



Engenharia para agricultura familiar e agroecologia.

SISTEMA DE ESTUFA AUTOMATIZADO - SEA

Mavie Silva Lopes Araujo – maviesilvaaraujo@gmail.com – Cefet/RJ
Caio Batista de Almeida França – caiobdafranca@gmail.com – Cefet/RJ
Victor Hugo Martins Torres – victor.martins1699@gmail.com – Cefet/RJ

RESUMO

Com o intuito de reduzir o gasto de recursos naturais no agronegócio e incentivar um cultivo consciente, o projeto tem como proposta prioritária possibilitar um plantio eficiente, autossuficiente e econômico através de uma estrutura que contribua para a captação, armazenamento e filtragem da água pluvial e um sistema automatizado que permita a distribuição da água captada para ser usada tanto no plantio quanto no controle do ambiente e suas características. A etapa de desenvolvimento visa especificar as etapas do processo como um todo e especificar os materiais e metodologia empregados. Na etapa de avaliação, foi feita uma análise da economia mensal em uma região do estado do Pará. Por se tratar de um sistema de baixo custo e ampla versatilidade, ele pode ser aplicado à agricultura familiar por não requerer um conhecimento técnico avançado do usuário, contribuindo também como uma solução para o combate à fome.

Palavras-chave: Captação; Irrigação; Filtração; Gotejamento; Estufa.

INTRODUÇÃO

A agricultura, junto com a pecuária, são conhecidamente as atividades de maior consumo e desperdício de água no mundo, sendo responsáveis pelo consumo de 70% da água dos mananciais (ONU, 2017). Excluindo todo desmatamento e extermínio de espaços indígenas e quilombolas relacionados a essas atividades.

Concomitantemente, a agricultura familiar, ou também, agricultura em baixa escala tem se tornado uma crescente alternativa para uma parte da população brasileira. Principalmente, pelo aumento de consumidores mais interessados em produtos menos contaminados de agrotóxicos. Entretanto, essa área do mercado ainda tem enfrentado alguns problemas específicos, como baixo controle da produção devido aos fenômenos climáticos e pouco poder de investimento.

Tendo em vista a atual preocupação mundial com as questões hídricas globais e crescente demanda industrial de sistemas de múltiplas aplicações, os estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ direcionou a atividade da disciplina Projetos e Protótipos I para o desenvolvimento de um sistema de captação de água pluvial que permita, a longo e médio prazo, uma economia considerável do consumo de água dos mananciais do mundo e



possibilitar acesso dos mais variados tipos de usuários a essa tecnologia. Implementando os conhecimentos relacionados a controle e automação, o grupo utiliza de um sistema integrado de sensores e um microcontrolador, conhecido como Arduino, para gerir toda a parte eletrônica do projeto, possibilitando documentar e apresentar informações como umidade do solo, temperatura e umidade do ambiente.

Na agricultura não há necessidade de alto nível de potabilidade da água, bastando apenas a coleta e filtragem mecânica com a adição de nutrientes responsáveis pelo crescimento da planta. Sendo apropriado a introdução de sistema de controle do consumo de água na produção agrícola. Sob essa ótica, a equipe optou por desenvolver um sistema automatizado que seja capaz de gerenciar uma produção agrícola em uma estufa, controlando temperatura, vazão e afins.

Dessa forma, o projeto aqui construído visa atender às principais demandas do mercado agricultor, principalmente familiar, que encontra muitos problemas na parte de produção, como as oscilações de temperatura, e na parte de econômica, pouco dinheiro para investir em trabalhadores e nas novas tecnologias de plantio que, atualmente, são muito caras e pouco acessíveis. Além disso, trazer para a realidade desse público um projeto sustentável e aplicável a diversos modelos de plantio.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar um projeto de um sistema de irrigação com captação e filtração autônoma da água da chuva como forma de reduzir o desperdício da água no processo de cultivo, em especial para o cultivo em estufas, assim como reduzir os custos relacionados ao esforços de gerir uma plantação. O grupo enxerga a proposta aqui desenvolvida como uma pequena contribuição ao cenário em desenvolvimento no agronegócio que demanda, cada vez mais, de inovações e desenvolvimento tecnológico para combater as perdas durante a produção e atender o mercado consumidor.

