, em latim, *acetum* significa “azedo”. (FORTE *et. al*, 2019).



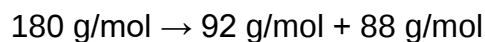
etanol → etanal → ácido acético

Atualmente, para a obtenção do ácido acético, recorre-se primeiro à fermentação alcoólica (equação 2), processo anaeróbio realizado por certas leveduras cujos produtos obtidos incluem álcool etílico e dióxido de carbono.

A partir do álcool etílico obtido, é promovida a oxidação parcial do mesmo (uma reação aeróbia), e assim a produção do ácido acético (FORTE *et. al*, 2019).

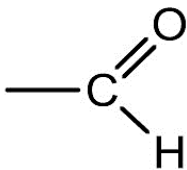
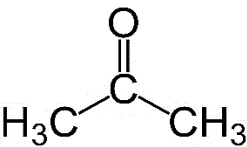
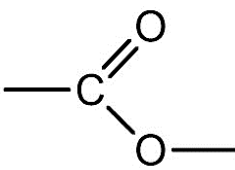
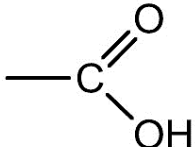


glicose $\rightarrow$ etanol + dióxido de carbono



Além de ácido acético são produzidas pequenas quantidades de outros produtos, como, aldeídos, cetonas, ésteres e outros ácidos orgânicos (tabela 1). 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).

Tabela 1: Grupos funcionais produzidos a partir da fermentação acética

Aldeído	Cetona	Éster	Ácido carboxílico
			

Fonte: Autoria própria, 2021

Em relação à temperatura, o melhor rendimento é obtido entre 25 °C e 30 °C, embora suporte 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 (HOFFMANN, 2006).

De acordo com Aquarone (2001), no Brasil um dos vinagres mais comercializados é o de maçã, principalmente por funcionar como um alimento funcional, e por ser muito semelhante às substâncias químicas naturalmente secretadas no estômago, e por isso, ele tem fama de facilitador da perda de peso (gordura) e da digestão (ANAV, 2010).

Os 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 (CARDOSO, 2008).

Estes tipos de alimentos 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 (CARDOSO, 2008).

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. É possível constatar que os vinagres de composição mais rica são os de maior capacidade antioxidante e de sequestrar radicais livres, como o vinagre de maçã. Se o vinagre tem uma fonte nobre, e é obtido por um processo de fermentação, certamente se constituirá em alimento importante para a saúde (IVANOV, 2011).

Com base nisso, 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. 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 desenvolveu nos últimos anos uma intensa campanha para mostrar à população americana que o vinagre é um multiproduto, com largas aplicações na alimentação, saúde e higienização de ambientes (IVANOV, 2011).

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 no Brasil divulgou a 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).

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). De acordo com a legislação vigente no Brasil, os vinagres devem apresentar as seguintes características mostradas na Tabela 2.

Tabela 2: Limites analíticos estabelecidos pela legislação brasileira para vinagre de vinho e fermentado acético de frutas

Componentes	Limite mínimo	Limite máximo
Acidez volátil em ácido acético (g/100mL)	4,0	---
Álcool (% v/v) a 20 °C	---	1,0
Cinzas	1,0	---
Extrato seco reduzido, tintos e rosados (g/L)	7,0	---
Extrato seco reduzido, brancos (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 diluição de ácido acético de origem não fermentativa. Para os vinagres concentrados, vigorarão as mesmas características, respeitadas as proporções de concentração. O produto vinagre

será classificado em vinagre de vinho tinto ou de vinho branco, de acordo com a matéria-prima que lhe deu origem (BRASIL, 1990).

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 kiwi, 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/100mL. Essa acetificação visa descaracterizar o vinho utilizado como matéria-prima para acetificação como vinho de mesa (AQUARONE *et al.*, 2001).

A conservação deve ser feita através de pasteurização ou adição de dióxido de enxofre, no limite máximo de 200 ppm. O vinagre poderá ser submetido à colagem, clarificação, aeração e envelhecimento. Além desses parâmetros analíticos, a legislação brasileira estabelece que o vinagre de vinho deve apresentar-se límpido e com características sensoriais próprias (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

É proibido pela legislação brasileira utilizar ácido acético de síntese para elaboração de vinagre, assim como a designação de vinagre de vinho para fermentados acéticos de outras frutas. O enquadramento analítico do vinagre de vinho, aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, é facilmente obtido, pois os limites são amplos (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

Outros componentes do vinagre, tais como metanol, acetoína, potássio, sódio, magnésio e fósforo, também poderiam contribuir na caracterização do vinagre de vinho, depois de estudados, e estabelecidos os limites adequados. Atualmente, a determinação da proporção de isótopos estáveis do C^{12}/C^{13} , presentes no ácido acético, permite determinar se o ácido acético provém do álcool de cana-de-açúcar ou do vinho (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

5 A QUÍMICA POR TRÁS DO VINAGRE DE MAÇÃ

A seguir, são apresentados todos os conceitos químicos que envolvem desde a produção do vinagre de maçã até as explicações que abrangem os efeitos do vinagre como redutor de gordura corporal.

A partir disto é possível utilizar cada conceito e explicação como artefato pedagógico de ensino para repassar conteúdos de química que envolvam definições sobre fermentação acética, bioquímica, estequiometria, potencial de hidrogênio (pH), separação de misturas, reações químicas, fórmulas moleculares, grupos funcionais, além de explorar o conhecimento químico do alimento, nesse caso, o vinagre de maçã.

5.1 Fermentação acética

Na microbiologia industrial, o termo fermentação se refere a qualquer processo microbiano em grande escala, seja ele ou não bioquimicamente uma fermentação. De fato, a maioria das fermentações industriais é aeróbica. O tanque em que ocorre a fermentação é chamado de fermentador e o micro-organismo utilizado é o agente de fermentação (ZILIOLI, 2011).

A fermentação acética refere-se a um processo envolvendo a oxidação do etanol e formação de ácido acético consumo de O_2 , ocorrendo liberação de grandes quantidades de energia (equação 3). Quanto ao álcool, o mesmo, suporta até 11,0% (v/v). Em relação ao ácido acético, as bactérias acetogênicas geralmente suportam 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 (IVANOV, 2011).



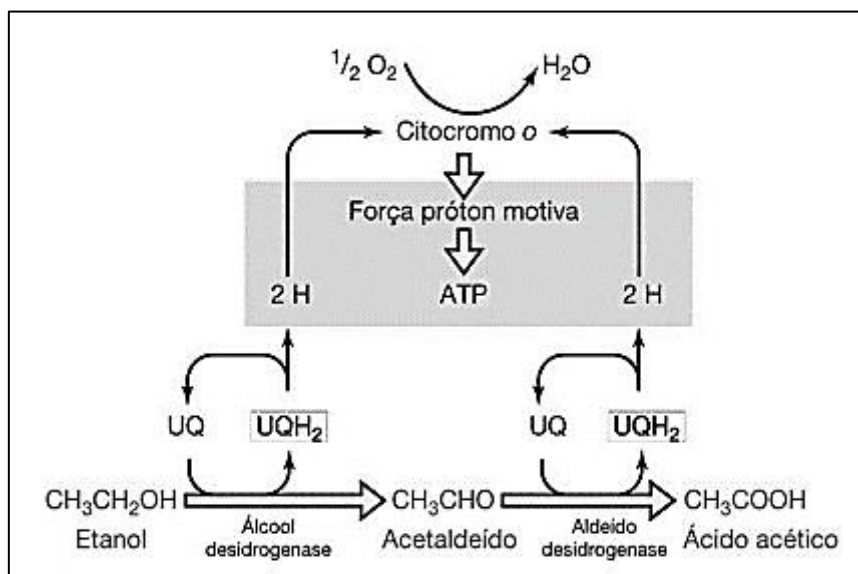
etanol + gás oxigênio → ácido acético + água

$$\Delta G^\circ = -455 \text{ kJ/mol}$$

Embora o ácido acético possa ser facilmente produzido a partir do álcool por métodos químicos, o produto microbiano (vinagre) corresponde a um composto diferenciado, sendo parte do seu sabor resultante da presença de outras substâncias encontradas no material inicial, e outra parte, resultante

daquelas produzidas durante a fermentação. Por essa razão, o processo microbiano nunca foi suplantado pelo processo químico (ZILIOLI, 2011). A figura 2 apresenta o esquema de oxidação do etanol a ácido acético.

Figura 2: Oxidação do etanol a ácido acético



Fonte: MADIGAN et. al, 2004.

O etanol é oxidado por duas reações sequenciais, catalisadas por enzimas ligadas à membrana, a álcool desidrogenase (ADH) e aldeído desidrogenase (ALDH). As duas enzimas são ligadas ao exterior da membrana periplasmática e catalisam reações de oxidação por estarem localizadas no espaço periplásmico. Tais reações de oxidação são chamadas de "fermentação oxidativa", uma vez que envolvem oxidação incompleta do álcool acompanhada pelo acúmulo do produto de oxidação correspondente em grande quantidade no meio de crescimento (ZILIOLI, 2011).

Estudos recentes demonstraram que os aceptores intermediários de elétrons do processo não são NAD (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo), mas Ubiquinonas (UQ) que também são usadas na diferenciação das espécies de *Acetobacter* e *Gluconobacter* (ZILIOLI, 2011).

Recentemente, outro grupo de enzimas ADH e ALDH foi encontrado no citoplasma de *Acetobacter*, sendo chamadas de ADH e ALDH dependentes de NAD(P). Essas enzimas parecem estar mais envolvidas com a assimilação do etanol nos ciclos dos tricarboxílicos e do glioxilato, sendo as enzimas da

membrana – independentes da NAD(P) – as responsáveis pela produção de ácido acético (ZILIOI, 2011).

A evaporação de compostos voláteis durante a fermentação acética é uma das principais causas da redução no rendimento da concentração (Y) em escala industrial. A perda por evaporação de etanol na indústria chega a ser de 10% a 30% do rendimento estequiométrico, dependendo da temperatura de trabalho (SPINOSA, 2002).

As quantidades de ácido acético evaporado durante o processo de fermentação são mínimas em comparação aos teores presentes na fase líquida, porém, a perda de etanol devido à evaporação resulta em prejuízo econômico. Em estudo de modelagem matemática do equilíbrio líquido-gás na fermentação acética em sistema aberto, semiaberto e fechado, concluiu-se que esse último é mais apropriado para indústria, pois apresenta menor perda por evaporação (SPINOSA, 2002).

