

**BIODIVERSIDADE,
MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

VOLUME XI



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

11^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

11ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

62 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl946

ISBN: 978-65-5367-512-4

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. sustentabilidade 3. pecuária I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl946>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli
MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior
Dra. Suely Lopes de Azevedo
MSc Francisco Odecio Sales
MSc Ezequiel Martins Ferreira
MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio
MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo
MSc Rainei Rodrigues Jadejiski
Dr. Rodrigo Couto Santos
Dra. Milena Gaion Malosso
PHD Marcos Pereira Dos Santos

CAPÍTULO 1	5
SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO DE IRRIGAÇÃO COM USO DE POÇO ARTESIANO	
Thiago de Santana Souza	
Diego Lopes Coriolano	
Fábio Wendell da Graça Nunes	
Roberio de Jesus	
LEONARDO DE OLIVEIRA SANTOS	
DOI 10.37423/240508971	
CAPÍTULO 2	26
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADIÇÃO DO RESÍDUO DE QUARTZITO EM SUBSTITUIÇÃO AO QUARTZO NA FORMULAÇÃO DA MASSA PARA REVESTIMENTOS CERÂMICOS	
Marcondes Mendes de Souza	
Antônio Pedro Ferreira Sousa	
Elias Nunes Filho	
Paulo Henrique Moraes do Nascimento	
Ilan Hudson Gomes de Santana	
Maria Clara Paulino de Amorim	
Maria Luiza Braz de Menezes	
Julia Alves Barbosa	
DOI 10.37423/240508994	
CAPÍTULO 3	38
INFLUÊNCIA DA RECIRCULAÇÃO DE EFLUENTE NO COMPORTAMENTO DE UM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO APLICADO AO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL	
Edgar Augusto Aliberti	
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates	
Camila Zoe Correa	
Ajadir Fazolo	
Deize Dias Lopes	
DOI 10.37423/240509017	
CAPÍTULO 4	47
TESOUROS DA BOTÂNICA: UMA VIAGEM PELOS TIPOS DE FOLHAS	
Cynara Carmo Bezerra	
Jander de Souza Tavares	
Andreza Lima da Silva	
Antônia Sheila Inácio da Silva	
Clarissa Gabrielle Lima da Silva	
Maria Isabele Texeira Meza	
Marta Silva Rodrigues	
DOI 10.37423/240509035	

Capítulo 1



10.37423/240508971

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO DE IRRIGAÇÃO COM USO DE POÇO ARTESIANO

Thiago de Santana Souza

Universidade Tiradentes

Diego Lopes Coriolano

Instituto Federal de Sergipe

Fábio Wendell da Graça Nunes

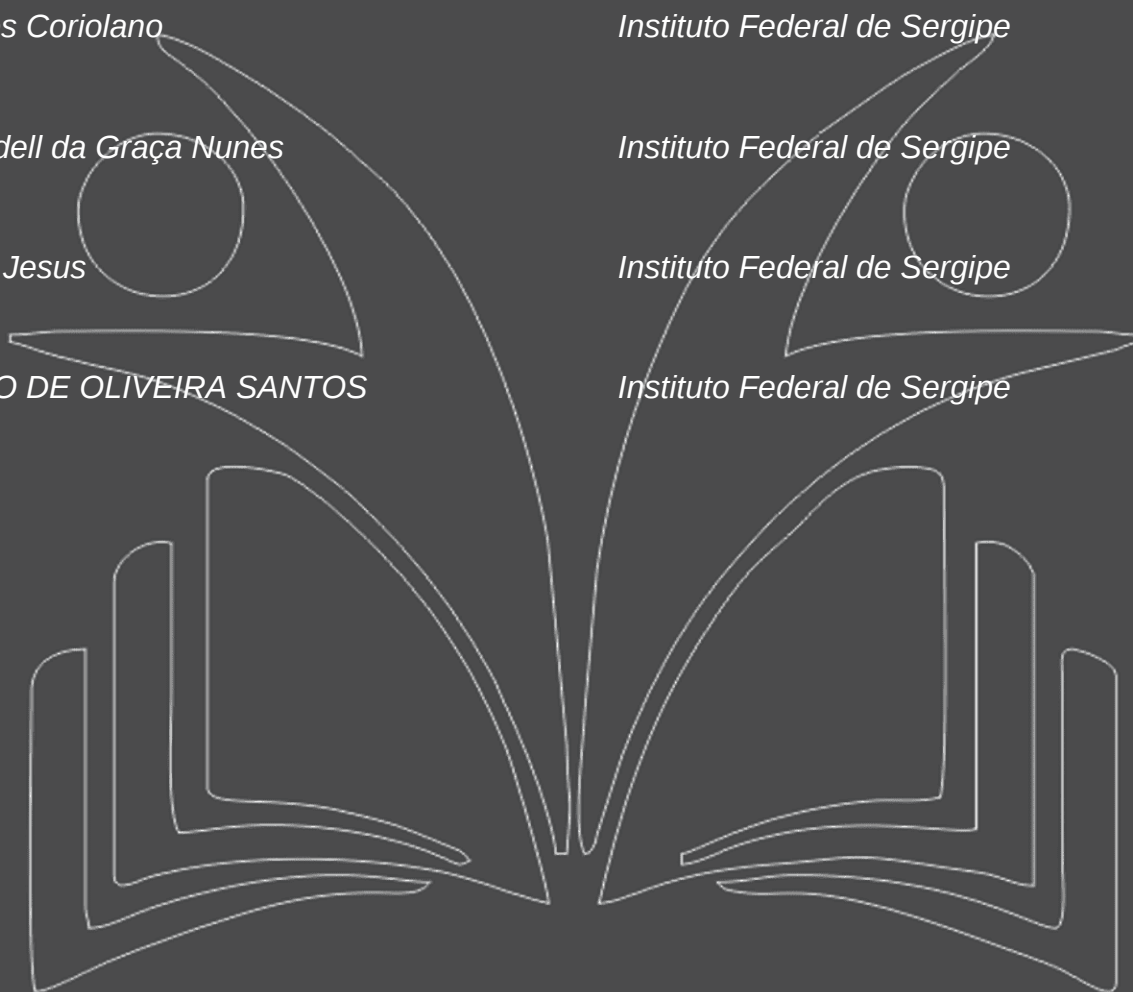
Instituto Federal de Sergipe

Roberio de Jesus

Instituto Federal de Sergipe

LEONARDO DE OLIVEIRA SANTOS

Instituto Federal de Sergipe



Resumo: Na atualidade a irrigação é essencial para o desenvolvimento de diversas culturas agrícolas. No passado não era possível produzir alimentos em muitas regiões do mundo, devido à falta de chuvas em determinados períodos do ano. Hoje a irrigação modificou esse cenário, proporcionando o cultivo durante todo período do ano. Todavia, inúmeros agricultores não detêm conhecimentos técnicos para o manejo dessa prática. Assim, irrigam de forma empírica e acabam prejudicando o solo, as plantações, desperdiçando água e energia elétrica. Diante da escassez de água nos dias de hoje, torna-se essencial que o uso da água seja feito de forma consciente e precisa. Deste modo, foi desenvolvido diversos sistemas automatizados de irrigação que auxiliam os agricultores a otimizar o uso da água nas práticas agrícolas. Desta maneira, foi proposta no desenvolvimento deste trabalho a pesquisar e compreensão dos conceitos de sistema de irrigação, a plataforma Arduino e o uso de sensores para o monitoramento de grandezas físicas. Com as tecnologias analisadas foi possível obter informações utilizando os sensores, como a umidade do solo, umidade do ar, temperatura e volume de água gasto durante a irrigação, tendo essas informações coletadas e em seguida enviadas ao Arduino que por sua vez controla-se válvulas solenoides e um bomba hidráulica responsável por irrigar o solo. Com os conceitos estudados foi possível o desenvolvimento de um protótipo de um sistema de irrigação automatizado, obtendo-se assim um produto com baixo custo, preciso e acessível. Após a realização de diversos testes com o protótipo, ficou nítido o poder de processamento do Arduino e a precisão na coleta de dados realizada pelos sensores, atingindo o objetivo de controlar o sistema de irrigação, mantendo a umidade do solo adequada para a cultura pré-determinada.

Palavras-chave: Arduino, automação e controle, irrigação automatizada.

INTRODUÇÃO

Um dilema na agricultura moderna é conseguir produzir a maior quantidade de alimentos com mínimo de recursos possíveis. Com isso, a tecnologia torna-se uma aliada para maximizar essas produções e minimizar os impactos ambientais, sem a diminuição na qualidade dos produtos. Podendo ser percebido nas formas de irrigação, que possibilitam o controle das culturas de forma eficaz, reduzindo o gasto de energia elétrica e de água.

Percebe-se que atualmente há um aumento na implantação de tecnologia em diferentes segmentos agrícolas, como por exemplo, na produção de hortaliças, frutas e verduras, que nesse estudo será o ambiente utilizado como objeto de estudo, ou seja, em que se pretende desenvolver um processo automatizado de irrigação.

Em contrapartida, uma parte dos agricultores não possuem acesso a essas tecnologias, em virtude do alto custo de instalação e a falta de conhecimento técnico. Desta forma, aplica-se métodos empíricos para a utilização de água em suas lavouras, gerando assim um aumento no uso desse recurso, além do consumo desnecessário de energia elétrica. Fica nítido, que a falta de controle no processo de irrigação pode causar prejuízos para o produtor rural. No qual, já se enfrenta a competitividade no mercado agrícola, possuindo o risco iminente na diminuição da qualidade dos produtos e aumentando seus custos de produção.

Segundo a FAO, tem-se uma estimativa que a população mundial chegará a 9,1 bilhões em 2050. A urbanização continuará a aumentar e a população rural diminuirá (FAO, 2009). Assim, Evans e Sadler (2007) concluem que a qualidade da água é o ativo mais importante para atender à crescente demanda por alimentos.

Como resultado, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estima que 70% de toda a água doce disponível é utilizada na agricultura, sendo a irrigação responsável pela maior parte do uso (FAO, 2009). Segundo Azevedo (2002), é comum o uso de bombas elétricas para transportar a água dos reservatórios para as plantas irrigadas. No mundo atual, há um aumento no custo da energia elétrica e sua escalada, tornando mais valiosa a adoção de técnicas para o manejo adequado da irrigação nas lavouras, permitindo a redução do custo dos sistemas de irrigação. Além disso, o autor afirma que a irrigação adequada em plantações apropriadas maximiza a produção e minimiza o desperdício.

Segundo Carvalho, Frizzone e Palaretti (2017), a irrigação por aspersão geralmente é utilizado por pequenos agricultores para o cultivo de batatas, hortaliças, em grandes centros urbanos. Bjorneberg (2013) expõe que nesse método a água chega até os aspersores via tubulação, que normalmente se encontram abaixo do solo, evitando interferências nas práticas agrícolas. O autor ainda relata que a irrigação por aspersão é um dos métodos mais eficientes, devido a possibilidade de controle do fluxo de água. No entanto, em regiões muito quentes ou com ventos, pode haver perdas significativas de eficiência. A irrigação por aspersão diferentes configurações, sendo constituída da forma mais simples até a mais complexos, os quais possuem o funcionamento automático. Dessa forma, o sistema por aspersão pode ser utilizado em solos rasos, arenosos e em terrenos com declínios (SOARES, 1986).

Com as diversas tecnologias disponíveis no mercado para a automatização da irrigação, foi selecionado durante o desenvolvimento deste projeto para o controle do sistema, a plataforma do Arduino Uno, um dispositivo de plataforma embarcada. Com este dispositivo é possível desenvolver equipamentos eletrônicos de baixo custo capazes de realizar as mesmas funções que equipamentos de alta tecnologia que possui custos elevados. Segundo MCROBERTS (2011), o Arduino foi projetado como uma forma simples e barata de envolver os indivíduos com a eletrônica de microcontroladores.

Com Arduino, um designer ou artista, pode facilmente conhecer as noções básicas de eletrônica e sensores de forma muito rápida e pode começar a construir protótipos com muito pouco investimento (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Com isso, o objetivo no andamento deste projeto é a realização de uma pesquisa sobre sistemas de irrigação automatizados e, principalmente, sobre a plataforma Arduino, sendo como foco central o desenvolvimento do protótipo de um sistema de irrigação preciso, de baixo custo e que seja acessível e utilizado por pequenos agricultores rurais, possibilitando que o processo de irrigação seja feito de forma eficaz, sustentável e sem a necessidade de intervenção humana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do protótipo do sistema de irrigação automatizado foram utilizados os seguintes componentes:

- 1 x Arduino MEGA 2560;
- 1 x Arduino UNO;
- 1 x Módulo RTC;

- 2 x Sensor de Umidade de Solo com Sonda HD-38;
- 1 x Sensor de distância ultrassônico JSN-SR04T, resistente a água;
- 4 x Relés;
- 1 x Sensor medidor de fluxo 25mm;
- 2 x Display LCD 20x4 com I2C e Backlight Azul;
- 2 x Válvulas solenoides 3X4 127 V;
- 1 x Bomba Periférica Ferrari Ba-40 1/2 Cv 127/220V;
- 1 x Dimmer 4000W / Regulador De Tensão Elétrica SCR1 10-220VAC;
- 1 x Chave seletora de 3 posições;
- 3 x Botões NA;
- 2 x Lora RF 8km sx1276 915mhz E32-915T30D 30dbm 1w iot transmissor e receptor;
- Fonte de Alimentação Chaveada 12V 3A;
- Disjuntor monofásico de 16A;
- Caixa d'água de 500 litros;
- Barramento;
- Jumpers.

O projeto desenvolvido é um sistema de irrigação automatizado controlado por um Arduino MEGA 2560. Na Figura 1 pode ser observado um esboço do projeto, onde é possível identificar que o sistema é formado por vários sensores e atuadores interligados.

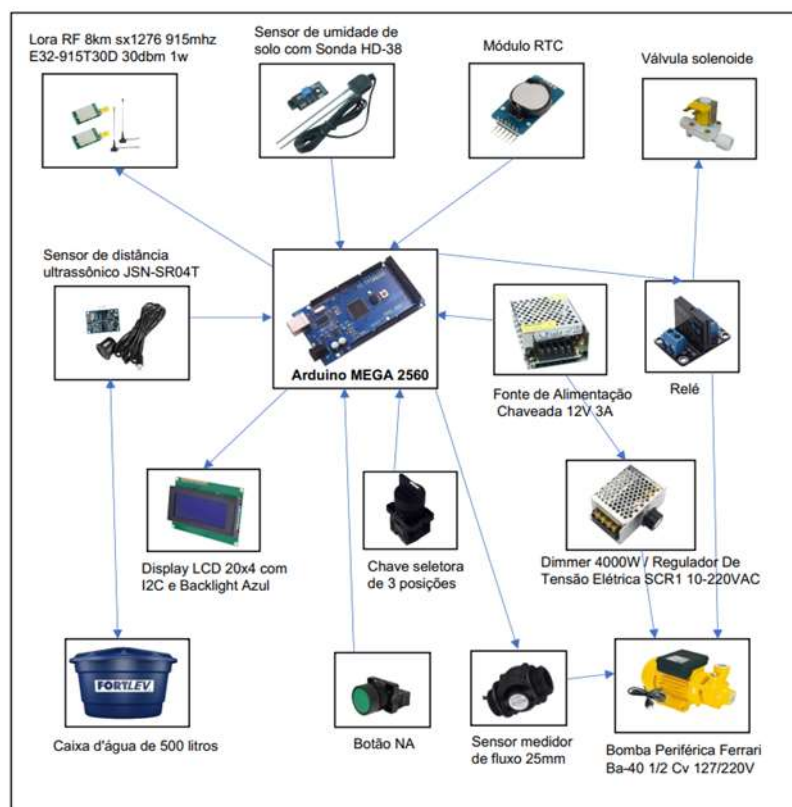


Figura 1 - Esboço do projeto.