Além disso, com o intuito de facilitar o acesso por parte daqueles que trabalham com agricultura, principalmente aqueles com baixa instrução e pouco poder de investimento, o sistema desenvolvido foi cuidadosamente analisado e calculado para possuir um custo mínimo e ser de fácil operação. Esse projeto foi denominado pelos estudantes da disciplina de Projetos

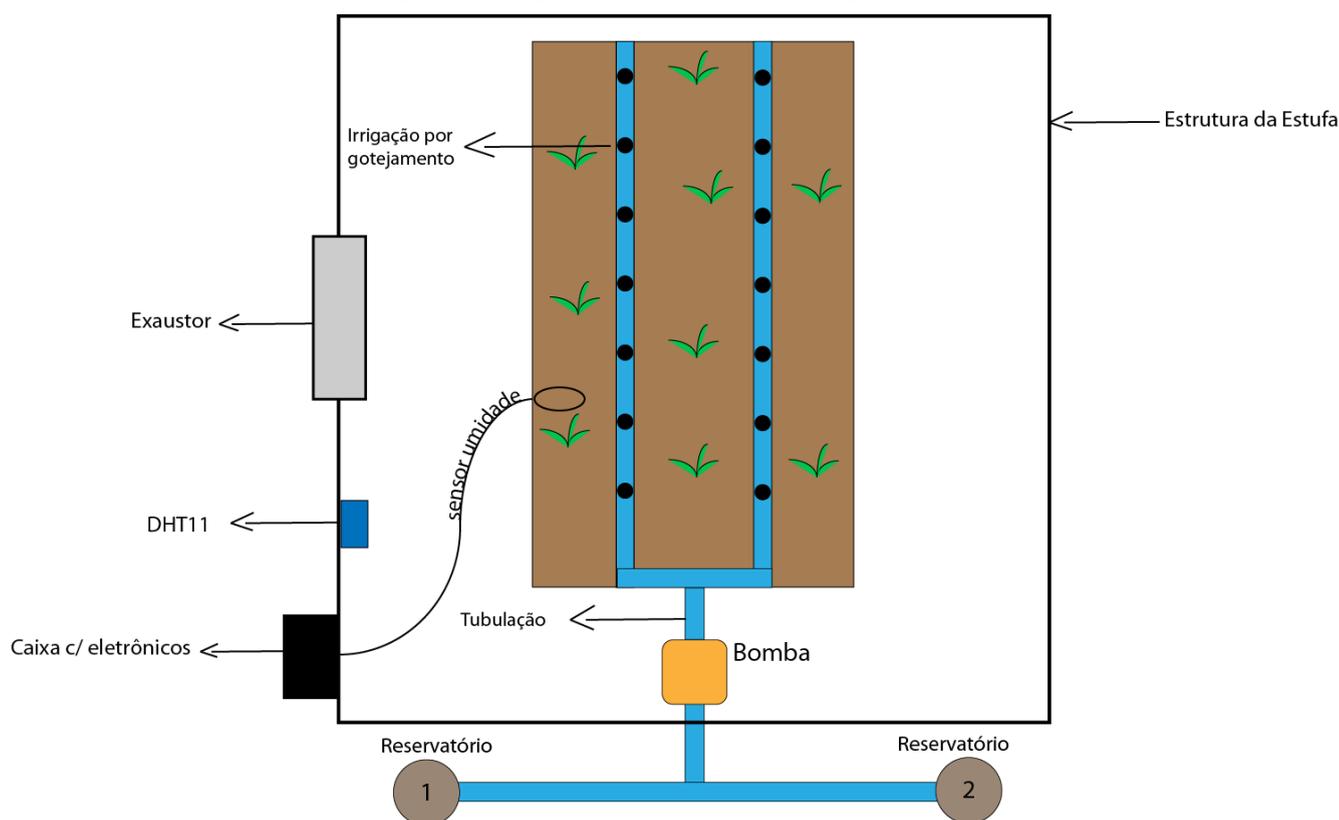


e Protótipos I como Sistema de Estufa Automatizado - SEA, fazendo analogia a palavra de origem inglesa que quer dizer “mar”.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema será constituído por diversos sensores, que atuarão de forma precisa a fim de automatizar e controlar a produção da maneira mais econômica possível. O projeto foi dividido em algumas partes para tornar seu entendimento mais lúdico. Entretanto, conforme a Figura 1, é possível observar o resultado final da integração de todo o sistema.