As bactérias do ácido acético são gram-negativas ou gram-variáveis, aeróbias, não formadoras de esporos e apresentam-se na forma de bastonetes elipsoidais que podem ocorrer sozinhos, em pares ou em cadeias. Seus tamanhos variam entre 0,4-1 μm de largura e 0,8-4,5 μm de comprimento. São catalase positiva e oxidase negativa (YAMADA; YUKPHAN, 2008).

O pH ótimo para seu crescimento é de 5 a 6,5, podendo crescer em valores de pH entre 3 e 4. Podem apresentar flagelos polares ou peritríquios. Até recentemente, eram classificadas em dois gêneros: *Acetobacter* e *Gluconobacter*, porém atualmente outros dez gêneros pertencentes anteriormente à família *Alphaproteobacteria* foram acomodados na família *Acetobacteraceae*: *Gluconacetobacter*, *Asaia*, *Acidomonas*, *Kozakia*, *Swaminathania*, *Saccharibacter*, *Neoasaia*, *Granulibacter*, *Tanticharoenia* e *Ameyamaea*, sendo as oito últimas de ocorrência bastante rara em vinagres, vinhos e frutas (YAMADA; YUKPHAN, 2008).

As principais representantes das bactérias acéticas pertencem ao gênero *Acetobacter* e são usadas desde os primórdios para a produção do vinagre por fermentação (YAMADA; YUKPHAN, 2008).

As bactérias do gênero *Acetobacter* podem ser encontradas em flores, frutas, mel, saquê, tequila, vinho de palma, grapa, cidra, cerveja, kefir, cerveja Bantu sul-africana, leveduras fermentadas, vinagre, aparas de madeira usadas em acetador de produção de vinagre pelo processo rápido, acetificadores de vinagre, caldo de cana, solo de jardins e canal de água (YAMADA; YUKPHAN, 2008).

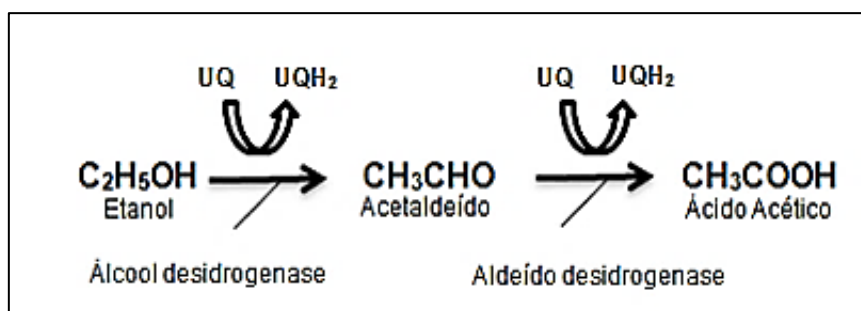
Pouco se sabe sobre a influência da linhagem de *Acetobacter* na composição dos vinagres, já que na prática industrial são usadas apenas culturas mistas. Alguns estudos demonstram, no entanto, que além do ácido acético, outros metabólitos de importância no vinagre, como os ésteres, são também produzidos por esses micro-organismos, por meio de esterases intracelulares (KASHIMA *et al.*, 1998, KASHIMA *et al.* 2000).

5.2 Bioquímica da fermentação acética

A oxidação do etanol a ácido acético dá-se por duas reações sequenciais, sendo catalisadas por enzimas associadas à membrana, são elas: álcool desidrogenase (ADH) e aldeído desidrogenase (ALDH). A primeira enzima é responsável pela conversão do etanol a acetaldeído pela retirada de átomos de hidrogênio (ZILIOI, 2011).

A segunda enzima é responsável pela conversão do acetaldeído a ácido acético pela incorporação de átomos de oxigênio. As Ubiquinonas desempenham o papel de aceptores intermediários de elétrons do processo. De acordo com a figura 3, o etanol é convertido a acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase e em sequência o acetaldeído é oxidado a ácido acético pela enzima aldeído desidrogenase. (ZILIOI, 2011).

Figura 3: Via metabólica simplificada da fermentação acética

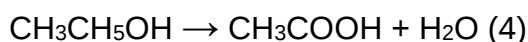


Fonte: WALTRIC, 2021.

5.3 Estequiometria da fermentação acética

A estequiometria corresponde aos cálculos de massa, de mol e de volume das substâncias de uma reação química, com base na proporção dada pelos coeficientes da equação. Principalmente, no que diz respeito aos cálculos estequiométricos, que são cálculos das quantidades de reagentes ou produtos de uma reação química (ATKIN; JONES, 2006).

Na estequiometria da fermentação acética geralmente, tem-se que 1g de etanol após a acetificação dará origem a 1,036g de ácido acético com liberação de água (equação 4). Durante o processo ocorre aumento do volume total devido à liberação de água no sistema. A partir dessa relação pode-se realizar cálculos de rendimento para determinar a concentração de ácido acético do produto. Desprezando-se as perdas por evaporação, e sobre oxidação, tem-se que a soma da concentração do etanol e do ácido acético é igual a concentração total, sendo constante durante todo o processo (WALTRIC, 2021).



$$1\text{g/mol} \rightarrow 1,036\text{g/mol}$$

5.4 Métodos para produção do vinagre

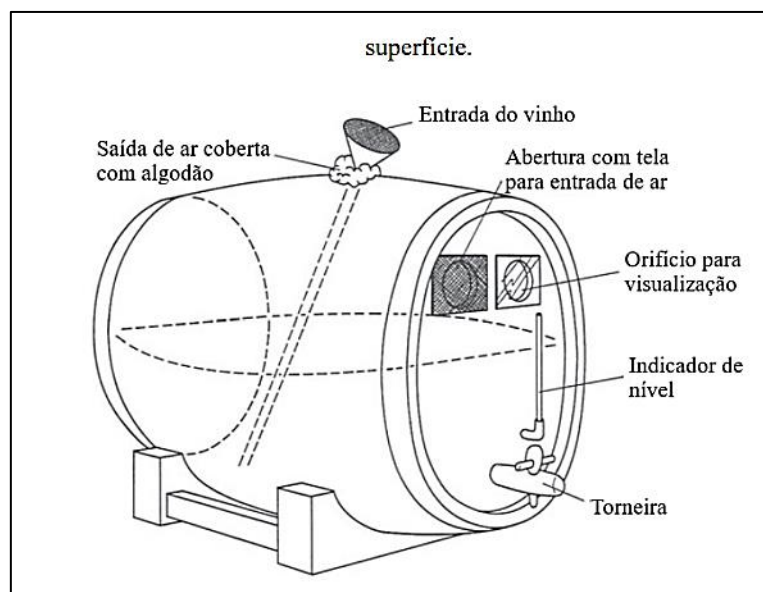
Existem três principais processos de conversão microbiológica de uma solução diluída de etanol em vinagre, ou seja, três processos que podem ser utilizados para realizar a produção de vinagre.

5.4.1 Processo Lento, Orleans ou em superfície

É o processo mais antigo, observado a partir do avinagramento do vinho colocado em barricas semi-cheias. Com o tempo, modificações passaram a ser feitas, com o objetivo de acetificar mais rapidamente e em maior quantidade o processo fermentativo (ZILIOLI, 2011).

Nesse processo 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 como mostra a figura 4.

Figura 4: Fermentador utilizado para produção de vinagre pelo processo lento



Fonte: WALTRIC, 2021.

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 (CUNHA, 2010).

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).

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).

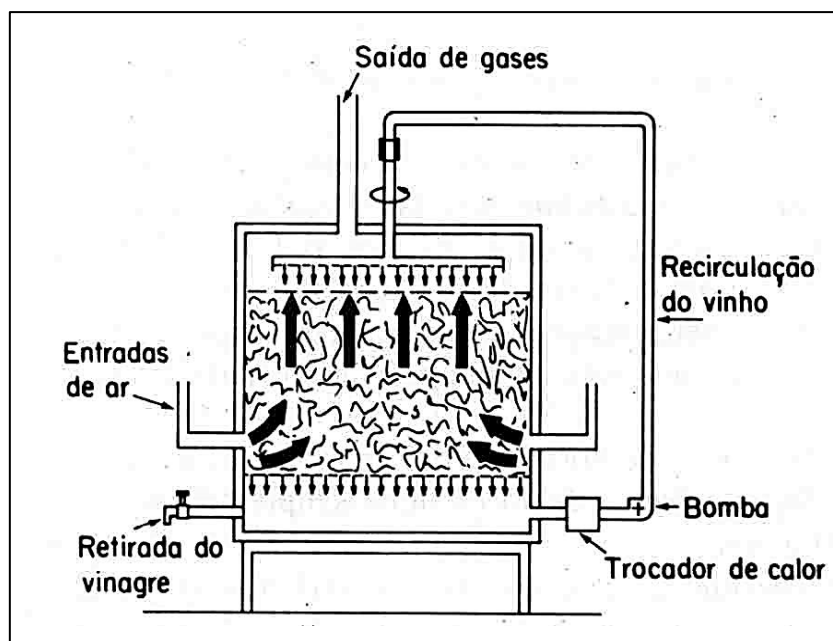
5.4.2 Processo Rápido ou *Schutzenback Boerhave*

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 (IVANOV, 2011).

Esse processo (Figura 5) 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).

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).

Figura 5: Gerador utilizado para a produção do vinagre no processo rápido



Fonte: WALTRIC, 2021.

