

Usina de Projetos Experimentais (UPx)**Projeto – Relatório Final****IDENTIFICAÇÃO**

Nº	NOME	e-mail	Telefone
211163	Ana Beatriz Gomes do Santo	211163@facens.br	(15) 99138-7427
211711	Gabriel Milton Rodrigues	211711@facens.br	(15) 99754-3748
223492	Lucas da Silva Giampaoli	223492@facens.br	(15) 99757-3733
237303	Mario Venere Neto	237303@facens.br	(66) 99600-8380
224282	Matheus de Souza	224282@facens.br	(15) 99787-3798

TÍTULO: Rede de Abastecimento Mínimo

LÍDER DO GRUPO: Gabriel Milton Rodrigues

ORIENTADOR(A): Felipe Hashimoto Fengler

Data da Entrega: 12/11/2023

Visto do(a) Orientador(a)



Usina de Projetos Experimentais

ANA BEATRIZ GOMES DO SANTO

GABRIEL MILTON RODRIGUES

LUCAS DA SILVA GIAMPAOLI

MARIO VENERE NETO

MATHEUS DE SOUZA

REDE DE ABASTECIMENTO MÍNIMO

**Sorocaba/SP
2023**

Ana Beatriz Gomes do Santo

Gabriel Milton Rodrigues

Lucas da Silva Giampaoli

Mario Venere Neto

Matheus de Souza

REDE DE ABASTECIMENTO MÍNIMO

Projeto experimental apresentado ao Centro Universitário Facens, como exigência parcial para a disciplina de Usina de Projetos Experimentais (UPx).

Orientador: Prof. Dr. **Felipe Hashimoto Fengler**

Sorocaba/SP
2023

SUMÁRIO

1. OBJETIVO GERAL	3
2. REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE.....	3
2.1. A importância da agricultura familiar na atualidade	3
2.2. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades	4
2.3. Principais Mecanismos de Alívio do Golpe de Aríete	5
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. JUSTIFICATIVA	6
5. MATERIAIS E MÉTODOS	8
5.1. Proposta Final do Produto	8
5.2. Orçamento	10
5.3. Retorno Esperado	12
5.3.1. Tangíveis.....	12
5.3.2. Intangíveis.....	13
6. VALIDAÇÃO	13
6.1. Procedimento	13
6.2. Resultados.....	14
7. CONCLUSÃO.....	15
ANEXO I - MAPA DE EMPATIA, ÁRVORE DE PROBLEMAS, CANVAS MVP (Opcional).....	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS.....	16

1. OBJETIVO GERAL

Democratizar o acesso à tecnologia das bombas de aríete, fornecendo o dimensionamento hidráulico e embasamento técnico necessário para pequenos produtores rurais e comunidades, por meio de um software gratuito.

2. REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE

2.1. A importância da agricultura familiar na atualidade

A produção de alimentos de maneira sustentável representa uma das funções primordiais desempenhadas pela agricultura familiar. Essa prática não apenas contribui para manter as famílias no campo, reduzindo o êxodo rural, mas também fomenta o desenvolvimento das regiões agrícolas. Além disso, destaca-se o papel crucial das mulheres agricultoras, que têm a capacidade de promover práticas sustentáveis e diversificar a produção, fortalecendo a autonomia e o empoderamento feminino.

No Brasil, existem políticas públicas voltadas para o apoio à agricultura familiar, como o PRONAF, o PAA e o PNAE, que não apenas proporcionam mercado para os produtos, mas também aumentam a renda das famílias rurais. A Lei nº11.947/2009, por exemplo, determina a compra de alimentos provenientes da agricultura familiar para a alimentação escolar, assegurando a segurança alimentar dos estudantes e valorizando a produção local.

Apesar dessas iniciativas, é imperativo aprimorar e expandir tais políticas, considerando a educação como um meio poderoso também para a conscientização ambiental. É essencial que as crianças sejam educadas desde cedo sobre a importância da sustentabilidade para o futuro do planeta.