Fonte: Autor, 2022.

Com o desenvolvimento do código programado na IDE do Arduino, determinou-se que o sistema dará ao usuário três opções de operação: configuração, automática ou manual, pois para fim de testes o modo manual ajudaria a obter resultados para fins de comparação. Essas opções são escolhidas via local.

O fluxograma da figura 2 ilustra o funcionamento do sistema para o modo automático.

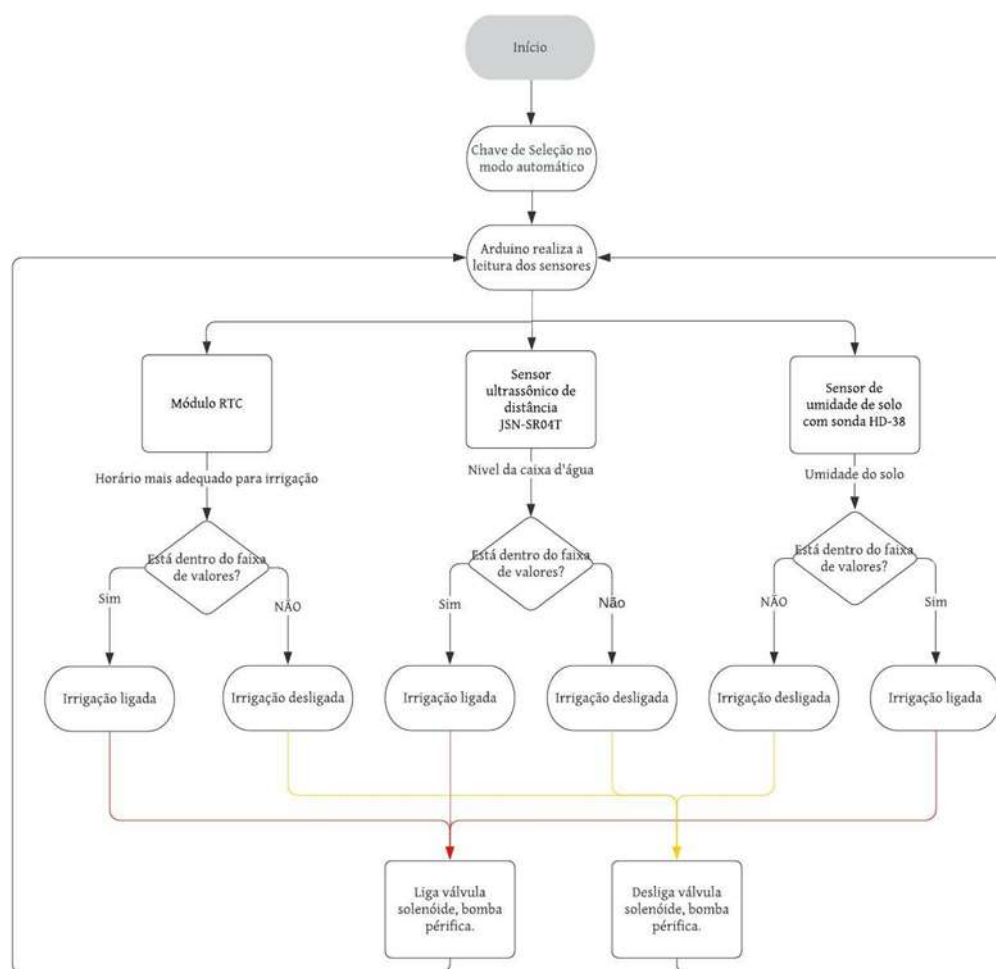


Figura 2 – Fluxograma do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

Inicialmente a chave seletora é posicionada no modo de configuração como pode ser identificado na figura 3, em seguida o Arduino verifica o modo selecionado e inicia o programa.



Figura 3 – Quadro de comando principal do sistema de irrigação.

Fonte: Autor, 2022.

Assim, a chave seletora posicionada no modo de configuração, tem-se a primeira tela no qual seleciona-se qual é o volume da caixa d'água utilizado no sistema. Com isso foi escolhido uma caixa de 500 litros no qual é utilizada no projeto, podendo ser visto na figura 4.

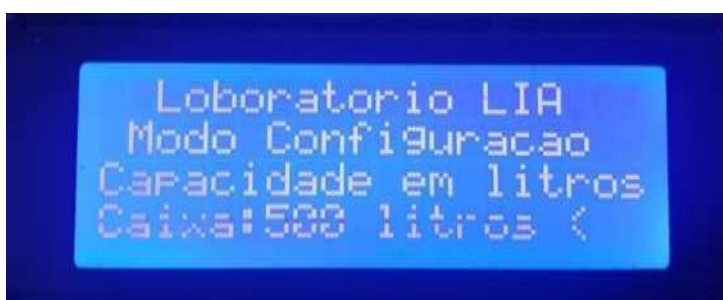


Figura 4 – Tela 1 no modo de configuração.

Fonte: Autor, 2022.

Nas telas seguintes (Telas 2, 3, 4 e 5) são escolhidos os valores da umidade máxima e mínima do solo tanto para a horta quanto para as fruteiras, podendo ser observado na figura 5.

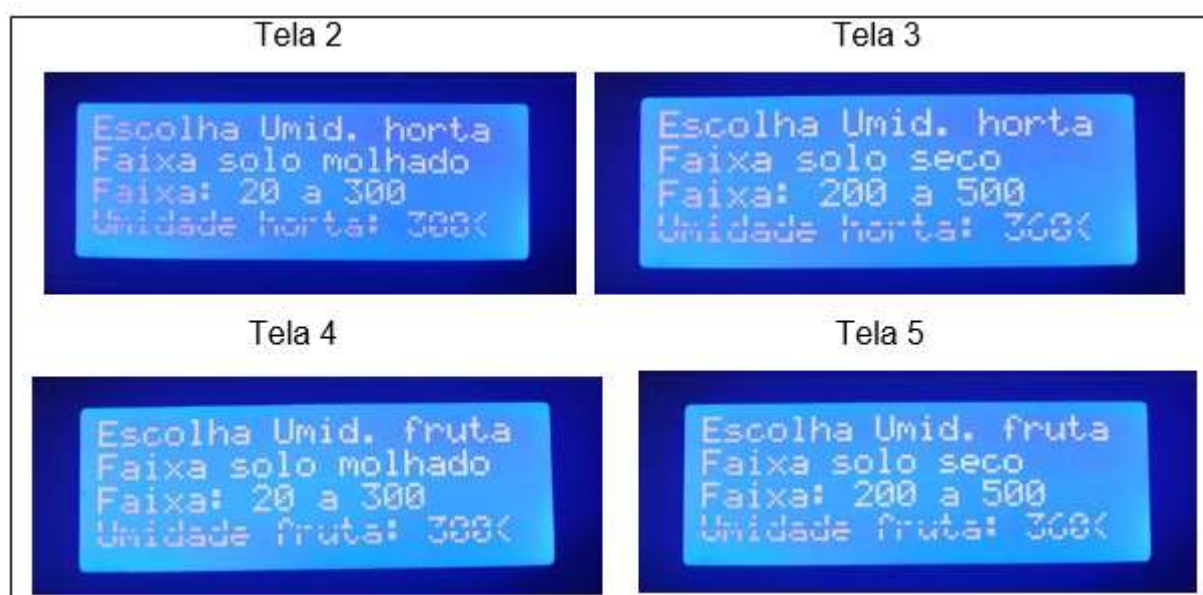


Figura 5 - Telas 2, 3, 4 e 5 para configuração da umidade do solo.

Fonte: Autor, 2022.

Realizando a configuração pode-se selecionar o modo automático ou manual. Como isso, caso o agricultor gire a chave seletora para o modo manual, irá aparecer no display LCD as informações que estão sendo demonstradas na figura 6, podendo ser visualizado se a bomba, válvula horta ou válvula fruta estão “ON” ou “OFF”. Tendo o total controle do sistema o agricultor.



Figura 6 – Tela do modo manual.

Fonte: Autor, 2022.

Caso o agricultor gire a chave seletora para o modo automático, irá aparecer o horário e data atualizada, além de demonstrar a faixa de horário que a irrigação poderá ser ligada, como é visto na figura 7.



Figura 7 – Tela 1 do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

Sendo que cada espécie de planta tem uma indicação particular para sua irrigação, mas algumas recomendações são gerais, com isso utiliza-se módulo RTC para determinar um horário mais adequado para irrigação.

Tabela 1 - Faixa de horários mais adequada para irrigação.

Horário mais adequado para irrigação	Faixa de horário.
Manhã	5h <= horário <= 8h
Tarde	14h <= horário <=18h

Com a pesquisa realizada percebeu-se que os melhores períodos para irrigar as plantas são as primeiras horas da manhã e no final da tarde, após as 14 horas. Evitando assim molhar as plantas em horários muito quentes, pois a água evapora muito rápido gerando assim um consumo elevado é ineficiente. Irrigar pela noite também não é indicado, pois a absorção da água é menor, fazendo com que as folhas demorem muito para secar, podendo assim gerar algumas bactérias prejudicando o crescimento das plantas ou até perda total, causando prejuízo.

O sensor ultrassônico de distância JSN-SR04T que está posicionado na tampa da caixa d'água, mede o volume de água da caixa, sendo um sistema no qual se tem um funcionamento simples, no qual emite-se sinais ultrassônicos que refletem na superfície da água e quando atinge a mesma, retorna-se ao sensor, demonstrando assim no display LCD a porcentagem da quantidade de água que o reservatório possui, variando de 0% a 100%. Além disso, foi implementado um sensor de fluxo para o monitoramento do fluxo além do volume de água utilizado para a irrigação da plantação.

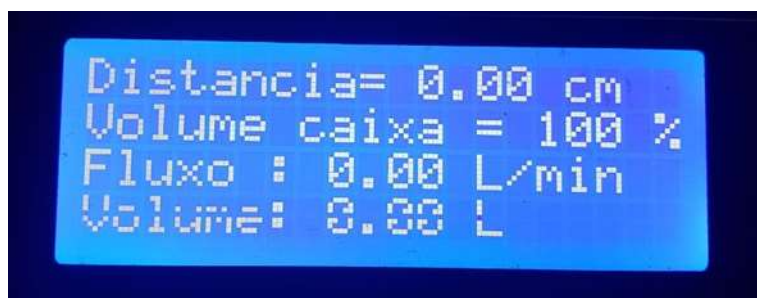


Figura 8 – Tela 2 do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

Para realizar o enchimento da caixa d'água aproveitou-se da água do poço artesiano que fica localizado a mais 450 metros de distância, como pode ser visto na figura 9, de onde se localiza a horta.

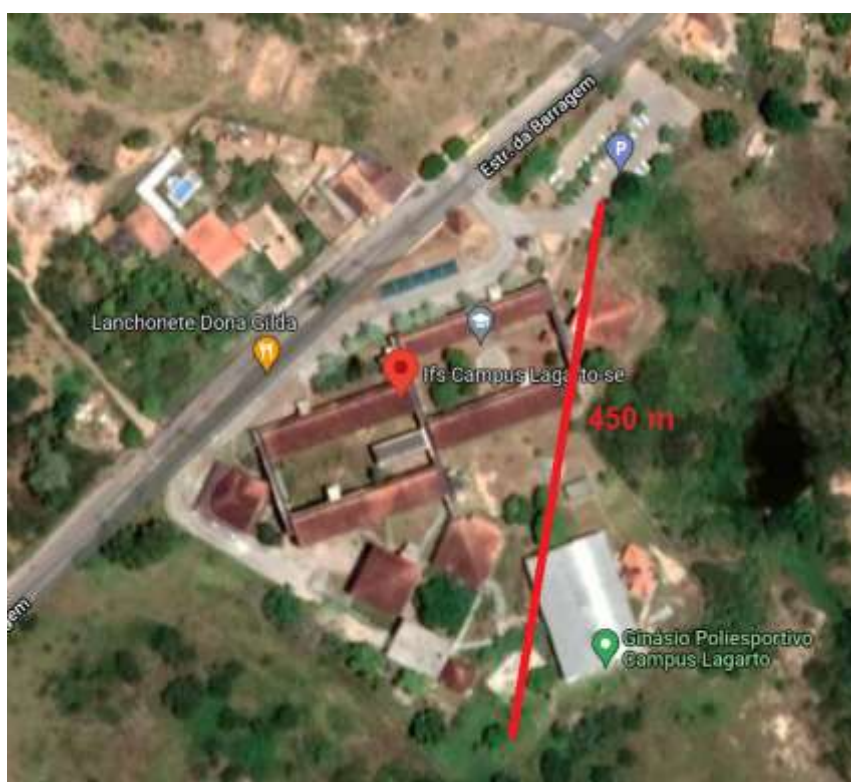


Figura 9 - Distância do poço artesiano até a horta.

Fonte: Google Maps, 2022.

Sendo assim utilizou-se o sistema Lora RF 8km sx1276, tanto como transmissor e receptor para sinal. Com isso, o Arduino Mega que fica localizado no controle da irrigação identifica que a caixa está vazia, envia um sinal “on” para o Arduino UNO instalado no poço, no qual é acionado o relé que liga bomba do poço artesiano deslocando a água para fazer o enchimento da caixa.



Figura 10 – Quadro localizado no poço artesiano.

Fonte: Autor, 2022.

Quando o Arduino MEGA que controla a irrigação da horta identifica que a caixa está cheia envia um sinal “off” para o Arduino UNO que está no poço, desativando a bomba, realizando assim esse ciclo sempre que for necessário, não havendo nenhuma interferência humana.

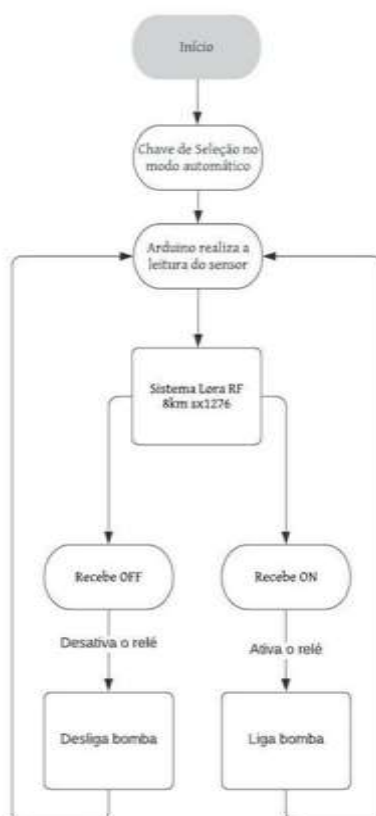


Figura 11 – Fluxograma do sistema instalado no poço artesiano.

Fonte: Autor, 2022.

A faixa que identifica a altura do volume de água no interior da caixa, que varia de 0% a 100% foram obtidas no catálogo de medição disponibilizado pelo fabricante da caixa d'água, sendo que neste projeto a situação é de extrema importância, para o melhor desempenho do sistema demonstrando se a caixa está cheia ou vazia.

O sensor de umidade de solo com sonda HD-38, possui duas sondas no qual se passa corrente através do solo, e em seguida, lê-se a resistência para obter o nível de umidade. Quanto maior for a quantidade de água no solo mais facilmente será conduzida a eletricidade gerando assim uma menor resistência, enquanto o solo seco tem necessidade de conduzir eletricidade, o que ocasiona maior resistência. Assim, a figura 12 demonstra a exibição no display LDC da umidade do solo tanto da horta quanto da fruta em tempo real.