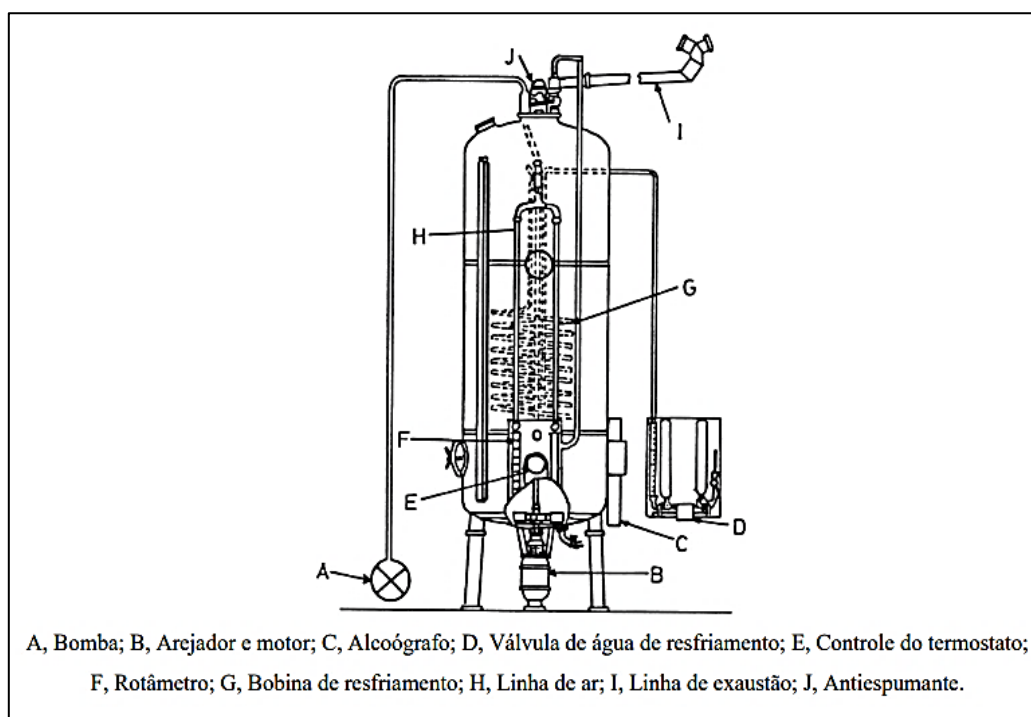
5.4.3 Processo Submerso

Um dos grandes objetivos em escala industrial, é 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 (IVANOV, 2011).

O equipamento utilizado (Figura 6) 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 6: Acetificador *Frings* utilizado para a produção do vinagre no processo rápido



Fonte: WALTRIC, 2021.

O processo submerso é empregado para elaboração de vinagres comerciais de maior consumo e não apresenta a mesma qualidade observada em vinagres produzidos por processo lento em barris de madeira (LIMA, 2014). O alto fluxo de ar leva à separação significativa dos componentes voláteis do substrato original, produzindo um produto mais limitado sensorialmente (LYNCH *et al.*, 2019).

No final da produção, obtêm-se um vinagre bruto bastante turvo, devido à suspensão das bactérias acéticas e das substâncias sólidas, necessitando da adição de agentes clarificantes, filtração especial e pasteurização antes do seu armazenamento (ARAÚJO, 2012).

No entanto, esse método se destaca pela alta produtividade, com velocidade de oxidação do etanol muito superior aos demais processos e, portanto, adequado aos moldes industriais modernos para elaboração de vinagres em larga escala. As vantagens de se utilizar este processo também incluem a maior eficiência de ativação do microrganismo, uniformidade do produto, automação e manuseio facilitado (ARAÚJO, 2012).

Sua desvantagem está na oxigenação, que deve ser contínua e adequada em todos os pontos do tanque, pois pequenas interrupções, principalmente nas fases finais de fermentação, podem retardar o processo ou tornar a bactéria acética inviável. Além disso, há um alto custo de investimento inicial e necessidade de técnicos especializados para a manutenção (HO *et al.*, 2017).

5.4.4 Tratamento final

O tratamento final a 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 se apresente límpido (IVANOV, 2011).

A seguir, ajusta-se a 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 utilizam 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 (IVANOV, 2011).

O processo submerso 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 leite filtrante e, se a clarificação não for satisfatória, repete-se a operação. A seguir, procede-se à diluição, à pasteurização e ao envase (IVANOV, 2011).

5.4.5 Produção do vinagre de fruta

A elaboração de vinagres de frutas tem um grande potencial para a indústria, uma vez que permite a valorização das matérias-primas, muitas vezes sub-exploradas através da transformação em produtos com vida útil prolongada e possibilitando a melhoria das propriedades sensoriais (BOUATENIN, K. M. J. *et al.*, 2021; CEJUDO-BASTANTE *et al.*, 2018).

Os vinagres obtidos de frutas apresentam uma composição química mais complexa, em comparação com outros tipos de vinagre, pois retêm as substâncias do material de origem ou que se formaram durante os processos fermentativos, dando sabor, aroma e cor característicos ao produto (BOUATENIN, K. M. J. *et al.*, 2021; CEJUDO-BASTANTE *et al.*, 2018).

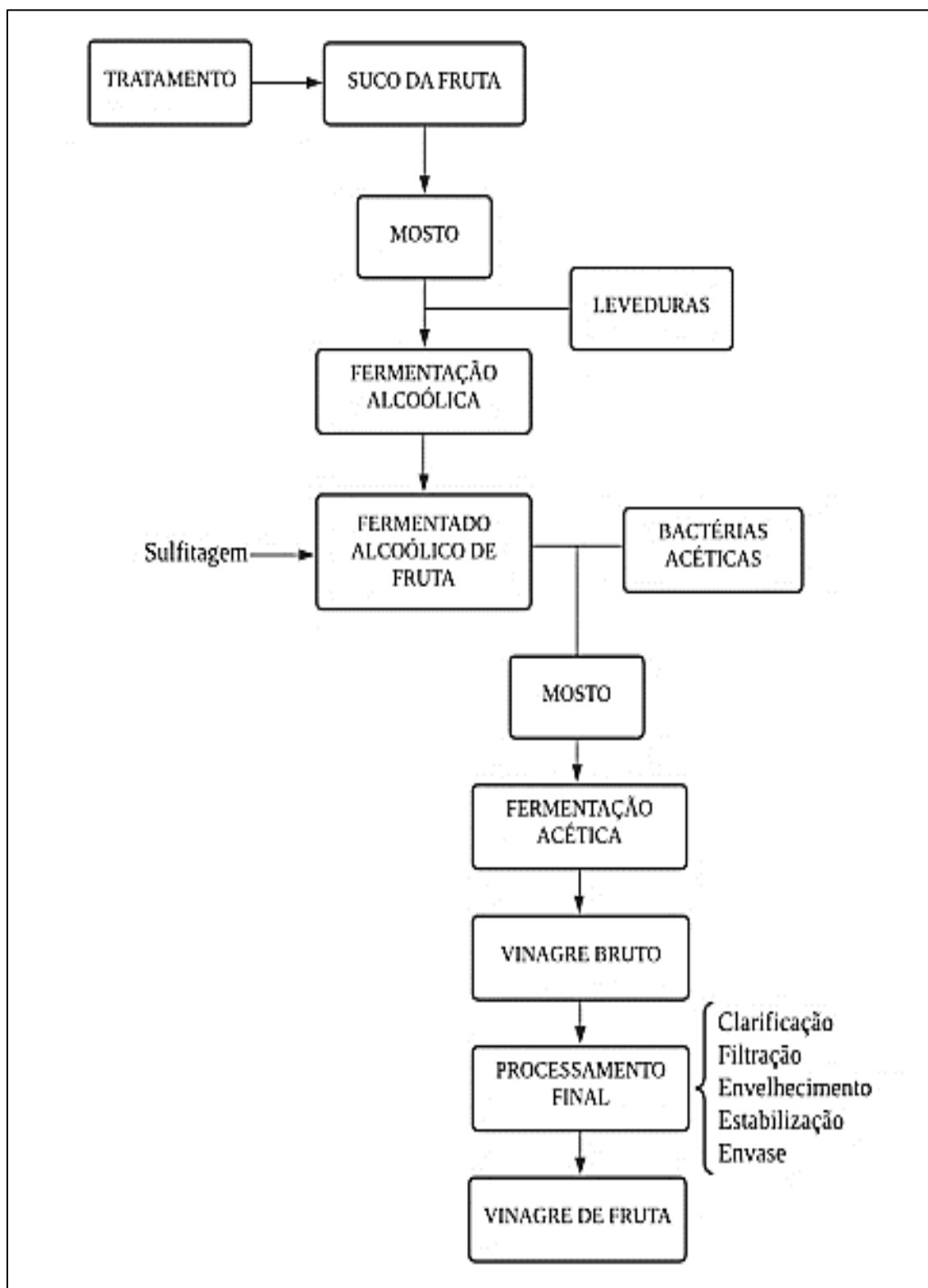
As frutas são ricas em vitaminas, minerais, fitoquímicos e contêm compostos bioativos que podem ser aplicados a bioprocessos a fim de gerar produtos com maior valor agregado. A fermentação pode aumentar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos por sua liberação da matriz vegetal, conferindo ao vinagre de frutas uma significativa capacidade antioxidante, que pode ser relacionada a inúmeras propriedades fisiológicas (WALTRIC, 2021).

A maçã utilizada para a produção de vinagre não é de nenhuma variedade específica. Na verdade, o que determina se a maçã será processada são suas características físicas, sendo que as frutas com algum dano de qualidade ou fora das especificações são destinadas à fabricação de subprodutos, tais como o suco, a sidra e o vinagre (ASTOLPHE *et al.*, 2011).

A matéria-prima utilizada para produção de vinagre de maçã é o fermentado de maçã (sidra). Este fermentado é geralmente pobre em matéria nitrogenada. O fermentado utilizado para a acetificação deve ter um teor alcoólico entre 7 e 9°GL. Teores muito elevados (acima de 10°GL) inibem o desenvolvimento das bactérias e teores muito baixos (abaixo de 5°GL) produzem vinagres muito fracos e favorecem as contaminações (ASTOLPHE *et al.*, 2011).

Logo abaixo (Figura 7) é demonstrado um passo a passo que facilita o entendimento de como é produzido o vinagre de fruta, nesse caso, o de maçã.

Figura 7: Etapas do processo para produção do vinagre de fruta



Fonte: WALTRIC, 2021.

5.5 Reação do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal

A maçã é uma fruta conhecida e difundida do gênero *Malus*, é considerada a fruta mais antiga a ser cultivada pelo homem. Em diversas dietas, esta fruta representa uma significativa fonte de compostos polifenólicos biodisponíveis, tais como flavonoides, diidrochalconas, antocianidinas e ácidos p-hidroxicinâmico e p-hidroxibenzoico. Os teores destes compostos fenólicos variam muito entre as diferentes variedades de maçãs e mesmo entre as partes do fruto (CETKOVIC et al, 2008).