Figura 1: Proposta do Sistema de Irrigação Automatizado



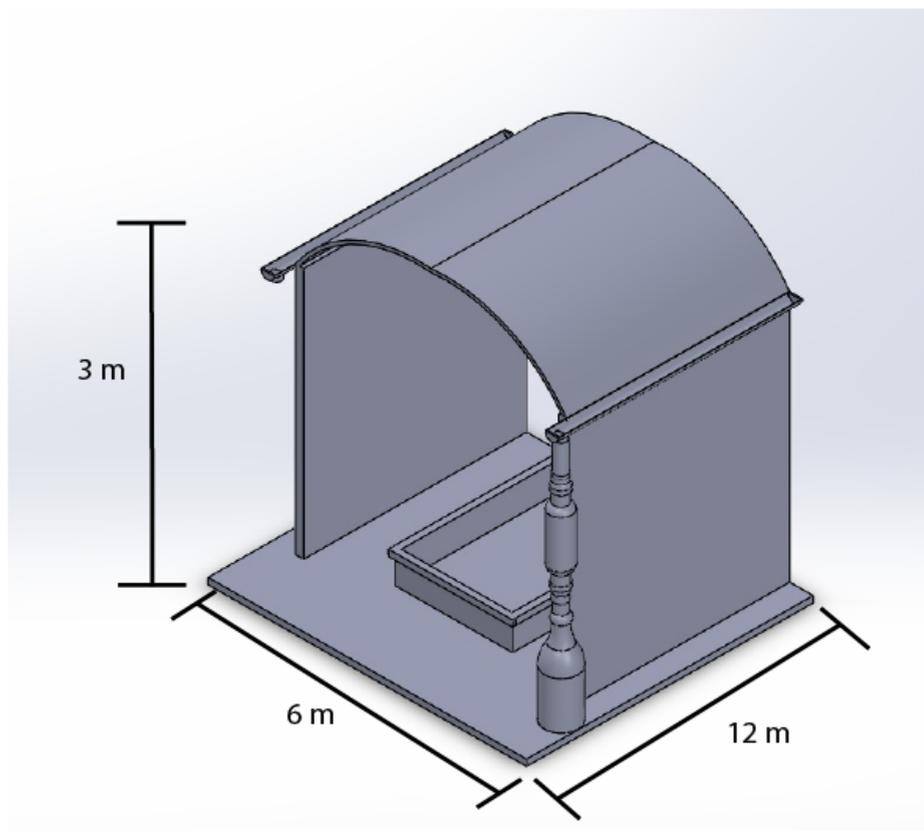
Fonte: Autoral

ESTRUTURA

Para efeitos comparativos, tomou-se como modelo uma estufa de 12 metros de comprimento por 6 metros de largura, conforme demonstrado na Figura 2.



Figura 2: Estrutura da estufa



Fonte: Autoral

Para o projeto da estufa foi definido um modelo teórico com as especificações e dimensões da estufa, conforme demonstrado na Tabela 1. Essas informações foram baseadas na fórmula de Manning-Strickler (NBR 10844, 1989).

Tabela 1: Áreas da estufa

Especificações	Modelo Teórico
Área da estufa	72m ²
Forma da calha	Retangular - (15 x 10) cm
Metragem de canos ¹	36m
Declividade da calha	0,005m/m

¹ Metragem equivalente ao somatório do trecho de calha retangular e da tubulação circular.