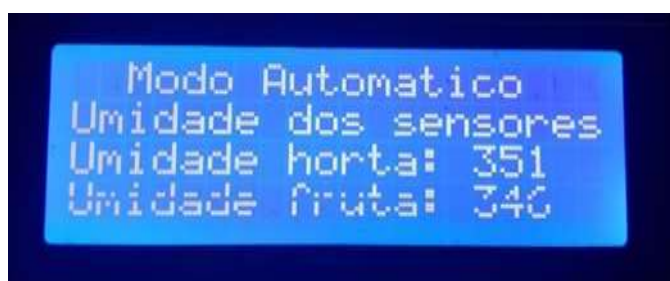


Figura 12 - Tela 3 do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

As faixas de umidade do solo foram obtidas de forma empírica, inserindo o sensor de umidade no solo, quando está seco, obteve um valor e em seguida foi ligado o sistema de irrigação de maneira manual, até que o solo estivesse com a quantidade de umidade necessária para os desenvolvimentos da planta, podendo ser visto na tabela 2 os valores determinados para o projeto.

Tabela 2 - Umidade do solo.

Condições do solo	Faixa de umidade.
Solo seco	umidade $\leq$ 250
Solo molhado	umidade $\geq$ 450

Na figura 13, tem-se as informações obtidos pelo sensor DHT11 que é um sensor de umidade do ar e temperatura integrados em um só módulo de baixo custo. A implementação desse componente foi necessária para realizar a leitura da temperatura do ambiente e umidade do ar, no qual esses dados

são armazenados no datalogger desenvolvidos para futuras análise, no qual se espera melhorias, aumentando a eficiência do sistema.

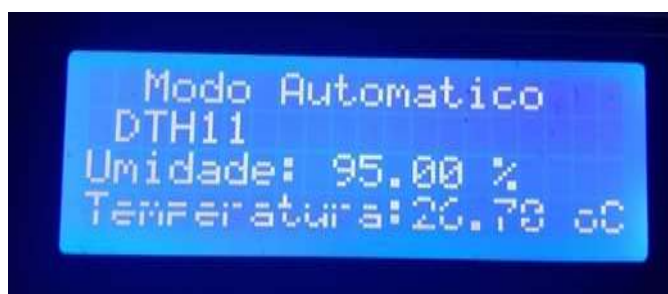


Figura 13 - Tela 4 do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

Dessa forma, caso seja necessário que a planta receba água, estando todas as condições determinadas anteriormente satisfeitas, a bomba periférica Ferrari realizar o deslocamento da água e as válvulas solenoides são acionadas para liberação da passagem da água, para a horta e para as frutíferas. As válvulas são controladas por acionamento de relés, na figura 14 demonstra o estado da bomba, válvula da horta e fruta. O dimmer 4000W / regulador de tensão elétrica foi instalado para realizar o controle de velocidade da bomba, sendo essencial para o projeto, pois a bomba disponível possui uma potência maior que a necessária.



Figura 14 - Tela 5 do modo automático.

Fonte: Autor, 2022.

O sistema tem diversas condições para o seu funcionamento, sendo uma delas quando a caixa não apresente a condição de está vazia, fazendo que o sistema funcione de forma normal. Entretanto, se por alguma ocasião a caixa esteja vazia o sistema irá se desligar fazendo assim que a bomba não trabalhe a vazio, no qual pode-se causar a sua queima.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com algumas adaptações realizadas durante a execução do projeto para o melhor desempenho do sistema, houve a necessidade de instalar válvulas solenoides, para um melhor controle, assim utilizou-

se uma válvula parar a horta e uma válvula frutíferas, pois se encontrar em locais diferentes. Na figura 5 observar-se o cultivo da alface, sendo que na imagem da esquerda tem-se a alface na primeira semana de irrigação, em seguida no lado direito após 3 semanas de irrigação, mostrando assim que o sistema cumpriu suas funcionalidades de maneira correta sem a necessidade da interferência humana.



Figura 5 - Horta ao lado do laboratório de automação e energias renováveis (LIA).

Fonte: Autor, 2022.

Na figura 6, tem-se a irrigação das fruteiras utilizando os aspersores, sendo que a escolha dos diferentes tipos de irrigação, se deve afins de testes práticos, no qual foi possível perceber que não houve muita diferença para a realização do controle de umidade do solo através do Arduino MEGA, demonstrando que o sistema se comporta de bem nesses dois tipos de irrigação testados.



Figura 6 - Frutíferas plantas ao lado do laboratório de automação e energias renováveis (LIA).

Fonte: Autor, 2022.

Além disso, há a necessidade de se separar o controle do sistema de irrigação da horta e da frutíferas, pois durante os testes realizados, a umidade tanto da horta quanto das frutíferas não eram a mesma, pois estavam em condições distintas. Com isso, alterou-se o código e instalou-se um sensor de umidade nas frutíferas, realizando assim a leitura da umidade da maneira correta de cada local irrigado.

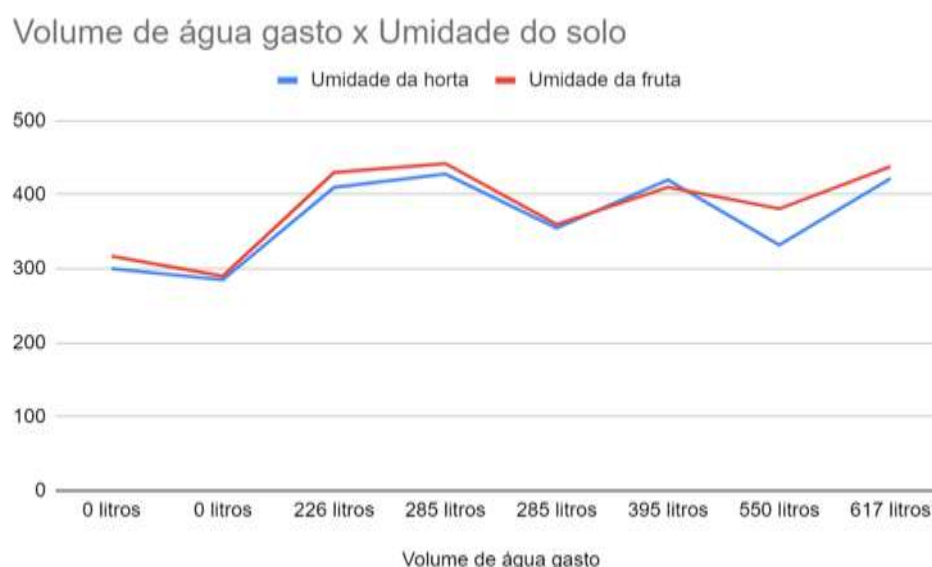
Durante a fase de teste surgiu necessidade de criar um datalogger no qual tem a função registrar os dados provenientes dos sensores ao longo do tempo. O programa é dividido em duas funções, a primeira função lê os dados dos sensores, já a segunda função, é responsável por armazenar os dados dos sensores em um arquivo no cartão SD.

Um parâmetro importante em um datalogger é a taxa de atualização, ou seja, o intervalo de tempo entre cada leitura do sensor. Este parâmetro foi ajustado em um intervalo de tempo entre as leituras de 1 hora para cada armazenamento dos dados, conforme o fenômeno em que se deseja registrar, com isso na tabela 3 foram registrado os dados da umidade do ar, volume de água gasto, umidade do solo da horta e das fruteiras e da temperatura do ambiente, tendo o horário das 14 horas dos dias 24/06/2022 a 01/07/2022 para a análise dos dados coletados.

Tabela 3 – Dados obtido no datalogger implementado no sistema.

Data	Umidade do ar	Volume de água gasto	Umidade da horta (Valor analógico)	Umidade da fruta (Valor analógico)	Temperatura
24/06/2022	90%	0 litros	300	317	29 °C
25/06/2022	88%	0 litros	285	290	35 °C
26/06/2022	95%	226 litros	410	430	34 °C
27/06/2022	88%	285 litros	428	442	33 °C
28/06/2022	91%	285 litros	355	360	31 °C
29/06/2022	85%	395 litros	420	410	30 °C
30/06/2022	83%	550 litros	332	381	34 °C
01/07/2022	87%	617 litros	422	438	35 °C

No gráfico 1, é possível ver um gráfico de umidade do solo x volume de água gasto durante a irrigação. Analisando o gráfico 1 é possível perceber que o sistema se comporta de maneira aceitável, respeitando a faixa de umidade do solo que varia de 250 a 450. Demonstrando que o sistema cumpriu seu papel, irrigando sem muitas dificuldades e o Arduino MEGA realizando a leitura correta dos sensores.

**Gráfico 1** - Volume de gasto na irrigação pela umidade do solo.

Fonte: Autor, 2022.

O sensor de fluxo de água, foi implementado e demonstrou de bastante valia para o sistema, podendo ser calculado o volume de água aplicado na irrigação, sendo que este dado possa ser utilizado pelo agricultor para realizar um reduzir no gasto de água em sua irrigação.

Também, surgiu a necessidade de regular a velocidade da bomba de deslocamento da água para irrigação com o dimmer/ regulador de tensão, sendo que o tipo de irrigação utilizado é o da mangueira micro perfurada, todavia a pressão que a bomba exercia sobre a mangueira era excessiva e acabou danificando a mesma, assim com a instalação do dimmer sanou-se o problema, não sendo mais necessário a substituição das mangueiras.

Todavia, sabe-se que o método não é muito eficiente, pois em regiões muito quentes ou com ventos, pode haver perdas significativas de eficiência. Mas como o intuito do projeto é desenvolver um controle automatizado para irrigação, este sistema é de grande relevância para os resultados obtidos até o momento.

Ademais, no desenvolvimento do projeto foram realizados diversos testes, sendo necessário alguns ajustes no decorrer do tempo, e com a necessidade de realizar modificações para melhorar o desempenho do protótipo, porém seguindo sempre a linha de raciocínio determinada no início do projeto.

Além disso, realizou-se o teste microbiológicos da água do poço artesiano, no qual acionou-se a bomba por 10 minutos antes de coletar a amostra, realizando a coleta da água para o ensaio na saída do cano diretamente do poço.

Tendo um resultado positivo para a presença Coliformes Totais e Escherichia coli, no qual se tem um a conclusão dos ensaios que de acordo com os parâmetros analisados para o atendimento dos "Valores Máximos Permitidos para Potabilidade segundo a Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde", os resultados reportados no relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do sistema de automação para irrigação utilizando um microcontrolador Arduino MEGA 2560, obteve-se um desempenho satisfatório durante os testes realizados, demonstrando assim que a área de estudo que é automação é bastante abrangente é aplicável em funções que necessitaria de um trabalho manual com interferência humana.

Além disso, foi possível calibrar os sensores, determinar o tipo de manejo adequado para a cultura e desenvolver a automatização de todo o processo, realizando a integração dos componentes (sensores e atuadores).

A opção de alterar a faixa de umidade do solo no sistema de irrigação manualmente através dos botões através do modo de configuração, sem a necessidade da alteração do código do sistema, também foi de grande auxílio, assim o agricultor pode realizar a irrigação. Além disso, o modo manual também demonstra-se ser de extrema importância, caso o agricultor queira realizar a irrigação fora do horário predefinido, em alguma situação que ele jogue necessário, tornado assim o sistema completo.

Ademais, foi determinado de forma empírica uma faixa para manter a umidade do solo conforme aos parâmetros programados, podendo ser alterado pelo agricultor através do modo de configuração, tornando assim o sistema abrangente, evitando assim eventuais déficits ou excessos de água para a cultura, sendo que o sistema demonstrou um controle da umidade do solo aceitável melhorando a eficiência e desempenho do sistema.

Desta forma, pode-se dizer que este projeto vai ao encontro dos objetivos estabelecidos durante a fase de desenvolvimento, esperando-se que no futuro possa ser útil tanto para alunos e professores, no meio acadêmico, como para a comunidade externa que estejam interessados nesta área de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. Arduino. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.
- ASAWA, G. L. Irrigation and Water Resources Engineering. New Delhi: Newage International (p) Limited, Publishers, 2008. 623 p. Disponível em:
- <https://fcaib.edu.ng/books/Engineering/Irrigation and Water Resources - G.L. Asawa.pdf>. Acesso em: 02 de dezembro de 2021.
- AYARS, J. E.; PHENE, C. J; HUTMACHER, R. B; DAVIS, K. R; SCHONEMAN, R. A;
- VAIL, S. S; MEAD, R. M. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agricultural Water Management, v. 42, n. 1, p. 1–27, 1999. Disponível em:
- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377499000256>. Acesso em: 02 de dezembro de 2021.
- AZEVEDO, J. A. Controle da Irrigação para Uso Racional de Água e de Energia. Planaltina: Embrapa, 2002. 4 p. Disponível em:
- http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/comtec/comtec_83.pdf. Acesso em: 02 de dezembro de 2021.
- BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. 1. Ed. São Paulo: Novatec, 2012.
- CHUKALLA, A. D.; KROL, M. S.; HOEKSTRA, A. Y. Green and blue water footprint reduction in irrigated agriculture: Effect of irrigation techniques, irrigation strategies and mulching. Hydrology and Earth System Sciences, v. 19, n. 12, p. 4877–4891, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/hess-19-4877-2015>. Acesso em: 11 de dezembro de 2021.
- ELETRÔNICA, Bau da. Relé 1 canal 5V. Disponível em: <http://www.baudaeletronica.com.br/modulo-rele-5v.html>. Acesso em: 20 dezembro de 2021.
- ELETRÔNICA, Bau da. Valvula Solenoide para Água 12V 90o. Disponível em: http://www.baudaeletronica.com.br/valvula-solenoide-para-agua-12v-90-x-va09.html?gclid=EAlaIQobChMI8ZfcuLi4gIVW1gNCh24hwybEAQYCCABEgKm2vD_BwE. Acesso em: 11 dezembro de 2021.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006, 306 p.
- FAO. How to Feed the World in 2050. 2009. Food and Agriculture Organization. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_

Agriculture.pdf. Acesso em: 10 dezembro de 2021.

FAO. The State of Food and Agriculture: Innovation in family farming. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em:

<http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>. Acesso em: 10 dezembro de 2021.

GUIMARÃES, V. G. Automação e Monitoramento de Sistemas de Irrigação na Agricultura. Brasília, Fevereiro 2011.

GULCH, C. Movement seeks to bring back flood irrigation in some areas -

Capital Press. 2016. Disponível em: <https://coyotegulch.blog/2016/11/25/movementseeks-to-bring-back-flood-irrigation-in-some-areas-capital-press>. Acesso em: 20 dezembro de 2021.

MACEDO, A. B. M., MIRANDA, F. R., FILHO, R. R. G., TEIXEIRA, A. S., JÚNIOR, J. A. H. C., & ARAÚJO, H. F. 2010. Desempenho de um sistema de irrigação automatizado através da tensão de água no solo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 4(2), 78–81.

MAROUELLI, W. A., SILVA, W. L. C., SILVA, H. R., & VILELA, N. J. 2000. Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. Horticultura Brasileira, 18(3).

MCROBERTS, Michael. Arduino básico. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. Introdução ao Arduino. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. 25 p.

SANTANA, Leonardo Mendes; Sistema de Irrigação Automatizado, Trabalho de Conclusão de curso, UNICEUB, 2010.

SUDDUTH, K.A., KITCHEN, N.R., WIEBOLDB, W.J., BATCHELOR, W.D., BOLLEROD, G.A., BULLOCKD, D.G., CLAYE, D.E., PALMB, H.L., PIERCEF, F.J., SCHULERG, R.T., & THELENH, K.D. 2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central usa. computers and electronics in agriculture. Elsevier, 46, 263–283.