O vinagre de maçã tem um forte poder de diminuir naturalmente os níveis séricos lipídicos. Isso quer dizer que esta substância baixa o colesterol ruim e aumenta o colesterol bom. Além de não possuir conservantes, calorias e sódio (responsável por aumentar a pressão arterial) (KOND; KISHI et al, 2009).

O ácido acético (AcOH), o principal componente desta substância, pode interferir com a capacidade do corpo para digerir o amido, pois a sua capacidade de bloquear amido pode ajudar na perda de peso. É importante ressaltar que se algo interfere na digestão do amido, menos calorias vão para a corrente sanguínea. Com o tempo, isso pode causar um efeito sutil na diminuição de gordura localizada (KOND; KISHI et al, 2009).

Substâncias que contém o ácido acético (AcOH) inibem a expressão de genes lipogênicos para sintase de ácidos graxos e acetil-CoA carboxilase (ACC) via proteína quinase ativada pelo Monofosfato cíclico de adenosina (AMP) proteína de ligação ao elemento responsivo a carboidratos, resultando em diminuição do peso corporal (KOND; KISHI et al, 2009).

Além disso, o AcOH desregula o citrato de Adenosina Trifosfato (ATP), expressão de genes de liase e ACC via proteína-1 de ligação ao elemento regulador de esterol (SREBP-1), diminuindo assim os níveis séricos de triglicerídeos e hiperlipidemia. Esses dados sugerem que a ingestão do vinagre pode prevenir e/ou melhorar obesidade e hipertriglicemia (KOND; KISHI et al, 2009).

Explicando de forma mais simples, o vinagre de maçã, de maneira geral, está relacionado ao benefício de controlar a glicose no organismo e a atividade de insulina. Quando o vinagre de maçã é ingerido próximo a refeições,

principalmente no almoço e no jantar, a célula do organismo fica mais sensível à insulina que é secretada. Com isso, o organismo precisa secretar menos insulina para que a glicose (açúcar) contida no alimento (que vai para a corrente sanguínea) seja absorvida (internalizado pela célula) (LEITE, 2018).

É importante ressaltar que, quanto mais insulina, o organismo secreta, maior se torna a possibilidade de aumentar a glicose, que acaba gerando acúmulo de gordura ou Hipoglicemia de rebote, ocasionando numa grande sensação de fome. O suco de maçã fermentado pode controlar essa sensação agindo como “inibidor de fome”, pois controla as oscilações da insulina (hormônio da fome) e da glicose, porque quando o aumento da insulina e da glicose acontece, o cérebro detecta a queda do nível de gordura no organismo, e como sinal de alerta “pede” comida (LEITE, 2018).

6 METODOLOGIA

O trabalho iniciou-se com testes para comprovar a teoria da redução de gordura corporal através do vinagre de maçã. O vinagre de maçã utilizado na pesquisa é produzido a partir da fruta, pois contém características inerentes à matéria-prima, tais como a presença de sais minerais, compostos fenólicos e vários ácidos monocarboxílicos. Esses 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.

Para analisar a eficiência do vinagre de maçã na redução de gordura corporal, de início, foram selecionados 15 voluntários da cidade de Picos-PI, via convite pelo *Whatsapp*, onde o objetivo da pesquisa foi apresentado e explicado, para que os mesmos, entendessem, de forma clara e objetiva, como aconteceria o processo experimental. Logo, os convidados aceitaram participar da pesquisa, e em seguida, foram realocados em dois grupos, 6 (seis) no Grupo de Intervenção (GI) e 9 (nove) no Grupo de Controle (GC).

É importante ressaltar que, as pessoas que foram ingressadas no Grupo de Intervenção deste estudo, foram selecionadas com mais cautela, visto que, não podiam conter doenças infecciosas, distúrbios da tireoide, doenças gastrointestinais, gravidez ou estarem fazendo o uso de alguma medicação. Pois, por meio de recomendações médicas, não é pertinente que indivíduos com alguma dessas especificações consumam o vinagre diariamente.

Após a seleção dos voluntários nos seus respectivos grupos, foi criado no *WhatsApp* um grupo, onde, através de um vídeo explicativo (anexo A) foram abordadas todas as instruções, de como o processo experimental iria acontecer, o que cada participante precisaria fazer, como, onde e por quanto tempo. Já que, era inviável um encontro presencial, por causa da pandemia do Covid-19.

O grupo no *Whatsapp*, também serviu para monitorar os participantes durante o procedimento, receber *feedback* dos voluntários de como estava sendo a experiência durante o processo, e os seus resultados individuais, e ademais, como instrumento de lembrete, para que não esquecessem de consumir o vinagre todos os dias até o final do procedimento (anexo B).

O procedimento experimental sucedeu da seguinte forma: os voluntários do Grupo de Intervenção (GI) acrescentaram o vinagre de maçã no seu dia a dia, utilizando como complemento para temperar salada ou ingerindo-o com uma quantidade de 50mL dissolvida em um copo de água de 270mL, uma vez por dia, antes do almoço ou jantar, durante o período de 30 (trinta) dias.

Para analisar os efeitos do vinagre de maçã na redução de gordura corporal foram utilizados os seguintes métodos, incluindo, exames laboratoriais, tais como: o de Triglicerídios, Colesterol Total, HDL (Lipoproteínas de alta densidade) e LDL (Lipoproteínas de baixa densidade), e medidas antropométricas, especificamente: peso, altura e IMC (Índice de Massa Corpórea). Os métodos aplicados para a coleta de dados aconteceram em 2 (dois) momentos, antes dos voluntários, do Grupo de Intervenção, iniciarem o consumo diário do vinagre, e com aproximadamente 1 (um) a 3 (três) dias, após finalizarem a ingestão.

Os exames foram realizados no período da manhã, com abstinência total de alimentos, no Laboratório HEMOVIDA, localizado no bairro Junco, na cidade de Picos-PI, os exames dos participantes foram disponibilizados totalmente de forma sigilosa, via *email*, para cada um dos voluntários que participaram do estudo, e para os escritores da pesquisa.

As medidas antropométricas, como o peso, foram mensuradas utilizando-se balança digital, com capacidade de até 150kg e graduação de 100g. A altura, por sua vez, foi medida com uma Trena Antropométrica/Fita Métrica Corporal, composta por um disco de IMC, modelo *FITMETRIA*, com escala bilateral de aproximadamente 0,7cm x 2,5cm de altura. A partir dessas medidas antropométricas foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), e classificado de acordo com os critérios preconizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

O estudo seguiu todas as normas estabelecidas pelo CEP (Comitê de Ética e Pesquisa), sobre pesquisa envolvendo seres humanos, norteadas pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que propõe diretrizes e normas que regulamentam as pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 1996), os dados foram coletados e compartilhados somente após

autorização informada dos sujeitos, todos assinaram o termo de consentimento, e suas identidades foram mantidas no anonimato, os mesmos, comprometeram-se a fornecer os seus dados para a pesquisa.

O registro dos resultados obtidos ao longo do procedimento experimental, foram adicionados e organizadas em planilhas no *Excel* (apêndice A) para haver um melhor controle tanto da ingestão do vinagre de maçã, quanto para análise e comparação dos dados, afim de comprovar a eficácia do processo realizado. Foram criadas 3 (três) planilhas, duas com todos os dados dos voluntários do GC e do GI e a outra para monitorar diariamente o processo de ingestão diária do vinagre de maçã do GI, todo dia a tabela era preenchida e monitorada para impedir possíveis falhas futuras.

Após finalizar o procedimento para comprovação dos efeitos do vinagre de maçã na redução de gordura corporal e discussão dos resultados obtidos, foi realizado a elaboração e desenvolvimento de uma palestra (anexo C) para alunos do Ensino Superior graduandos no Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia (IFPI) - Campus Picos.

A palestra foi organizada e apresentada aos futuros professores com o objetivo de mostrar que é possível utilizar a pesquisa científica como artefato pedagógico de ensino e ferramenta didática na sala de aula, por ser uma metodologia inovadora, atual e eficaz, e assim incentivá-los a usar pesquisas científicas durante a sua docência para produzir aulas mais contextualizadas e interdisciplinares, mostrando os benefícios que podem ser obtidos quando relacionadas aos conhecimentos da Química.

7 PALESTRA SOBRE A PESQUISA E PRODUÇÃO DO VINAGRE DE MAÇÃ COMO ARTEFATO PEDAGÓGICO DE ENSINO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA E RESULTADOS PEDAGÓGICOS

A Química é bastante complexa e ensiná-la de forma interdisciplinar é mais complexo ainda, por esse motivo é necessário encontrar maneiras diferentes de ensinar e aprender. O artefato pedagógico é uma ferramenta didática e inovadora para a construção do conhecimento que pode auxiliar a facilitar o processo de ensino-aprendizagem (PINHEIRO; MELO, 2020).

A aplicação desse recurso pedagógico surge como uma forma de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem durante o ensino. A metodologia dessa aplicação é norteada por três momentos pedagógicos: a mobilização para o conhecimento, a reconstrução e construção do conhecimento, e a elaboração da síntese do conhecimento, ou seja, se deixar tocar pelo conhecimento e reconstruir conceitos (PINHEIRO; MELO, 2020).

Com o uso do artefato pedagógico de maneira interdisciplinar, os alunos podem aprender a Química sob uma perspectiva contextualizada, interdisciplinar, inovadora, crítica-criativa e mobilizadora para a construção do conhecimento, e assim, os discentes, podem passar a demonstrar maior interesse pelos componentes curriculares que a compõem, que ainda, são bastante complexos e temidos por muitos na escola (PINHEIRO; MELO, 2020).

Dessa forma, os estudantes que são o futuro e o caminho para o crescimento intelectual da sociedade, estão abertos e aptos a receber e buscarem por novidades que os levem a um melhor entendimento dos fenômenos que os cercam. Ter compreensão dos conhecimentos científicos possibilita ao indivíduo relacionar os problemas e as necessidades existentes no seu dia a dia a soluções já vivenciadas, ou levá-los a realizar questionamento sobre tais fenômenos de forma a tentar compreendê-los e buscar soluções.

Esse conhecimento pode ser obtido de maneira mais rápida e eficiente quando a escola busca estratégias educacionais que introduzem tais pensamentos dentro do processo de ensino-aprendizagem dos alunos, sendo uma forma simples e que pode se encaixar dentro do ensino das ciências,

e o uso da pesquisa científica como artefato pedagógico de ensino na disciplina de Química é um meio que pode ser plausível e eficaz.