Dessa forma, a agricultura familiar e as políticas públicas relacionadas a ela tornam-se fundamentais para o desenvolvimento sustentável, garantindo a produção de alimentos de qualidade, a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais. É necessário reforçar e ampliar essa abordagem, envolvendo todos os setores da sociedade e priorizando a educação como ferramenta de transformação para um mundo mais sustentável.

2.2. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades

Identifica-se, com base na literatura consultada, que a agricultura orgânica emerge como resposta à demanda dos consumidores por alimentos que não comprometam a saúde, produzidos em ambientes ecologicamente equilibrados. Isso se torna especialmente relevante, considerando-se o elevado uso de insumos químicos na agricultura convencional, quando se observa uma parcela crescente da população em busca de uma dieta mais saudável e de alimentos provenientes de sistemas de produção mais sustentáveis (Barbosa e Sousa, 2012).

Entretanto, há consideráveis desafios para o crescimento dos produtos orgânicos certificados no país. Em 2017, apenas 1,4% das propriedades de produção orgânica eram certificadas (IBGE, 2019).

Sobre os obstáculos enfrentados por agricultores familiares na obtenção da certificação, podemos afirmar que:

Existem várias deficiências que influenciam a baixa adoção do processo certificação por parte dos produtores orgânicos, dentre elas, destacam-se: o baixo nível de escolaridade dos agricultores, o acesso limitado à assistência técnica e a reduzida participação em organizações sociais (Barbosa e Sousa, 2012).

Muitos agricultores familiares desconhecem requisitos fundamentais, como rastreabilidade e técnicas adequadas de produção. Portanto, é necessário disseminar o conhecimento nas pequenas propriedades, tornando a certificação orgânica mais acessível.

Analisando de forma técnica, a agricultura familiar e a sustentabilidade caminham juntas. Nesse contexto, o método de irrigação das plantações desempenha um papel crucial na produção de alimentos. Para manter a sustentabilidade desses sistemas, é importante estabelecer práticas eficientes de uso da água e energia. Embora a evolução tecnológica na irrigação tenha trazido ganhos significativos em produtividade, também resultou em um aumento no consumo de eletricidade. Assim, torna-se necessário estabelecer medidas que aumentem a eficiência no uso de água e energia, reduzindo perdas durante o transporte e aplicação.

Neste cenário, a interconexão entre a agricultura orgânica, a gestão sustentável da água e energia, e o fortalecimento da agricultura familiar se apresentam como a chave para um futuro agrícola mais resiliente e equilibrado. Promover práticas agrícolas que busquem a sustentabilidade em todas essas frentes é essencial para garantir a segurança alimentar e a preservação dos recursos naturais. Esse é um desafio que deve ser enfrentado de maneira unificada e coordenada.

2.3. Principais Mecanismos de Alívio do Golpe de Aríete

Segundo Gusmão et al. (2021), o Golpe de Aríete é um fenômeno que pode causar danos em sistemas de abastecimento de água. Após análise de vários mecanismos, incluindo volantes de inércia, válvulas de alívio, reservatórios hidropneumáticos, chaminés de equilíbrio, válvulas de retenção e ventosas, verifica-se que cada um desses dispositivos possui vantagens e desvantagens em termos de custo, eficiência, facilidade de implementação e manutenção, sendo importantes na atenuação do golpe. A escolha do mecanismo apropriado depende das características específicas do sistema.

Após uma análise comparativa, conclui-se que as válvulas de retenção e as ventosas se destacam como eficazes e eficientes na prevenção do Golpe de Aríete em tubulações de adutoras. Elas oferecem soluções seguras, econômicas e com menor impacto ambiental, tornando-se escolhas recomendadas para a mitigação desse problema em sistemas de abastecimento de água (GUSMÃO et al., 2021).