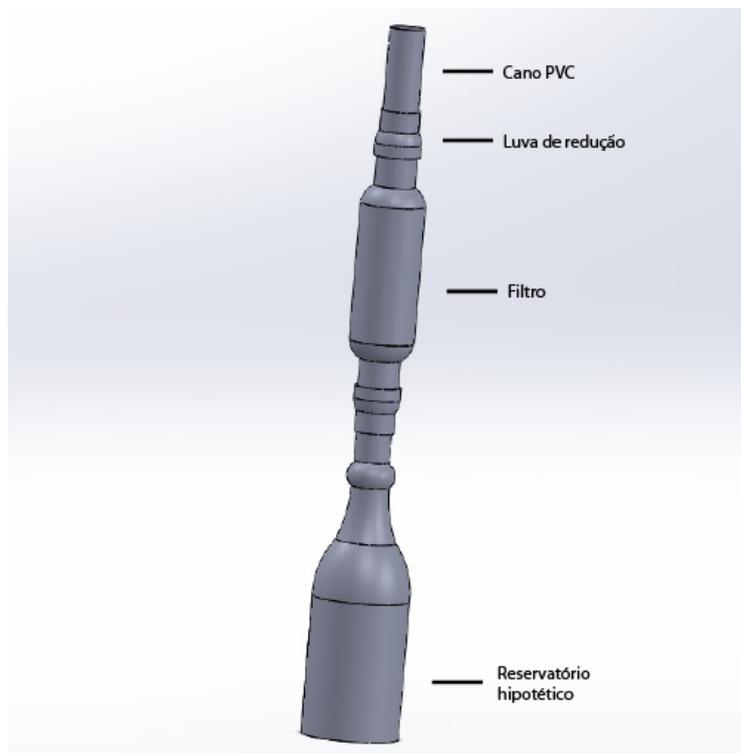
Fonte: Autoral



TUBULAÇÃO

Todas as conexões para viabilizar o transporte de água pelo sistema serão construídas com canos PVC, respeitando a norma NBR 10844/1989, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Tubulação



Fonte: Autoral

FILTRO

A filtração da água captada será feita através de um filtro mecânico composto por uma estrutura externa de PVC que pode variar o diâmetro de acordo com o projeto e, internamente por 4 sessões de talas para separar os processos de filtração e evitar a passagem de grandes corpos estranhos, conforme a ilustrado na Figura 4.

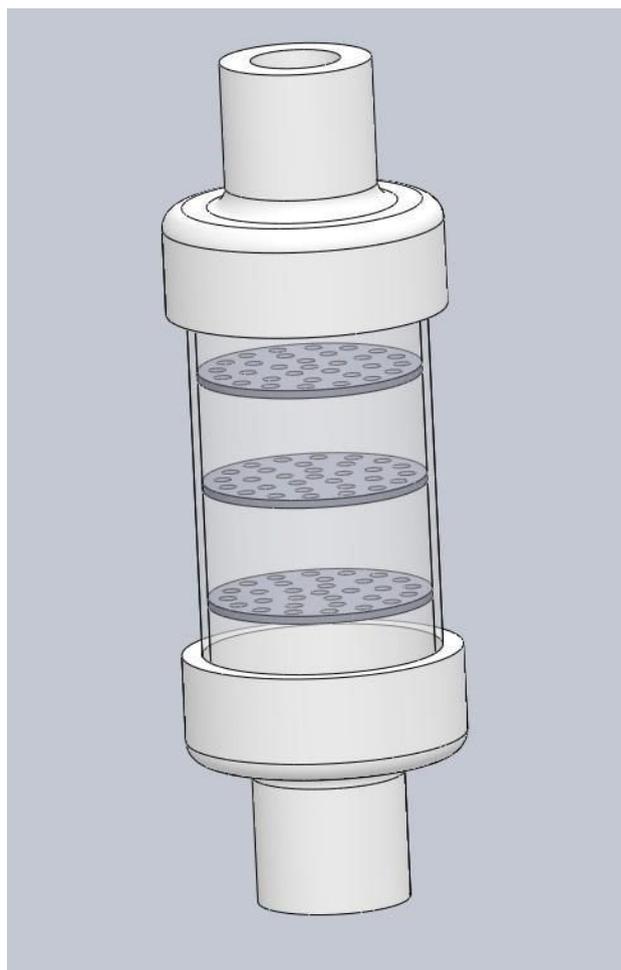
A água por sua vez, uma vez dentro do filtro passará por 3 camadas durante o processo de filtração:

1. Camada de areia grossa ou pedregulhos para retenção de sedimentos e impurezas presentes no líquido.
2. Cama de areia fina com o intuito de filtrar partículas menores como limo, iodo, grãos de areia e resíduos de encanamentos.



3. Carvão com as suas qualidades de absorção das moléculas poluentes que se concentram na superfície do carvão ativado e são removidas, auxiliando assim na purificação, descoloração e remoção de odores da água.

