



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ABAETETUBA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - FACET  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

BRUCY DASAIEV MENDONÇA FERREIRA

**O SISTEMA HIDROPÔNICO COMO COMPLEMENTO METODOLÓGICO PARA  
AS AULAS DE CIÊNCIAS**

ABAETETUBA/PA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ABAETETUBA  
FACULDADE DE CIÊNCIA EXATAS E TECNOLOGIA - FACET  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

BRUCY DASAIEV MENDONÇA FERREIRA

**O SISTEMA HIDROPÔNICO COMO COMPLEMENTO METODOLÓGICO PARA  
AS AULAS DE CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Pará-UFPA, turma de Licenciatura Plena em Física como requisito para a conclusão do curso de Licenciatura Plena em Física, sob orientação do professor Dr. Osvaldo dos Santos Barros.

ABAETETUBA/PA

2021

BRUCY DASAIEV MENDONÇA FERREIRA

**O SISTEMA HIDROPÔNICO COMO COMPLEMENTO METODOLÓGICO PARA  
AS AULAS DE CIÊNCIAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado para a obtenção do título de Licenciado em Física pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará-UFPA, Campus universitário do Baixo Tocantins- Polo de Abaetetuba.

Aprovado em:07 de outubro de 2021

---

Profº. Dr. Osvaldo dos Santos Barros

FACETE-UFPA

Orientador

---

Profª. Dra.Cleidilane Sena Costa

FACETE-UFPA

---

Prof. Ms.Rodrigo Pinheiro Vaz

UFPA-PA

ABAETETUBA

2021

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar forças para chegar até aqui, que diante das dificuldades foi meu alicerce para superá-las.

A meus pais, Sidney Dias Ferreira Júnior e Edileuza da Conceição Mendonça Ferreira pela confiança depositada em mim, a meus irmãos Bruno Manoel Mendonça Ferreira, Alinne Cecília Mendonça Ferreira e Ana Letícia Mendonça Ferreira pelo apoio recebido e a companhia diária, que sempre permanecemos unidos, principalmente nos momentos mais difíceis que passamos e a todos os membros das famílias Mendonça e Ferreira.

A todos os professores que tive durante a vida estudantil; aos da extinta Escola de Ensino Infantil e Fundamental: O Mundo da Criança, onde foi iniciado a carreira, aos da escola Santana, aos do Colégio São Francisco Xavier, aos do Sistema de ensino Vestibulando e os da Universidade Federal do Pará.

Aos meus colegas de curso, em especial Aline Lobato, Bruno Pazolini, Félix Júnior, Jefferson Silva, Marciel de Souza, Mário Torres, Numas Vieira e Rayanna Cabral.

Àqueles que não puderam ou não conseguiram dar continuidade no curso, por todos os momentos vividos, que sem dúvidas, deixaram seus propósitos e com certeza vou guardar eternamente no meu coração.

A meus melhores amigos Arlon Alexandre da Silva Batista, Wemenson Assunção Xavier Silva, Ruinaldo Maués.

Ao grupo LEMAT que me recebeu de braços abertos, em especial ao professor Doutor Osvaldo Barros.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. CAPÍTULO I .....</b>	<b>13</b>
2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA HIDROPONIA E OS PAÍSES QUE O ADOTAM... 13	
2.2. CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO .....	166
2.2.1. A hidroponia didática .....	16
2.2.2. A hidroponia comercial .....	17
2.2.3. A hidroponia científica .....	18
2.2.4. A hidroponia ornamental .....	19
2.3. TÉCNICA DE PLANTIO .....	19
2.4. SISTEMAS COM SUBSTRATOS:.....	23
2.4.1 Substratos.....	24
2.4.2. Substratos envolvidos .....	24
2.5. NUTRIÇÕES MINERAIS DAS PLANTAS.....	25
2.6. CONDIÇÕES DO AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO HIDROPÔNICA.....	27
2.7. MÉTODO DO PLANTIO TRADICIONAL .....	28
<b>3. CAPÍTULO 2.....</b>	<b>30</b>
3.1. SISTEMA HIDROPÔNICO.....	30
3.2. MÉTODO DE PLANTIO TRADICIONAL .....	31
<b>4. CAPÍTULO 3.....</b>	<b>32</b>
4.1. SOLUÇÕES QUÍMICAS.....	32
4.1.1. Unidades de concentração.....	32
4.2. ESCALA DE PH.....	34
4.3 HIDRODINÂMICA.....	34
4.4. PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	35
4.5. REINO VEGETAL .....	36

4.5.1. Tipos de vegetais cultivados na hidroponia.....	36
4.5.2. Alface e suas características.....	36
4.6. DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS.....	39
<b>5. CAPÍTULO 4.....</b>	<b>40</b>
5.1. PROPOSIÇÕES DE PRÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA .....	40
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
6.1. LOCAL DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HIDROPÔNICO E PLANTIO TRADICIONAL .....	45
6.2. MATERIAIS PARA MONTAGEM DO SISTEMA HIDROPÔNICO DE PEQUENO PORTE. ....	45
<b>7. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....</b>	<b>48</b>
7.1. MONTAGENS E TESTAGEM DA TÉCNICA NFT .....	48
7.2. GERMINAÇÃO VIA TÉCNICA HIDROPÔNICA.....	49
7.3. GERMINAÇÃO VIA PLANTIO TRADICIONAL .....	50
<b>8. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>9. CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>

## **EPIGRAFE**

**“Seja forte, não como as ondas que tudo destroem,  
mas como as rochas que tudo suportam”.**

**(Autor desconhecido)**





## RESUMO

As críticas sobre melhorias na estrutura do ensino são constantes, principalmente se tratando das ciências naturais. Dessa maneira, é importante aproximar os alunos à sua realidade, de modo que os conteúdos que eles estudam nas escolas sejam trabalhados de forma prática. Este trabalho traz a temática de implantação do sistema hidropônico como proposta complementar nas metodologias de ensino, enfatizando seu funcionamento mediante a difusão dos conteúdos estudados em química, física e biologia. A proposta resulta de pesquisas que mostram que o sistema hidropônico é composto por uma série de propriedades estudadas nas disciplinas citadas anteriormente e traz como foco: conceito científico, processo de construção e o funcionamento nas técnicas de plantio. Dessa maneira, procura-se expor os conteúdos de ciências, mas dando destaque para os de física, como a hidrodinâmica e a maneira que seus tópicos podem ser explicados utilizando-se o sistema hidropônico. As informações expressas neste trabalho foram retiradas de artigos científicos direcionados à prática hidropônica no intuito de comprovar que tal técnica pode ser trabalhada nas escolas, relacionando o funcionamento do sistema aos conteúdos estudados, propriedades e características. O estudo demonstra que apesar do sistema hidropônico ser uma técnica de plantio, não se pode afirmar que este pode ser trabalhado apenas pela biologia e suas especializações. É necessário considerar o trabalho de plantio por completo, pois a falha ou ausência de algum fator pode gerar complicações no sistema hidropônico e comprometer o desenvolvimento do vegetal.

**Palavras-chaves;** Ciências Naturais. Sistema Hidropônico. Interdisciplinaridade.

## **ABSTRACT**

Criticisms about improvements in the structure of education are constant, especially when it comes to the natural sciences. Thus, it is important to bring students closer to their reality, so that the contents they study in schools are worked on in a practical way. This work brings the theme of implementation of the hydroponic system as a complementary proposal in teaching methodologies, emphasizing its operation through the dissemination of the contents studied in chemistry, physics and biology. The proposal results from research that shows that the hydroponic system is composed of a series of properties studied in the disciplines mentioned above and focuses on: scientific concept, construction process and operation in planting techniques. Thus, it seeks to expose the contents of science, but highlighting physics, such as hydrodynamics and the way its topics can be explained using the hydroponic system. The information expressed in this work was taken from scientific articles directed to the hydroponic practice in order to prove that this technique can be used in schools, relating the functioning of the system to the studied contents, properties and characteristics. The study demonstrates that despite the hydroponic system being a planting technique, it cannot be said that it can only be worked on by biology and its specializations. It is necessary to consider the planting work as a whole, as the failure or absence of any factor can cause complications in the hydroponic system and compromise the plant's development

**Keywords;** Natural Sciences. Hydroponic System. Interdisciplinarity...

## 1. INTRODUÇÃO

A experimentação é uma atividade escolar que reforça o aprendizado e estimula a dedicação dos estudantes, promove aproximação entre professor e aluno, dando a eles o papel de agentes que contribuem de forma significativa com o sistema ensino-aprendizado. Justamente, o que afirma Rosito 2008, a experimentação é eficaz para o ensino de Ciências por permitir que as atividades práticas integrem professores e alunos, proporcionando um planejamento conjunto e o uso de técnicas de ensino, podendo levar a uma melhor compreensão dos processos das Ciências.

Apesar do uso de experimentos ser altamente colaborativo para as aulas de ciências, o Brasil ainda é protagonista no índice de países com escolas que apresentam infraestrutura defasada. De acordo com o censo escolar de 2018, apenas 37,5% das escolas públicas estaduais apresentam laboratórios de ciências, havendo redução para 26,2%, indicou o censo do ano seguinte. Segundo Gaddoti 2016:

Somente as escolas que apresentam condições essenciais de trabalho, que alcançam as metas estabelecidas para o ano letivo e que possuem professores qualificados, são consideradas como as que proporcionam educação de qualidade para seus alunos.

Então a escolha da temática advém do fato de que é preciso enfatizar a contextualização das ciências naturais que são ministradas com metodologias que se fundamentam apenas do ponto de vista teórico, o que acaba se tornando desinteressante e sem objetividade.

Conforme Freire 2005, para compreender a teoria é preciso experienciá-la. Nesse sentido, para contribuir com metodologias que venham aflorar a contextualização, propõe-se aplicar os conteúdos das ciências naturais no sistema hidropônico considerando a importância de compreender as técnicas de plantio a partir da explicação relacionada com os conteúdos destas.

Outro fato que se deve observar nesse contexto é que o trabalho serve de apoio interdisciplinar levando em conta a teoria e a prática desenvolvida em sala de aula, com a observação realizada na área de plantio onde se instalou o sistema hidropônico para que seja possível mostrar como relacionar os conteúdos das disciplinas estudadas em sala.

A compreensão do funcionamento de um sistema hidropônico exige por parte do aluno e também do professor um acervo de conteúdo, como por exemplo, a técnica do “filme nutritivo”, em que é importante a análise do tempo de desenvolvimento, quantidade, qualidades e dimensões do vegetal; a influência de fatores externos; umidade relativa do ar; a temperatura ambiente; a dimensão da tubulação a realização; a abordagem da hidrodinâmica em relação à

estrutura montada para o desenvolvimento do sistema hidropônico. Todos esses fatores, quanto os outros conteúdos, exigem conhecimentos de vários assuntos relacionados com as ciências naturais para que seja possível entender melhor o funcionamento do sistema.

Torna-se interessante assim considerar a importância de elaborar uma metodologia relacionada com a teoria/prática que proporcione interesse, motivação aos estudantes, de forma que consigam enxergar o que aprendem durante as aulas de física nas atividades cotidianas.