TESTEZLAF, R. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. Campinas: Feagri -Faculdade de Engenharia Agrícola, 2017.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of

Sciences of the United States of America, v. 108, n. 50, p. 20260–4, 2011.

National Academy of Sciences. Disponível em:

<https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>. Acesso em: 11 dezembro de 2021.

VAELLO, D. B. 1995. Domestic watering and agricultural irrigation control system. Patent. United States.

WENDLING, Prof. Marcelo. Sensores.2010. 19 f. Apostila (Superior) - Unesp, Guaratinguetá, 2010.

Capítulo 2



10.37423/240508994

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADIÇÃO DO RESÍDUO DE QUARTZITO EM SUBSTITUIÇÃO AO QUARTZO NA FORMULAÇÃO DA MASSA PARA REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Marcondes Mendes de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Antônio Pedro Ferreira Sousa

Universidade Federal de Campina Grande

Elias Nunes Filho

Centro de Tecnologia Mineral - IFRN

Paulo Henrique Moraes do Nascimento

*Secretaria do Desenvolvimento Econômico, da Ciência, da Tecnologia e da Inovação do RN
Universidade Federal da Paraíba*

Ilan Hudson Gomes de Santana

Maria Clara Paulino de Amorim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Maria Luiza Braz de Menezes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Julia Alves Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar através de ensaios físico-químicos o uso dos resíduos de quartzitos, em substituição ao quartzito, como componentes da massa cerâmica para a produção de grés porcelanato. Primeiramente, foram coletadas amostras de quartzito branco junto as mineradoras do seridó norte-rio-grandense, mais precisamente, da região de Parelhas, no Rio Grande do Norte. Em seguida, as matérias-primas foram moídas, passadas em uma peneira com malha de 200 Mesh e caracterizadas por meio de análise química por fluorescência de raios-X e análise de fases cristalinas por difração de raios-X. A massa cerâmica foi composta por duas formulações contendo, a primeira, 52 % de feldspato, 33 % de argila e 15% de quartzito, enquanto a segunda tinha 33% de argila, 52% de feldspato e 15% de resíduo de quartzito. Para a preparação dos corpos de prova usou-se a prensagem uniaxial, os quais em seguida foram sinterizados a 1100°C e 1200°C. Após a sinterização, os corpos-de-prova foram submetidos a ensaios de caracterização tecnológica como: absorção de água, retração linear, porosidade aparente, massa específica aparente e resistência à flexão em três pontos. Todas as formulações dos quartzitos obtiveram baixa absorção de água quando sinterizados a 1200 °C, obtendo absorção de água entre 0,1 a 0,36 % sem terem passado pelo processo de atomização. Nos ensaios de resistência à flexão todos os quartzitos encontram-se nos limites de aceitação, segundo a norma europeia EN 100, superando 27 MPa na sinterização a 1200 °C.

Palavras-chave: Quartzito, revestimento cerâmico, impactos ambientais, reutilização, quartzito.

INTRODUÇÃO

As empresas brasileiras de produção de materiais cerâmicos para construção civil estão se conscientizando da necessidade de evitar o desperdício e promover a reciclagem e o aproveitamento dos resíduos. Isto contribui positivamente para o meio ambiente, reduzindo o impacto ambiental negativo de suas atividades e o uso adequado dos recursos naturais, apresentando soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, aumentar a lucratividade de seus negócios.

Na composição da massa para o grés porcelanato é necessário que sejam satisfeitas as características microestruturais e as propriedades tecnológicas usadas nas indústrias de revestimentos cerâmicos. No que se refere ao uso desses resíduos para a produção do grés porcelanato, os aspectos são bastante positivos, pois sua composição química e mineralógica apresenta constituintes encontrados na matéria-prima proveniente das rochas quartzíticas, como o quartzo e o feldspato (LECHNER, 2017).

O quartzito é classificado geologicamente como uma rocha metamórfica, composto quase que inteiramente de grãos de quartzo. Sua origem está relacionada com ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo, tais como arenitos e cherts – rochas ricas em sílica amorfa. O quartzito é uma rocha metamórfica granoblástica que consiste principalmente de quartzo e que é formada por recristalização de arenito ou de sílex por metamorfismo regional ou de contato (MEDINA, 2018).

Uma massa cerâmica deve possuir características necessárias para possibilitar o aperfeiçoamento de um produto cerâmico. A formulação para a fabricação desse produto é uma etapa de pesquisa associada a vários testes até o desenvolvimento do produto final durante o processamento e para a obtenção das propriedades requeridas. Na fabricação de peças cerâmicas é bastante comum a mistura de dois ou mais materiais para a composição da massa (SANTOS, 2018).

As principais áreas mineralizadas de quartzitos na Paraíba estão na Província Borborema, mais precisamente nos municípios de Junco do Seridó e Várzea (Figura 1), cujos depósitos se estendem até os municípios de Equador e Ouro Branco, no Rio Grande do Norte/Brasil. Nessas áreas observa-se uma extração intensa de lajotas quadradas ou retangulares de quartzitos que servem para aplicação em revestimento de paredes, calçadas, piscinas e em pisos de construção moderna e rústica.

Nas serrarias, as placas de quartzito são transformadas em lajes quadradas ou retangulares, de larguras padronizadas e comprimento livre, de forma a propiciar o seu maior aproveitamento. As

aparas maiores são serradas, gerando os filetes. Esses são os produtos de maior valor agregado e são destinados, em sua maioria, ao mercado interno e uma pequena parcela ao mercado externo.

Diante dos impactos ambientais gerados pela produção de quartzito no município de Várzea, há a possibilidade de utilizar o resíduo de quartzito como material de carga na cerâmica branca ou porcelanato, a fim de minimizar os danos ambientais causados pela indústria mineradora da região. Dados obtidos na Serraria Itacolomy indicam que a produção de resíduos gerados pelo beneficiamento dos quartzitos é, em média, de 30 a 40 carros de mãos por dia, com um peso médio de 62,218 kg por carro.

No intuito de criar uma formulação para um grés porcelanato que dê aproveitamento aos resíduos de quartzitos em substituição ao quartzito, inseriu-se a essa formulação argila e feldspato potássico, que são utilizados na produção da cerâmica branca, para efeito de estudo e comparação.

OBJETIVOS

O objetivo desse estudo é avaliar o potencial de edição do resíduo de quartzito em substituição ao quartzito na massa cerâmica para a produção de revestimento e, dessa forma, fomentar um produto de qualidade e a reutilização dos resíduos pertencentes à cadeia mineral.

METODOLOGIA

Matérias-primas

As matérias primas utilizadas para a realização desse estudo foram a argila, o feldspato albita, o quartzito e o resíduo de quartzito – este último, fornecido por uma empresa de beneficiamento da rocha que está localizada no Seridó norte-rio-grandense –, dentre as quais já foram coletadas com a granulometria adequada, tendo sido 100% dos compostos minerais passados em peneira de 200 Mesh.

FORMULAÇÕES

Para a produção dos corpos cerâmicos, foi utilizada uma formulação padrão tanto para os corpos cerâmicos produzidos com quartzito, quanto para aqueles produzidos com quartzito, a fim de aferir, após o término da condução experimental, qual o material mais eficiente para a produção de revestimento cerâmico. Além dos compostos supracitados, foi adicionado ainda 1,2 ml de água destilada – o que corresponde a 10% da massa total de cada corpo de prova –, para a umidificação e

homogeneização das partículas, conforme a tabela 1. O somatório dos quatro elementos acrescidos da água corresponde a um total de 13,2 g, sendo o necessário para a confecção de um corpo cerâmico.

Tabela 1: Formulações dos corpos cerâmicos Fonte: Autoria própria

COMPOSTOS	F1 – quartzo (%)	F2 - quartzito (%)
Argila	33%	33%
Feldspato Albita	52%	52%
Quartzo	15%	0%
Res. de quartzito	0%	15%
Água destilada	10%	10%

A NBR 13818 estabelece um mínimo de 10 corpos cerâmicos para a realização de ensaios de absorção de água (ABNT, 1997), sendo esse valor, por conseguinte, admitido também para a execução das demais análises físicas laboratoriais. Pressupondo a inevitável ruptura de algumas peças, julga-se preferível nesse estudo a produção de uma quantia mínima de 14 corpos de prova – utilizando para isso o volume de massa cerâmica compatível a 15 vezes a massa de cada corpo de prova (13,2 g), visto que é necessário suprir as perdas de massa que ocorreriam ao longo de todo o processo de manipulação da matéria.

PREPARO DA MASSA CERÂMICA PARA REVESTIMENTO

Para o preparo da massa cerâmica, inicialmente, serão pesadas as massas de cada elemento em balança analítica, prosseguindo-se com a completa homogeneização a seco das partículas e sucessiva umidificação das formulações com água destilada (10%), adquirindo a mistura consistência granulada e parcialmente seca para o processo de conformação (CERÂMICA, 2018).

Devidamente homogeneizadas e umedecidas, todas as formulações serão acondicionadas em sacos plásticos por um período de 24 horas, a fim de garantir a conservação da sua umidade interna. Para a compactação dos corpos de prova, 12 gramas da massa cerâmica com adição de 10% de água serão dispostos em uma matriz uniaxial com dimensões de 60 x 20 x 5 mm, da qual, após prensagem à 2,5 ton. mantida por um período de 1 minuto em prensa da marca Marcon, serão extraídas 14 amostras para cada formulação. Em seguida, os corpos de prova serão submetidos à secagem em estufa a 110°C por 24 horas, onde deverá ocorrer a perda da umidade e a consolidação da resistência mecânica à verde.

A etapa de sinterização dos corpos de prova acontecerá em forno mufla, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 10°C/min. A sinterização das peças ocorrerá à 1100°C e 1200°C, sendo o consecutivo resfriamento efetivado de forma lenta e gradual, com o forno desligado e fechado até o alcance da temperatura ambiente.

Por fim, destaca-se que para a realização da caracterização física, os corpos cerâmicos serão pesados em balança de precisão e terão suas dimensões aferidas com o auxílio de um paquímetro digital imediatamente após os processos de prensagem, secagem e sinterização, sendo registrados os valores correspondentes a largura, comprimento, espessura, peso, peso úmido e peso imerso das peças – estes dois últimos aferidos somente após o processo de sinterização.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS CORPOS-DE-PROVA

O objetivo da caracterização dos corpos-de-prova confeccionados a partir da argila, do feldspato, do quartzo e resíduo de quartzito, é determinar suas características físico-químicas e tecnológicas. Para a realização da caracterização física dos corpos cerâmicos, será utilizada uma quantidade mínima de 10 corpos de prova, onde deverão ser realizados ensaios de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente, conforme metodologia descrita por Souza (2015).

RESULTADOS

RETRAÇÃO LINEAR

A Figura 1 apresenta a média do comportamento da Retração Linear dos corpos-de-prova sinterizados a 1100°C e 1200°C, no qual o aumento da temperatura demonstra aumento na Retração Linear. De acordo com os resultados, as amostras de Quartzo apresentam os menores valores de Retração Linear, de -1,02% na temperatura de 1100°C e 2,70% na de 1200°C, uma diferença de aproximadamente 2% em cada temperatura. O Lote I apresenta o menor valor de todos, sendo valor negativo, indicando expansão dos corpos-de-prova.

Já as amostras de Quartzito têm os maiores valores, de 0,52% na temperatura de 1100°C e 6,04% na de 1200°C, apresentando um grande aumento da Retração Linear dos corpos-de-prova com a temperatura de 1200°C, uma diferença de aproximadamente 6%, indicando grande compressão dos corpos de prova em temperatura mais elevada.

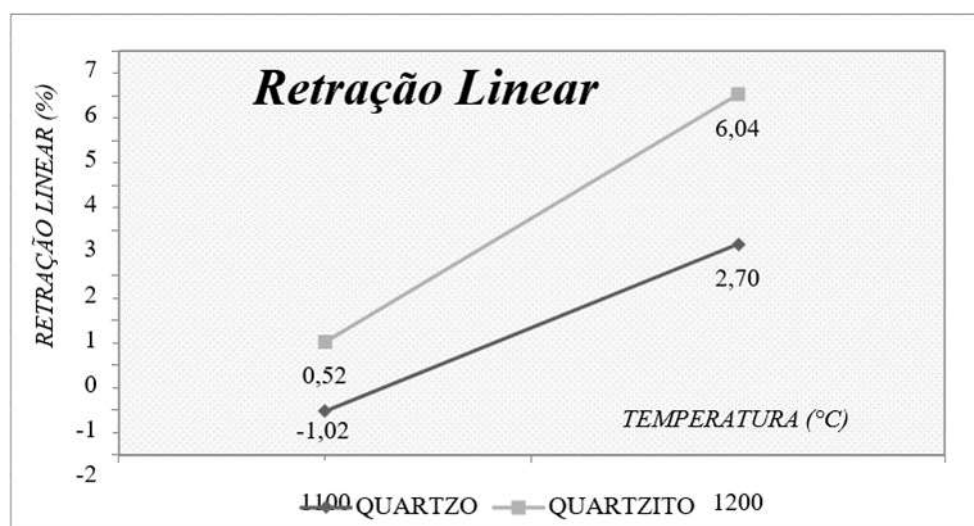


Figura 1: Gráfico de retração linear Fonte: Autoria própria.

O Quartzo presente na formulação promove redução na Retração Linear de queima, pela presença de sílica livre. Já como o Quartzito é formado pelo processo de metamorfismo do arenito, pode ser o fator significativo para os valores de Retração Linear mais alto, apresentando uma menor resistência de condutividade térmica comparado ao Quartzo.

POROSIDADE APARENTE

A Figura 2 apresenta a média do comportamento da Porosidade Aparente dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° C e 1200° C, o aumento na temperatura demonstra uma diminuição na porosidade. As amostras de Quartzo apresentam os maiores valores de Porosidade Aparente, de 33,75% na temperatura de 1100° C e 26,11% na de 1200° C, uma diferença de aproximadamente 7% em cada temperatura. As amostras de Quartzito têm os menores valores, de 30,75% na temperatura de 1100° C e 17,65% na de 1200° C, apresentando uma maior variação da Porosidade Aparente dos corpos- de-prova, de aproximadamente 23%, na mudança de temperatura.

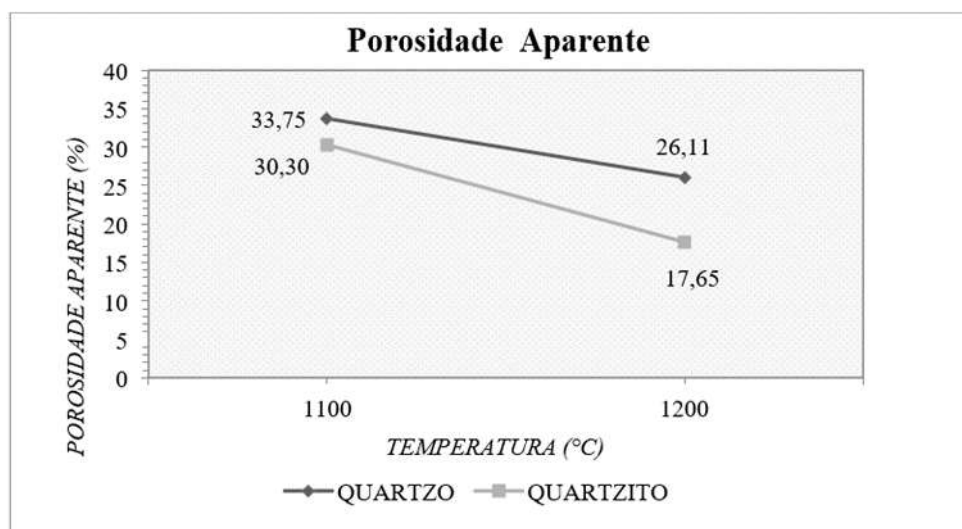


Figura 2:Gráfico de porosidade aparente Fonte: autoria própria.