Figura 4: Filtro



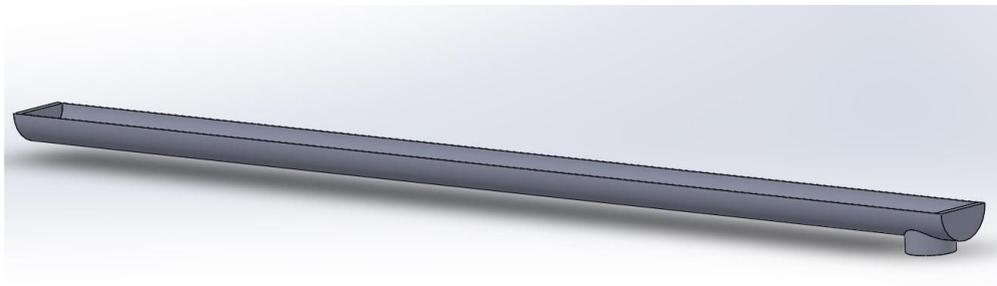
Fonte: Autoral

SISTEMA DE CAPTAÇÃO

O sistema utilizado para captar a água da chuva é acoplado a estrutura geral da estufa, utilizando-se do caimento do mesmo para realizar a captação. A estufa, apresentando um teto curvado, faz com que toda a água da chuva em contato com tal superfície tenha um caimento para as duas laterais, onde é fixado as calhas que serão usadas para conduzir essa água para o próximo sistema de filtração, conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5: Calha



Fonte: Autoral

VALOR DOS MATERIAIS DO PROJETO

As quantidades e valores dos materiais do sistema de captação de água é apresentado para o cálculo dos custos do projeto, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidades e valores do sistema de captação de água

Modelo Teórico			
Quantidade	Material	Marca	Preço
24 metros	Calha (15x10 cm)	Aquapluv/Tigre	R\$ 935,92
2	Luva redução 75 mm - 50 mm	Plastilit	R\$ 13,98
2	Luva redução 50 mm - 32 mm	Tigre	R\$ 9,98
2	União 32 mm	Plastilit	R\$ 27,98
1 metro	Cano PVC 75 mm (Filtro)	Tigre	R\$ 12,00
12 metros	Cano PVC 32 mm	Tigre	R\$ 127,60
TOTAL			R\$ 1.127,46

Fonte: Autoral

SISTEMA ELETRÔNICO

Os componentes eletrônicos do sistema de controle estão indicados na Tabela 3, microcontrolador Arduino Uno R3, sustentado por uma fonte de 12v. Além desses componentes, alguns outros elementos serão necessários descrito na Tabela 3. Cada qual exercerá funções distintas para o andamento do circuito. Na Tabela 3 também estão descritas as respectivas quantidades, especificações e preço de cada componente.

Tabela 3: Gastos eletrônicos

Quantidade	Componentes	Especificação	Preço
1	Arduino Uno R3	ATmega328	R\$ 59,90
3	Módulo Relé	1 canal 250vAC	R\$ 29,70
1	Sensor de umidade e	DHT11	R\$ 17,90



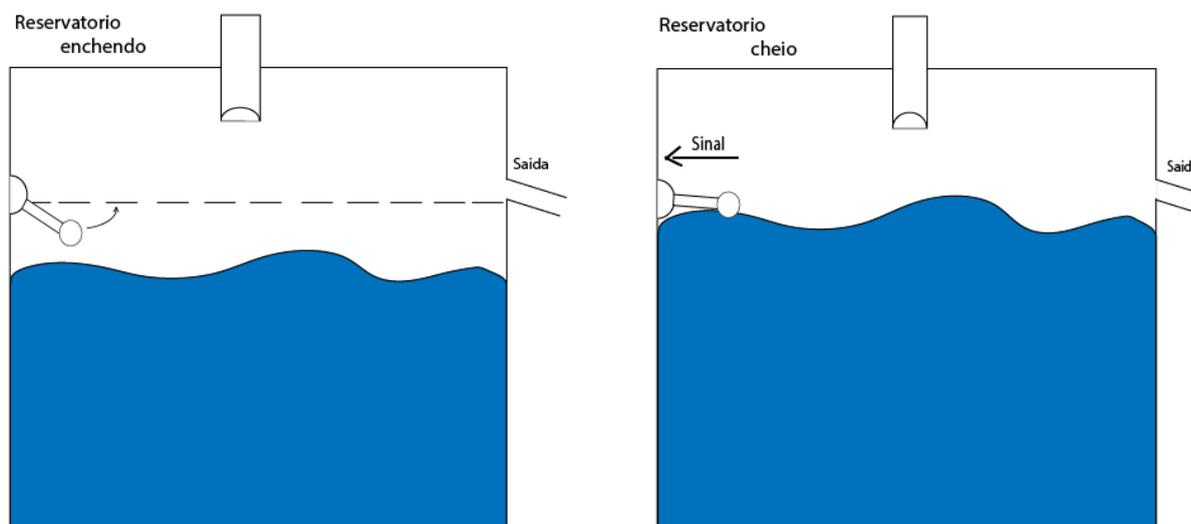
	temperatura		
1	Sensor de umidade solo	---	R\$ 9,90
1	Bomba	Monofásica BP500	R\$ 119,90
2	Bóia Elétrica	---	R\$ 39,80
10	Gotejador	Ajustável 40 l/h	R\$ 4,50
1	Fonte 12v	Bivolt 1A	R\$ 14,90
1	Exaustor Elétrico	30-CM	R\$ 119,90
TOTAL			R\$ 416,40