Diante do exposto, verifica-se a importância e necessidade de abordagem desse tema a partir da construção de um Sistema Hidropônico elucidar a vantagem de utilizar como método de plantio eficiente em relação ao método tradicional e mostrar como compreender seu funcionamento por fatores explicados, principalmente, pela física. Logo, é preciso mostrar que a eficácia do sistema hidropônico para plantas como o alface é melhor pelo fato de apresentar uma estrutura fora e distante do solo e, portanto, longe das pragas, além de evitar o uso de agrotóxicos, que é muito utilizado em sistemas tradicionais.

Assim sendo, o objetivo geral consiste em utilizar o sistema hidropônico de pequeno porte como objeto de estudo nas aulas práticas de hidrodinâmica e através dele mostrar quais os fatores físicos contribuem para o funcionamento da técnica e os procedimentos que devem ser adotados para que seja possível a identificação destes.

Para alcançar esse objetivo, propõem-se como específicos:

- Mostrar que áreas de conhecimento guardam entre si uma relação de reciprocidade, garantindo que não são em geral, independentes;
- Ilustrar que a prática hidropônica apresenta várias dimensões, que apresenta facilidade de instalação e que pode ser aplicada na educação básica.
- Comprovar que o sistema hidropônico é uma aplicação da hidrodinâmica.
- Identificar que a utilização do sistema hidropônico em aulas práticas eleva o conhecimento do estudante.
- Repassar ao aluno que as aulas práticas de física servem, também, para ilustrar, de maneira, didática as atividades cotidianas.

## **2. CAPÍTULO I**

### **HISTÓRIA, CONCEITOS, CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA HIDROPÔNICO, IMPLANTAÇÃO NO JAPÃO, HOLANDA E BRASIL, MÉTODO TRADICIONAL DE PLANTIO**

O presente capítulo abordará o contexto histórico do sistema hidropônico, desde a época em que a denominação hidroponia ainda não era utilizada até os dias de hoje, comentando ainda sobre os três principais países que adotaram e se adequaram a técnica de plantio. Portanto esse primeiro capítulo procura levantar, além do contexto histórico, o uso da técnica de plantio pelo Japão, Holanda e Brasil, buscando mostrar a vantagem no uso ao adotar esse tipo de instrumento. Também irá mostrar os sistemas, substratos, características e aplicabilidade, assim como os nutrientes envolvidos, enfatizando suas funções dentro da hidroponia, juntamente com as condições ambientais para a realização de plantio na técnica hidropônica. No encerramento deste capítulo, abordaremos o método de plantio tradicional, sendo o mais comum entre os agricultores comerciais e ornamentais.

#### **2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA HIDROPONIA E OS PAÍSES QUE O ADOTAM.**

Acredita-se que a hidroponia surgiu há cerca de 3000 anos a.c na Babilônia e se apresentavam na forma de jardins suspensos. Seu cultivo era realizado em tigelas cheias de água e pedras e ficavam penduradas em cestos. É importante lembrar que na época o termo hidroponia ainda não era utilizado(Lay-Ang,2021).

Também se fez presente no Egito Antigo por causa de uma intensa crise de fertilidade nos solos, onde os agricultores tiveram que realizar as plantações sobre a água dos rios (figura 1). Eram construídas bases flutuantes, que faziam o papel do solo, em seguida eram colocadas nos rios para que os vegetais pudessem se desenvolver. Por volta de 1100 d.c, a técnica chegou ao povo Asteca e tomou a mesma estrutura adotada pelos babilônios. Após serem expulsos por outras tribos, os astecas passaram a viver em regiões de pântano, situação que os obrigou a construir bases flutuantes para que a planta se desenvolvesse. O conhecimento dos povos antigos sobre a capacidade dos alimentos se desenvolverem fora do solo foi de fundamental importância para as Eras seguintes. A primeira produção de alimentos hidropônicos em grande volume aconteceu durante a Segunda Guerra Mundial, em que o exército dos Estados Unidos construiu um sistema de plantio por inundação e drenagem em várias ilhas áridas dos oceanos Pacífico e Atlântico. Devido os alimentos desenvolvidos nessas hortas apresentarem fator de

conservação maior, os mesmos eram armazenados nos aviões, submarinos e demais transportes utilizados na guerra (figura 2).

No entanto, somente na década de 1930 surgiram avanços significativos relacionados à hidroponia. O responsável pelo progresso foi o professor W.F.Gericke da Universidade da Califórnia, que desenvolveu um sistema hidropônico que pudesse ser usado em escala comercial.

Figura 1: hidroponia no Egito



Figura 2: hidroponia na 2ª Guerra



Fonte: Portal São Francisco

Fonte: Portal São Francisco

O Japão foi um dos países que implantou uma unidade que continha 22 hectares de hortaliças para alimentar o exército. Apesar de tudo, a implantação do sistema hidropônico não era viável economicamente para circunstâncias normais, isto é, para consumo próprio. Após o fim da Segunda Guerra Mundial, a quantidade de hectares com cultivo hidropônico era inferior a 10. Tudo começou a mudar durante a década de 60 quando o Canadá, que na época era o maior produtor de tomates em estufa, passou a ter problemas, pois estava sofrendo constantes ataques de doenças provenientes do solo. Logo, para erradicar tal problema foi preciso alterar o tipo de plantio, sendo o sistema hidropônico o método de cultivo apropriado para aquela situação e por conta disso, anualmente os estudos científicos direcionados a essa técnica de desenvolvimento de vegetais foram intensificados e realizados significativos investimentos financeiros para aprimorá-la (Donnan, 2019).

A hidroponia também evoluiu devido à crise e o aumento do petróleo na década de 70. O custo do combustível influenciava diretamente no lucro dos produtores, pois os mesmos usavam calefação nas suas estufas. A partir daí as pesquisas foram acontecendo no intuito de reduzir os custos de produção. No final da mesma década, o mundo contava com

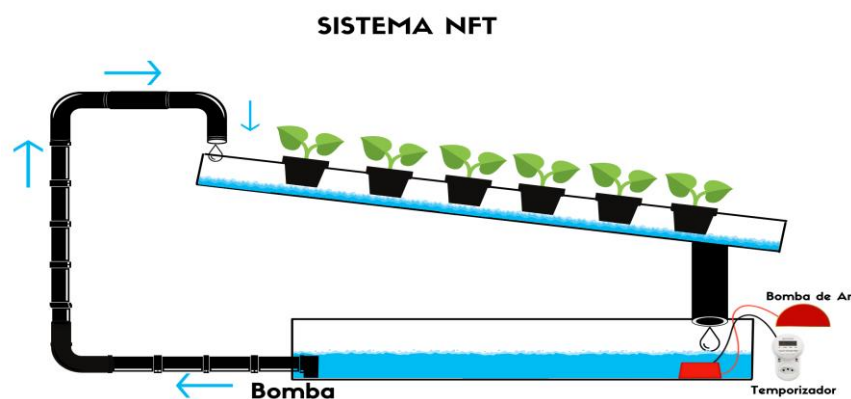
aproximadamente 300 hectares, mesmo assim podia se considerar que o sistema hidropônico estava em processo de expansão (Donnan, 2019)

A Holanda em relação a outros países teve o maior avanço no uso de sistema hidropônico na década de 80, pois durante muitos anos foram usados adubação e agrotóxicos de forma muito intensa no solo e nas estufas provocando a contaminação das águas subterrâneas do país e por conta disso a implantação dessas práticas foram proibidas. O sucesso do sistema hidropônico na Holanda promoveu rápida expansão deste método de cultivo em outros países, sendo que no final da década de 80 o número de hectares distribuídos mundialmente era superior a 6000 hectares. A hidroponia continua em expansão, porém a taxa de crescimento é menor do que as apresentadas no intervalo da década de 60 e 80 (Donnan, 2019).

No Brasil, o sistema hidropônico entrou em expansão no início da década de 90, em São Paulo, sendo que hoje é possível se deparar com a técnica em grandes centros urbanos. Além de serem utilizados para fins comerciais, a hidroponia também é utilizada como ornamentação (figura 7) e objetivos terapêuticos por algumas instituições (Donnan, 2019).

O sistema mais usado no Brasil e no mundo para se produzir alface em hidroponia é a Técnica do filme Nutritivo (NFT) ilustrado em 3. Tal sistema apresenta vários modelos, porém o mais comum e barato é o sistema composto por canos de PVC (Policloreto de Vinila). Nesse sistema, as plantas são alocadas em orifícios feitos ao longo dos tubos, de modo que somente as raízes se estendem para dentro do cano. Dentro desse cano, flui constantemente um filme fino de solução nutritiva, que entra em contato com as raízes. Os mesmos são dispostos com uma pequena declividade, facilitando o escoamento da solução nutritiva que entra pela parte mais alta e escoam através das raízes até a parte mais baixa e retorna ao reservatório de solução para posterior bombeamento e recirculação do sistema (Furlani, 1998).

Figura 3: Técnica do Filme Nutriente – NFT



Fonte: Acervo do autor

## **2.2. CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO**

É o plantio realizado sem a utilização do solo ou outro substrato como fonte de nutrientes para a planta. Através de uma solução nutritiva são oferecidos elementos minerais essenciais para o desenvolvimento dos vegetais (Furlani,2004)

O sistema hidropônico apresenta vários modelos, diferenciando-se apenas na forma em que a solução nutritiva é distribuída até entrar em contato com as raízes do vegetal. Basicamente, o sistema hidropônico necessita de uma estrutura que seja responsável em manter o sustento da planta, um reservatório para a solução nutritiva e a existência de contato entre as raízes e a solução responsável pela sua nutrição, de modo que quando o sistema é de pequeno porte não há necessidade de grandes espaços, sendo possível a implantação deste em um compartimento de uma residência. Como objeto de estudo para esse trabalho, utilizou-se o sistema NFT.

Segundo Bernardes (2017), o sistema NFT é uma técnica de cultivo em água, no qual as plantas crescem tendo o seu sistema radicular dentro de canaletas formadas por paredes impermeáveis, através da qual circula uma solução nutritiva (água + nutrientes). O pioneiro dessa técnica foi Allen Cooper, no Glasshouse Crop Research Institute, em Littlehampton, na Inglaterra, no ano de 1965. O NFT foi utilizado pelo instituto inglês para determinar que a espessura do fluxo da nutrição nutritiva que passa através das raízes das plantas deve ser bastante pequena, ou seja, laminar, de tal maneira que as raízes não ficassem totalmente submergidas.

No sistema NFT (figura 3) só há necessidade da presença das raízes e solução nutritiva dentro dos canais. Para seu funcionamento, a solução nutritiva é armazenada em um reservatório, de onde é recalçada para a parte superior do cultivo, nesse caso a bancada, passando pelos canais e recolhida na parte inferior do leito, retornando ao tanque, (TEIXEIRA, 1996).

Quanto aos objetivos, a hidroponia pode ser classificada em quatro tipos: hidroponia didática, científica, ornamental e comercial (Bezerra Neto & Barreto, 2000).

### **2.2.1. A hidroponia didática**

Caracteriza-se por não necessitar de grande infraestrutura para a sua implementação, e que algumas vezes, apenas uma ou duas plantas são suficientes para a demonstração do funcionamento do sistema. Não necessita, portanto, de grande investimento e como a função é



apenas didática, o grau de pureza dos reagentes químicos não precisa obrigatoriamente ser elevado (Bezerra Neto e Barreto, 2000).