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificação das principais barreiras técnicas, financeiras e de conhecimento que impedem o uso generalizado das bombas de aríete (também conhecidas como bomba carneiro) nas comunidades.
2. Realização de um levantamento das necessidades específicas de água nas comunidades, incluindo a demanda de vazão e pressão, para compreender a extensão do problema e requisitos do software.

3. Avaliação da conscientização e do conhecimento das comunidades rurais (pequenos produtores, Quilombolas e estudos de caso em publicações científicas) sobre a tecnologia de bombas de aríete, identificando a necessidade de programas educacionais ou de sensibilização.
4. Avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais das soluções atuais ou ausência delas, destacando a importância da resolução desse problema.
5. Identificação dos possíveis recursos e parcerias disponíveis para apoiar a resolução desse problema, como financiamento, assistência técnica ou colaborações com organizações locais e principalmente, programas de fomento do governo.
6. Criação de um software com base nos estudos posteriores que fundamentaram os requisitos de funcionamento, e o fluxograma da Linguagem de Modelagem Unificada (UML).

4. JUSTIFICATIVA

De maneira resumida, as bombas de aríete representam uma alternativa engenhosa no campo da engenharia hidráulica. São dispositivos de operação autônoma capazes de elevar água a alturas superiores às do ponto de captação, dispensando fontes de energia externas como eletricidade ou combustíveis.

Seu funcionamento se baseia em princípios fundamentais de física, aproveitando a energia cinética do fluxo de água para gerar pressão suficiente e impulsionar parte do líquido a uma altura superior. A operação do aríete envolve uma válvula de impulsão e outra de retenção, permitindo o fluxo unidirecional através de uma tubulação. Quando a válvula de impulsão se fecha abruptamente devido à inércia do fluxo, ocorre uma onda de pressão, desencadeando o fenômeno de ressonância que resulta na elevação da água.

O projeto visa abordar problemas significativos na agricultura, como a necessidade de aprimorar a produtividade, promover a sustentabilidade e democratizar o acesso à informação no campo. Busca solucionar desafios na gestão

de sistemas de irrigação e abastecimento de água mais sustentáveis, incluindo o uso de bombas aríete e softwares executáveis em plataformas comuns.

Existem oportunidades significativas na agricultura, especialmente para a adoção de práticas mais sustentáveis e com menor custo operacional. A tecnologia pode melhorar a eficiência e gestão de recursos hídricos e energéticos, enquanto isenta o produtor rural da criação de infraestrutura ao implementar a tecnologia das bombas de aríete, utilizando dados topográficos e informações sobre o solo para otimizar os sistemas de irrigação.

O projeto desempenha um papel importante na busca pela produção totalmente orgânica. A gestão adequada de sistemas hidráulicos sustentáveis é essencial para reduzir o consumo de combustíveis fósseis e minimizar os impactos ambientais. No Brasil, o selo de orgânico abrange não apenas métodos de cultivo, mas também infraestrutura e tecnologias não poluentes, buscando equilibrar a modernização da agricultura com a preservação do ambiente.

É importante ressaltar que a legislação brasileira, especificamente a Lei nº 10.831/2003, não proíbe o uso de tecnologia na agricultura orgânica. Pelo contrário, permite a adoção de tecnologias limpas e sustentáveis em conformidade com as diretrizes orgânicas. Dessa forma, o projeto surge como uma alternativa para garantir que os agricultores atendam a essas exigências nas tecnologias de bombeamento, promovendo a produção orgânica de forma ambientalmente responsável.

No contexto atual, em que a agricultura desempenha um papel crucial na economia global, o projeto é importante, pois aborda questões ambientais e de eficiência que afetam diretamente a sustentabilidade do setor agrícola.

A ideia para este projeto surgiu da observação das dificuldades enfrentadas pelos pequenos produtores rurais na gestão de sistemas de irrigação que não utilizassem motores movidos a diesel, visando reduzir a emissão de carbono e poluentes, bem como a contaminação do solo em caso de derramamento de combustíveis e óleos lubrificantes. Esse problema foi evidenciado após uma negativa para obtenção do selo orgânico pela Comunidade Quilombola de Cafundó, localizada na cidade de Salto de Pirapora, aproximadamente 110 quilômetros a oeste da capital, São Paulo.