Fonte: Autoral

ARMAZENAMENTO DA ÁGUA

O armazenamento da água captada pela chuva será feito em bombonas previamente dimensionadas. Nesses compartimentos, serão instaladas bóias elétricas que terão como função enviar o sinal para o microcontrolador, informando que os armazéns já possuem um nível de água satisfatório para a irrigação, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6: Depósito de Água



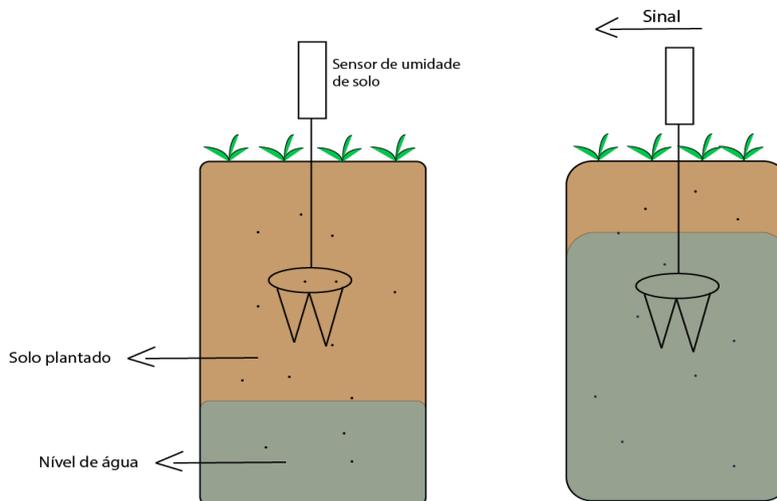
Fonte: Autoral

IRRIGAÇÃO

A irrigação da plantação terá dois pilares como parâmetro, o primeiro é o nível da água nos reservatórios, como já explicado, e o segundo, o nível de umidade do solo, que será informado pelo sensor de umidade de solo, conforme apresentado na Figura 7.



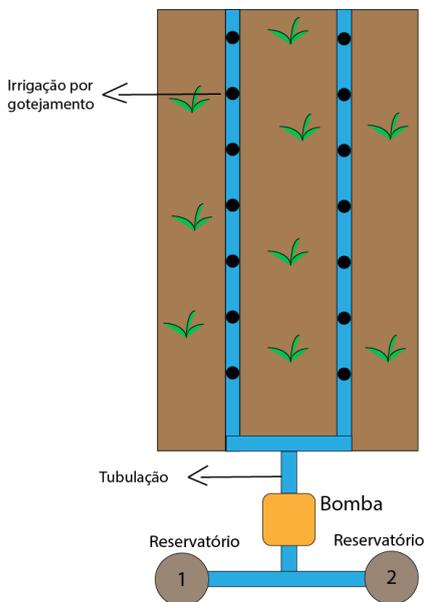
Figura 7: Sensor umidade de solo



Fonte: Autoral

Com esses dois sensores fornecendo informações constantes, o microcontrolador, poderá operar sobre a bomba d'água. Esta, por sua vez, executará o serviço de envio de água dos reservatórios para a borracha que irá fazer irrigação, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8: Sistema eletrônico geral