Figura 4: Hidroponia Didática



Fonte: Bezerra Neto e Barreto 2000

### **2.2.2. A hidroponia comercial**

A hidroponia comercial é aquela realizada com fins de se auferir lucros monetários. Esta é caracterizada por necessitar de uma grande infraestrutura e, portanto, um investimento financeiro elevado. A adoção deste tipo de hidroponia requer excelente visão empresarial de forma a minimizar certos custos sem comprometer a qualidade dos produtos e o retorno financeiro. O uso de reagentes químicos mais baratos (técnicos ou comerciais) é uma medida importante em trabalhos de hidroponia comercial (Bezerra Neto e Barreto, 2000).

O sucesso do empreendimento hidropônico dependerá além do conhecimento da composição da solução nutritiva a ser usada, do conhecimento sobre fatores ambientais (luminosidade, temperatura e umidade), estação do ano, estágio de desenvolvimento das plantas, espécie vegetal a cultivar (Backes et al., 2007). Também são importantes para a viabilidade econômica da hidroponia, fatores relacionados à comercialização dos produtos, como a proximidade de um centro consumidor, custo de produção e preço do produto no mercado local.

Figura 5: Hidroponia Comercial



Fonte: Bezerra Neto e Barreto 2000

### 2.2.3. A hidroponia científica

Esta necessita de um pouco mais de infraestrutura do que a hidroponia didática, porém bem menos do que a hidroponia comercial. Uma característica importante neste tipo de hidroponia é que os reagentes químicos necessitam de ter um elevado grau de pureza e o uso de água destilada ou deionizada, além de exigir um maior rigor no controle de fatores como potencial de hidrogênio (PH), condutividade elétrica e período de substituição das soluções nutritivas. Desempenha um papel importantíssimo no estudo da Nutrição Mineral das Plantas, sendo mediante o uso desta técnica que se conseguiu descobrir a essencialidade de todos os nutrientes minerais (Bernardes, 2017).

Figura 6: Hidroponia Científica.



Fonte: Bernardes,2017

#### **2.2.4. A hidroponia ornamental**

Utilizada exclusivamente para a decoração de ambientes onde se deseja evitar o inconveniente da sujeira provocada pelo solo (Bezerra Neto e Barreto 2000).

Figura 7: Hidroponia Ornamental



Fonte: Bezerra Neto e Barreto 2000

#### **2.3. TÉCNICA DE PLANTIO**

Existem vários sistemas de cultivo hidropônico que diferem entre si quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva, circulantes ou não circulantes, ao fornecimento da solução nutritiva, contínua ou intermitente (UFRB, 2007).

Quanto ao reaproveitamento da solução nutritiva, os sistemas hidropônicos são classificados em abertos e fechados. No primeiro caso, a solução nutritiva é aplicada uma única vez às plantas e posteriormente descartada, assemelhando-se à Fertirrigação (figura 8). No sistema fechado, a solução nutritiva aplicada é recuperada, e reutilizada, sendo periodicamente corrigida a composição da solução nutritiva, seja através da adição de água, ou de nutrientes minerais.

Figura 8: Fertirrigação



Fonte: Bezerra Neto e Barreto 2000

### **2.3.1. sistemas de cultivo em meio líquido**

#### **2.3.1.1. Hidroponia de aeração estática (floating):**

Neste sistema as plantas são mantidas sem substrato, com as raízes completamente submersas na solução nutritiva e um sistema de bombeamento de ar para proporcionar a respiração das raízes. Como não se usa substrato, é necessário adaptar um sistema de sustentação para manter as plantas na posição vertical. Usualmente empregam-se placas de poliestireno (isopor) com furos, onde se colocam as plantas. Exige um grande volume de solução nutritiva ou ajuste frequente da mesma, para impedir que a absorção de nutrientes pelas raízes produza mudanças radicais nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio. Um tipo especial deste sistema de cultivo é o chamado de piscinão, o qual consta de um grande tanque, com cerca de 30 a 40 cm de profundidade, no qual são colocadas diversas placas de poliestireno com as plantas a serem cultivadas. Este sistema de cultivo é adequado apenas para plantas leves, como alface, coentro, etc., não se prestando, portanto, para plantas de maior porte como o tomate, pepino, uva, etc. Este sistema tem sido empregado com sucesso em cultivos comerciais (Martins, 2018).

Figura 9: Aeração estática



Fonte: Martins,2018

### **2.3.1.2. Técnica do filme nutritivo (NFT) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes**

Neste sistema, as plantas são cultivadas em canais por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador (figura 18). As raízes das plantas ficam apenas parcialmente submersas na lâmina de solução nutritiva que circula, de forma a permitir a respiração normal das raízes. Existem no mercado perfis hidropônicos próprios para este sistema de cultivo, e também podem ser utilizados tubos de PVC inteiros ou cortados ao meio, longitudinalmente (Bernardes,2017).

Figura 10: NFT



Fonte: Bernardes,2017.

O sistema NFT foi desenvolvido em 1965 por Allen Cooper na Inglaterra e tem sido considerado o mais viável comercialmente para o cultivo de diferentes culturas, em especial para as hortaliças folhosas (Cometti, 2003). É classificado como um sistema fechado, isto é, a solução nutritiva circula pelos canais de cultivo sendo utilizada continuamente (Rodrigues, 2002). Este sistema de cultivo pode ser instalado tanto no sentido horizontal quanto no sentido vertical.

### **2.3.1.3 Aeroponia:**

É uma técnica de cultivo de plantas de forma que as raízes ficam suspensas no ar e recebem nebulizações intermitentes de solução nutritiva, ficando a umidade relativa do ar, no ambiente radicular, próxima a 100% (figura 11). As plantas ficam suspensas pelo caule em um suporte, e as raízes são mantidas dentro de câmaras opacas protegidas da luz, para evitar o desenvolvimento de algas. Este sistema é pouco utilizado comercialmente devido ao custo de implantação e dificuldades operacionais. Algumas pessoas, inadequadamente, costumam confundir aeroponia com hidroponia vertical (Bezerra Neto & Barreto, 2000). Qualquer sistema de cultivo, seja NFT, aeroponia, aeração estática, pode ser chamado de cultivo vertical, desde que se disponha as plantas em camadas verticais.

Figura 11: Aeroponia



Fonte: Bezerra Neto e Barreto, 2000.

### **2.3.1.4 Cultivo por submersão e drenagem (flood and drain):**

É uma técnica de cultivo sem substrato, de forma que as plantas são cultivadas em vasos, com as raízes completamente submersas na solução nutritiva, semelhantemente à técnica de aeração estática, porém diferindo desta porque intermitentemente a solução nutritiva é

completamente drenada para o depósito e em seguida bombeada novamente para encher os vasos onde são cultivadas as plantas (figura 12). Neste sistema de cultivo não há necessidade de bombear o ar para arejar as raízes porque as mesmas conseguem respirar após cada drenagem da solução nutritiva.

Figura 12: Flood and drain.



Fonte: Bezerra Neto e Barreto, 2000.

#### **2.4. SISTEMAS COM SUBSTRATOS:**

Neste sistema as plantas são cultivadas em vasos, e utiliza-se um substrato inerte ou pouco ativo quimicamente como areia lavada, cascalho e argila expandida, para dar sustentação às plantas. É considerado um sistema de cultivo aberto, isto é, a solução nutritiva não retorna para o depósito. O fornecimento da solução nutritiva pode se dar de diversas formas, como por exemplo: capilaridade, gotejamento, inundação e circulação. Diversos recipientes podem ser usados no cultivo com substratos: vasos, tubos de PVC, canaletas, filmes plásticos, canteiros de alvenarias, telhas, sacos, etc. Os canteiros podem ser suspensos ou ao nível do solo e de modo geral, são usados para culturas que têm o sistema radicular e a parte aérea mais desenvolvidos, como o tomate, pepino, pimentão, uva, etc. Para ser considerado como um cultivo hidropônico, o substrato deve ser inerte, diferentemente da fertirrigação (figura 5) aplicada em solos. A EMBRAPA desenvolveu um sistema semi-hidropônico para cultivo de morango, no qual são utilizadas bolsas plásticas contendo substrato orgânico irrigado com solução nutritiva (EMBRAPA, 2006).

### 2.4.1 Substratos.

As plantas terrestres utilizam o solo como meio natural para o desenvolvimento do sistema radicular, encontrando nele suporte, fonte de água e de nutrientes, necessários para o seu crescimento. O cultivo de plantas na ausência de solo consiste em substituí-lo por outro substrato, natural ou artificial, líquido ou sólido, que proporcione às plantas condições que possam substituir o solo para o desenvolvimento das mesmas. No cultivo hidropônico, o substrato deve ser inerte, como por exemplo areia, vermiculita, cascalho, brita, lã-de-rocha ou misturas diversas (Cortez & Araújo, 2002). A escolha do substrato tem uma importância fundamental para o desenvolvimento das plantas. O substrato mais adequado deverá atender às seguintes características: ser inerte quanto ao fornecimento de nutrientes, ter pH neutro e apresentar retenção de água e porosidade adequadas para oxigenação das raízes, oferecer sustentação para a muda e proteger as raízes dos danos físicos (Furlani et al., 1999).

### 2.4.2. Substratos envolvidos

A tabela 1 nomeia e caracteriza os materiais que podem exercer o papel de substrato e enfatiza sua funcionalidade. O interessante da prática é o uso de materiais encontrados facilmente na natureza ou em locais apropriados para aquisição destes.

**Tabela 1:** Nomes e caracterização de materiais que exercem o papel de substrato e funcionalidade

<b>Materiais</b>	<b>Função/características</b>
Areia	Diâmetro entre 0,6 e 3,0 mm muito usado no sistema hidropônico devido ser bastante inerte, facilitando a remoção das raízes (Shulz,2019).
Cascalho	Material mineral formado por partículas de diâmetro maior do que 3 mm, serve como suporte de fixação, isolante térmico e de fonte de alimentos para as plantas (Shulz,2019).
Brita	Utilizado no cultivo hidropônico como substrato desde que não seja oriundo de rochas calcárias e mármore que apresenta baixo valor de pH (Bezerra Neto,2010).



Vermiculita	Tipo de argila utilizado somente após ser submetido a um aumento de temperatura, seu PH está no intervalo de 6 a 9,5 e pode ser misturados a outros materiais. Troca cátions com muita facilidade (Bezerra Neto,2010).
Espuma fenólica	Material orgânico inerte, com PH ácido e de manejo fácil e rápido, pode ser transplantada juntamente com a muda para o local desejado e não deixa resíduos na solução nutritiva (Bezerra Neto,2010).
Lã de rocha	Material fabricado a partir de rochas basálticas, possui uma elevada porosidade e grande capacidade de absorção de água, nutrientes e ar nas proximidades do sistema radicular das plantas, estrutura compacta, bastante homogênea e quimicamente inerte (Shulz,2019).
Argila expandida	Possui leve formato esférico, retém umidade e realiza a troca de cátions com muita facilidade, e apresenta PH neutro (shulz,2019).
Perlita	É inerte, possui pH neutro e elevada capacidade de aeração do meio de cultivo, não absorve água, mas a armazena em sua camada externa (Shulz,2019).
Pó de coco	Parcialmente inerte, boa aeração, realiza troca de cátions com muita facilidade (Shulz,2019)
Serragem	Pode ser usada como substrato para plantas em geral, pois apresentam boa drenagem e, geralmente, PH alcalino (Schulz,2019).
Casca de arroz	Permite a penetração e a troca de ar na base das raízes, apresenta boa aeração, drenagem, volume constante, livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos e sua esterilização é realizada via carbonização (Shulz,2019).