O projeto se destaca por sua capacidade de integrar dados e tecnologias avançadas para otimizar o dimensionamento dos sistemas hidráulicos simples, representando uma inovação significativa. Além disso, sua usabilidade é um dos pontos fortes, tornando-o acessível a agricultores de diferentes níveis de experiência técnica. Essa abordagem inovadora permite uma gestão mais precisa e eficiente dos recursos hídricos na agricultura e pecuária, adotando uma tecnologia com documentação técnica escassa em comparação às bombas elétricas tradicionais, contribuindo para a sustentabilidade e produtividade no campo.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Proposta Final do Produto

Conforme mencionado anteriormente, o produto em desenvolvimento é um software no formato de dashboard, projetado para ser executado em uma plataforma web. Essa abordagem oferece acessibilidade através de navegadores e dispositivos móveis com conexão à internet, e a distribuição do software será exclusivamente via internet. Além disso, a obtenção de dados geográficos não está condicionada à localização do usuário. Portanto, a escolha por um software baseado na web se tornou fundamental, assegurando a acessibilidade e a atualização automática dos serviços, eliminando a necessidade de atualizações manuais ou a dependência de lojas de aplicativos.

No entanto, o projeto adotou uma abordagem alternativa para o desenvolvimento do MVP (Minimum Viable Product), resultando na criação de um aplicativo executável localmente para sistemas operacionais Windows e Linux. Esse aplicativo oferece uma interface de usuário mais simplificada e funcionalidades básicas. Essa abordagem obteve resultados excelentes e permitiu a demonstração funcional do software.

Ambas as versões do software foram desenvolvidas em Python, com o uso do framework Flask para a versão web e a interface Qt5 para a versão local. Flask é um framework web em Python que facilita o desenvolvimento de aplicativos web, enquanto Qt5 é uma biblioteca gráfica multiplataforma que permite a criação de interfaces de usuário para aplicativos desktop. A escolha da linguagem de

programação Python se deve à sua facilidade de desenvolvimento, impulsionada pela grande comunidade e pelas características de abstração nativas da linguagem. Isso possibilitou a criação e teste do MVP, bem como uma versão preliminar do dashboard web, no período de apenas 4 meses disponíveis para a execução do projeto.

Além disso, as funções utilizadas para os cálculos da perda de vazão e Distância das coordenadas foram implementadas manualmente. A função da perda de vazão escolhida foi uma aplicação da equação de *Darcy-Weisbach* devido a sua maior precisão e equacionamento de fatores como rugosidade (fator de atrito). Em muitos países, as normas e regulamentações para sistemas de abastecimento de água e esgoto, bem como outras infraestruturas, recomendam ou exigem o uso da equação de *Darcy-Weisbach* para calcular as perdas de carga (O. BROWN, 2002).

$$\frac{4fL}{D} \frac{V^2}{2g} = h_f$$

Onde:

- f é o fator de atrito de Darcy-Weisbach, que depende das propriedades do fluido e das características da tubulação.
- L é o comprimento da tubulação.
- D é o diâmetro da tubulação.
- V é a velocidade do fluido na tubulação.
- g é a aceleração devido à gravidade.
- h_f é a perda de carga devido ao atrito na tubulação.

Para o cálculo entre os pontos no mapa onde seriam posicionados os elementos de bombeamento, foi utilizada a fórmula de *Haversine* com uma pequena otimização no que diz respeito às diferenças de altitude. A distância entre dois pontos (lat_1, lon_1) e (lat_2, lon_2) na Terra é dada por:

$$d = 2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta lon}{2} \right)} \right)$$

Onde:

- d é a distância entre os dois pontos
- r é o raio da Terra (o raio médio da terra foi utilizado, que é aproximadamente 6371 Km)
- Δlat é a diferença entre as latitudes dos dois pontos.
- Δlon é a diferença entre as longitudes dos dois pontos.
- lat_1 e lat_2 são as latitudes dos dois pontos em radianos.