Isso implica dizer que a utilização de atividades que chamam a atenção dos alunos exatamente por despertar a curiosidade acerca do tema, colaboram com o desenvolvimento da aprendizagem, devendo essas atividades possuírem um cunho interdisciplinar, relacionando-as com fenômenos do cotidiano. Esse interesse por parte dos alunos em aulas interdisciplinares, possibilita a captação da sua atenção, que em sequência pode ser direcionada às interpretações científicas possíveis através das explicações relacionadas aos conteúdos envolvidos.

Com base no que afirma a literatura acerca da importância da aplicação do artefato pedagógico em sala de aula, utilizando a interdisciplinaridade e a contextualização, foi elaborado um plano (apêndice B) e apresentada uma palestra para alunos do Ensino Superior, buscando abordar alguns dos principais aspectos, que podem colaborar com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos do Ensino Médio em sala de aula.

O objetivo da palestra foi fazer com que os futuros professores entendam que existem formas diferenciadas de ministrar aula, e que eles podem utilizar tais ferramentas didáticas para inovar o ensino durante a sua docência e facilitar o processo de aprendizagem dos seus alunos, além de, incentivá-los a entender que pesquisas científicas podem ser explicadas por meio de conceitos aprendidos e estudados em sala de aula.

É importante que os futuros professores compreendam que não precisam se prender apenas ao livro didático como fonte de ensino durante suas aulas, e que o interesse dos alunos pela ciência e os seus estudos, depende parcialmente do professor.

O professor precisa considerar a construção de um currículo renovado, que encurte a distância existente entre o ensino médio e as questões relacionadas à cidadania e ao mundo científico. Sendo interessante, a realização de uma transposição didática diferente em sala de aula, como a discussão e o uso de questões que evidenciam o papel do conhecimento químico no meio

científico e na vida dos estudantes, podendo assim, promover uma aprendizagem significativa (OLIVEIRA; MATOS; VAZ, 2011).

A palestra ocorreu no período de 1 hora e 58 minutos para alunos do 2º módulo do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia (IFPI) - Campus Picos. Na apresentação foram abordados alguns dos principais aspectos que enfatizam a importância de utilizar ferramentas didáticas interdisciplinares, contextualizadas e inovadoras em sala de aula, dentre elas o da pesquisa científica e produção do vinagre de maçã como artefato pedagógico de ensino.

E a partir disso, foram demonstrados por meio de slides muito bem elaborados com infográficos e imagens (apêndice C) os conteúdos que podem ser abordados em aulas de Química, utilizando a produção do vinagre e seus conceitos químicos referentes a fermentação, para repassar conteúdos de Química relacionados à bioquímica, separação de misturas, determinação de potencial hidrogênio-iônico (pH), reações químicas, fórmulas moleculares, grupos funcionais e estequiometria.

A palestra aconteceu via *Google Meet* (anexo D) foi muito produtiva, os participantes conseguiram entender o objetivo, compartilharam suas opiniões, tiraram dúvidas e gostaram bastante das didáticas apresentadas, especialmente todos os conceitos que foram envolvidos objetivando proporcionar-lhes a oportunidade de um currículo inovador que pode ser eficaz e importantíssimo durante à sua docência.

8 RESULTADOS DO TRABALHO EMPÍRICO

Essa parte do trabalho será destinada a apresentação dos dados do trabalho empírico, onde serão relatados e discutidos os resultados do procedimento para a análise da comprovação do vinagre de maçã como auxiliar na redução de gordura corporal.

Logo abaixo, na tabela 3 está descrito os dados e especificações dos voluntários que participaram do Grupo de Controle. Na tabela é demonstrado o gênero de cada voluntário, sexo, idade, peso, altura e se o mesmo praticou atividade física ou fez dieta alimentar durante o procedimento experimental. É importante ressaltar que o objetivo do GC é apenas servir como base de comparação para o Grupo de Intervenção, para que ao final seja possível chegar a uma conclusão sobre a eficácia do procedimento realizado.

Tabela 3: Dados e especificações dos voluntários do GC

V	Sexo	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	Atividade física	Dieta
1	F	22	69,7	1,67	Não	Não
2	M	22	80,1	1,83	Não	Não
3	F	43	73,7	1,56	Não	Não
4	M	40	76,0	1,65	Sim	Não
5	F	19	57,0	1,58	Sim	Sim
6	F	23	49,0	1,56	Não	Não
7	F	22	61,4	1,64	Não	Não
8	F	19	84,0	1,66	Sim	Não

Fonte: Autoria própria, 2021

É notório observar que a maioria dos integrantes que se dispuseram a participar do GC são do sexo feminino, sendo 6 mulheres com idades que variam de 19 a 43 anos, e somente 2 integrantes do sexo masculino com idades entre 22 e 40 anos. De acordo com os dados coletados, somente a voluntária 5 fez dieta alimentar, e apenas os voluntários 5,8 e 4 praticaram atividade física durante a análise.

A tabela 4, a seguir, estão os dados e as diferenças das medidas antropométricas e as informações laboratoriais dos voluntários do GC antes e após a ingestão do vinagre de maçã pelos integrantes do GI. Na tabela é mostrado, o peso, IMC (Índice de Massa Corporal), Triglicérides, Colesterol Total, HDL e LDL.

Tabela 4: Diferença das medidas antropométricas e laboratoriais dos voluntários do GC antes e após o procedimento experimental

V	Peso (anos)		IMC (kg/m ²)		Triglicérides (mg/dL)		Colesterol Total (mg/dL)		HDL (mg/dL)		LDL (mg/dL)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
1	69,7	70,2	24,9	25,1	73,6	95,5	202	185	47	44	140,3	121,9
2	80,1	81,5	23,9	24,3	142,0	131,2	200	185	49	49	122,6	109,8
3	73,7	74,2	30,2	30,4	156,4	223,1	208	209	42	41	134,7	123,4
4	76,0	74,0	27,9	27,1	334,4	212,1	183	149	38	46	78,1	60,6
5	57,0	57,3	22,8	22,9	144,8	134,4	168	197	51	44	88,0	126,1
6	49,0	49,7	20,1	20,4	72,2	44,5	128	117	45	48	68,6	60,1
7	61,4	62,0	22,8	23,0	105,3	95,0	179	148	52	53	105,9	76,0
8	84,0	82,0	30,4	29,7	261,7	200,2	191	201	46	38	92,7	123,0

Fonte: Autoria própria, 2021

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) para que o homem esteja com o peso ideal, seu IMC precisa estar entre 20 a 24,9 e para as mulheres precisa estar entre 19 a 23,9. Com os dados da tabela 4 é possível perceber que apenas o voluntário 2 do sexo masculino está com o peso ideal, já o voluntário 4 encontra-se acima do peso. Dentre as integrantes do sexo feminino apenas as voluntárias 5, 6 e 7 estão com o peso ideal.

Os dados laboratoriais de alguns voluntários também se encontram alterados, pois para que o Triglicérides esteja normal ele deve estar em um número menor que 150mg/dL, o colesterol total precisa ser menor que 200mg/dL, o LDL deve estar abaixo de 100mg/dL e o HDL entre 41mg/dL a 59mg/dL. Com base nisso, observa-se que os voluntários 3, 4 e 8 encontram-se

com o triglicérides elevado, os voluntários 1, 3 e 8 com o colesterol total acima do normal, os voluntários 1, 2, 3, 5, 7 e 8 estavam com o LDL superior ao normal, e apenas os voluntários 4 e 8 encontram-se com a taxa de HDL anormal.

É importante ressaltar que, de acordo com os dados obtidos na tabela 4, 100% dos voluntários do Grupo de Controle obtiveram aumento em suas medidas antropométricas e laboratoriais, seja no peso, triglicérides, IMC, colesterol, LDL ou HDL, isso em um intervalo de 30 dias.

Na tabela 5 está descrito os dados e especificações dos voluntários que participaram do Grupo de Intervenção. Na tabela é demonstrado o gênero de cada voluntário, sexo, idade, peso, altura, se o mesmo praticou atividade física ou fez dieta alimentar durante o procedimento experimental e que tipo de vinagre de maçã ingeriu durante o processo (industrial ou caseiro).

Tabela 5: Dados e especificações dos voluntários do GI

V	Sexo	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	Vinagre	Atividade física	Dieta
9	M	40	95,0	1,75	Caseiro	Não	Sim
10	F	22	61,0	1,56	Industrial	Sim	Não
11	F	19	89,0	1,65	Industrial	Não	Não
12	F	24	69,8	1,56	Industrial	Não	Não
13	M	30	64,0	1,66	Industrial	Não	Sim
14	F	22	77,6	1,69	Industrial	Não	Não
15	F	27	104	1,62	Industrial	Não	Não

Fonte: Autoria própria, 2021

A maioria dos voluntários do GI também são do sexo feminino, com idades que variam de 19 a 27 anos, o GI conta com a participação de apenas dois voluntários do sexo masculino, um com 40 anos e o outro com 30 anos. Dentre os integrantes do grupo, apenas a voluntários 10 praticou atividade física, e somente os voluntários 9 e 13 fizeram dieta durante os 30 dias de ingestão do vinagre de maçã.

Na tabela 6 estão os dados com as diferenças das medidas antropométricas, e os dados laboratoriais do GI antes e após a ingestão do vinagre de maçã. Na tabela é mostrado, o peso, IMC (Índice de Massa Corporal), Triglicérides, Colesterol Total, HDL e LDL.

Tabela 6: Diferença das medidas antropométricas e laboratoriais dos voluntários do GI antes e após o procedimento experimental

V	Peso (kg)		IMC (kg/m ²)		Triglicérides (mg/dL)		Colesterol Total (mg/dL)		HDL (mg/dL)		LDL (mg/dL)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
9	95,0	93,0	31,0	30,4	282,0	306,0	232	201	48	41	141,0	116,0
10	61,0	57,0	25,0	23,4	75,0	108,8	157	152	43	46	99,0	84,2
11	89,0	86,7	32,7	31,8	111,0	78,7	140	136	48	52	69,8	68,3
12	69,8	67,7	28,7	27,8	106,7	208,5	215	196	42	41	151,6	113,3
13	64,0	62,4	23,2	22,6	131,3	177,0	208	220	42	41	139,7	143,6
14	77,6	76,3	27,1	26,7	190,4	149,3	205	181	41	46	125,9	105,1
15	104	104	39,6	39,6	67,1	145,0	155	185	45	47	96,5	109,0

Fonte: Autoria própria, 2021

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), já mencionado anteriormente para que o homem esteja com o peso ideal, seu IMC precisa estar entre 20 a 24,9 e para as mulheres precisa estar entre 19 a 23,9. Com os dados da tabela acima (tabela 6) é possível perceber que apenas o voluntário 13, do sexo masculino, está com o peso ideal, já do sexo feminino, apenas a voluntária 10 encontra-se com o peso ideal.