Fonte: **Acervo do autor**

## 2.5. NUTRIÇÕES MINERAIS DAS PLANTAS

Abaixo, desenvolveu-se a tabela 2 armazenando os nutrientes que as plantas precisam para que seu desenvolvimento ocorra sem problemas.

Tabela 2: Nomes de elementos, função e caracterização para o desenvolvimento das plantas.

Materiais	Função/características
Nitrogênio:	Como componente das enzimas participa do metabolismo geral das plantas, sendo absorvido na forma de nitrato e amônio (Epstein e Bloom,2008)
Fósforo	É absorvido na forma de fosfato e é componente dos nucleotídeos, fosfoproteínas, lipoproteínas, etc. Participa da síntese dos carboidratos e tem função no armazenamento de energia nas plantas (Epstein e Bloom,2008)
Potássio	É absorvido na forma catiônica de $K^+$ , e tem função na abertura e fechamento dos estômatos, como um regulador osmótico e na catálise de várias enzimas. Não faz parte de nenhum composto orgânico (Epstein e Bloom,2008)
Cálcio	É absorvido na forma catiônica de $Ca^{2+}$ , atua na catálise de enzimas, e como componente das membranas celulares tem um papel importante na seletividade (Epstein e Bloom,2008)
Magnésio	É absorvido na forma catiônica de $Mg^{2+}$ , atua na catálise de várias enzimas, participa da fotossíntese, como componente da molécula de clorofila (Prado,2008).
Enxofre	É absorvido pelas plantas na forma de sulfato, é componente de aminoácidos, sulfoproteínas, grupo ativo de enzimas e coenzimas (Prado,2008)
Ferro	É absorvido nas formas de Fe e $Fe^{3+}$ , participa de grupo ativo de enzimas, como a nitrogenase, e dos citocromos, no sistema de transporte de elétrons e é necessário à síntese da clorofila. Precipita facilmente nas soluções nutritivas, quando fornecido na forma de sais inorgânicos, sendo, portanto altamente recomendado que seja fornecido na forma quelatizada (Epstein e Bloom,2008)
Cobre	É absorvido na forma de $Cu^{2+}$ , atua como ativador enzimático, componente da polifenoloxidase (Epstein e Bloom,2008)

Manganês	É absorvido na forma de $Mn^{2+}$ , atua na fotossíntese e no ciclo dos ácidos tricarbóxicos (Epstein e Bloom,2008)
Zinco	Atua como ativador enzimático, absorvido na forma de $Zn^{2+}$ (Marschner,2012)
Boro	É absorvido principalmente na forma de $H_3BO_3$ em pH menor que 7 ou $H_4BO_4$ em pH maior que 7 e tem função no transporte dos carboidratos, na síntese de hemiceluloses, lignina e RNA (Prado,2008).
Cloro	É absorvido na forma de $Cl^-$ e participa da fotossíntese e não faz parte de nenhum composto orgânico (Epstein e Blomm,2008).
Níquel	É absorvido na forma de $Ni^{2+}$ e como componente da urease tem função no ciclo da ureia. É especialmente importante para as plantas supridas com ureia, e atua na hidrólise da ureia oriunda do catabolismo do aminoácido arginina (Epstein e Bloom,2008)

Fonte: Acervo do Autor

## 2.6. CONDIÇÕES DO AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO HIDROPÔNICA.

Boas condições do ambiente influenciam bastante no funcionamento do sistema hidropônico, inclusive para a plantação de alface, que é o objeto de estudo deste trabalho. A primeira condição é a umidade relativa do ar, pois sua elevação acarreta na insuficiência de transpiração e por conta disso há pouca translocação de água e nutrientes para as partes mais novas da planta. Tudo isso promove o aparecimento de sintomas de deficiência de nutrientes, mesmo se estes estiverem na quantidade ideal na solução e o aparecimento de doenças nos vegetais. Outro fator importante é a temperatura ambiente, pois tanto em condições de baixas ou altas temperaturas as plantas podem cessar seu crescimento e apresentar distúrbios fisiológicos, logo, a temperatura deve ser mantida em torno de 18°C a 25°C no verão e 10°C a 16°C no inverno. Tanto a umidade quanto a temperatura podem ser corrigidas mediante instalações de exaustores e ventiladores caso sejam utilizadas estufas para o cultivo. O controle do PH da solução deve ser realizado diariamente por intermédio de equipamentos adequados para o serviço. O PH da solução nutritiva precisa estar entre 5,8 a 6,4. Caso o potencial de hidrogênio se encontre com alto índice de alcalinidade, existe a necessidade de acréscimo de ácido fraco para reduzir este índice; se a solução encontra-se com PH muito baixo, é preciso

que se adicione uma substância de caráter básico, como o hidróxido de sódio para aumentar este valor e deixá-lo no ponto ideal. Por último, a concentração de nutrientes deve ser constantemente monitorada, uma vez que, à medida que a planta se desenvolve, a mesma retira água e nutrientes da solução até chegar ao ponto em que o vegetal não precisa mais. Qualquer solução que apresenta sais em sua composição é capaz de conduzir corrente elétrica e quanto maior quantidade de sal na solução maior será a condutividade (COELHO et al,2013).

## **2.7. MÉTODO DO PLANTIO TRADICIONAL**

O solo é o substrato mais utilizado para a plantação e consiste num material solto e macio que cobre a superfície da terra apresentando diferentes características, iniciada pela espessura, ou seja, da superfície do solo em contato com a atmosfera até a rocha que lhe deu origem, cor, quantidade, organização das partículas de que são compostos (argila, silte, areia), fertilidade (capacidade de suprir nutrientes, água e favorecer o crescimento das plantas), porosidade, entre outras características. São constituídos de água, ar, material mineral e orgânico, contendo ainda organismos vivos (COELHO et al,2013).

Apresenta funções essenciais no ambiente, sustenta o crescimento das plantas, principalmente fornecendo suporte mecânico, água e nutrientes para as raízes que posteriormente distribuem para a planta inteira. As características do solo determinam os tipos de vegetais que podem se desenvolver e de maneira indireta, a fauna que pode ser sustentada por essa vegetação, o destino da água na superfície da terra (essencial para a sobrevivência), além de desempenhar um papel na reciclagem de nutrientes, servindo ainda de destino aos corpos de animais e plantas que morreram na superfície. Por último, ainda serve de habitat para esses seres e dão origem a materiais úteis na construção civil.

Baseado nas informações acima, apresenta-se as características da plantação de alface adequada para o clima da cidade de Abaetetuba, localizada no Nordeste do estado do Pará. A Alface (*Lactuca Sativa*) é uma das hortaliças mais conhecidas e cultivadas no mundo e varia na forma, cor, textura, e também em função do clima e do solo. Para a plantação em solo, a alface se adequa a temperatura em torno de 10°C a 24°C, necessita de boa luminosidade, podendo ser cultivada com luz solar direta ou sombra parcial, o solo precisa ser bem drenado, rico em matéria orgânica, fértil, com boa disponibilidade de nitrogênio e o PH deve estar entre 6 e 7, precisando ser irrigada com frequência para manter-se úmido.

Portanto, é importante escolher espécimes adaptadas a temperatura da estação em que ocorrerá o cultivo. Nesse caso, como a cidade de Abaetetuba apresenta clima quente, recomenda-se plantar as sementes em local mais fresco ou no final da tarde, já que a temperatura se reduz, evitando a dormência das sementes, ou seja, a baixa germinação. Esse horário é ideal para o transplante das mudas, uma vez que, as mudas de alface podem murchar ou morrer caso a prática citada seja realizada à clima seco (Melo et al. 2010)

### 3. CAPÍTULO 2

#### COMPARAÇÃO ENTRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO MÉTODO DE PLANTIO TRADICIONAL.

O capítulo anterior mostrou a classificação, os sistemas que compõem a hidroponia, substratos, nutrientes e foi finalizado com a abordagem do plantio tradicional, da qual se verificou uma grande diferença em relação ao sistema hidropônico. Apesar das mesmas finalidades, o sistema hidropônico e o método de plantio tradicional apresentam suas divergências. Dessa maneira, semelhanças e diferenças serão indicadas pelas vantagens e desvantagens de se utilizar ambas as técnicas de plantação conforme indicado nos quadros abaixo.

#### 3.1. SISTEMA HIDROPÔNICO

Embora o sistema hidropônico seja um método de plantio alternativo, diferenciado devido sua estrutura, a tabela 3 mostra que para a implementação desta, é fundamental que o agricultor analise as características gerais, representadas por vantagens e desvantagens.

Tabela 3: Desvantagens e vantagens do sistema Hidropônico

<b>Desvantagens</b>	<b>Vantagens</b>
Custo inicial elevado	Tempo de colheita reduzido
O balanço inadequado da solução nutritiva acarreta problemas à planta	Maior produtividade da planta
Emprego de fungicidas e inseticidas	Cultivo interior todo ano
Aquisição, instalação e manutenção de equipamentos são elevados	Uso eficiente de água e nutrientes
Diversidade de cultivo	Ciclos de vegetação e frutificação mais curtos. de 35 a 40 dias
Grande dependência de energia elétrica	Menor utilização de herbicidas e pesticidas

Fonte: Acervo do Autor

### 3.2. MÉTODO DE PLANTIO TRADICIONAL

A prática agrícola é muito antiga, então, desde sua origem várias situações ocorreram, a partir disso, diversas pesquisas foram feitas e muitas conclusões foram adquiridas, como mostra a tabela 4.

Tabela 4: Desvantagens e vantagens do plantio tradicional.

<b>Desvantagens</b>	<b>Vantagem</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Empobrecimento nutricional e exaustão do solo;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Produção em menor tempo;</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Condições favoráveis para existência em larga escala de pragas e doenças;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Custos de produção reduzidos;</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Retirada da cobertura vegetal;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Uso facilitado de herbicidas;</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Desequilíbrio ecológico e perda da biodiversidade;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Produção de espécie altamente expressiva para economia de exportação;</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● A plantação precisa ser realizada diante de temperaturas agradáveis;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Tempo essencial de colheita: 60 a 90 dias após o semeio;</li></ul>

Fonte: Acervo do autor

## **4. CAPÍTULO 3**

### **OS CONHECIMENTOS DE CIÊNCIAS NATURAIS INTEGRADAS NO SISTEMA HIDROPÔNICO**

Neste capítulo, será abordado alguns tópicos em que as disciplinas química, física e biologia são trabalhadas no ensino médio e que possuem relação com o sistema hidropônico, ou seja, serviram como ferramenta para a construção desse trabalho de conclusão de curso. Dessa forma, o método de plantio citado anteriormente passa a ser visto também como uma aplicação das disciplinas mencionadas.

#### **4.1. SOLUÇÕES QUÍMICAS**

A maior parte dos estudos químicos requer medidas quantitativas, incluindo os experimentos que envolvem soluções aquosas. Ao realizarmos tais experimentos, continuamos a usar equações balanceadas e mols, mas medimos o volume de soluções, em vez de massa de sólidos, líquidos ou gases (Fonseca,2013).