Outra ferramenta essencial para o nosso estudo foi a API Elevation, parte integrante da suíte de mapas do Google. Com o uso dessa API, conseguimos obter dados de elevação com base nas coordenadas inseridas pelo usuário no mapa. Esses dados foram fundamentais para calcular as diferenças de altitude entre os pontos, estabelecendo assim os requisitos de pressão necessários.

Outra função que agregou valor à ferramenta e facilitou sua utilização foi a regionalização hidrológica, segundo Wolff, 2013, é uma técnica que permite transferir informação entre bacias hidrográficas semelhantes, a fim de calcular em sítios que não dispõe de dados, as variáveis hidrológicas de interesse; assim, a mesma caracteriza-se por ser uma ferramenta útil na gestão dos recursos hídricos.

Esses procedimentos desempenharam um papel central na definição dos cálculos e na determinação dos valores de referência que são cruciais tanto para a análise das perdas como para o dimensionamento da bomba.

5.2. Orçamento

Para tornar a ideia do software de dashboard uma realidade, é necessário montar uma equipe de profissionais qualificados, que englobe:

- Desenvolvedores: serão responsáveis por implementar o software, tanto a versão web (Flask) quanto a versão local (Qt5). Recomenda-se a contratação de pelo menos dois desenvolvedores com experiência em Python, Flask e Qt5.

- Designer de Interface: este profissional será responsável por projetar a interface do dashboard, garantindo uma experiência de usuário atraente e funcional.
- Gerente de Projeto: supervisionará o progresso, coordenará a equipe e garantirá que o projeto seja entregue dentro do prazo e do orçamento.

Estima-se que os desenvolvedores serão contratados com base em um contrato de prestação de serviços ou como funcionários em tempo integral, dependendo da disponibilidade de recursos. Os custos podem variar com base na localização dos desenvolvedores e na experiência, mas uma estimativa inicial seria:

1. Desenvolvedor (Flask/Python/HTML/CSS ou similar): R\$ 4.500,00 por mês (2 desenvolvedores por 6 meses).
2. Desenvolvedor de Interface (UI/UX): R\$ 3.500,00 por mês (1 desenvolvedor por 6 meses).
3. Um gerente de projeto experiente pode ser contratado por aproximadamente R\$ 8.000,00 a R\$ 12.000,00 por mês, durante todo o período de desenvolvimento (6 meses).
4. Licenças: para desenvolver o aplicativo, será necessário adquirir as licenças apropriadas de ferramentas a serem definidas pelo gerente de projeto.
5. Hospedagem Web: para a versão web do aplicativo, será necessário contratar um serviço de hospedagem. O custo pode variar significativamente com base na capacidade e nos recursos necessários, mas uma estimativa inicial pode ser de R\$ 800,00 a R\$3.000,00 por ano.

Outros custos a serem considerados incluem aquisição de hardware, despesas administrativas, marketing e possíveis despesas legais.

Para uma estimativa geral do orçamento, somamos os custos estimados para desenvolvedores, designer de interface, gerente de projeto, ferramentas e licenças, hospedagem web e outros custos, totalizando o valor aproximado de R\$ 130.000,00 caso fosse necessária a criação de uma equipe.

5.3. Retorno Esperado

O retorno da solução vai além dos benefícios diretos e imediatos mencionados. Ao promover a sustentabilidade ambiental, econômica e social, a solução contribui para a construção de um ambiente mais resiliente, a melhoria na qualidade de vida das comunidades e tem implicações que transcendem as necessidades básicas, ampliando as oportunidades para o desenvolvimento social e econômico. A disponibilidade de água e a possibilidade de aumento da renda podem servir como catalisadores para o crescimento sustentável da comunidade, fortalecendo sua autonomia e capacidade de prosperar em longo prazo.