Fonte: Autoral

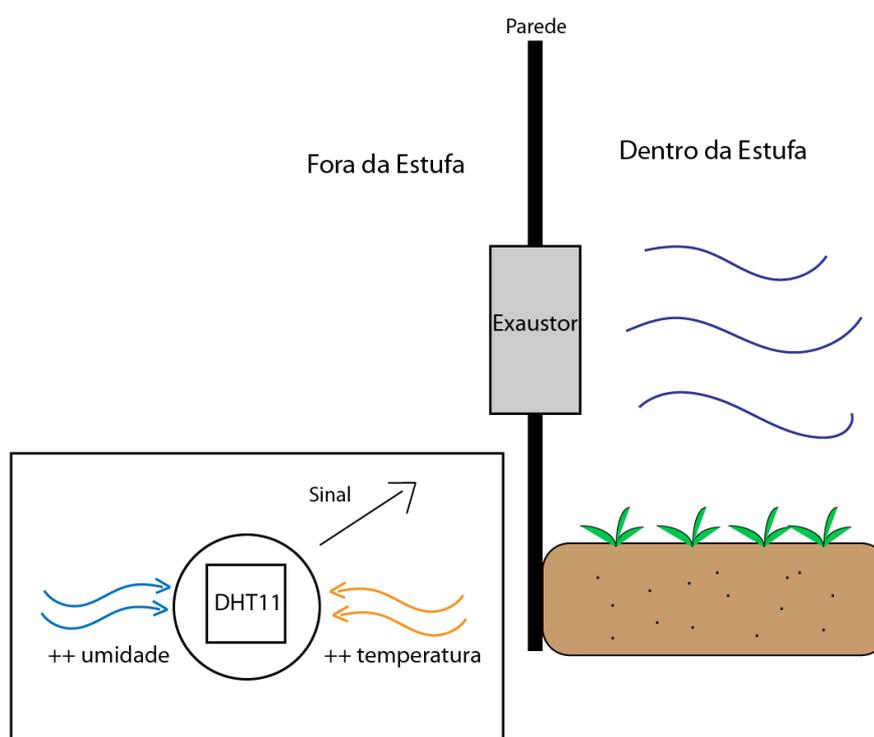


TEMPERATURA E UMIDADE

A temperatura e a umidade relativa do ar serão controladas por um sensor de temperatura e umidade, DHT11 (Digital Humidity and Temperature sensor), e por um exaustor instalado na parede da estufa, especificamente em alguma parte alta.

O sensor será responsável por fiscalizar se a temperatura e a umidade do ambiente estão adequadas para aquela plantação e, assim, informar ao microcontrolador quando deve ou não ligar o exaustor para reajustes.

Figura 9: Controle temperatura e umidade



Fonte: Autoral

RESULTADOS

A aplicação do sistema de controle segue modelo teórico proposto em uma plantação de alfaces em uma estufa de 72 m² situada na cidade de Belém – PA. É analisado a precipitação do local como uma média de 17.538L de água ao mês (CLIMATEMPO, 2019), foi possível estimar alguns dados pertinentes a economia gerada pela aplicação do projeto.

O uso de água para irrigação de uma plantação de alface pode ter como referência a quantidade diária de 3L a 10L por m² (HIDROGOOD, 2018). Sendo assim, adotaremos 6,5L



(média das quantidades limites estipuladas) como parâmetro para os próximos cálculos, conforme apresentado na Tabela 5 (CÁLCULO DE VAZÃO - NBR 10844/1989).

Tabela 5: Vazão

Especificações	Modelo Teórico
Vazão de projeto ²	321L/min
Vazão suportável na calha ²	704,6L/min

² Valores calculados para estudo numa estufa em Belém do Pará, Brasil.

Fonte: Autoral

Após as devidas análises, chegou-se a conclusão que uma plantação de alface na estufa requerida geraria um gasto mensal de 14.508L de água, trazendo consigo uma fatura de R\$3.101,55 (TARIFAS COSANPA, 2018). Logo, em um ano esse produtor agrícola terá um gasto de R\$37.218,60.

Entretanto, adotando o modelo aqui desenvolvido, considerando a vazão (Tabela 5) e a reserva total do sistema de 14.000L (duas caixas de 7.000L), em um ano o agricultor terá economizado cerca de 168.000L de água, gerando um crédito de R\$ 35.935,20. Levando em conta que o gasto total para a compra do sistema a ser projetado seria, aproximadamente, de R\$1.543,86, em pouco mais de um mês o investidor terá economizado o equivalente ao dobro do valor gasto. Por fim, em 2 anos, utilizando o sistema aqui apresentado, o agricultor já terá evitado o desperdício de cerca de 400.000L de água filtrada, o que seria suficiente para suprir uma escola de médio porte no Recife por até dois meses (DIAGNÓSTICO DOS INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS PÚBLICAS DE RECIFE, 2017).