As soluções são misturas homogêneas, ou seja, que apresentam um aspecto visual uniforme com uma única fase que podem se apresentar nos principais estados físicos da matéria, sólido, líquido e gasoso, classificadas como iônicas e moleculares em relação à natureza do soluto e insaturada, saturada e supersaturada se considerarmos a quantidade de soluto e solvente presentes. As soluções também podem ser concentradas e diluídas, de acordo com a necessidade e aplicação a qual se destinam. A concentração de soluto se mantém tanto na solução concentrada quanto na diluída, sendo que o volume é a única grandeza que sofre alteração, isto é, reduz-se na concentrada e aumenta na diluída (Fonseca, 2013).

##### **4.1.1. Unidades de concentração**

Concentração é o nome dado às diferentes relações existentes entre a quantidade de soluto, solvente e solução, por conta disso, são usadas diversas equações matemáticas para o cálculo destas (Fonseca,2013).

###### **4.1.1.1. Concentração comum (C)**

É a relação existente entre a massa do soluto (m) e o volume da solução (V). De acordo com o sistema internacional, a massa deve ser calculada em gramas (g), enquanto o volume, em litros (L), logo, a unidade utilizada pela concentração (C) será g/L. Matematicamente é representada da seguinte forma:



$$C = \frac{m}{V} \quad (\text{I})$$

#### 4.1.1.2. Concentração em quantidade de matéria ( $C_n$ )

Relaciona a quantidade de soluto, calculada em mols, com o volume da solução em litros. Portanto, sua unidade é mol/l. Matematicamente, é representada da seguinte forma:

$$C_n = \frac{n}{V} \quad (\text{II})$$

#### 4.1.1.3. Título (T)

É a relação existente entre grandezas iguais. Pode acontecer entre a massa do soluto ( $m_1$ ) e da solução ( $m$ ) e também com o volume do soluto ( $v_1$ ) e da solução ( $V$ ). Por conta disso, o Título é uma grandeza adimensional, é matematicamente representada por:

$$T = \frac{m_1}{m} \quad \text{ou} \quad T = \frac{v_1}{V} \quad (\text{III})$$

#### 4.1.1.4. Densidade

É a relação entre massa ( $m$ ) e volume ( $v$ ) da solução, medidas em g e L respectivamente, logo, sua unidade usual corresponde a g/L. Matematicamente, expressa-se:

$$d = \frac{m}{V} \quad (\text{IV})$$

A densidade pode ser expressa para uma substância ou para mistura de duas ou mais. Por exemplo, a densidade da água nas condições ambientes é de  $1\text{g/cm}^3$ , o que significa que em  $1\text{cm}^3$ , há 1g de água. A densidade de uma mistura varia de acordo com as substâncias envolvidas. A densidade também varia conforme a temperatura. A água quando se encontra abaixo de  $0^\circ\text{C}$  apresenta densidade menor do que quando está no estado líquido. A densidade da água no estado sólido é igual a  $0,92\text{g/ml}$ .

É uma grandeza útil na identificação de adulterações de substâncias químicas. Os combustíveis passam pelo teste de densidade antes de serem colocados no mercado. O fato mais comum é quando o percentual de etanol está acima de 25%, valor máximo permitido pela Agência Nacional de Petróleo (ANP).

## 4.2. ESCALA DE PH

No final do século XIX, o químico Arrhenius propôs a definição de ácidos e bases. Segundo o cientista, ácidos são substâncias que, em solução aquosa, são ionizadas, despreendendo íons  $H^+$ , enquanto as bases, em solução aquosa, passam por uma dissociação iônica, lançando o radical  $OH^-$ . O termo utilizado para representar tais funções inorgânicas é o PH (potencial hidrogeniônico). A teoria ácido-base de Arrhenius permite estabelecer uma escala para aferir o teor de acidez ou basicidade de uma dada substância. Esse instrumento é conhecido como escala de PH e apresenta valores que variam de 0 a 14 (Mortimer,2009).

A escala de PH é formulada a partir de cálculos matemáticos que expressam a concentração do íon na solução. Para determinar o valor do PH é utilizada a seguinte equação matemática:

$$PH = -\log[H^+] \text{ (V)}$$

Em que  $[H^+]$  representa a concentração de hidrogênio em mol/L.

O conhecimento do PH, permitido pela sua escala, é um importante aliado para a agricultura, tanto a tradicional, que usa o solo como substrato, quanto a hidropônica, que não faz uso do solo, mas que a nutrição da planta é realizada por intermédio de uma solução aquosa. No Brasil, há um predomínio de solos ácidos, geralmente, se encontram entre 4,5 e 5,9. Porém, o cultivo de cada espécie exige um PH adequado para o seu desenvolvimento. A alface cultivada em solo precisa de PH entre 6 e 7 enquanto na técnica hidropônica necessita de 5,8 a 6,4. Conhecendo o nível de acidez do solo e a necessidade das cultivares, é possível fazer a correção do PH do mesmo com adição de substâncias ácidas ou básicas. O PH de uma substância, a água por exemplo, depende de uma série de fatores e uma delas é a temperatura. O aumento de temperatura promove a redução em módulo do PH, isto é, aumenta o nível de acidez, já que ocorre a quebra das moléculas de água, devido a produção dos íons  $H^+$  ser superior aos de  $OH^-$ .

## 4.3 HIDRODINÂMICA

É a parte física responsável pelo estudo do movimento dos fluidos. Sua aplicação prática acontece nos sistemas de abastecimento de água, irrigação das terras, técnicas de plantio sem solo, entre outras (Anjos,2013).

Os fluidos satisfazem quatro requisitos no que diz respeito ao escoamento, no entanto, para a preparação e apresentação deste trabalho será utilizado apenas dois, o estacionário e o

não estacionário. No primeiro, a velocidade do fluido em um ponto fixo qualquer não varia com o tempo, nem em módulo nem em orientação, por exemplo, num sistema hidropônico caseiro (figura 3). Enquanto que no escoamento não estacionário a velocidade do fluido sofrerá variações no decorrer do tempo, quedas de água em locais que apresentam rochas é um exemplo (Halliday,2012).

Caso a tubulação sofra mudanças de dimensão, devido à conexão de um tubo de diâmetro menor ou maior, é possível aplicar a equação da continuidade, já que a velocidade do fluido muda com a variação da dimensão.

A equação da continuidade expressa à relação existente entre a velocidade e área de secção transversal, dada por:

$$A_1V_1=A_2V_2 \text{ (VI)}$$

A equação acima indica que a velocidade do escoamento aumenta se a dimensão da tubulação diminuir, uma vez que a pressão que se opõe ao movimento do fluido é menor.

#### **4.4. PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

De acordo com Cimbala (2015), trata-se da força que a atmosfera exerce em um determinado ponto da superfície, em que pressão e força apresentam relações diretamente proporcionais e seus valores podem ser visualizados através de um equipamento chamado de barômetro. Os valores da pressão variam e originam-se termicamente mediante direta relação com a radiação solar e o processo de aquecimento das massas de ar. Fatores climáticos que ocorrem pelo movimento das massas de água dos mares e oceanos, conhecidos como maritimidade, continentalidade, latitude e altitude. A maritimidade acontece nas regiões litorâneas, as quais apresentam menor variação de temperatura, enquanto, a continentalidade acontece nas regiões mais distantes dos litorais, por conta disso, apresentam maior amplitude térmica. É por isso que o calor específico da água e do solo são diferentes, porque o processo de aquecimento das enormes massas de água dos mares e oceanos possuem maior capacidade de conservação e retenção de calor emitidos pelos raios solares. Em detrimento, áreas continentais apresentam menor volume de água, uma vez que a superfície perde calor mais rapidamente do que a água.

Tanto latitude e longitude consideram as linhas imaginárias do Equador e o Meridiano de Greenwich e são fundamentais para a cartografia e a localização exata dos locais do planeta.

A linha do Equador é o plano perpendicular ao eixo de rotação e que divide o planeta em hemisférios Norte e Sul. A Latitude é uma coordenada geográfica medida em graus, que pode variar de 0° até 90° em direção ao Norte ou Sul. Já a longitude pode variar de 0° até 180° para Leste ou Oeste, a partir do Meridiano de Greenwich (Cimbala 2015).

#### **4.5. REINO VEGETAL**

O Reino Vegetal ou Plantae é composto pelas plantas e estes seres se destacam por serem autótrofos, ou seja, são capazes de produzir seu próprio alimento, clorofilados e utilizarem a luz do sol para realizar a fotossíntese, muitas vezes, servem como alimento para os seres do Reino Animal (Duque 2019).

A clorofila é um pigmento que garante a cor verde desses indivíduos e é composta por organelas que atuam na produção de matéria orgânica. Durante o processo fotossintético, as plantas absorvem energia solar e com isso contribuem significativamente com o ar que respiramos.

##### **4.5.1. Tipos de vegetais cultivados na hidroponia.**

De acordo com Bresciani 2009, o cultivo de hortaliças folhosas é predominante nesta técnica devido às questões estruturais, no entanto, plantas de portes maiores também podem ser cultivadas desde que exista estrutura para isso. Segundo Furlani 1999, podem ser cultivadas também outras folhosas como couve, salsa, repolho, rúcula; frutas como tomate, morango e melão; berinjela, pepino, pimentão, mudas de plantas frutíferas e florestais e até mesmo plantas ornamentais. Mesmo apresentando diversas opções de plantio, será enfatizado neste trabalho, apenas as características da alface, uma vez que, não se tem estrutura para trabalhar com as demais espécies.

##### **4.5.2. Alface e suas características**

Segundo Bresciani 2009, a Alface, *Lactuca Sativa* (figura 15), é uma planta de horta utilizada por séculos na alimentação do ser humano. Apresenta grande variação com relação à forma, tamanhos, cores e texturas. É amplamente utilizada na culinária para o preparo de saladas e sanduíches. Seu período de safra inicia em maio e se estende até novembro. É considerado um dos alimentos mais saudáveis do planeta, já que apresenta apenas 15cal/100g. É um alimento encontrado em supermercados, feiras, quitandas e até mesmo no quintal de algumas residências (Bresciani,2009).

Figura 13: Lactuta Sativa;



Fonte: acervo do autor

O gênero *Lactuca* apresenta mais de 100 espécies, no entanto, na tabela abaixo estão indicados os tipos mais comuns.

Tabela 5: tipos e características das alfaces

<b>Alface</b>	<b>Características</b>
Americana	Alface crespa de cabeça compacta. Seu valor nutritivo é inferior ao de outras variedades.
De Cordeiro	Tem folhas pequenas e delicadas
De folha solta	Inclui as de ramos ou folhas verdes ou roxas, assim como outros tipos que não formam cabeças.
Lisa	A mais consumida, com folhas soltas, macias e sabor suave.
Romana	Tem folhas verdes escuras, longas e crespas que formam uma cabeça de folhas soltas. É a mais utilizada em saladas.

Fonte: Acervo do Autor

A taxonomia lida com uma quantidade absurda de espécimes tanto do reino animal quanto vegetal, então, para melhorar o estudo vital dos seres vivos, se encarrega de organizar e classifica-los.