Os valores de Porosidade Aparente podem estar relacionados aos valores de Retração Linear em cada temperatura. O Quartzo por conter grãos mais angulosos e de alta esfericidade já faz com que as peças tenham uma porosidade mais elevada, e por apresentar valores baixos de retração indicando expansão dos corpos-de-prova auxiliam numa maior porosidade.

Enquanto as peças de Quartzito por apresentarem valores maiores de Retração Linear indicando compressão, faz com que os grãos estejam mais compactados, apresentando uma porosidade mais baixa. Como mostra os dados do Lote II de Quartzito, em temperaturas de 1200° C, nos dados de Retração Linear, que apresenta o maior valor, indicando maior compressão, e os dados de porosidade, apresentam o menor valor, tendo com grãos mais conectados.

ABSORÇÃO DE ÁGUA

A Figura 3 apresenta a média do comportamento da Absorção de Água dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° C e 1200° C. O aumento na temperatura demonstra uma diminuição na absorção de água. As amostras de Quartzo apresentam os maiores valores de Absorção de Água, de 27,85% na temperatura de 1100° C e 17,36% na de 1200° C, uma diferença de aproximadamente 10% em cada temperatura. As amostras de Quartzito têm os menores valores, de 25,05% na temperatura de 1100° C e 11,99% na de 1200° C, apresentando uma maior variação da Porosidade Aparente dos corpos-de-prova, de aproximadamente 14%, na mudança de temperatura.

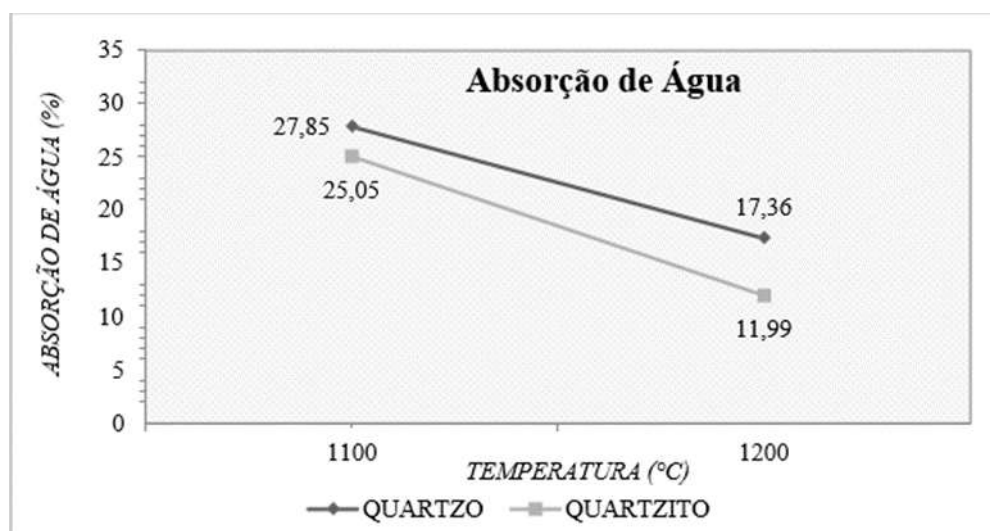


Figura 3:Gráfico de absorção de água

Fonte: autoria própria.

Assim como apresentou uma melhor porosidade, as peças de Quartzo também mostraram ter uma melhor Absorção de Água, atribuindo-se tal comportamento maior quantidade de poros dos corpos-de-prova, relacionado ao processo de compactação e da temperatura de sinterização, devido a Retração Linear baixa as peças apresentaram maior Absorção de Água.

Da mesma forma aconteceu com as peças de Quartzito, como apresentaram uma porosidade mais baixa a Absorção de Água foi menor, comparado as peças de Quartzo, isso demonstra uma menor quantidade de poros, os corpos-de-prova da formulação de Quartzito tiveram maior compressão na sinterização, responsável pelo fechamento e arredondamento parcial dos poros, durante o processo os matérias fundiram e preencheram os poros, absorvendo menos água.

MASSA ESPECÍFICA APARENTE

A Figura 4 apresenta a média do comportamento da Massa Especifica Aparente dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° C e 1200° C, o aumento na temperatura demonstra uma aumento da Massa Especifica Aparente. As amostras de Quartzo apresentam valores da Massa Especifica Aparente, de - 1,203g/cm² na temperatura de 1100° C e 1,515 g/cm² na de 1200° C, uma diferença de aproximadamente 0,3 g/cm² em cada temperatura. As amostras de Quartzito têm valores, de 1,199 g/cm³ na temperatura de 1100° C e 1,512 g/cm³ na de 1200° C, apresentando uma variação da Massa Especifica Aparente dos corpos-de-prova de aproximadamente 0,3 g/cm³ na mudança de temperatura.

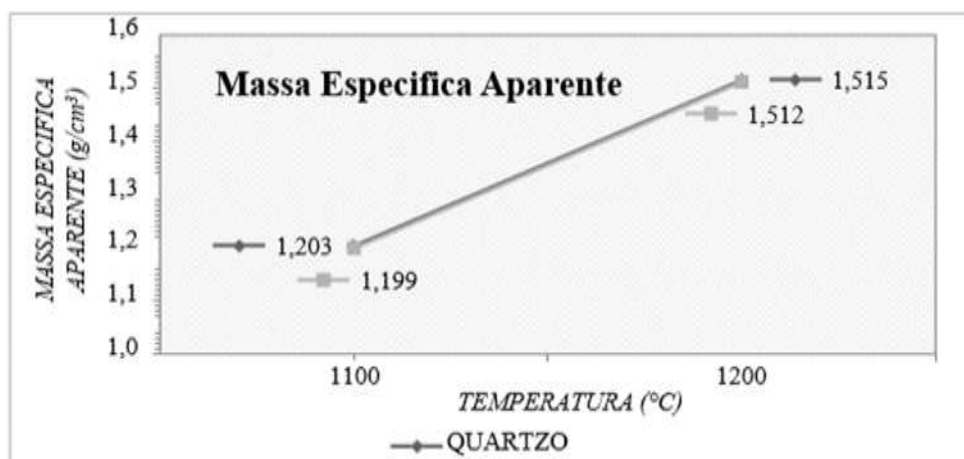


Figura 4:Gráfico da massa específica aparente Fonte: autoria própria.

Os corpos-de-prova, tanto de Quartzito e Quartzito, apresentaram valores similares, até na diferença de temperaturas, com a mesma variação. Os valores de Massa Específica Aparente são proporcionais ao aumento de temperatura, quanto maior a temperatura maior a Massa Específica Aparente.

Os resultados demonstram um comportamento de densificação. No processo de sinterização, quando aumenta a temperatura ocorre o aumento da quantidade de fase vítrea, penetrando e preenchendo os poros na fase líquida, sendo assim, maior é a densidade dos corpos cerâmicos. Neste processo, acontece à difusão no estado sólido e formação de fase líquida, com isso há um preenchimento dos poros. A temperatura de sinterização influencia diretamente na densificação dos corpos-de-prova cerâmico, bem como na resistência mecânica dos mesmos (SOUZA, 2015).

CONCLUSÕES

Conclui-se, a partir deste trabalho, a importância da cerâmica no dia a dia de todos, porém vê-se uma necessidade dos testes nas mesmas, para, dessa forma, ver a qualidade que a cerâmica possui. Nisto, pode-se ver se a cerâmica possui boa resistência de impacto, além das formas de absorção de água que a mesma possui. A partir desses métodos de testes das cerâmicas, vê-se como são feitas, além de verificar sua qualidade, em termos de minerais bons e propícios para o investimento nas mesmas.

Além desses fatores, vê-se a importância da utilização do Quartzito nas massas cerâmicas, principalmente pela diferença de absorção de água, onde a cerâmica com a massa de quartzito absorve menos água, se comparado a cerâmica com composição de quartzo a sua massa. A partir deste trabalho, foi concluído que a resistência aparente da cerâmica com presença de quartzito é maior do que a que teve presença do quartzo. Sendo assim, a cerâmica com quartzito em sua

composição pode receber um pouco mais de impacto e demorar um pouco mais para romper-se, diferentemente da cerâmica com quartzo em sua massa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CERÂMICA, Associação Brasileira de. Informações técnicas - Processo de fabricação. Disponível em: <<https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>>. Acesso em: 01 ago. 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimentos: especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 78 p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento: classificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 3 p.
4. SOUZA, MM. Estudo da adição de resíduos de quartzitos para obtenção de grés porcelanato. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 97p., 2015.
5. MEDINA, Juan Pablo. Mining development and macroeconomic spillovers in Chile. Resources Policy, [s.l.], p.1-25, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.008>. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0301420717303343/1-s2.0-S0301420717303343main.pdf?_tid=324a7e98-fc28-4ac1-ba81fdd21f932e3d&acdnt=1536606483_ace772004061973c280024cadacd8bb8>. Acesso em: 09 set. 2018.
6. LECHNER, Alex M. et al. Challenges of integrated modelling in mining regions to address social, environmental and economic impacts. Environmental Modelling & Software, [s.l.], v. 93, p.268-281, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.03.020>. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815216305631>>. Acesso em: 09 set. 2018.
7. SANTOS, Camila Augusta Melo dos; NASCIMENTO, Maria Selma Ribeiro do. Um ambiente ecologicamente equilibrado.2018. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração Pública, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3174>>. Acesso em: 09 set. 2018.

Capítulo 3



10.37423/240509017

INFLUÊNCIA DA RECIRCULAÇÃO DE EFLUENTE NO COMPORTAMENTO DE UM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO APLICADO AO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL

Edgar Augusto Aliberti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Camila Zoe Correa

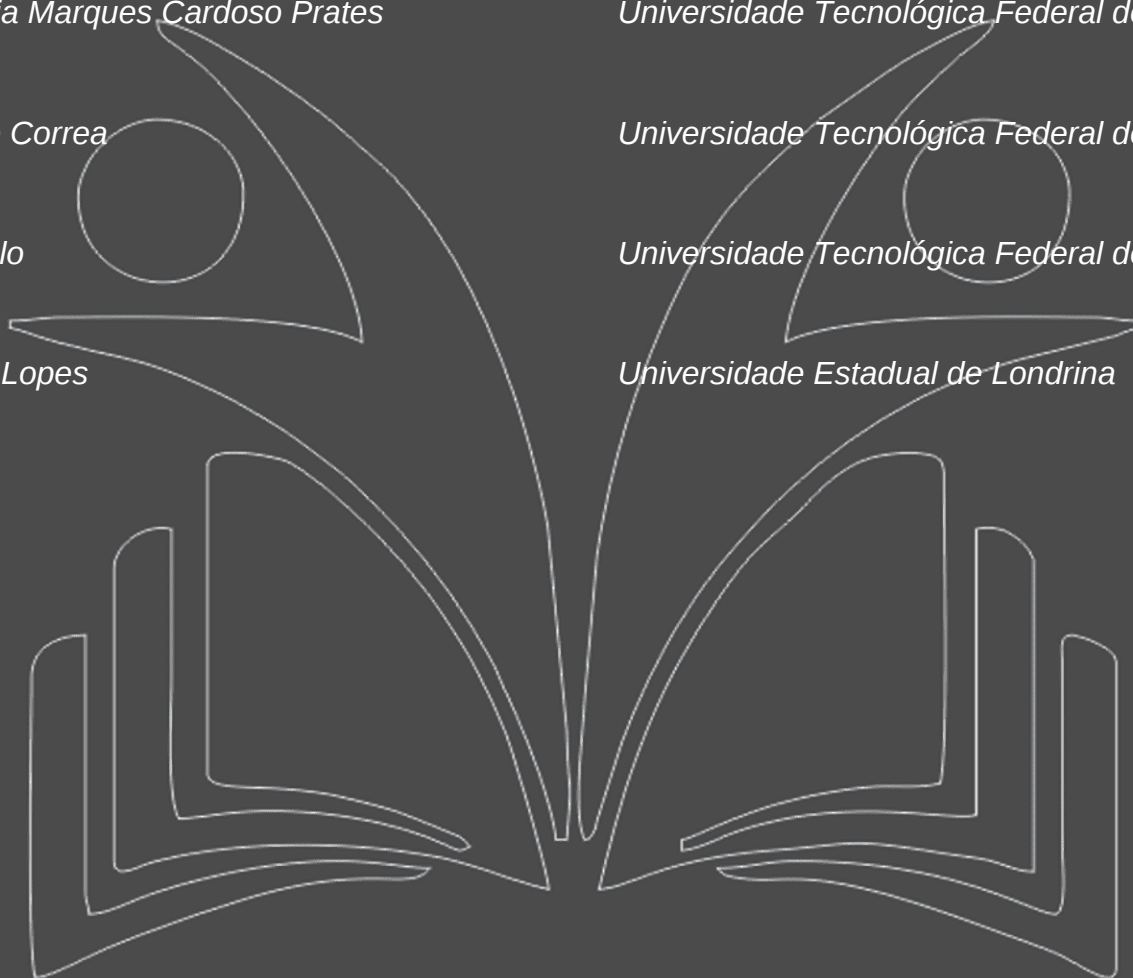
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ajadir Fazolo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Deize Dias Lopes

Universidade Estadual de Londrina



Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da recirculação de efluente no comportamento de um reator de leito estruturado quanto a remoção de matéria orgânica e nitrogênio de águas residuárias geradas na indústria de laticínios. Utilizou-se um reator construído em acrílico em escala de bancada com volume total de 2,27 L e volume útil de 1,62 L. O leito estruturado foi composto por quatro estruturas cilíndricas de espuma de poliuretano fixadas no interior do reator. O reator foi operado com duas fases experimentais: Fase I sem recirculação de efluente e Fase II com recirculação de efluente a uma taxa de três vezes a vazão de entrada. O tempo de detenção hidráulico (TDH) foi mantido em 16h. O monitoramento foi realizado por meio de análises de pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+), nitrito (N-NO_2^-), nitrato (N-NO_3^-) e Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT). Obteve-se na Fase I remoções de DQO_T , DQO_F , NKT e nitrogênio total (NT) de $88\pm 5\%$, $85\pm 15\%$, $81\pm 8\%$ e $57\pm 21\%$, respectivamente. Mesmo não havendo diferença significativa entre os parâmetros de DQO_T , DQO_F e NKT, a Fase II apresentou melhores resultados com eficiências de remoção de $90\pm 10\%$, $86\pm 8\%$ e $82\pm 6\%$, respectivamente, no entanto para a remoção de NT houve diferença significativa, onde a Fase II apresentou uma remoção de $78\pm 9\%$. Desta forma, concluiu-se que o sistema operado com recirculação de efluente proporcionou um aumento nas eficiências de remoção, demonstrando ser vantajoso principalmente para a remoção de NT e promoção de um ambiente estável e favorável para processos combinados.

INTRODUÇÃO

Tratar águas residuais provenientes de indústrias é uma grande preocupação na questão de proteção ao meio ambiente, principalmente se for levado em conta o número de indústrias e as grandes quantidades de efluentes geradas. As indústrias requerem enorme quantidade de água para processamento, além de produzir efluentes que na maioria dos casos são prejudiciais para as pessoas e principalmente para o meio ambiente (Deblonde et al., 2011; Santhosh et al., 2016).