Desse modo, o projeto aqui desenvolvido se mostra capaz de auxiliar na preservação do meio ambiente e, ainda sim, no desenvolvimento de cultivo familiar já que apresenta um baixo custo de construção e um baixo nível operacional. Uma vez instalado, o sistema apresentado trará ao usuário um considerável ganho de produtividade sem muito esforço, um dos grandes problemas do atual mercado no ramo da agricultura familiar (A AGRICULTURA FAMILIAR E O PROBLEMA DA COMERCIALIZAÇÃO, 2005).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo conhecimento do exposto, abre-se a discussão em torno das tecnologias sociais cuja técnica descrita busca solucionar, além de um problema mundial – o gasto excessivo de água -, também um problema social, visto a desigualdade presente no Brasil. Com o passar dos anos, mais frentes são formadas diante desses problemas e mais tecnologias são desenvolvidas para esse ramo. Em 2018, o Centro de Ação Cultural (Centrac) lançou o projeto “Tecnologias Sociais Gerando Autonomia e Renda no Semiárido Paraibana” que beneficiou 30 famílias com, por exemplo, fogões ecológicos e biodigestores (AGROECOLOGIA, 2018).

A análise teórica realizada neste estudo apresenta resultados coerentes para com o esperado, indicando uma economia tanto de recursos naturais quanto monetária. Permitindo desta forma, que o sistema contribua em áreas com baixa produção agrícola e alto índice de fome, uma vez que o grupo busca contribuir com o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e acessíveis para as pessoas de baixa renda, de forma a garantir condições de vida moderadamente melhores aos mesmos.

O projeto SEA, até o presente momento, se limitou apenas a análises teóricas, tendo os seus estudos práticos em desenvolvimento durante o segundo semestre do ano vigente (2019), sob orientação dos professores da disciplina “Projetos e Protótipos II” na instituição CEFET/RJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água e desenvolvimento: ANA e Ministério da Agricultura firmam acordo para o uso racional de água na agricultura.** Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/agua-e-desenvolvimento-ana-e-minista-c-rio-da.2019-03-14.1977440117>>. Acesso em: 20 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844/1989: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

BOZZI, V.A. et al. **Estufa automatizada! Projeto arduino.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1P8gpvjM6Gk>>. Acesso em: 4 abr. 2019.



COSANPA. **Tarifas Cosanpa 2008 a 2018.** Disponível em:
<http://ww3.cosanpa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/Tarifa_Setembro_2018.pdf>

Acesso em : 1º jul. 2019.

ECONOMIA DE ÁGUA. **Casa Ferreira Gonçalves**, 2019. Disponível em:
<<https://www.cfg.com.br/dicas-agua.php>>. Acesso em: 1º jul. 2019.

ELETROGATE. **Eletrônicos**. Disponível em: <eletrogate.com>. Acesso em: 20 jun. 2019.

HIDROPONIA E O USO SUSTENTÁVEL DE ÁGUA. **Hidrogood**, 2019. Disponível em:<<https://hidrogood.com.br/noticias/hidroponia/hidroponia-e-o-uso-sustentvel-de-gua>>

Acesso em: 1º jul. 2019.

LEROY MERLIN. **Materiais de construção**. Disponível em: <leroymerlin.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e a água**. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

PINHEIRO, R. R. et al. **Temperatura e transpiração foliar da alface hidropônico cultivado em ambiente sombreado**. Disponível em:

<<https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2012/ccaet/temperatura%20e%20transpiracao%20foliar%20da%20alface%20hidroponico%20cultivado%20em%20ambiente%20sombreado.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2019.

RESENDE, A. S. **A Agricultura familiar e o problema da comercialização**. Disponível em:

<https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-agricultura-familiar-e-o-problema-da-comercializacao_384052.html>. Acesso em: 20 set. 2019.

SOUZA, R. O. R. M. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais**. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-03052002-105849/en.php>>. Acesso em: 20 set. 2019.

STORMGEO COMPANY. **Climatempo**, 2019. Previsão do tempo. Disponível em:

<<https://www.climatempo.com.br/climatologia/232/belem-pa>>. Acesso em: 30 jun. 2019.



TIBIRIÇA, A.C.G.; BRITO, A.A.A.; BAÊTA, F.C. **Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0103_1578.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.