De todos os 7 voluntários que ingeriram o vinagre de maçã diariamente no período de 30 dias, 6 dos integrantes tiveram diminuição no seu peso e conseqüentemente no IMC. A voluntária 10 perdeu 4kg, foi a que perdeu mais peso durante o processo, provavelmente por ter sido a única a ter praticado atividade física durante o processo de ingestão do vinagre. É fato que a atividade física é muito importante durante o processo de emagrecimento, e o vinagre de maçã provavelmente auxiliou na potencialização desse resultado.

Apenas a voluntária 15 não perdeu peso, isso porque infelizmente não conseguiu finalizar o processo de ingestão do vinagre de maçã, porque a mesma iria começar a fazer um tratamento médico, e a ingestão do vinagre não é indicada quando se está tomando determinadas medicações. A voluntária só participou do processo durante o período de 13 dias, através disso, podemos perceber que a ingestão do vinagre de maçã, possivelmente, só proporciona resultados em um período maior que 13 a 15 dias.

Ademais, com base no *feedback* dos voluntários durante o processo de ingestão, pelo menos 42,8% deles relataram ter tido redução de apetite enquanto ingeriram o vinagre de maçã. De acordo com alguns estudos científicos o efeito do consumo de vinagre gera essa sensação de saciedade em quem o ingeri, tais estudos explicam que isso está diretamente relacionado ao teor de ácido acético do vinagre (OUSAAID; LAAROUSSI, 2020).

No presente estudo, em relação ao efeito benéfico do vinagre de maçã em desempenhar redução de peso nos voluntários do Grupo de Intervenção. É notório que o mecanismo proporcionou efeito benéfico no consumo do vinagre de maçã causando a redução no peso corporal é a inibição da fome e, consequentemente, a diminuição da ingestão alimentar, o que pode ajudar a acabar com lanches em excesso (PETSIOU; MITROU *et al.*, 2014).

Outro mecanismo que pode causar efeito favorável com a ingestão do ácido acético no peso corporal é a redução lipogênese, alcançada através de uma diminuição nas transcrições de vários genes lipogênicos no fígado. Estudos sugerem que o acetato tem um efeito inibitório sobre a atividade de ligação de elementos responsivos a carboidratos proteína, que é um fator de transcrição que regula vários genes necessários para a conversão de glicose em ácidos graxos no fígado (OUSAAID; LAAROUSSI, 2020).

O vinagre de maçã pode ajudar a contribuir para níveis mais altos de energia, gerando uma melhor absorção no corpo por meio de alguns processos. O vinagre de maçã entra no corpo como um ácido para ajudar na quebra inicial dos alimentos, principalmente carboidratos, o que pode, por sua vez, levar a uma melhor absorção dos nutrientes que o corpo precisa (SIQUEIRA; SOUSA, 2021).

A absorção é ainda mais impulsionada à medida que o ácido alto aciona o intestino delgado para alcalinizar o corpo. A combinação de aumento do metabolismo com menos absorção de gordura e a liberação de probióticos é o que também pode auxiliar na perda de peso (SHMERLING, 2020).

Além dos mecanismos citados anteriormente que podem auxiliar na perda de peso, existe também a possibilidade de isso acontecer porque o vinagre de maçã auxilia no processo de digestão. As voluntárias 10, 12 e 14, relataram melhora no seu sistema digestivo, comentaram que após o início de ingestão do vinagre frequentavam diariamente o banheiro com constância para defecar.

O ácido acético pode ajudar os ácidos estomacais naturais a quebrar os alimentos que geralmente são difíceis de digerir pelo corpo, como os carboidratos. Também pode ajudar a estimular o corpo a produzir mais de seus ácidos naturais. Em suma, os níveis de ácido ajudam a garantir que os alimentos sejam decompostos o suficiente para que todos os nutrientes sejam absorvidos por processos posteriores no corpo. O vinagre também estimula o estômago a reter os alimentos por mais tempo (SHMERLING, 2020).

Outra explicação é que o mesmo pode ser considerado um prebiótico. Embora as palavras sejam semelhantes, não deve ser confundido com probióticos, como aquelas boas bactérias encontradas em iogurtes que ajudam a limpar as toxinas, que também estão contidas no vinagre. Os prebióticos ajudam a atingir o mesmo objetivo, mas atuam como alimento para as bactérias probióticas. O vinagre e outros prebióticos podem ajudar a manter um equilíbrio saudável de boas bactérias no intestino, fornecendo-lhes o equilíbrio certo dos nutrientes de que precisam (SHMERLING, 2020).

Sabe-se que as maçãs contêm muitos nutrientes, mas também muitos oligo-di-monossacarídeos e poliois fermentáveis, que são, em termos mais simples, carboidratos difíceis de digerir. Quando consumidos em excesso, podem causar sintomas digestivos desconfortáveis, como gases e inchaço abdominal. O vinagre de maçã contém muitos dos nutrientes das maçãs, mas não é difícil de digerir (SIQUEIRA; SOUSA, 2021).

Alguns estudos também revelaram que o ácido acético reduz o colesterol total (PETSIOU; MITROU *et al.*, 2014). Neste estudo, o consumo de 30 mL de

vinagre de maçã uma vez ao dia durante 4 semanas, foi eficaz na redução de níveis séricos de colesterol total, LDL, HDL em 85,7% dos integrantes do GI.

Alguns estudos sugerem que a hipolipemia, efeitos do ácido acético nos níveis de colesterol sérico total e triglicerídeos podem ser atribuídos à inibição de as vias metabólicas da colestero gênese e lipogênese no fígado, através da ativação da AMPK, um inibidor da síntese de ácidos graxos e esteróis.

Por meio da ativação da AMPK diminui-se a regulação de estero l proteína-1 de ligação ao elemento latório. A supressão de atividade da proteína-1 de ligação ao elemento regulador de estero l resulta na redução do nível de RNA e da atividade da ATP-citrato liase, que desempenha um papel importante no fornecimento de acetil-coenzima-A para as vias de colestero gênese e síntese de ácidos graxos (KHEZRI *et. al*, 2018).

Além disso, a adição de vinagre a uma dieta rica em colesterol aumenta a expressão da acil-coenzima A oxidase (*acox*), sugerindo que o acetato pode aumentar a oxidação ácida, atenuando assim o colesterol, aumento mediado na concentração de triglicerídeos hepático, finalmente, suprimindo a elevação do plasma triglicerídeos (KHEZRI *et. al*, 2018).

Os efeitos benéficos do vinagre no HDL e LDL podem ser atribuídos, pelo menos em parte, a diminuição do índice glicêmico de alimentos contendo ácido acético. Sabe-se que alimentos com baixo índice glicêmico são capazes de aumentar o HDL e reduzir o LDL em humanos, isso é comprovado quando compara-se os dados da tabela 6 antes e após a ingestão do vinagre.

Outro mecanismo possível nesse benefício pode ser o efeito dos polifenóis e flavonóides no vinagre, visto que os polifenóis diminuem o LDL sérico e aumenta o HDL. Possivelmente via pressão da secreção de lipoproteína intestinal ou através da supressão da peroxidação lipídica. De fato, durante o experimento desse estudo o vinagre de maçã (que é rico em polifenóis) resultou no aumento do HDL e diminuição de LDL.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que este trabalho auxiliou futuros professores a entenderem que podem empregar durante sua docência metodologias de ensino inovadoras, contextualizadas e interdisciplinares, e que é possível utilizar pesquisas científicas no Ensino Médio como artefato pedagógico de ensino para facilitar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Química.

Mostrando que artigos e trabalhos científicos podem ser usadas para facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, e ainda assim, proporcionar o uso de materiais didáticos complementares diferentes do habitual, propiciando aos alunos novos conceitos e conhecimentos sobre o meio científico, como entende-lo, e até mesmo explica-lo por meio de conceitos químicos aprendidos em sala de aula. Possibilitando ao futuro professor a chance de obter um currículo profissional inovador de forma, eficaz e produtiva.

Os resultados do presente estudo também mostraram que o vinagre de maçã realmente auxilia na redução de peso, comprovando a teoria da redução de gordura corporal através do vinagre de maçã. E que além disso, auxilia na digestão alimentar, diminuição do colesterol total e também do LDL. Podendo assim, ser utilizado como complemento alimentar para auxiliar em dietas nutricionais com o objetivo da redução de peso ou gordura corporal.

Com isso, o objetivo do trabalho de correlacionar ao ensino a produção e pesquisa do vinagre de maçã como redutor de gordura corporal, para facilitar o processo de fixação de conteúdos referentes à Química, e explicar para alunos graduandos do curso de Licenciatura em Química, que é possível utilizar pesquisas científicas no Ensino Médio como artefato pedagógico de ensino foi positivamente alcançado.

REFERÊNCIAS

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**. 1. São Paulo. Edgard Blücher Ltda.1983.

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.

ARAÚJO, L. T. **Estudo da produção e do envelhecimento do vinagre de laranja lima**. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

ATKINS, P. W.; JONES, Loretta. **Princípios de química - questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOUATENIN, K. M. J. et al. **Organic production of vinegar from mango and papaya**. *Food Science and Nutrition*, v. 9, n. 1, p. 190–196, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Normas de pesquisas envolvendo seres humanos**. Res. CNS 196/96. Bioética, Brasília, v. 4, n.2, p.15-25, 1996 (suplemento).

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Decreto no 99.066, de 08 de março de 1990. Regulamenta a Lei nº 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 da 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.

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

CEJUDO-BASTANTE, C. et al. **Comparative study of submerged and surface culture acetification process for orange vinegar**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 3, p. 1052–1060, 2018.

CETKOVIC G.; CANADANOVIC-BRUNET J.; DJILAS S.; SAVATOVIC S.; MANDIC A.; TUMBAS V. **Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace.** *Food Chemistry*, 109 (2), 2008, p. 340-347.