**Tabela 6:** Taxonomia da Alface

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Filo</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordem</b>	Asterales
<b>Família</b>	Asteraceae
<b>Gênero</b>	Lactuca
<b>Espécie</b>	L. Sativa

**Fonte:** Acervo do Autor

Por mais que não seja um destaque na quantidade de vitaminas e minerais entre os vegetais, a alface possui grande quantidade de nutrientes, tendo como mais importantes, as citadas a seguir:

- Betacaroteno: beneficia a visão noturna, aumenta a imunidade, dá elasticidade à pele e atua no metabolismo da gordura.
- C: é um antioxidante que ajuda a planta a lidar com o estresse da seca, ozônio etc
- E: Protege as membranas celulares. Atua no combate às doenças, pois atua como antioxidante.
- Cálcio: mantém a estrutura e o funcionamento normal das membranas, particularmente da plasmalema.
- Fósforo: Contribui para uma produção maior e melhor, já que também atua no desenvolvimento do sistema radicular e para saúde geral das plantas.
- Potássio: aumenta a rigidez dos tecidos e a resistência das plantas às pragas e moléstias.
- Ferro: é essencial para a formação da clorofila, absorção de nitrogênio e processos enzimáticos

#### **4.6. DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS**

Nos ecossistemas existem centenas de espécies que interagem entre si, com outras espécies e com o meio onde vivem. Essas interações se dão pela busca de alimentos, abrigo, reprodução, entre outros. Nesses ambientes naturais, o crescimento populacional e a disponibilidade de recursos tendem a se equilibrar mantendo o tamanho populacional constante. No entanto, algumas interferências que causem a mortalidade elevada dentro de uma espécie, de origem natural ou produzida pelo homem, gera um desequilíbrio nas relações estabelecidas entre as espécies podendo diminuir ou aumentar o número destas e afetar outras na cadeia alimentar (Valle,2002).

A agricultura está incluída no grupo que promove o desequilíbrio ecológico, uma vez que, para plantar o vegetal de seu interesse é necessário retirar a vegetação natural do local. Conseqüentemente, insetos e outros animais presentes acabam morrendo ou fugindo para outros locais, causando a redução da biodiversidade. A redução da biodiversidade gera a diminuição de predadores e os insetos, sem tanta competição por alimento e quase sem predadores conseguem aumentar sua reprodução, afetando a atividade agrícola, pois consomem parte da plantação, prejudicando seu desenvolvimento.

## 5. CAPÍTULO 4

### 5.1. PROPOSIÇÕES DE PRÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

#### **Aula 1: A importância do sistema hidropônico e suas contribuições para o ensino de conceitos em sala de aula.**

O Sistema hidropônico permite o cultivo de vegetais sem a utilização do solo, então, é uma técnica essencial para lugares carentes de áreas específicas à plantação, como, quintais e jardins, logo, pode ser aplicado nas aulas práticas de física. Na ausência de um laboratório, o professor pode optar em escolher a própria sala de aula, caso haja condições. Mesmo que o sistema hidropônico seja destinado ao plantio, este, também, é uma aplicação da hidrodinâmica.

Dentro da hidrodinâmica, estuda-se a razão e as grandezas físicas que influenciam no deslocamento do líquido, com o sistema hidropônico, será visualizada, na prática, a atuação dessas grandezas.

#### **Aula 2: Os conceitos e as habilidades necessárias para o desenvolvimento das atividades.**

Conceitos trabalhados na hidrodinâmica:

- Pressão atmosférica: também conhecida como pressão barométrica, é a força exercida pela atmosfera sobre a superfície. Se a força exercida pelo ar aumenta em determinado ponto, isso significa que a pressão atmosférica também aumentou. A pressão atmosférica possui várias unidades de medida, mas, no sistema internacional (S.I), utiliza-se o Pascal (Pa).
- Vazão (Q): É a quantidade de líquido que entra e sai da tubulação (V), num determinado intervalo de tempo (t), matematicamente, representado por:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Onde, sua unidade de medida no S.I é m<sup>3</sup>/s.

- Escoamento estacionário: também conhecido como laminar, já que a velocidade do líquido dentro da tubulação é pequena.
- Equação da continuidade: diz que, quanto maior for a área de seção transversal, menor será a velocidade e vice-versa. Isso ocorre, em razão da pressão que se opõe ao movimento do fluido ser maior e menor, respectivamente.

$$A_1.V_1 = A_2.V_2$$

Se A<sub>1</sub> for maior que A<sub>2</sub>, V<sub>1</sub> será menor que V<sub>2</sub>.



- Equação de Bernoulli: é utilizada para descrever o comportamento dos fluidos em movimento no interior de um tubo.

$$p + dgh + \frac{dv}{2} = \text{constante}$$

Onde p é a pressão, d a densidade do líquido, g a gravidade, h a altura e v a velocidade.

### **Aula 3: Conceitos Relacionados à montagem do sistema hidropônico**

Atualmente, o sistema hidropônico é utilizado para fins comerciais, ou seja, para a aquisição de lucros após o período de colheita, mas para a obtenção de vegetais de alta qualidade é necessário realizar investimento considerável, principalmente em materiais e mão de obra científica. Assim, é inviável a utilização desse tipo de sistema nas aulas práticas de física. Para tal finalidade, iremos recorrer à materiais que estão dentro da realidade financeira e cotidiana dos estudantes, com a utilização de itens facilmente encontrados em lojas ou que estejam em desuso nas suas residências ou de terceiros como baldes, partes de tubos, copos descartáveis etc.

Após a coleta dos materiais, realizar a montagem do sistema que acontece em três estágios:

Estágio 1: posicionamento dos materiais;

Estágio 2: verificação de possíveis vazamentos na estrutura;

Estágio 3: análise de desenvolvimento do vegetal.

### **Aula 4 : Conceitos relacionados à utilização do sistema hidropônico**

Como as tubulações situam-se acima do reservatório que contém os nutrientes, há diferença de pressão nos pontos. Na parte superior, a pressão é menor, enquanto, que na inferior é maior. Essa divergência de pressões, faz com que o líquido de dentro do reservatório adquira certa velocidade e entre nas tubulações. Lembrando que a cada intervalo de tempo, entra e sai uma quantidade de líquido, o que chamamos de vazão. Caso as tubulações sejam de diâmetros diferentes, o fluido atingirá maior velocidade no de menor diâmetro, pois a pressão que se opõe ao movimento é menor.

### **Aula 5: Proposição de exercícios à sala de aula**

- 1) De acordo com as aulas teóricas e práticas, é possível afirmar que o sistema hidropônico é uma aplicação da hidrodinâmica? Justifique sua resposta.

- 2) Além da hidrodinâmica, você conseguiu analisar outros conteúdos de física no sistema hidropônico? Qual (is)?
- 3) Qual é o tipo de escoamento ideal para que os vegetais cultivados no sistema hidropônico se desenvolvam adequadamente?
- 4) Ao volume de solução nutritiva que entra e sai das tubulações dá-se o nome de:
- a) Escoamento
  - b) Vazamento
  - c) Capilaridade
  - d) Vazão
  - e) Viscosidade
- 5) Um fluido incompressível e não viscoso escoar num duto liso com área de seção transversal de  $100 \text{ mm}^2$  e velocidade de  $5 \text{ m/s}$ . Qual a velocidade do fluido ao passar por uma redução de área de  $50 \text{ mm}^2$ ?
- a)  $10 \text{ m/s}$
  - b)  $15 \text{ m/s}$
  - c)  $20 \text{ m/s}$
  - d)  $25 \text{ m/s}$
  - e)  $30 \text{ m/s}$
- 6) Um fluido incompressível e não viscoso escoar num duto liso com área de seção transversal de  $50 \text{ mm}^2$  e velocidade de  $15 \text{ m/s}$ . Qual a velocidade do fluido ao passar por um aumento de área para  $75 \text{ mm}^2$ ? Haveria alguma alteração se comparado ao exemplo anterior?
- 7) A equação da continuidade afirma que a vazão ao longo de um tubo deve se manter constante. O princípio físico que justifica essa afirmação é:
- a) A conservação da massa para um fluido incompressível, uma vez que, a massa não se cria e nem se consome, a vazão é constante.
  - b) A incompressibilidade do fluido, uma vez que o volume do duto é constante, a vazão é constante.

- c) A conservação de energia, como a energia se conserva a vazão é constante.
- d) A não viscosidade do fluido, uma vez que o fluido não possui viscosidade a vazão é constante.
- 8) Um fluido a 2m/s em tudo com área de seção transversal de 100 mm<sup>2</sup>. Qual a velocidade desse fluido ao sair pelo outro lado do tubo, onde a área é de 200 mm<sup>2</sup>?
- a) 4 m/s
- b) 2m/s
- c) 1m/s
- d) 3m/s
- e) 5m/s
- 9) De acordo com a equação da continuidade, quanto menor for a área de escoamento de um fluido:
- a) Menor será sua densidade
- b) Maior será sua densidade
- c) Menor será sua velocidade
- d) Maior será sua velocidade
- e) Maior será sua temperatura

### **Aula 6: Orientação para estudos complementares**

O domínio do assunto não acontece apenas quando se trabalha o conteúdo em sala de aula. É importante que os estudantes ao chegarem às suas residências reforcem o aprendizado recorrendo à aulas dispostas nas plataformas e outros livros. Por isso, deixarei disponível o endereço de algumas aulas e também o nome de apostilas:

- <http://goo.gl/GBT2tD>
- <http://www.canalfisica.net.br/doacoes/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NBBqmj-fwes>
- <https://www.youtube.com/watch?v=SPDPwvQmRHs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=8fTCq8SX2PQ>
- Livro Mecânica dos fluidos
- Introdução a Hidrodinâmica
- Helou, Gualter e Newton, Ensino médio volume 1

## 6. METODOLOGIA

É baseada nas ideias de Bernardes 2017 e Ataíde e Silva 2017. Para o primeiro, dependendo dos objetivos pretendidos pelo implantador e das dimensões tomadas pelo sistema hidropônico o custo de aquisição será muito elevado, logo, ele aconselha a utilização de materiais alternativos ou aproveitados de outras circunstâncias. Para o último, materiais de fácil acesso são fatores de motivação para os estudantes, já que não haverá dificuldades de aquisição nem custo elevado. Então o objetivo desse tópico é unir as ideias de ambos os autores e utilizar o sistema hidropônico para identificar quais as propriedades químicas, físicas e biológicas que compõem este sistema e que a variação da técnica de plantio proporciona resultados distintos. A construção e o uso do sistema hidropônico de pequeno porte, classificado como Técnica do Filme Nutritivo permite a análise dos seguintes resultados:

- O tempo de desenvolvimento da planta, mediante acompanhamento periódico.
- Se a dimensão e a posição das tubulações influenciam no desenvolvimento do vegetal.
- As dimensões do fruto.
- A qualidade do vegetal.
- A importância da física na circulação do líquido nutritivo.
- Analisar se o sistema hidropônico é mais eficaz que o método tradicional.