Uma das grandes produtoras de águas residuais são as indústrias de laticínios, especialmente devido à limpeza das suas instalações (Martínez-Suller et al., 2010). Esses efluentes são derivados de várias unidades de processamento, incluindo lavagem, sanitização e várias etapas na fabricação de produtos. No entanto, suas propriedades físicas e químicas dependem do setor de alimentos, variando de acordo com o tipo e a quantidade do produto (Gough et al., 2000; Martínez-Suller et al., 2010). Além disso, são caracterizados por alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH variante, alto teor de nitrogênio amoniacal, bem como resíduos de produtos químicos utilizados na limpeza e desinfecção (Cannon et al., 2000; Martínez-Suller et al., 2010; Kushwaha et al., 2011).

Devido essas características, há dificuldade de tratar completamente as águas residuárias. Com isso, é essencial o desenvolvimento de processos eficientes para degradar os compostos dessa água residuária de forma adequada, minimizando as concentrações de matéria orgânica e nitrogênio, de forma a cumprir as leis ambientais (Gogate e Pandit, 2004). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) o Brasil é um dos maiores produtores de leite no âmbito mundial, fazendo-se necessário, portanto, buscar novos métodos de tratamento.

Atualmente, os processos biológicos para tratar águas residuárias se mostram promissores, pois têm apresentado resultados satisfatórios na remoção de matéria orgânica e nutrientes em sistemas que utilizam apenas um reator, como os reatores de leito estruturado de fluxo contínuo (Correa et al., 2018; Wosiack et al., 2015).

Devido ao aumento na utilização de produtos lácteos (Daneshvar et al., 2019) e aos resultados que essa configuração de reator vem apresentando, o reator de leito estruturado de fluxo contínuo pode ser utilizado como uma alternativa no tratamento de efluentes gerados na indústria de laticínios quanto a eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrogênio quando operado sob aeração

intermitente com e sem recirculação, o que torna o sistema mais viável em termos de economia de energia.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da recirculação no comportamento de um reator de leito estruturado quanto a remoção de matéria orgânica e nitrogênio de efluentes gerados na indústria de laticínios.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi utilizado um sistema de tratamento em escala de bancada, sendo formado por um reator de formato cilíndrico construído em acrílico com volume total de 2,27 L e volume útil de 1,62 L. O leito estruturado foi composto por quatro estruturas cilíndricas de espuma de poliuretano utilizadas como material suporte, sendo fixadas por hastes de ferro no interior do reator, equivalendo a 0,45 L do volume total. Seguindo o que foi proposto por Van Haandel e Lettinga (1994) aproximadamente 10% do volume total do reator foi preenchido por lodo, o que correspondeu 0,20 L do volume total.

Para alimentação do sistema utilizou-se um efluente oriundo de uma indústria de laticínios situada na região norte do Paraná que dentro do seu processo produtivo produz leites, queijos e iogurtes. O efluente foi coletado após o sistema de flotação da própria estação de tratamento de efluentes da indústria. A coleta ocorria quinzenalmente e o efluente era acondicionado em galões e armazenado em geladeira (4°C) para que não ocorresse alteração em suas características até a utilização.

O sistema foi operado sob fluxo contínuo e aeração intermitente com ciclos de aeração de 2h aerando e 1h não aerando. O tempo de detenção hidráulico (TDH) foi de 16h e a temperatura de 28°C. Foram trabalhadas duas fases experimentais, sendo a Fase I operada sem recirculação de efluente e a Fase II com recirculação de efluente a uma taxa de 3 vezes a vazão de entrada ($Q_r = Q_e \times 3$).

Foram realizadas análises físico-químicas para monitoramento do sistema de tratamento, sendo essas realizadas tanto no afluente quanto no efluente de acordo com as metodologias descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). No laboratório de Hidráulica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina foram realizadas as análises de pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$). E no laboratório de Hidráulica e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina foram realizadas análises de nitrito ($N-NO_2^-$), nitrato ($N-NO_3^-$) e Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT).

As eficiências de remoção de NKT, DQOT e DQO foram calculadas com base nas concentrações afluentes e efluentes dos respectivos parâmetros. No cálculo dos percentuais de desnitrificação, de

remoção de Nitrogênio Total (NT) e remoção de NKT foram consideradas as equações propostas por Barana et al. (2013). A análise estatística dos dados foi feita utilizando o software Excel 2019, onde utilizou-se o teste de hipótese teste t-Student com um nível de significância de $\alpha = 0,05$ (p-valor < 0,05), para amostras dependentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH afluentes ao sistema foram diferentes estatisticamente entre as Fases I e II, sendo $6,8 \pm 0,4$ e $7,5 \pm 0,6$, respectivamente. No entanto, os pH efluentes foram semelhantes estatisticamente e superiores aos de entrada em ambas as fases $8,3 \pm 0,3$ para fase I e $8,4 \pm 0,5$ para a fase II. Provavelmente, esse aumento se deve a geração de alcalinidade no sistema, o que pode ser confirmado por Metcalf & Eddy (2015) e Bitton (2005), que descreveram que conforme os compostos nitrogenados são biodegradados nos sistemas aeróbicos ou anaeróbicos há um aumento da alcalinidade, o que mantém o pH estável. Ainda, percebe-se que o pH da Fase II foi levemente superior ao da Fase I, isso pode estar associado a recirculação do efluente, que faz com que o pH da mistura na entrada do reator seja mais elevado.

As concentrações médias afluente e efluente para DQOT, DQOF e NKT, bem como as eficiências de remoção desses parâmetros são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentrações médias afluentes, efluentes e percentual de remoção de DQOT,

Fase	DQOT, DQOF e NKT obtidos nas fases trabalhadas.								
	DQOT (mg.L^{-1})		DQOF (mg.L^{-1})		NKT (mg.L^{-1})		Eficiência de Remoção (%)		
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	DQOT	DQOF	NKT
I	811 ± 336	91 ± 38	595 ± 236	86 ± 86	30 ± 5	6 ± 2	88 ± 5^a	85 ± 15^a	81 ± 8^a
II	1051 ± 632	62 ± 31	431 ± 334	44 ± 16	25 ± 0	5 ± 2	90 ± 10^a	86 ± 8^a	82 ± 6^a

Nota¹: Letras iguais nas colunas resultam em equivalência estatística dos valores ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria própria.

Observando a Tabela 1, nota-se que as médias de remoção de DQOT, DQOF e NKT não apresentaram diferença significativa entre as fases, sendo superiores a 88% para a DQOT, 85% para DQOF e 81% para NKT. Mesmo não havendo diferença significativa, as médias de remoção na Fase II foram superiores as da Fase I. Como todos esses processos ocorrem concomitantemente uma hipótese válida para explicar tal fato é apresentada por Almeida et al. (2018), onde os autores descrevem que a recirculação pode facilitar a transferência de massa, além de promover a diluição de NH_4^+ , NO_2^- e NO_3^- ,

resultando portanto, em uma capacidade de manter o sistema estável, conseqüentemente, melhorar os processos combinados.

O trabalho de Moura et al. (2018) apresenta resultados semelhantes ao presente trabalho. Os autores utilizaram um reator de leito estruturado submetido a recirculação de três vezes a vazão de entrada e aeração intermitente para tratar esgoto doméstico. Para remoção de DQO, NT e NKT, obtiveram remoções superiores a 90%, 69% e 77%, respectivamente, quando o sistema foi operado com ciclos de aeração intermitente de 2/1.

Os resultados das concentrações de N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^- , bem como as eficiências de desnitrificação e de remoção de NT podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Concentrações de N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^- e eficiência de desnitrificação e de remoção de NT obtidos em ambas as fases.

Fase	N-NH_4^+ (mg.L^{-1})		N-NO_2^- (mg.L^{-1})	N-NO_3^- (mg.L^{-1})	Eficiência (%)	
	Afluente	Efluente	Efluente	Efluente	Desnitrificação	Remoção de NT
I	0,5±1,7	0,3±1,1	0,5±0,7	5,7±4,7	70±23 ^a	57±21 ^a
II	3,5±2,5	0,0±0,0	0,1±0,0	0,9±1,0	95±5 ^b	78±9 ^b

Nota¹: Letras iguais nas colunas resultam em equivalência estatística dos valores ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria própria.

Com a Tabela 2, nota-se que não houve equivalência estatística nas fases trabalhas para os resultados de eficiência de desnitrificação e remoção de NT, onde a Fase II apresentou maior eficiência. De acordo com os dados de Moura et al. (2018) uma possível explicação para a melhor eficiência na Fase II, é que a recirculação e a aeração intermitente promovem uma mistura ideal dentro do reator. O trabalho dos autores apresentou ainda eficiências de desnitrificação superiores a 89%. O que mostra que a recirculação promove uma melhoria no tratamento de águas residuárias, deixando um ambiente propício para os microrganismos trabalharem em conjunto.

Comparando os resultados obtidos no presente trabalho com os resultados do trabalho de Netto e Zaiat (2012), onde utilizaram um sistema com biomassa imobilizada em espuma de poliuretano e recirculação de efluente no tratamento de esgoto doméstico, notou-se que os autores obtiveram melhores resultados de remoção de NT (55%) e DQO (92%) quando o sistema foi operado com uma razão de recirculação igual a três vezes a vazão afluente em comparação com os resultados quando não houve recirculação, 21% e 91% para NT e DQO, respectivamente.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reator de leito estruturado quando operado sob aeração intermitente e com recirculação de efluente apresentou altas eficiências de remoção de DQOT, DQOF e NT, 90%, 86% e 78%, respectivamente, resultando em um efluente final com características totalmente diferentes. Como a recirculação interferiu diretamente nos processos de nitrificação e desnitrificação simultâneos, essa configuração poderia de fato ser aplicada para o tratamento de águas residuárias de laticínios, pois levaria a redução dos custos de construção e operação quando comparados aos sistemas convencionais.

Do exposto, pode-se concluir que o sistema operado com recirculação de efluente interferiu nas eficiências de remoção, demonstrando ser vantajoso principalmente para a remoção de nitrogênio total e promoção de um ambiente estável e favorável para processos combinados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. B. et al. Nitrogen removal by simultaneous partial nitrification, anammox and denitrification (SNAD) in a structured-bed reactor treating animal feed processing wastewater: Inhibitory effects and bacterial community. *International biodeterioration & biodegradation*, v. 133, p. 108-115, 2018.
- APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22 ed. Washington, DC: APHA, 2012.
- BARANA, A. C. et al. Nitrogen and organic matter removal in an intermittently aerated fixed-bed reactor for post-treatment of anaerobic effluent from a slaughterhouse wastewater treatment plant. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 1, n.3, p. 453-459, 2013.
- CANNON, A. D. et al. SE—structures and environment: pilot-scale development of a bioreactor for the treatment of dairy dirty water. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 77, n. 3, p. 327-334, 2000.
- CORREA, C. Z. et al. Nitrification/denitrification of real municipal wastewater in an intermittently aerated structured bed reactor. *Journal of Water Process Engineering*, v. 23, p. 134-141, 2018.
- DANESHVAR, E. et al. Sequential cultivation of microalgae in raw and recycled dairy wastewater: microalgal growth, wastewater treatment and biochemical composition. *Bioresource technology*, v. 273, p. 556-564, 2019.
- DEBLONDE, T. et al. Emerging pollutants in wastewater: a review of the literature. *International journal of hygiene and environmental health*, v. 214, n. 6, p. 442-448, 2011.
- GOGATE, P. R.; PANDIT, A. B. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. *Advances in Environmental Research*, v. 8, n. 3-4, p. 501-551, 2004.
- GOUGH, R. H. et al. Prediction of effluent biochemical oxygen demand in a dairy plant SBR wastewater system. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, v. 35, n. 2, p. 169-175, 2000.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção da Pecuária Municipal* 2016. 2017.
- KUSHWAHA, J. P.; et al. An overview of various technologies for the treatment of dairy wastewaters. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 51, n. 5, p. 442-452, 2011.
- MARTÍNEZ-SULLER, L. et al. The composition of dirty water on dairy farms in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, p. 67-80, 2010.
- MOURA, R. B. et al. Carbon-nitrogen removal in a structured-bed reactor (SBRRIA) treating sewage: Operating conditions and metabolic perspectives. *Journal of environmental management*, v. 224, p. 19-28, 2018.
- NETTO, A. P. O.; ZAIAT, M. Treatment of Domestic Sewage in an Anaerobic–Aerobic Fixed-bed Reactor with Recirculation of the Liquid Phase. *CLEAN–Soil, Air, Water*, v. 40, n. 9, p. 965-971, 2012.

SANTHOSH, C. et al. Role of nanomaterials in water treatment applications: a review. Chemical Engineering Journal, v. 306, p. 1116-1137, 2016.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. Anaerobic sewage treatment: a practical guide for regions with a hot climate. John Wiley & Sons, 1994.

WOSIACK, P. A., et al. Removal of COD and nitrogen from animal food plant wastewater in an intermittently-aerated structured-bed reactor. Journal of environmental management, v. 154, p. 145-150, 2015.