A solução não apenas resolve um problema iminente, mas também estabelece as bases para uma transformação positiva e sustentável na vida dos habitantes, demonstrando o potencial da tecnologia para impulsionar o progresso das comunidades rurais.

O retorno esperado da implementação da solução proposta é diversificado e abrange aspectos tanto tangíveis quanto intangíveis. Dada a natureza da solução escolhida, a maior parte dos retornos é intangível, centrando-se no impacto inicial da introdução da tecnologia, embora também haja benefícios tangíveis, particularmente em cenários ideais.

5.3.1. Tangíveis

Redução de Custos Energéticos: um benefício tangível significativo é a redução a zero dos custos relacionados à energia elétrica e aos combustíveis fósseis no processo de bombeamento de água, especialmente em cenários ideais. Isso não apenas resulta em economias diretas para os agricultores e a comunidade, mas também contribui para a sustentabilidade econômica.

Emissão de CO₂ Zero: a solução também promove a redução total das emissões de CO₂ nos sistemas de bombeamento. Isso tem implicações positivas no combate às mudanças climáticas e na mitigação dos impactos ambientais, o que é uma contribuição para a preservação do meio ambiente.

5.3.2. Intangíveis

Melhoria na Qualidade de Vida: a disponibilidade de água proporcionada pela solução tem um impacto direto na melhoria da qualidade de vida da comunidade, pois garante o acesso a um recurso fundamental para a subsistência, higiene e saúde.

Aumento da Renda: a possibilidade de irrigação, facilitada pela solução, cria oportunidades para aumentar as fontes de renda da comunidade. Isso pode incluir o cultivo de produtos de maior valor, diversificação das atividades agrícolas e o aumento da produtividade.

Redução de Custos e Aumento da Renda Disponível: além da economia de custos com energia elétrica e combustíveis, a solução contribui para o aumento da renda disponível dos agricultores, uma vez que essas despesas são eliminadas. Isso pode ser direcionado para melhorias adicionais na produção ou para atender a outras necessidades.

Redução da Poluição do Ar: a redução na emissão de poluentes, como fumaça resultante da queima de combustíveis fósseis, tem impactos intangíveis na melhoria da qualidade do ar e na saúde dos habitantes da comunidade.

6. VALIDAÇÃO

6.1. Procedimento

O procedimento adotado para validar a solução proposta envolveu o contato com a comunidade quilombola de Cafundó, que apresentou um desafio relacionado à homologação junto ao Governo Federal para a obtenção do selo "Produto Orgânico" em sua produção. Após o primeiro contato e a identificação de algumas questões-chave, a elaboração da solução teve início.

Inicialmente, considerou-se a criação de um sistema de bombeamento baseado em aríetes hidráulicos. No entanto, a decisão final recaiu sobre o desenvolvimento de um software, o que permitiria beneficiar um maior número de pessoas com a aplicação da tecnologia, maximizando o impacto na sociedade.

A validação da solução foi discutida em colaboração com a Marumby Bombas, o principal fabricante de bombas de aríete no Brasil. Essa colaboração foi estabelecida por meio de uma reunião na qual apresentamos o MVP (Produto Mínimo Viável) e o Pitch do projeto. Recebemos um feedback muito positivo da empresa, que reconheceu a capacidade da nossa solução em resolver desafios significativos enfrentados por eles e seus clientes durante a instalação desses sistemas. Além disso, a Marumby Bombas expressou interesse em explorar oportunidades comerciais relacionadas à solução desenvolvida pela nossa equipe.

Posteriormente, solicitamos ao empresário que nos fornecesse informações de contato de alguns de seus clientes. Isso nos permitiria conduzir um estudo de caso real com o uso do software, com o objetivo de avaliar a precisão dos cálculos gerados em comparação com a realidade. Essa abordagem reforçou a validação da solução e a comprovação da pertinência do problema abordado em nossa pesquisa.

Essas etapas de validação representam um passo fundamental na demonstração da eficácia e aplicabilidade da nossa solução, estabelecendo uma base sólida para o prosseguimento do estudo.

6.2. Resultados

Ficou evidente que o mercado de bombas de aríete necessita de inovações, uma vez que se trata de um mecanismo limitado em termos de projeto, com aplicações geralmente associadas a baixo valor agregado. Devido a essas características, esse mercado não tem atraído investimentos significativos nem mesmo inovações, ocupando um segmento irrisório em comparação com soluções mais práticas e difundidas no setor, como rodas d'água e bombas elétricas.

Com base nessas considerações, após a análise de mercado e discussões com usuários do sistema e um empresário do segmento, constatamos a necessidade de aprimorar a forma como as bombas de aríete são divulgadas e organizadas. Nosso objetivo de sistematizar o dimensionamento e a dinâmica de uso dessas bombas emerge como uma solução viável para otimizar a implementação desses sistemas em uma escala maior do que a atualmente utilizada.

Acreditamos que, com uma disseminação mais ampla de informações e a implementação desses sistemas em mais comunidades, visando ampliar a base de usuários, as bombas de aríete certamente se tornariam novamente uma opção relevante para o consumidor comum. Além disso, essa expansão contribuiria para a otimização do design, proporcionando benefícios tanto para engenheiros quanto para empresas interessadas em ingressar nesse segmento.

7. CONCLUSÃO

O software desenvolvido pela equipe emerge como uma solução preliminar para auxiliar comunidades e produtores rurais a considerarem uma alternativa mais econômica e ecologicamente correta para suas necessidades hídricas. Um dos objetivos que não pôde ser alcançado, devido à escassez de documentação e à impossibilidade de execução em tempo hábil, foi a modelagem numérica de uma bomba de aríete, visando um dimensionamento mais preciso da vazão e pressão na saída da bomba após considerar as devidas perdas calculadas.

Nesse contexto, o trabalho abordou diversas competências essenciais para a formação de um engenheiro, com ênfase em programação, mecânica dos fluidos e questões sociais relevantes. Exigiu dos membros que saíssem da zona de conforto em busca de informações relacionadas ao agronegócio.

Como sugestão para estudo e desenvolvimento de uma solução mais avançada para dar continuidade a este trabalho, foi proposta a modelagem matemática do funcionamento de uma bomba de aríete. Tal abordagem permite uma previsão mais precisa da vazão e pressão, considerando a frequência das batidas, diâmetro de entrada e saída das tubulações, volume de ar, entre outros fatores, viabilizando assim o dimensionamento ideal do sistema. Uma hipótese sobre as consequências da implementação desse modelo é atrair um público mais técnico, possibilitando o uso das bombas de aríete em projetos com limites mais bem definidos.

REFERÊNCIAS

- [1] MORAES, M. D. de; OLIVEIRA, N. A. M. de. **Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**
- [2] GUSMÃO, Izabele Cristina Dantas de et al. **Principais Mecanismos de Alívio do Golpe de Aríete em Adutoras**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 15 a 17 de setembro de 2021
- [3] BRASIL. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/lei-no-10-831-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf/view>. Acesso em: 05/11/2023.
- [4] BERTOLINI, Maria Madalena et al. **A Importância da Agricultura Familiar na Atualidade / The Current Importance of Family Agriculture**. Congresso Internacional da Agroindústria, 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1520.pdf>
- [5] O. BROWN, Glenn. **The History of the Darcy-Weisbach Equation for Pipe Flow Resistance**. ENVIRONMENTAL AND WATER RESOURCES HISTORY, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242138088_The_History_of_the_Darcy-Weisbach_Equation_for_Pipe_Flow_Resistance
- [6] WOLFF, Wagner. Avaliação e nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo. Engenharia de Sistemas Agrícolas da ESALQ/USP, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-08042013-102503/publico/Wagner_Wolff_versao_revisada.pdf