Assim, será mostrada a estrutura da maquete hidropônica construída com fins ilustrativos, mostrando suas características e os resultados que podem ser alcançados e a etapa de germinação do vegetal. A hidroponia será utilizada também como proposta de complemento metodológico para as disciplinas, química, biologia e física com proposições de aulas práticas para a última disciplina citada. Será explicado detalhadamente o funcionamento desta técnica de plantio, expondo a função de cada material utilizado para construí-la, por exemplo, a posição e altura destes, a dimensão das tubulações a temperatura e o PH da solução, diferença de pressão, tempo de irrigação, quais estratégias utilizar para a montagem de acordo com a região e as condições climáticas da cidade, a quantidade de nutrientes e de água para formar a solução nutritiva, a higienização e o que acontece com a plantação caso esses fatores não sejam respeitados. Dessa forma, também será possível mostrar a diferença entre a técnica hidropônica e a tradicional, como seus investimentos iniciais, substratos, recursos para mantê-los ativos, o uso de substâncias que inibem a proliferação de pragas, o tempo que cada técnica de plantio

leva para desenvolver seu vegetal, o período em que se pode iniciar o plantio e o tempo de colheita. Assim sendo, mostraremos que todos os materiais utilizados são de fácil acesso, que estão contidos diariamente na vida dos estudantes, o que pode tornar a atividade prática interessante e ferramenta motivadora para os alunos.

## **6.1. LOCAL DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HIDROPÔNICO E PLANTIO TRADICIONAL**

A montagem foi realizada em uma residência localizada na Rua Magno de Araújo, bairro São Lourenço (figura 14), baseado na leitura de artigos, auxílios de vídeos e conteúdos

Figura 14: local da implantação



Fonte: Acervo do autor

## **6.2. MATERIAIS PARA MONTAGEM DO SISTEMA HIDROPÔNICO DE PEQUENO PORTE.**

Dependendo do objetivo pretendido pelo agricultor, o custo inicial para a implantação do sistema hidropônico é elevado. Então, para fins didáticos esses valores podem se tornar menores, basta que se utilize materiais alternativos encontrados em lojas ou na própria residência. Também foram adquiridos materiais específicos da técnica hidropônica: espuma fenólica (figura 21), material orgânico inerte, com PH ácido e de manejo fácil e rápido, pode ser transplantada juntamente com a muda para o local desejado e não deixa resíduos na solução nutritiva (tabela 1); sementes de alfaces (figura 22); nutrientes divididos em micro (figura 23)

e macro nutrientes (figura 24), o primeiro é composto por Nitrato de Cálcio para impulsionar, manter o crescimento vigoroso do vegetal e influenciar na qualidade. Ferro, para ativar as proteínas e acionar as enzimas vitais contidas nos cloroplastos da planta e na cadeia respiratória; O último, formado por nitrato de potássio para que ocorra a supressão das demandas de nitrogênio e potássio das plantas e sulfato de magnésio, para ajudar na formação das moléculas de clorofila. Como complemento, adquiriu-se, bomba de aquário (figura 16) e temporizador (figura 18) para manter a solução nutritiva circulando dentro do reservatório (figura 15) e controlar o tempo de funcionamento do sistema, respectivamente.

Figura 15: Balde ou Reservatório



Fonte: Acervo do autor

Figura 16: bomba de aquário



Fonte: Acervo do Autor

Figura 17: tubos de PVC.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 18: temporizador



Fonte: Acervo do Autor

Figura 19: Mangueira



Fonte: Acervo do Autor

Figura 20: copos descartáveis



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 21: Espuma Fenólica



Fonte: Acervo do autor

Figura 22: sementes



Fonte: Acervo do autor

Figura 23: Micronutrientes



Fonte: Acervo do autor

Figura 24: Macronutrientes



Fonte: Acervo do autor

## 7. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

### 7.1. MONTAGENS E TESTAGEM DA TÉCNICA NFT

Conforme Bernardes 2017, a montagem da maquete hidropônica tem três estágios: definir a posição correta do reservatório (figura 25), dos tubos e das mangueiras (figura 26). O segundo, verificar a existência de vazamento pela estrutura e por último, colocar o vegetal para se desenvolver (figura 27) então, colocou-se a tubulação superior a 172 cm e a inferior a 142 cm do solo, ambas com pequenas inclinações a ponto de serem desprezíveis. O reservatório (figura 15) utilizado no experimento tinha 60 litros de capacidade, porém, na fase de teste foram disponibilizados apenas 50 litros, valor identificado via uso de um dosador, ficou situado a 69 cm do solo, para que atingisse a diferença de pressão ideal. Com auxílio de uma bomba de aquário (figura 16), o líquido concentrado no reservatório conseguia se deslocar para a tubulação e retornar para o local de onde saiu, por intermédio de mangueiras de borracha (figura 19). Durante a circulação da água, verificou se a velocidade da mesma apresentava características laminar, se a altura atingida por ela acarretaria em vazamento pela parte superior do tubo, uma vez que, a espuma fenólica (figura 21) não poderia ficar totalmente dentro d'água. Em seguida, definiu-se a altura que os copos descartáveis (figura 20) iriam se encontrar dentro dos tubos (figura 22), preferencialmente, em uma posição que permitisse o contato apenas da água com a base da espuma fenólica (figura 21). No terceiro e último estágio foi realizado apenas o processo de redução da acidez da espuma fenólica, através do contato com água, semeadura e germinação do vegetal.

Figura 25: funcionamento da bomba



Fonte: Acervo do autor

Figura 26: análise de corrente de água



Fonte: Acervo do autor

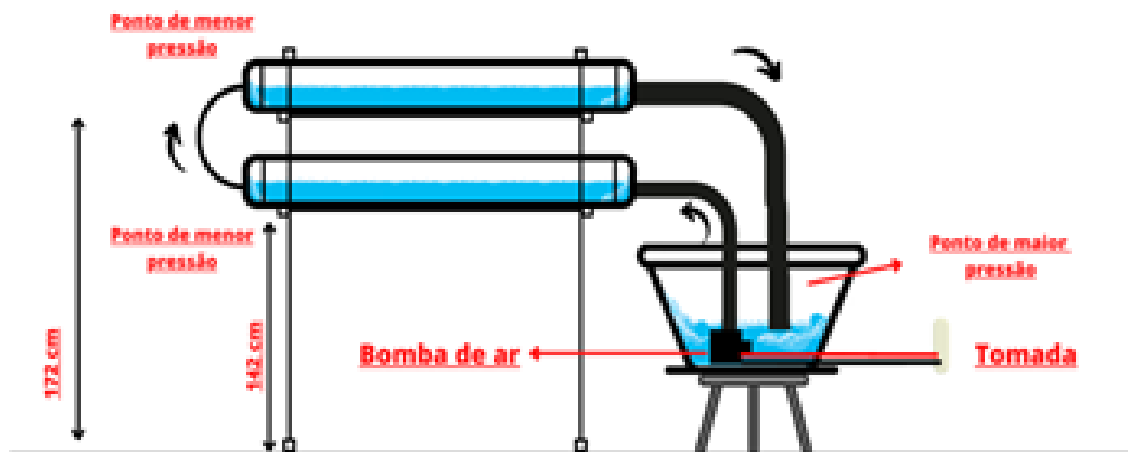


Figura 27: funcionamento do sistema



Fonte: acervo do autor

Figura 28: ilustração



Fonte: Acervo do autor

## 7.2. GERMINAÇÃO VIA TÉCNICA HIDROPÔNICA

A germinação da alface na técnica hidropônica acontece fora do sistema, a princípio, é necessário reduzir a acidez das espumas fenólicas, colocando-as em um recipiente com água (figura 30). Ao mesmo tempo, colocam-se as sementes dentro das espumas (figura 29) e aguarda-se acontecer à germinação para em seguida ser colocada no sistema hidropônico.

Figura 29: semeadura da hidroponia



Fonte: Acervo do autor

Figura 30: semente inerte

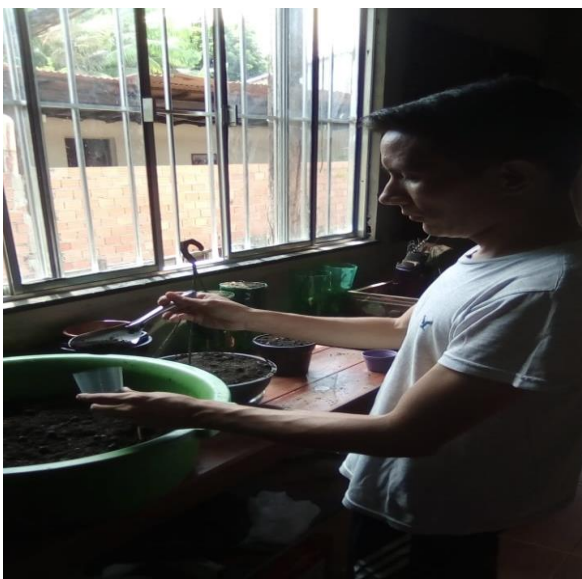


Fonte: acervo do autor

### 7.3. GERMINAÇÃO VIA PLANTIO TRADICIONAL

As figuras abaixo ilustram a implementação do sistema tradicional de plantio, com o uso de terra adubada encontrada em estabelecimentos botânicos. Diferente do sistema hidropônico, a técnica exige a retirada de materiais que não contribuem com a fertilização e após tal procedimento, o substrato é armazenado e em seguida é realizada a semeadura da alface.

Figura 31: preparo plantio tradicional



Fonte: Acervo do autor

Figura 32: plantio tradicional



Fonte: Acervo do autor

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

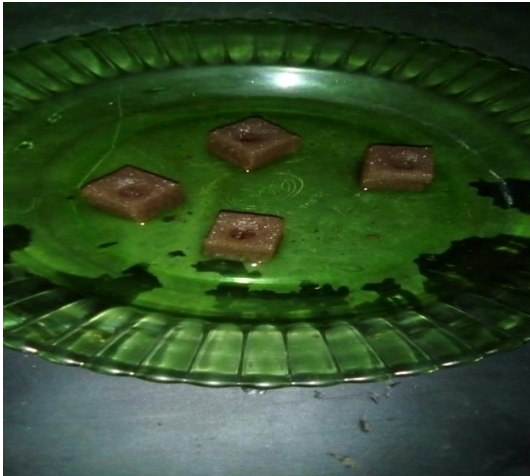
Antes de inserida nas tubulações, as espumas fenólicas, já com as sementes dentro, foram colocadas em contato com água para eliminar a acidez (figura 33) o que significa que a germinação acontece fora da estrutura NFT (figura 3), assemelhando-se com o plantio tradicional (figura 34). A germinação aconteceu no intervalo de tempo de dois dias após a semeadura, porém, aconteceu apenas das sementes de dentro das espumas fenólica (figura 35). Enquanto que, a do plantio tradicional veio apenas quatro dias após a semeadura (figura 38), nesse mesmo intervalo, a hidroponia já apresentava resultados mais expressivos, já que havia germinado anteriormente. A partir do sexto dia (figura 39), a alface germinada na espuma fenólica, se encontrava em condições de ser transferido para o sistema hidropônico para acelerar e complementar seu desenvolvimento, uma vez que, terá contato com uma solução nutritiva formada por micro e macro nutrientes (figuras 23 e 24), enquanto o desenvolvimento do plantio tradicional, continua na terra adubada (figura 40), mediante irrigação periódica.