Capítulo 4



10.37423/240509035

TESOUROS DA BOTÂNICA: UMA VIAGEM PELOS TIPOS DE FOLHAS

Cynara Carmo Bezerra

Universidade do Estado do Amazonas

Jander de Souza Tavares

Escola Estadual Dom Gino Malvestio

Andreza Lima da Silva

Universidade do Estado do Amazonas

Antônia Sheila Inácio da Silva

Universidade do Estado do Amazonas

Clarissa Gabrielle Lima da Silva

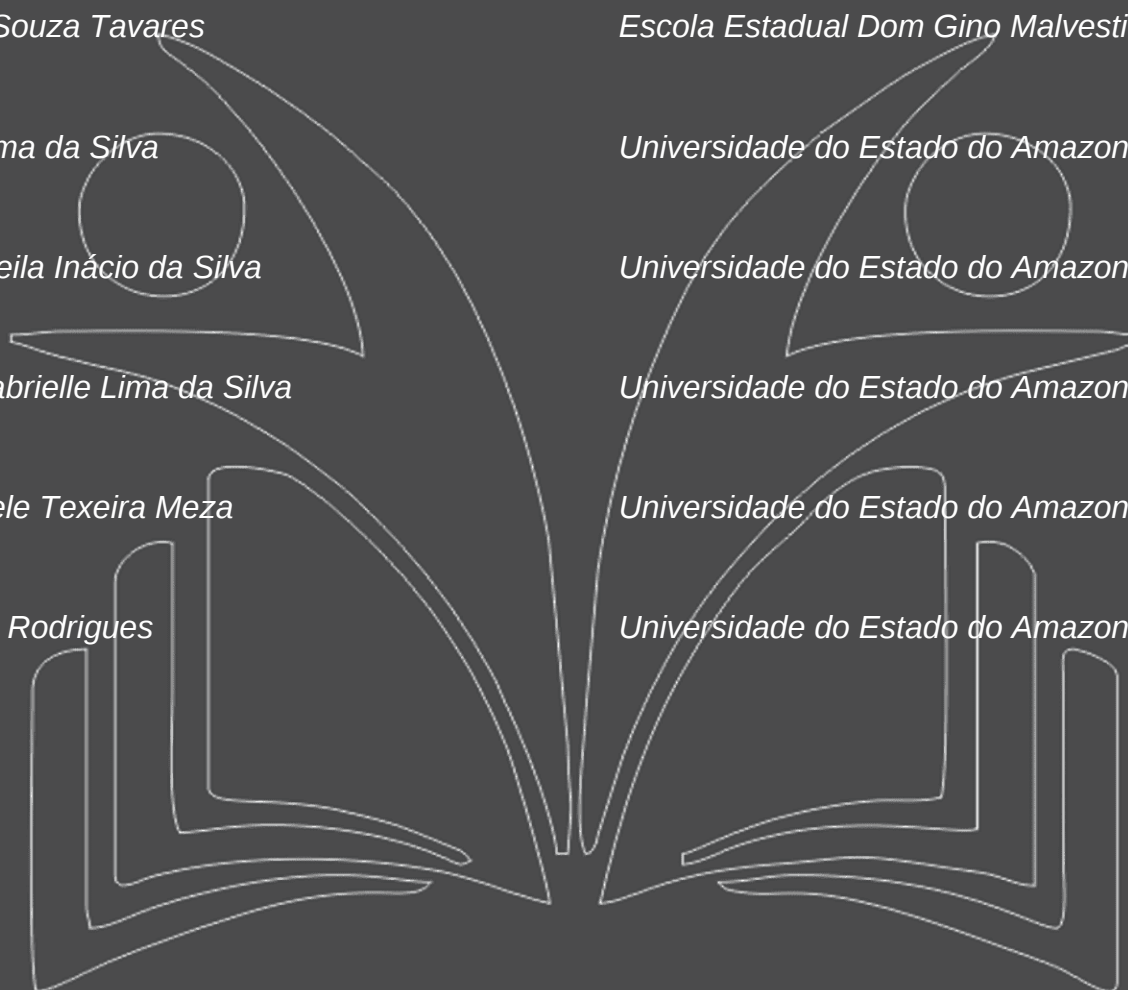
Universidade do Estado do Amazonas

Maria Isabele Texeira Meza

Universidade do Estado do Amazonas

Marta Silva Rodrigues

Universidade do Estado do Amazonas



Resumo: A aprendizagem ativa e significativa tem se tornado um dos grandes desafios para os profissionais de ensino, principalmente para os professores da disciplina de Biologia, os investimentos na educação não são suficientes para suprir a demanda de recursos necessários para a efetivação de um ensino de qualidade. Observamos em sala de aula alunos desestimulados e apáticos com os estudos, fazem apenas o mínimo sem almejar o êxito de seus próprios esforços. Em razão desse cenário, é necessário trabalhar metodologias alternativas e eficazes, visando sempre a participação e interação direta dos discentes como protagonistas de sua trajetória escolar, os estimulando a conhecer e aprender novos conhecimentos. Diante dos obstáculos que os professores de Biologia enfrentam no cotidiano, fica quase que indispensável a busca pelo aperfeiçoamento das aulas com recursos metodológicos que tornem as aulas mais atrativas e dinâmicas. Partindo dessa perspectiva, foi desenvolvido o projeto Tesouros da Botânica- Uma viagem pelos tipos de folhas, com o objetivo de desenvolver habilidades de pesquisa, observação e classificação dos tipos de folhas, compreender como as características das folhas estão relacionadas com a adaptação das plantas a diferentes ambientes e explorar o lado artístico de cada discente, teve como público-alvo alunos das turmas de 2º anos do Ensino Médio, na Escola Estadual Dom Gino Malvestio, em Parintins/AM, este projeto seguiu uma sequência didática elaborada pelas residentes do Programa de Residência Pedagógica (PRP), com aula teórica, aula de campo, confecção das Bioartes, das exsicatas e dos mapas mentais, materiais que resultaram na construção de dois exemplares de álbuns que podem ser usados como material didático nas aulas de botânica e ecologia. No decorrer das descrições de todo processo da realização do projeto, é possível observar os aspectos pedagógicos utilizados, buscam promover habilidades cognitivas, comunicativas e sociais de forma integrada, estimulando a construção de conhecimento dos estudantes, ao mesmo tempo como uma proposta de ensino construtivista para os professores.

Palavras-chaves: Sequência didática; Metodologia alternativa; Participação ativa.

INTRODUÇÃO

O Programa de Residência Pedagógica (PRP) potencializa as práticas pedagógicas contribuindo significativamente na carreira acadêmica dos residentes, através das experiências em sala de aula, é notório a importância da instrumentação de sequências didáticas para o aprimoramento de temáticas abstratas e contextualizadas com a realidade dos discentes.

O ensino de Biologia na educação básica nas escolas públicas enfrenta muitas dificuldades na aplicação de atividades práticas por falta de recursos, estrutura limitada, a maioria das escolas são desprovidas de laboratório de ensino para aplicação de aulas práticas.

A Botânica do grego “botanike” é a ciência que estuda as plantas (Peraçoli; Carniato, 2008). Estas são componentes formadores do Reino Plantae composto exclusivamente por seres monofiléticos, eucariontes que possuem uma organela na qual está presente a clorofila denominada cloroplasto capaz de realizar fotossíntese (Raven et al., 2001).

Soares (2020), ao fazer um levantamento dos trabalhos apresentados em congressos sobre o ensino de Botânica, observou que o estudo do meio é uma das estratégias mais investigadas como ferramenta para trabalhar esta disciplina. Sendo assim, a contextualização é um requisito fundamental para o aprendizado, pois traz aspectos que compõem a realidade do estudante, tornando o objeto de estudo mais concreto, evitando que o conhecimento seja superficial e facilmente esquecido.

É indiscutível que as plantas são fundamentais para a existência e manutenção da vida no planeta em razão de diversos processos realizados por estes organismos, como fotossíntese, produção de alimentos, além de outros que mantêm vivos os ecossistemas. Entretanto, há uma grande dificuldade no ensino de Botânica no ambiente escolar. (Amadeu & Maciel, 2014; Arrais, Sousa & Masrua, 2014; Corrêa et al., 2016).

Além da importância ecológica das plantas para todos os seres vivos da terra, enquanto produtoras nas cadeias alimentares, auxiliares na diminuição da temperatura nos ecossistemas e componentes indissociáveis de todos os tipos de habitats para uma infinidade de organismos. Dessa forma, as plantas são essenciais para a manutenção da vida na Terra, já que estão na base da teia trófica, servindo de alimento para os animais herbívoros.

É importante que o professor elabore estratégias que motivem para o aprendizado significativo dessa disciplina, realizando aulas mais dinâmicas que estimulem a participação e despertem a curiosidade (Silva, Cândido & Lima, 2018). Dessa forma, tornando-as mais interessantes e atrativas,

consequentemente motivará os estudantes a serem mais ativos e estes aprenderão sobre o ambiente em que vivem.

Sendo necessário o desenvolvimento e a experimentação de novas abordagens de ensino, que considerem não apenas o cognitivo, mas também a sensibilidade, a afetividade e a ludicidade, no processo de ensino-aprendizagem (Massa, 2015). Na perspectiva de formar estudantes cada vez mais criativos e inovadores; críticos e cientes de seu papel na escola e no mundo (Pinto et al., 2012; Martins et al., 2015).

Segundo Nicola e Paniz (2016), a sala de aula constitui um ambiente pouco atrativo tanto para o aluno quanto para o professor, ao passo que os assuntos de biologia, quando trabalhados fora da sala de aula e com a utilização de recursos didáticos, torna-se estimulante e dinâmico.

Aulas de campo, onde é possível ter contato com as plantas e assim vislumbrar a grande diversidade desses seres, são estratégias significantes para o ensino da Botânica e compreensão dos conteúdos, uma vez que o campo chama mais atenção dos alunos, em relação à sala de aula, pela sua heterogeneidade.

O aprendizado significativo é baseado na valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, para que a partir da associação deles com os novos conhecimentos, os educandos consigam construir estruturas mentais capazes de elaborar uma aprendizagem significativa, caracterizada como eficaz e prazerosa (Grossi, Leroy & Almeida, 2015).

Como proposta de recursos que podem tornar as aulas de biologia mais cativantes, elaboramos uma sequência didática sobre a temática conservação e preservação, buscando meios alternativos e colaborativos para a aprendizagem ativa dos estudantes.

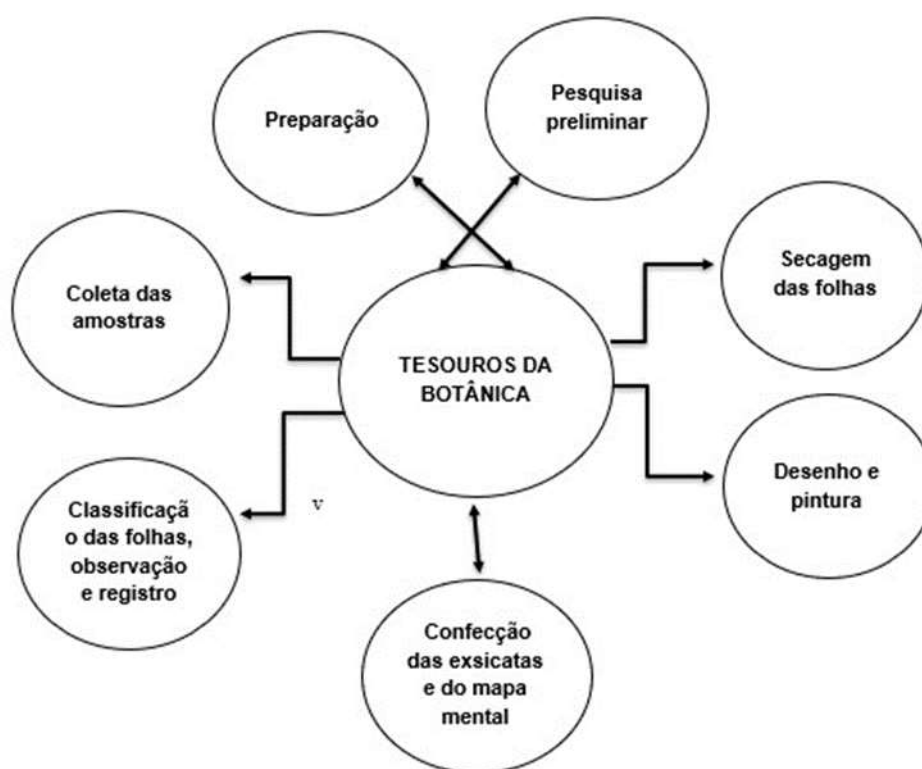
Configuramos uma sequência didática com objetivo de desenvolver habilidades de pesquisa, observação e classificação dos tipos de folhas, compreender como as características das folhas estão relacionadas com a adaptação das plantas a diferentes ambientes e explorar o lado artístico de cada discente.

METODOLOGIA

O projeto “Tesouros da Botânica- Uma viagem pelos tipos de folhas” tem por objetivo destacar a importância das folhas na natureza, buscando que os alunos envolvidos explorem e aprendam sobre a diversidade dos tipos de folhas encontrados na cidade de Parintins-AM.

Para realizar este projeto os alunos foram organizados em grupos de até cinco integrantes, com o propósito de incentivá-los a desenvolver habilidades de pesquisa, trabalho em equipe e compreensão clara e prática sobre a temática abordada, estimulando a curiosidade, o interesse pela natureza e suas manifestações e compreender a importância das folhas na vida das plantas e no ecossistema como um todo.

O projeto seguiu uma sequência didática elaborado pelas residentes com o intuito de possibilitar aos estudantes aplicação prática do conhecimento adquirido em sala de aula e proporcionar experiências novas e dinâmica em um laboratório vivo, promovendo a consciência ambiental, dessa forma, os procedimentos do projeto foram divididos nas seguintes etapas:



Esquema 01: Organização das etapas da sequência didática.

As etapas práticas de coleta dos tipos de folhas e confecção das Bioartes foram realizadas no perímetro do Centro Estudos Superiores de Parintins CESP-UEA, sob orientação das residentes e do preceptor, as outras etapas das exsicatas e mapas mentais foram realizadas na sala de aula, vale ressaltar a colaboração da coordenação da escola cedente e dos docentes de outras disciplinas por disponibilizarem seus horários de aulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AULA TEÓRICA

Conforme descrito na metodologia, a primeira atividade executada foi a aula teórica em sala de aula com cinco turmas de 2º anos, as residentes elaboraram uma aula expositiva por intermédio de slide, abordando a temática conservação e preservação.

Nesse primeiro momento buscou-se avaliar os subsunçores dos estudantes acerca das características gerais das folhas, da sua importância ecológica, destacando a relevância das folhas na natureza, favorecendo a exploração e compreensão sobre a diversidade dos tipos de folhas encontrados na cidade de Parintins-AM e suas aplicações na cosmética, farmacologia e na medicina (Figura 01).



Figura 01: Aula teórica (Fonte: autores)

Também foi trabalhado a classificação das folhas, as suas variações de acordo com cada espécie, os tipos de folhas simples, composta e modificada, como identificar facilmente através da morfologia de cada tipo de folha e compreender com leveza a complexidade da nossa flora.

Posteriormente, foi apresentado aos alunos o esboço do projeto com o objetivo central de compreender como as características das folhas estão relacionadas com a adaptação das plantas a diferentes ambientes e desenvolver habilidades de pesquisa, observação e classificação.

AULA DE CAMPO

Para Moreira & Marques (2021) “A aula de campo é definida como uma atividade extraclasse ou estudo do meio, este tipo de aula tem se tornado cada vez mais importante e frequente, para que o aluno entenda conceitos discutidos dentro das quatro paredes da sala de aula”. Por isso, levando em consideração a necessidade de coleta de materiais e em busca de um local acessível para a demanda do trabalho, os alunos foram conduzidos para as dependências da Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

Nesta etapa cada grupo provido com suas informações foram direcionados para a área de coleta na área externa da universidade. Segundo Hencklein (2013, p.2), diz que: “Essa metodologia admite além do entendimento conceitual a aquisição de conhecimento procedimental, pois durante a aula de campo são utilizadas diversas técnicas de coleta de dados para posterior interpretação e discussão permitindo uma interação muito maior do aluno com o assunto que está sendo ensinado”.

Cada grupo coletou folhas de diferentes tamanhos, formas e cores. Após o retorno para o auditório da instituição referida as residentes responsáveis pelas turmas deram as instruções necessárias para que cada grupo produzisse uma ou mais bioartes utilizando as folhas coletadas, além disso os alunos coletaram folhas previamente escolhidas (modificadas, simples ou compostas) e armazenaram dentro do jornal para que ela secasse e posteriormente fosse elaborado uma exsicata como amostra didática oriundo das folhas (Figura 02).



Figura 02: Coleta e identificação dos tipos de folhas (Fonte: autores).

Para Martinez e Leme (2007, p. 2) “[...] o trabalho de campo pode contribuir significativamente no processo de ensino aprendizagem, instigando o aluno a olhar de forma mais crítica para a realidade que o cerca, e, principalmente, compreender que a paisagem visualizada é resultado de relações sociais, políticas e econômicas, a qual não se manifesta concretamente.

O fato da ocorrência da interdisciplinaridade torna esse tipo de metodologia muito mais rica, pois em uma única aula são abordados diversos conteúdos de diferentes áreas de conhecimento. E dessa maneira o aluno consegue ter uma visão holística do objeto que pretende identificar e estudar em campo (Moreira; Marques, 2021).

Portanto, a aula de campo é de vital importância para aprendizagem dos alunos, pois é só através da prática que é possível a realização de questionamentos da teoria por parte dos educandos. Desta maneira encerramos a aula de campo com os alunos e continuamos com aulas práticas na escola nos horários da disciplina de biologia sob orientação do professor preceptor.

CONFECÇÃO DAS BIOARTES

Durante o desenvolvimento do projeto foi dividido as etapas para que os alunos conseguissem acompanhar o passo a passo, desde a aula teórica até a confecção das Bioartes através da coleta e com os tipos de folhas que coletaram de acordo com seus desenhos escolhidos em sala de aula para a confecção do material.

Para essa etapa do projeto foi distribuído para os alunos em sala de aula modelos de desenhos, no qual cada grupo tiveram a oportunidade de escolher no máximo até três desenhos para a confecção, e os alunos ficaram livres para fazer seus próprios desenhos de acordo com suas criatividade.

Após isso, os alunos junto com as residentes que os orientaram para a saída de campo, foram fazer a coleta de suas respectivas folhas em uma área do CESP, onde os alunos encontram uma diversidade de tipo de folhas que facilitou para a confecção dos seus desenhos.