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

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. e SCOTT, P. **Constructing scientific knowledge in the classroom.** *Educational Researcher*, N° 7, p. 5-12, 1994. Tradução de MORTIMER, E. Construir conhecimento científico em sala de aula. N° 9. Química Nova na Escola, 1999, p. 31-40.

FORTE, C. M. S; PACHECO, L. C. M; QUEIROZ, Z. F. **Química Analítica I.** 2° ed. Química Analítica I_NL2018.indd. Fortaleza-CE. Editora filiada à Associação Brasileira de Editoras Universitárias (ABEU), 2019.

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.

HO, C. W. et al. **Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review.** *Food Chemistry*, v. 221, p. 1621–1630, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.128>. Acesso em: 19 mar. 2021.

HOFFMANN, Alexandre. Sistema de produção de vinagre. **Embrapa uva e vinho.** Bento Gonçalves, Ag.2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/vinagre/legislacao.htm>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

IVANOV, Raphael Coelli. **Fermentação Acética: Abordando Transformações Químicas e Bioquímicas.** Monografia (curso de Licenciatura em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2011, p. 18-33.

KASHIMA, Y.; IJIMA, M.; NAKANO, T.; TAYAMA, K.; KOIZUMI, Y.; UDAKA, S.; YANAGIDA, F. **Role of intracellular esterases in the production of esters by *Acetobacter pasteurianus*.** *Journal of Bioscience and Bioengineering*. v. 89, n. 1. Tokyo, 2000, p. 81-83.

KHEZRI S. S.; AMIRI Z.; SAIDPOUR A.; HOSSEINZADEH N. **Beneficial effects of Apple Cider Vinegar on weight management, Visceral Adiposity Index and lipid profile in overweight or obese subjects receiving restricted calorie diet: A randomized clinical trial.** *Journal of Functional Foods* Vol. 43. ScienceDirect: 2018, Pag.95-102

KONDO, T.; KISHI, M.; FUSHIMI, T.; UGAJIN, S.; KAGA, T. ***Vinegar Intake Reduces Body Weight, Body Fat Mass, and Serum Triglyceride Levels in Obese Japanese Subjects***. *Biosci. Biotechnol. Biochem* (ISSN: 0916-8451), 73 (8), 1837–1843. Oxford Academic, Bioscience Biotechnology & Biochemistry, 2009.

LEITE, Patrícia. **Vinagre de maçã emagrece mesmo?** Youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=skRfAtNDegY&t=12s>>. Acesso dia 21 de novembro de 2019.

LIMA, K. P. **Produção de vinagre como estratégia de aproveitamento tecnológico da amora-preta: Avaliação do processo submerso e do processo lento**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

LOBATO, A., C., **A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica**. Monografia de especialização. CECIERJ: Belo Horizonte, 2007.

LYNCH, K. M. et al. ***Physiology of Acetic Acid Bacteria and Their Role in Vinegar and Fermented Beverages***. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 18, n. 3, p. 587–625, 2019.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos**. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

OUSAAID D.; LAAROUSSI H.; BAKOUR M.; ELGHOUZI A.; ABOULGHAZI A.; LYOUSSI B.; ELARABI I. ***Beneficial Effects of Apple Vinegar on Hyperglycemia and Hyperlipidemia in Hypercaloric-Fed Rats***. PMID: PMC7374219. PMID: 32766316. *National Library of Medicine National Institutes of Health (PMC). Journal List*, 2020.

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.

PETSIUO E.; MITROU, P.; RAPTIS, S.; DIMITRIADIS GD. ***Effect and mechanisms of action of vinegar on glucose metabolism, lipid profile, and body weight***. DOI:10.1111/NURE.12125. *Nutrition in Clinical Care. Nutrition Reviews*, 2014, p. 651 – 661.

PINHEIRO, F.; MARIA BILLIG MELLO, E. **Artefatos Pedagógicos: o processo de (re)construção do ensino de ciências da natureza**. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 8, n. 1, 14 fev. 2020.

PRADO, Isabela 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 20 de dezembro de 2021.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. **A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química**. Vol. 36, Nº. 10, 1570-1576. Química Nova, 2013.

SCHNETZLER, R.P. **Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química**. Nº 16. Química Nova na Escola, 2002, p. 15-20.

SCHNETZLER, R.P. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas**. Supl. 1. Química Nova, 2002, p. 14-24.

SHMERLING R. H. **Apple Cider Vinegar Diet: Does It Really Work?**. *Havard Health Publishing*. Disponível em: <<https://www.health.harvard.edu/blog/apple-cider-vinegar-diet-does-it-really-work-2018042513703>>. Acesso em 08 de dezembro de 2021.

SIQUEIRA A. E. B; SOUSA D. A. **Elaboration of mangaba vinegar by semi-solid fermentation combined with enzymatic activity: chemical characterization and sensory evaluation**. *Food Technology. cienc. Rural* 51. Scielo, 2021.

SPINOSA, W.A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. Tese (Doutor em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002, p. 243.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites**. Vol. 1, nº 2. UNIREVISTA, 2006.

WALTRIC, Lissandra. **Fermentados acéticos de frutas: uma revisão sobre parâmetros de produção, características físico-químicas e potencial bioativo**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Florianópolis, 2021.

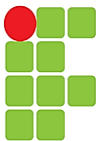
YAMADA, Y.; YUKPHAN, P. **Genera and species in acetic acid bacteria**. Vol. 125. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, p.15-24.

APÊNDICE A- PLANILHAS DO EXCEL

DADOS DOS VOLUNTÁRIOS DO GRUPO DE CONTROLE												
DADOS			ANTES DA INGESTÃO DO VINAGRE					APÓS A INGESTÃO DO VINAGRE				
V	sexo	Idade (anos)	peso	Trigliceris	Colesterol Total	HDL	LDL	Peso	Trigliceris	Colesterol Total	HDL	LDL
1	F	22	69,7kg	73,6	202	47	140,28	70,2kg	95,5	185	44	121,9
2	M	22	80,1kg	142	200	49	122,6	81,5kg	131,2	185	49	109,76
3	F	42	73,7kg	156,4	208	42	134,72	74,2kg	223,1	209	41	123,38
4	M	40	76kg	334,4	183	38	78,12	74kg	212,1	149	46	60,58
5	F	19	57kg	144,8	168	51	88,04	57,3kg	134,4	197	44	126,12
6	F	23	49kg	72,2	128	45	68,56	49,7kg	44,5	117	48	60,1
7	F	22	61,4kg	105,3	179	52	105,94	62kg	95	148	53	76
8	F	19	84kg	261,7	191	46	92,66	82kg	200,2	201	38	122,96

DADOS DOS VOLUNTÁRIOS DO GRUPO DE INTERVENÇÃO												
DADOS			ANTES DA INGESTÃO DO VINAGRE					APÓS A INGESTÃO DO VINAGRE				
V	sexo	Idade (anos)	peso	Trigliceris	Colesterol Total	HDL	LDL	Peso	Trigliceris	Colesterol Total	HDL	LDL
9	M	40	95kg	282	232	48	141	93 kg	306	201	41	116
10	F	22	61kg	75	157	43	99	57kg	108,8	152	46	84,24
11	F	19	89kg	111	140	48	69,8	86,7kg	78,7	136	52	68,26
12	F	24	69,8kg	106,7	215	42	151,66	67,7kg	208,5	196	41	113,3
13	M	30	64kg	131,3	208	42	139,74	62,4kg	177	220	41	143,6
14	F	22	77,6kg	190,4	205	41	125,92	76,3kg	149,3	181	46	105,14
15	F	27	104kg	67,1	155	45	96,58	104kg	145	185	47	109

APÊNDICE B – PLANO PARA PALESTRA

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA PIAUÍ Campus Picos	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí Campus Picos Diretoria de ensino
	PLANO PARA PALESTRA

Curso	Licenciatura em Química
Módulo	VII
Ministrante	Francisca Deiane Freitas Silva

TEMA	A utilização da pesquisa científica do vinagre de maçã como artefato pedagógico de ensino na disciplina de Química.		
Data	21/12/2021	Horas de palestra	1h e 58min
Início	18:19	Termino	20:17

OBJETIVO GERAL
• Demonstrar aspectos que enfatizem à importância de utilizar ferramentas didáticas interdisciplinares, contextualizadas e inovadoras em sala de aula, usando a pesquisa do vinagre de maçã como artefato pedagógico para ministrar aulas de Química.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS
• Capacitar o aluno para o planejamento de aulas interdisciplinares e contextualizadas; • Incentivar o futuro professor à inovar suas tecnologias pedagógicas durante à docência, afim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem de seus alunos; • Instigar o uso de metodologias didáticas através de pesquisas científicas; • Demonstrar conceitos químicos envolvidos na produção e fermentação do vinagre de maçã.

METODOLOGIA
• Aula teórica e expositiva, dialogo discursivo e troca de conhecimento com os ouvintes.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Notebook;
- Smartfone;
- Apresentação em Power Point;
- Ilustrações/infográficos;
- Recurso humano;
- Fórum de discussão.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

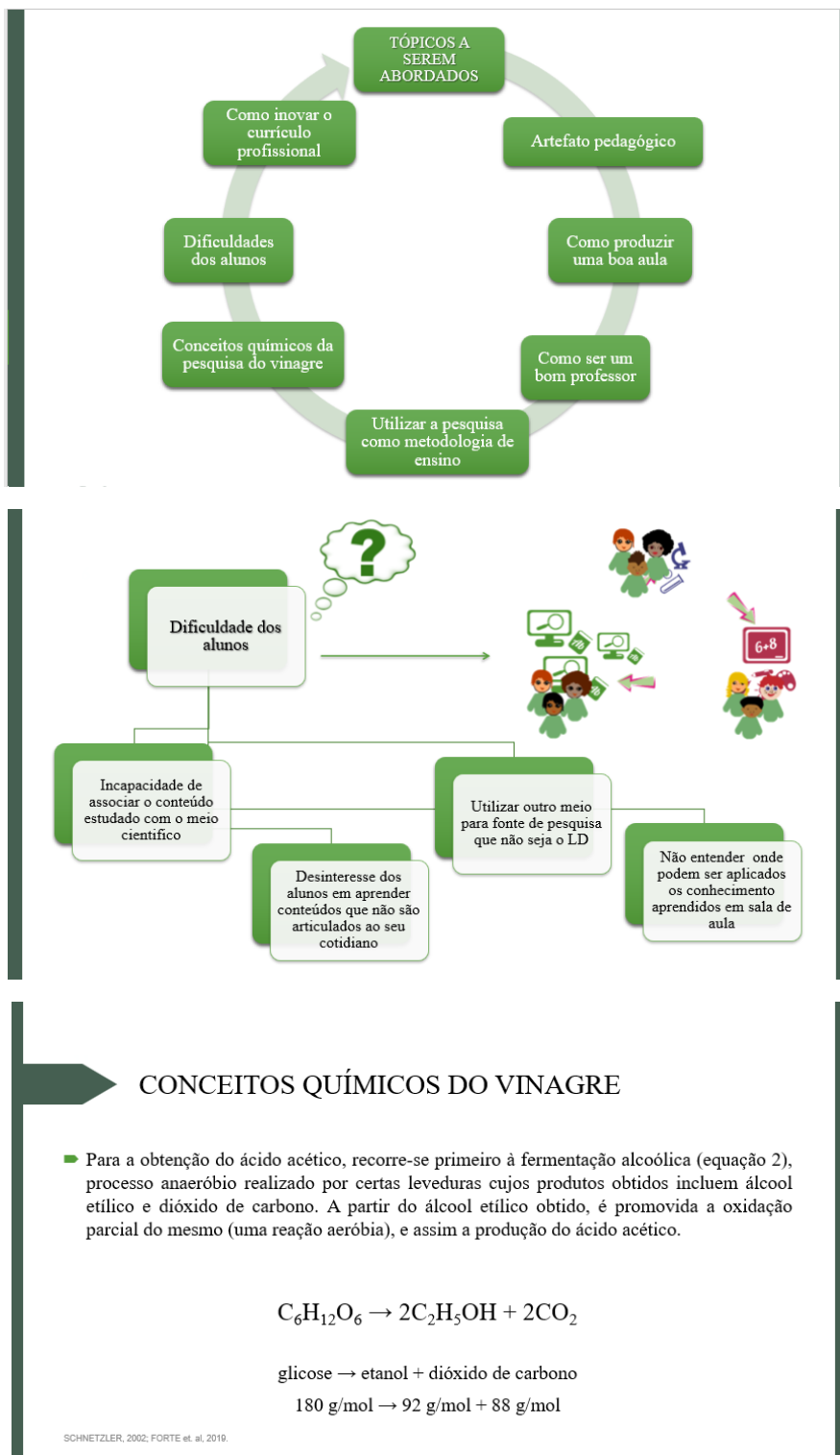
- [1] IVANOV, Raphael Coelli. **Fermentação Acética: Abordando Transformações Químicas e Bioquímicas**. Monografia (curso de Licenciatura em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2011, p. 18-33.
- [2] PINHEIRO, F.; MARIA BILLIG MELLO, E. **Artefatos Pedagógicos: o processo de (re)construção do ensino de ciências da natureza**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 8, n. 1, 14 fev. 2020.
- [3] SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. **A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química**. Química Nova, Vol. 36, Nº. 10, 1570-1576, 2013.

PICOS – PI, 21 de dezembro de 2021.



Assinatura do Ministrante

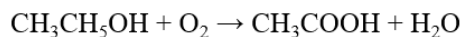
APÊNDICE C – ALGUNS SLIDES UTILIZADOS NA APRESENTAÇÃO DA PALESTRA



CONCEITOS QUÍMICOS DO VINAGRE

Fermentação acética

- Refere-se a um processo envolvendo a oxidação do etanol e formação de ácido acético consumo de O_2 , ocorrendo liberação de grandes quantidades de energia.

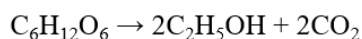


etanol + gás oxigênio $\rightarrow$ ácido acético + água

$$\Delta G^\circ = -455 \text{ kJ/mol}$$

CONCEITOS QUÍMICOS DO VINAGRE

- Para a obtenção do ácido acético, recorre-se primeiro à fermentação alcoólica (equação 2), processo anaeróbio realizado por certas leveduras cujos produtos obtidos incluem álcool etílico e dióxido de carbono. A partir do álcool etílico obtido, é promovida a oxidação parcial do mesmo (uma reação aeróbia), e assim a produção do ácido acético.



glicose $\rightarrow$ etanol + dióxido de carbono

$$180 \text{ g/mol} \rightarrow 92 \text{ g/mol} + 88 \text{ g/mol}$$

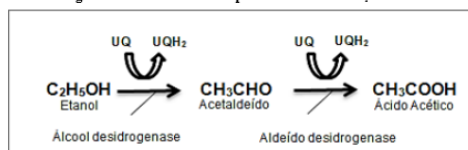
SCHNETZLER, 2002; FORTE et. al, 2019.

CONCEITOS QUÍMICOS DO VINAGRE

Bioquímica da Fermentação Acética

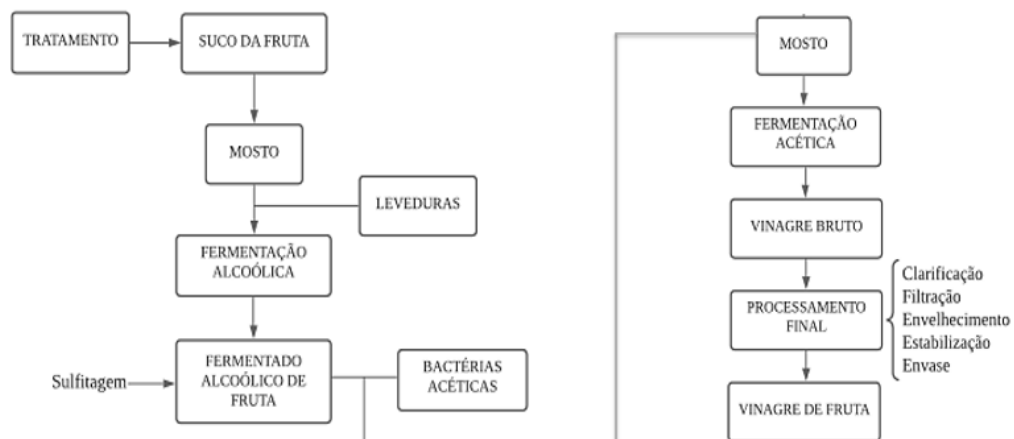
- ✓ A oxidação do etanol a ácido acético dá-se por duas reações sequenciais, sendo catalisadas por enzimas associadas à membrana, são elas: álcool desidrogenase (ADH) e aldeído desidrogenase (ALDH). A primeira enzima é responsável pela conversão do etanol a acetaldeído pela retirada de átomos de hidrogênio

Figura 3: Via metabólica simplificada da fermentação acética

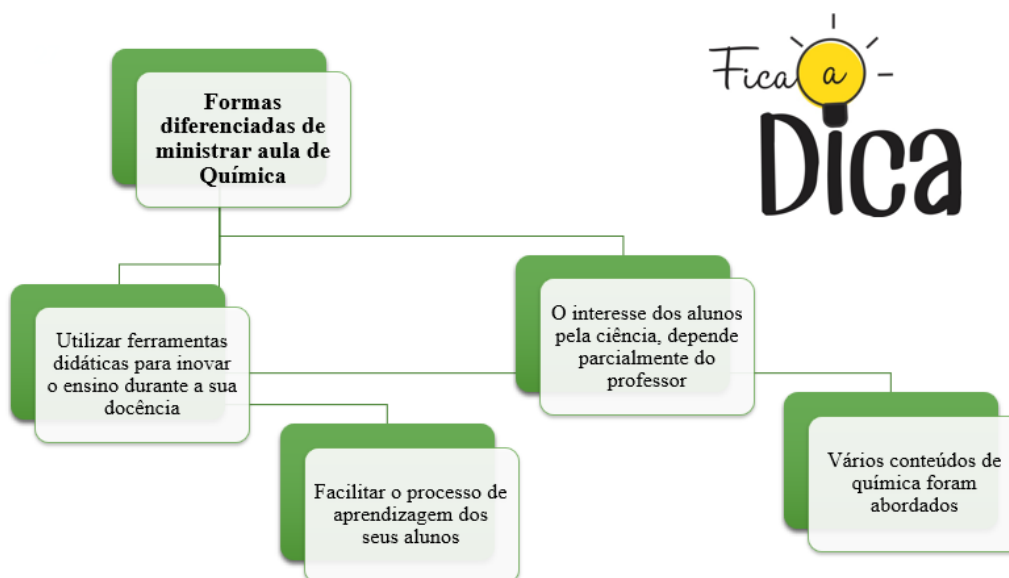


Fonte: Madigan et. al, 2004.

MÉTODOS PARA PRODUÇÃO DO VINAGRE DE FRUTA



Formas diferenciadas de ministrar aula de Química



Fica a
Dica

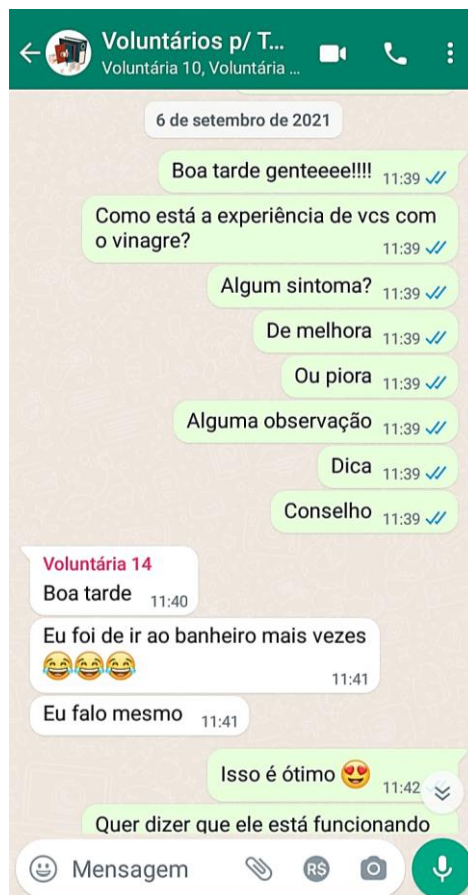
ANEXO A – VÍDEO COM INSTRUÇÕES



ANEXO B – FEEDBACK DOS VOLUNTÁRIOS DURANTE O PROCESSO DE INGESTÃO







ANEXO C – PRINTS DO MOMENTO DA PALESTRA