Como o sistema de plantio tradicional e o hidropônico são métodos de plantio distintos, é normal esperar que os resultados sejam diferentes, sendo assim, fez-se a análise de ambas as técnicas em busca da mais eficaz em termos de crescimento acelerado. Da mesma forma que indicado nas literaturas, o experimento realizado comprova que o período de germinação do sistema hidropônico é mais curto em relação ao plantio tradicional em função da disputa nutricional que ocorre em seus respectivos substratos, na hidroponia, a distribuição dos nutrientes no vegetal é mais homogênea.

Não foi possível obter todos os materiais ao mesmo tempo, por isso, a ordem de montagem não seguiu as recomendações dos especialistas, mas com os equipamentos de momento, foi possível adquirir a estrutura NFT e a expor como aplicação do conteúdo hidrodinâmica. O desenho esquemático (figura 28) mostra que as posições do reservatório e das tubulações permitem uma diferença de pressão, sendo maior no primeiro, pois se encontra mais próximo do solo e menor nos últimos, porque se encontra em posição acima do reservatório. Com isso a solução nutritiva de dentro do reservatório escoar de forma laminar, ou seja, com baixa velocidade pelas tubulações existentes, de maneira cíclica, até o sistema ser desativado. Como as tubulações apresentam mesmo diâmetro, a velocidade do fluido será a mesma todo o tempo, fator explicado pela equação da continuidade (VI).

Figura 33: hidroponia/ dia 0

Figura 34: plantio tradicional/ dia 0



Fonte: acervo do autor  
Figura 35: hidroponia/ dia 2



Fonte: acervo do autor  
figura 36: plantio tradicional/ dia 2



Fonte: acervo do autor  
Figura 37 : hidroponia/ dia 4



Fonte: acervo do autor  
figura 38: plantio tradicional/ dia 4



fonte: acervo do autor



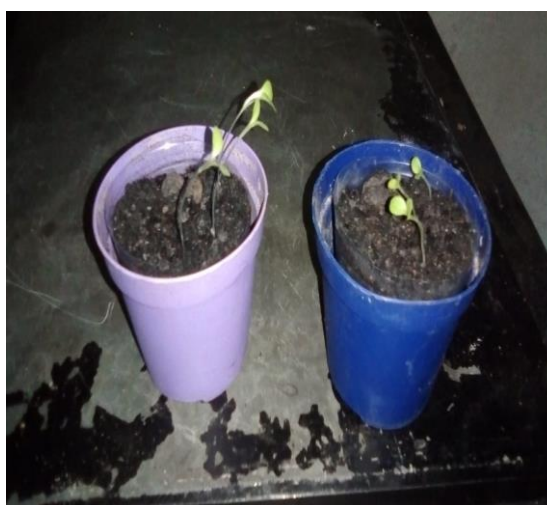
fonte: acervo do autor

Figura 39: hidroponia/ dia 6



Fonte: acervo do autor

Figura 40: plantio tradicional/ dia 6



Fonte: acervo do autor

## 9. CONCLUSÕES

Sendo o sistema hidropônico uma técnica de plantio, é incorreto afirmar que o projeto pode ser estudado apenas por biólogos, especialistas, ou que depende apenas dos fatores biológicos para funcionar. É preciso olhar o sistema de maneira geral, ou seja, levar em consideração todas as etapas constituintes, já que é preciso respeitar as formas de montagem, a dimensão das tubulações, a quantidade de solvente e soluto, a temperatura ambiente e do líquido, o PH destes, a umidade relativa do ar e a escolha do local. Também é importante enfatizar a importância dos conteúdos citados, uma vez que foram essenciais para este trabalho de conclusão de curso, assim como para as metodologias dos professores. Todas as informações mencionadas anteriormente, justificam o fato de uma pesquisa científica ser realizada através de estudos planejados, uma vez que, o desenvolvimento depende diretamente das fundamentações teóricas, onde se encontram todas as informações indispensáveis.

O uso da biologia, física e química para explicar o funcionamento do sistema hidropônico é uma prática educacional conhecida como transdisciplinar, a qual consiste em romper as fronteiras existentes entre as disciplinas, compreender e adquirir o conhecimento de maneira holística e contextualizada. Embora busque entender o acontecimento de certos

fenômenos de maneira completa, a mesma não busca descobrir qual disciplina é mais eficaz, ou tem maior contribuição, mas ressalta que apesar de serem trabalhadas de forma separadas nas escolas, todas são importantes, de modo que, precisam ter suas peculiaridades preservadas.

Portanto, é fundamental que o professor planeje atividades práticas para facilitar a compreensão dos conteúdos teóricos aos estudantes e que possam entender o objetivo de se aprender os conteúdos da física, biologia e química e isso deve ser repassado a eles no início da primeira aula das respectivas séries, de maneira que sejam abordadas o contexto histórico, desenvolvimento dos estudos e a contribuição para os dias atuais.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, I.A. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para professores de ciências.
- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria. UFSM. 1999.
- ARAÚJO et al. Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 7(3):251–264. 2008.
- ATAÍDE, M.C.E.S; SILVA, B.V.C. As metodologias do ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência.
- BACKES, F.A.A.L., BARBOSA, J.G., CECON, P.R., GROSSI, J.A.S., BACKES, R.L. & FINGER, F.L. Cultivo hidropônico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(11):1561–1566. 2007.
- BATAGLIA, O. Nutrição mineral de plantas: a contribuição brasileira. *O Agrônomo* Campinas 55(1). 2003.
- Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.
- E. BEZERRA NETO & L.P. BARRETO 135
- BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L.P. Técnicas de cultivo hidropônico. Recife. UFRPE. 2000.
- BEZERRA NETO, E., SANTOS, R.L., PESSOA, P.M.A., ANDRADE, P.K.B., OLIVEIRA, S.K.G. & MENDONÇA, I.F. Tratamento de espuma fenólica para produção de mudas de alface. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 5:418–422. 2010. (Online)
- CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE), 2003**
- CAMPÊLO et al. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *R. Bras. Zootec.* 36(2):276–281. 2007.
- CARDOSO, G.G.G. & KLAR, A.E. Potenciais de água no solo na produção de alface. *Revista Irriga* 14(2):170–179. 2009.
- CAGGIOLA, Osvaldo. A Segunda Guerra Mundial: causas, estruturas e consequências.
- CARMELLO, Q.A.C. Cultivo hidropônico de plantas. Piracicaba. ESALQ. 1996.
- CASTELLANE, P.D. & ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo – hidroponia. Jaboticabal. UNESP/FUNEP. 1994.
- CAVALCANTI, F.J.A. et al. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco.

Recife. Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA. 2008.

CARVALHO, Sérgio Pereira. Cultura da Alface.

CARVALHO, J.O. Situação do cultivo de hortaliças no estado de Rondônia.

COELHO, J.B.M; BARROS, M.F.C.; BEZERRA NETO E; CORREA, M.M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17,p.379-385,2013.

COMETTI, N.N. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT. Seropédica. UFRRJ. 2003. (Tese doutorado).

CORTEZ, G.E.P. & ARAÚJO, J.A.C. Hidroponia. In: Zanini, J.R., Villas Bôas, R.L. & FEITOSA FILHO, J.C. Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia: Jaboticabal. Funep. 2002.

COSTA, P.C., DIDONE, E.B., SESSO, T.M., CAÑIZARES, K.A.L. & GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção da alface em hidroponia. *Scientia Agricola* 58(3):595–597. 2001.

DONNAN, R.A hidroponia no mundo. Disponível em : <http://kidmais.sites.mol.com.br/boletim3.htm>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa apresenta o Sistema de Produção de Morangos Semi–hidropônicos. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2004/setembro/bn.2004-11-25.3719582771/>> Acesso em 25/04/2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção de Morangos no Sistema Semi–Hidropônico. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MorangoSemiHidroponico/index.htm>> Acesso em 19/06/2018.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina. Planta. 2006.

FABÍOLA, F.S. O uso de atividades práticas no ensino de ciências: na busca de melhores resultados no processo ensino aprendizagem.

FABRI, E.G., SALA, F.C. & MINAMI, K. Caracterização física e química de diferentes substratos. In: Barbosa, J.G., Martinez, H.E.P., Pedrosa, M.W. & Sediyaama, M.A.N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa. UFV. 2004. pp.318.

136 AS TÉCNICAS DE HIDROPONIA. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.



FERNANDES, Josicélia.D.et.al. Diretrizes curriculares e estratégias para a implantação de uma nova proposta pedagógica.

FERNADES, Priscila C. et al. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v 22, n 2, p.260-264, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa. UFV. 2007.

FREIRE.P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários á prática educativa.31.ed.Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FURLANI, P.R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. 1.ed. Campinas. IAC. 1998. (Boletim técnico, 168).

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: Kerbaiy, G.B. Fisiologia Vegetal. v.1. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan. 2004.

FURLANI, P.R., BOLONHESI, L.C.P. & FANQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas. Instituto Agrônomo. 1999. (Boletim técnico, 180).

GENUÍNO, Gláucio da Cruz. Fases de cultivo de alface em sistema hidropônico-NFT.

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water–culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular 347. In: College of Agriculture. University of California. Berkeley. 1950.

HALLIDAY, D. Fundamentos de física volume 1

IPA. Instituto Agrônomo de Pernambuco. Hidroponia ganha espaço em Pernambuco. 2011. Disponível em: <[http://www.ipa.br/noticias\\_detalhe.php?idnoticia=2901](http://www.ipa.br/noticias_detalhe.php?idnoticia=2901)> Acesso em 23/03/2018.

LAY-ANG,Giorgia.”Hidroponia”;Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/hidroponia.htm>. acesso em 19 de abril de 2021.

LEÃO, Maria Denise Maciel. Paradigmas contemporâneos da educação. Escola tradicional e Escola construtivista.

MAGALHÃES, A.G.; MENEZES, D.; RESENDE, L.V. & BEZERRA NETO, E. Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. Horticultura Brasileira 28:316–320. 2010.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ed. Agron. Ceres. 1980.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ceres. 2006.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3rd edition. Academic Press, 2012. 649 p.

1995.

MARTINEZ, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa. UFV. 2002.

MARTINEZ, H.E.P. & SILVA FILHO, J.B. Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. Viçosa. UFV. 2006.

MARTINS, R.V. História da Hidroponia. Associação Brasileira de Hidroponia, s.d. Disponível em: <<http://www.hydor.eng.br/HISTORIA/C1-P.pdf>> Acesso em 15/03/ 2018.

MELLO, V.L.M de. Instrumentação para o ensino de física.

MÜLLER et al. Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. Ciência Rural 36(4):1094–1099. 2006.

Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.E. BEZERRA NETO & L.P. BARRETO.

PIAJET, Jean. Psicologia e Pedagogia. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

PIAJET. Jean. Psicologia e epistemologia- por uma teoria do conhecimento.2.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1978.

PRADO,R.M. Nutrição de plantas. São Paulo. Editora UNESP, 2008.

RODRIGUES,L.P.et.al. O Tradicional e o Moderno quanto á didática no ensino superior Revista Científica do ITPAC, Araguaína,v.4,n.3,pub.5, julho 2011.

ROSITO,B.A. O ensino de ciências e a experimentação

SHULZ,J. Alternativa de substratos utilizados na hidroponia, 2008. Disponível em: <[http://www.portaldahidroponia.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=152&Itemid=1](http://www.portaldahidroponia.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=152&Itemid=1)> acesso em 06/05/2019.