Com as suas folhas coletadas, os alunos confeccionaram seus desenhos no auditório da Universidade (CESP), onde cada grupo teve liberdade para trabalhar de acordo com sua criatividade e assim fazer os seus desenhos. Esta etapa foi finalizada com sucesso, pois, os alunos conseguiram desenvolver e entregar belíssimos trabalhos superando as expectativas (figura 03).



Figura 03: Confeção dos materiais das Bioartes (Fonte: autores).

Com isso, podemos perceber o quão as folhas possuem importância não apenas em forma econômica, mas também valor significativo para o aprendizado dos alunos através dos seus conhecimentos, tendo contato com a natureza e como as folhas podem ser utilizadas para diversos fins e dessa forma trazer resultados para o trabalho.

Mayer (1998) aponta como ação pedagógica, trabalhos com temas transversais de natureza interdisciplinar e transversal do conhecimento em educação ambiental. A atividade prática com a divisão dos alunos em grupos permitiu reconhecerem a diversidade de folhas das espécies de árvores quanto ao seu formato, classificação, tamanho e principalmente cores e superfícies, pois cada planta apresenta peculiaridade morfológicas foliares perceptíveis somente ao contato natural, pois características como odor, cor e superfície tendem a se modificar drasticamente.

Ao trabalharmos com as folhas das árvores, possibilitamos aos alunos um contato mais informativo e revelador com a botânica, desenvolvendo um maior interesse e preocupação por um grupo tão pouco explorado e estudado no ensino básico, pois é um desafio cotidiano despertar nos alunos um interesse pela botânica (PESTANA; SOUZA, 2009).

CONFECÇÃO DE EXSICATAS

Após a aula de campo no qual ocorreu a coleta do material, os alunos foram orientados a começar o processo de produção das exsicatas. Exsicatas são amostras de plantas que foram coletadas, prensadas, desidratadas e montadas para um determinado fim, didático ou não. (Silva et.al.2019).

Cada grupo ficou responsável por um tipo de folha, a primeira etapa da confecção foi posicionar a amostra botânica sob um jornal, fazendo com que suas estruturas permanecessem visíveis no resultado. Logo após a prensagem, foi realizado a segunda etapa o processo de secagem, as exsicatas foram postas na estufa do Herbário da Universidade Do Estado Do Amazonas-UEA onde permaneceram por cinco dias secando (figura 04).

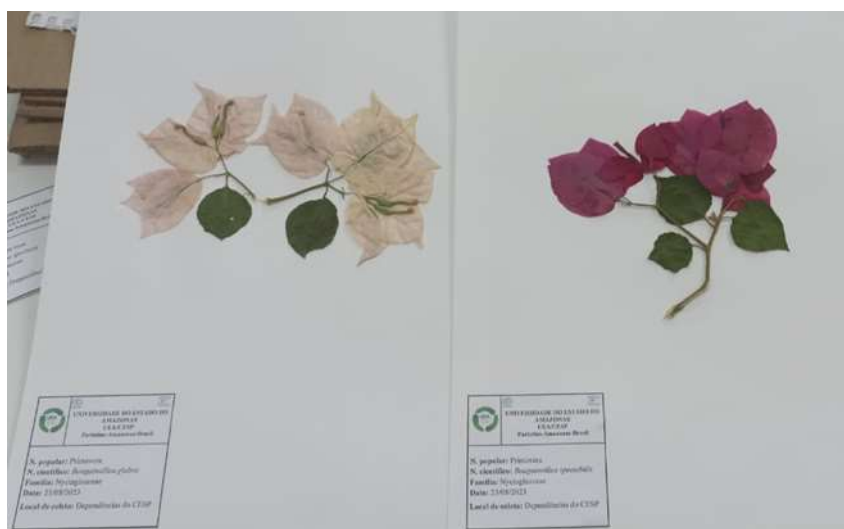


Figura 04: Confecção das exsicatas (Fonte: autores).

Com as amostras secas, os alunos deram início a terceira etapa do processo, em que consistia na montagem e identificação da exsicata. A amostra foi posicionada e colada em uma folha de papel casca de ovo tamanho A4, no seu canto inferior esquerdo foi adicionado a ficha de identificação contendo as seguintes informações: nome popular, nome científico, família e data de coleta, os nomes dos coletores foram colocados na parte posterior do papel casca de ovo.

Com o material concluído criou-se uma pequena coleção botânica juntamente com os mapas mentais de cada tipo de folha conforme a amostra, a exsicata é uma ferramenta fundamental para o ensino porque oferece uma oportunidade prática de estudar e compreender a diversidade de tipos de folhas de forma tangível. Portanto, considerando a importância da exsicata para o ensino, sua utilização deve ser valorizada e incentivada nas escolas, contribuindo para uma educação rica e significativa.

CONFEÇÃO DOS MAPAS MENTAIS

Esta última etapa da sequência didática ocorreu da seguinte forma, os alunos criaram seus respectivos mapas mentais de acordo com seu tipo de folha, cada grupo ficou responsável por um tipo de folha e como já foi mencionado anteriormente, trabalhamos com folhas simples, compostas e modificadas. Cada grupo elaborou seu mapa mental sobre a planta que foi coletada na aula de campo, explorando seu lado artístico/criatividade, desenvolvendo ótimos resultados (figura 05).

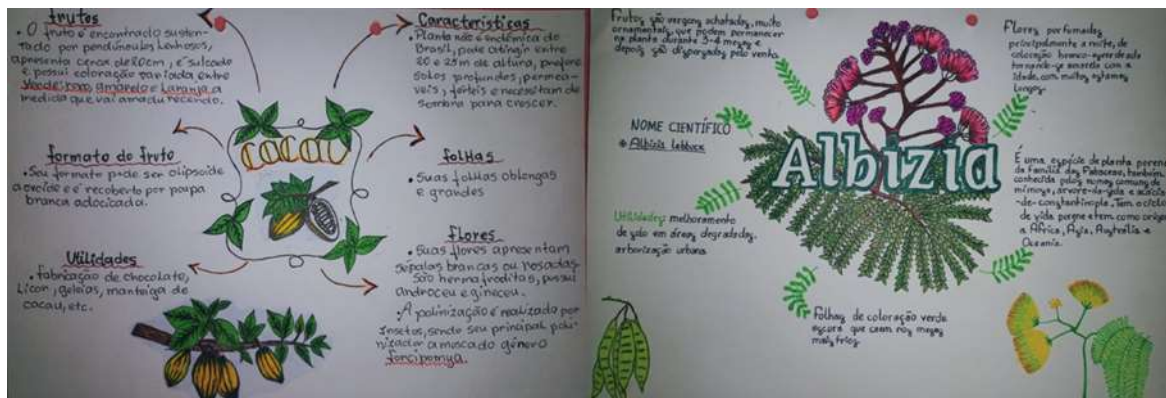


Figura 05: Mapa mental das caracterizações dos tipos de folhas (Fonte: autores).

A criação de mapas mentais é uma técnica que facilita a compreensão de conceitos e ideias, os alunos conseguem visualizar de forma clara e objetiva o que foi abordado, o que facilita o processo de aprendizagem. Nesse sentido, “as metodologias participativas aplicadas ao contexto educativo visam contribuir com a transformação social e com a construção de práxis pedagógicas inovadoras”. (Bacci, Santos e Martins, 2017, p.7)

Segundo Buzan (2019), os mapas mentais são ferramentas poderosas para nos concentrarmos e para processar informações, formular planos de ação e iniciar novos projetos, na verdade, os mapas mentais nos dá uma ajuda e uma orientação incrível em todos os aspectos da vida. Em vista disso, podemos concluir que os mapas mentais permitem a construção ativa do conhecimento, incentivam a síntese e a compreensão dos conteúdos, e estimulam a criatividade e associação de ideias.

Em suma, sua utilização pode contribuir significativamente para o desenvolvimento da capacidade de estudo, Marques (2008) afirma que o processo de ensino aprendizagem requer continua reflexão sobre os métodos, estratégias e recurso necessários para melhoria da sua própria eficácia. Uma metodologia diferenciada onde busca a participação ativa dos alunos, faz com que eles se envolvam e se interessem pelo conteúdo abordado o que potencializa a aprendizagem dando sentido aos conteúdos trabalhados.

Com todo o material pronto e finalizado, foi elaborado dois exemplares (álbuns) onde um continha os mapas mentais e exsiccatas e o outro apenas as Bioartes, este material foi produzido para que futuras gerações tenham acesso a um material rico de informações que poderá despertar o interesse por essa área do conhecimento e que também sirva de apoio para os professores da área, uma vez que os espécimes botânicos é um excelente banco de dados para registro e preservação do material produzido (figura 06).



Figura 06: Material finalizado (Fonte: Autores).

Silva et al (2012) afirma que não resta dúvidas que os recursos didáticos desempenham grande importância na aprendizagem. Para esse processo, o professor deve apostar e acreditar na capacidade do aluno de construir seu próprio conhecimento, incentivando-o e criando situações que o leva a refletir e a estabelecer relação entre diversos contextos do dia a dia, produzindo assim, novos conhecimentos, conscientizando ainda o aluno, de que o conhecimento não é dado como algo terminado e acabado, mas sim que ele está continuamente em construção através das interações dos indivíduos com o meio físico e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática foi elaborada com o intuito de apresentar de forma clara e acessível os conceitos de tipos de folhas para os alunos, promovendo assim a compreensão e o interesse por essa área do conhecimento. Através de atividades práticas, lúdicas e interativas, os alunos tiveram a chance de explorar e compreender a diversidade de folhas, sua estrutura e suas finalidades artesanais.

Durante o desenvolvimento do projeto, foi possível observar o engajamento e participação ativa dos estudantes, bem como o aprimoramento de suas habilidades de observação e análise. Além disso, houve uma melhora significativa no entendimento dos conceitos de tipos de folhas o qual foi apresentado a eles.

A sequência didática sobre os tipos de folhas se mostrou eficaz na promoção do conhecimento e do interesse dos alunos, contribuindo para desenvolvimento de habilidades, as quais foram rigorosamente estimuladas através das diversas atividades da SD. A SD é uma ferramenta valiosa para o ensino, pois planeja e organiza atividades de forma que promova a aprendizagem significativa dos alunos.

Um sistema educacional comprometido com o desenvolvimento das capacidades dos alunos, que se expressam pela qualidade das relações que estabelecem e pela profundidade dos saberes constituídos, encontra, na avaliação, uma referência à análise de seus propósitos, que lhe permite redimensionar investimentos, a fim de que os alunos aprendam cada vez mais e melhor e atinjam os objetivos propostos. (PCN – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, 1997.)

Em suma, a SD permite que os alunos desenvolvam habilidades cognitivas, comunicativas e sociais de forma integrada, estimulando a construção de conhecimento, a mesma também permite ao professor avaliar o progresso dos alunos ao longo do processo de ensino, adaptando as atividades conforme as necessidades e dificuldades identificadas. Portanto, a sequência didática é um instrumento pedagógico que contribui para um ensino efetivo e relevante para os estudantes.

REFERÊNCIAS

- AMADEU, S. O. & MACIEL, M. D. (2014). A dificuldade dos professores de educação básica em implantar o ensino prático de botânica. *Rev. Produção Discente em Educ. Matemática*, 3(2), 225-235. <https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/21269/15549>.
- BACCI, D. L. C; SANTOS, V. M. N; MARTINS, L. Aplicação do Mapeamento Socioambiental na Formação Inicial de Professores: Uma abordagem Metodológica Crítica e Participativa. *Revista Graduação USP-Grad*, pag.5-12, 2017.
- BUZAN, T. Dominando a técnica dos mapas mentais: guia completo de aprendizado e o uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana. São Paulo: Cultrix, 2019. GROSSI, M. G. R.; LEROY, F. S.; ALMEIDA, R. B. S. de; Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. *ABAKÓS: PUC Minas, Belo Horizonte*, v. 4, n. 1, p. 34-50, nov. 2015-ISSN:2316-9451. Disponível em: <periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/download/P.2316-9451.../8777>. Acesso em: 21 set. 2023.
- CAVALCANTE, F.L.P., XAVIER, V. F., & GOVEIA, L. D. F. P. SILVA, J.J.L., (2019). Produção de Exsicatas Como Auxílio Para o Ensino de Botânica na Escola. *Conexões -Ciência e Tecnologia*, 13(1), 30-37.
- HENCKLEIN, Fabiana Aparecia. Aulas de campo: uma estratégia de ensino necessária? Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013. p.1-8.
- MARQUES, A. M. M. Utilização Pedagógica de Mapas Mentais e de Mapas Conceituais. Dissertação de Mestrado Universidade Aberta, 2008.
- MARTINS, S. N. et al. Metodologias ativas de ensino e de aprendizagem no ensino superior: uma proposta de formação continuada de professores. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, XII. 2015, Curitiba, Anais.... Curitiba: PUCPR, 2015. p.18988-18995. Disponível em <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19168_9085.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.
- MASSA, M. S. Ludicidade: da Etimologia da Palavra à Complexidade do Conceito. *APRENDER – Caderno de Filosofia e Psicologia da educação, Vitória da Conquista*, Ano IX, n. 15, p. 111–130, 2015. On line. Disponível em: <http://periodicos.uesb.br/index.php/aprender/article/viewFile/5485/pdf_39>. Acesso em: 21 set. 2023.
- MARTINEZ, Adilson; LEME, Ricardo Carvalho. O trabalho de campo como metodologia de ensino de geografia o estudo de caso da Vila Malvina – Guaíra/PR. 2007. p.1-27.
- MAYER, M. Educación Ambiental: de la acción a la investigación. ROMA: Enseñanza de las ciencias. V. 16, n°2, p. 217-231, 1998.
- MOREIRA, G. S.; MARQUES, R. N. A importância das aulas de campo como estratégia de ensino aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*. Curitiba, 2021.
- NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Revista NEaD-Unesp, São Paulo*, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016;

Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

PERAÇOLI, L. T; CARNIATTO, I. Atividade contextualizada no ensino de Ciências como forma de enriquecer os conteúdos, levando o aluno a uma aprendizagem cognitiva significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 1., 2008, Cascavel, PR, Anais [...]. Cascavel, PR: Unioeste, 2008;

PESTANA, L. T. C.; SOUZA, P. R. Ensino de botânica voltado á educação ambiental na Bacia do Apa. Projeto água e cidadania na bacia do apa. UFMS, CNPq, CT-hidro. 2009.

PINTO, A. S. da S. et al. Inovação didática - projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”. Janus, Lorena, ano 6, v. 9, n. 15, p. 75-87, jan/jul. 2012. Disponível em: <http://publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/view/582/412>>. Acesso em: 21 set. 2023.

RAVEN, P.H. et al. Biologia vegetal. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

Silva, L. S. A. da.; Cândido, S. A. & Lima, L. R de (2018). Botânica no ensino médio e o uso de metodologias alternativas no seu processo de ensinoaprendizagem. In: V Congresso Nacional De Educação, 5, 2018, [Olinda-PE]. Anais ...[S.l]: Editora Realize. 2018. 12p. http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/trabalho_ev117_md1_sa16_id10121_17092018223428.pdf;

SILVA, M. A. S. et al. Utilização de Recursos Didáticos no processo de ensino aprendizagem de Ciências Naturais em turmas do 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina Piauí. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, Palmas, 2012 Anais do VII CONNEPI.

SOARES, J. P. R. (2020). A prática no ensino de botânica: o que dizem os principais congressos?. Revista Cruzeiro do Sul. REnCiMa, 11(6), 73-93, <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2360/1361>.



BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME XI



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE