

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO UTILIZANDO SENSOR DE UMIDADE COM ASPERSOR AUTOMÁTICO

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020436-450>



Laura Pampanini Silveira¹
Monique de Faria Silveira²
Samuel Borges Barbosa³
Maria Gabriela M. Peixoto⁴

RESUMO

Atualmente, o agronegócio é considerado um pilar da economia brasileira. Contudo, mesmo com toda a importância da agricultura para a economia, é necessário compreender os desafios enfrentados pelo consumo de água na agricultura, tanto no Brasil como em todo o mundo. Assim, utilizando dois projetos desenvolvidos por uma organização internacional de empreendedorismo social, a Enactus, e levando em consideração a sustentabilidade e os recursos ambientais, este estudo apresenta o desenvolvimento de um sensor automático de umidade por aspersão. Este projeto faz parte dos projetos da Enactus, orientados pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, 6, 8, 12, das Nações Unidas (ONU). O sistema conecta o equipamento para liberar água para irrigação agrícola, com foco na agricultura familiar. Esse sistema de irrigação funciona através do micro aspersor, usando palitos de pirulito. Portanto, através de um trabalho relacionado aonexo Alimentos-Água-Energia, os processos de desenvolvimento seguiram a metodologia do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). O sistema de irrigação obtido permite um maior controle sobre a colheita, evitando falta ou excesso no suprimento de água, que muitas vezes gera perdas em várias plantações. O sistema também colabora para reduzir o

¹Discente, curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Viçosa (UFV), *campus* Rio Paranaíba. E-mail: laurapsilveira@hotmail.com

² Discente, curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Viçosa (UFV), *campus* Rio Paranaíba. E-mail: moniquef_silveira@hotmail.com

³ Doutor, Universidade Federal de Viçosa (UFV), *campus* Rio Paranaíba. E-mail: osamuelbarbosa@gmail.com

⁴ Doutora, Universidade Federal de Viçosa (UFV), *campus* Rio Paranaíba. E-mail: gabriela.peixoto@ufv.br

grande desperdício de água na irrigação, possibilitando um manejo sustentável e o uso eficiente desse recurso natural.

Palavras-chave: Irrigação. Enactus. Agricultura Familiar. Gestão Hídrica

DEVELOPMENT OF AN IRRIGATION SYSTEM USING MOISTURE SENSOR WITH AUTOMATIC SPRINKLER

ABSTRACT

Agribusiness is considered a pillar of Brazilian economy nowadays. However, even though the importance of agriculture in economy, it is necessary to understand the challenges related to water consumption in agriculture in Brazil and worldwide. Thus, using two projects developed by an international organization of social entrepreneurship, the Enactus, and taking into account sustainability and environmental resources, this study presents a development of an automatic sprinkler moisture sensor. This project is part of Enactus projects oriented by Sustainable Development Goals (SDGs) 2, 6, 8, 12, from United Nations (UN). The system connects the equipment in order to release water for agricultural irrigation, focusing on family farming. this irrigation system works through the micro sprinkler, using lollipop sticks. Therefore, through a work related to Food-Water-Energy Nexus, the development processes followed the Product Development Process (PDP) methodology. The irrigation system allows a greater control over the harvesting, avoiding lack or excess in the water supply, that often generates losses in several plantations. The system also collaborates to reduce the great waste of water in irrigation, thus enabling a sustainable management and efficient use of this natural resource.

Keywords: Irrigation. Enactus. Family Farming. Water Management.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Fundo das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (2012) o setor de agricultura no Brasil é responsável pela utilização de 70% da água do país e quase a metade dessa água é desperdiçada. Levando em consideração esse desperdício e a crescente preocupação com os recursos básicos, como a água, o seguinte trabalho consiste na criação de um sistema de irrigação dedicado à pequenos produtores a fim de tentar diminuir esse desperdício gerado.

Como base para o sistema a seguir apresentado, foram utilizados pesquisa e apoio ao desenvolvimento dois projetos desenvolvidos por uma organização internacional sem fins lucrativos, a Enactus. Presente em 37 países e composta por uma rede de estudantes, professores e líderes de negócios, busca inspirar os alunos a desenvolver a comunidade e fazer da Ação Empreendedora a ferramenta que transforma vidas e constrói um mundo melhor e mais sustentável. No Brasil, a Enactus foi fundada em 1998 e atualmente conta com 120 times em todo o país.

Aliado, portanto, a demandas já existentes detectadas pelos projetos Enactus, juntamente ao cunho social, ambiental e econômico que apresentam e nos quais o sistema também impactaria, é possível aliar o trabalho aos Objetivos de Desenvolvimento Estratégico (ODS) da ONU e abranger diversos destes. Associam-se assim as ODS's a um nível mais institucional de ser trabalho, mostrando sua abrangência e o quanto são aplicáveis em diferentes setores além de renomados fóruns internacionais.

Desenvolveu-se, portanto, um sistema inovador a partir das etapas de desenvolvimento de produto, estruturando um relatório com resumo e introdução ao tema, juntamente com os envolvidos para validação do projeto. Logo em seguida, foi abordada no referencial teórico, a contextualização sobre a relevância da agricultura e seu impacto na utilização da água. Posteriormente, tem-se a metodologia utilizada no Projeto, sendo o desenvolvimento de produtos obtidos pelos passos: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para Produção e Lançamento do Produto. E por fim, as conclusões e considerações finais sobre o trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O planeta Terra é constituído de 70% água, porém desse total apenas uma pequena parcela é de água doce, mais especificamente 97,5% da água no planeta é salgada e apenas 2,5% é de água doce. Devido a essa pequena porcentagem de água doce disponível e levando em consideração os elevados níveis de consumo e degradação da água, esta é definida como um bem escasso e em condição de alerta (BARROS; AMIN, 2008).

Ainda para Barros e Amin (2008), essa escassez se deve principalmente à sua utilização no setor agrícola e industrial sendo 70% da água doce destinada à

atividades agrícolas e 22% à indústrias. Fazendo um recorte para a agricultura, a processo de irrigação possui eficiência de apenas 37%, ou seja, de toda a água destinada à irrigação apenas uma pequena parcela é efetivamente usada tornando o processo ineficiente e responsável por grande desperdício de água (COELHO; COELHO FILHO; OLIVEIRA, 2005).

Garantir a eficiência de um sistema de irrigação consiste em selecionar a melhor forma de realização desta (como por gotejamento, aspersão, entre outros) e promover o manejo correto, ou seja, a eficiência de um sistema se deve não só à selecionar um método que disponha menor dispêndio de água mas também garantir manuseio correto do momento certo de irrigar e a quantidade de água propícia água (COELHO; COELHO FILHO; OLIVEIRA, 2005).

Portanto, diante da necessidade de ação e otimização dos recursos hídricos por meio de práticas sustentáveis e que realmente sejam eficazes, entra-se em contexto a Enactus. A Enactus é uma organização mundial sem fins lucrativos e que tem o propósito de fornecer uma plataforma para universitários criarem projetos de desenvolvimento comunitário que colocam capacidade e talento das pessoas em foco. Atualmente já está presente em 37 países, sendo que só no Brasil existem mais de 120 universidades em que foram criados times Enactus, resultando ainda em mais de 240 projetos ativos em diferentes âmbitos. Apesar dos diferentes contextos, todos respeitam o *Triple Bottom Line*, ou seja, o Tripé da Sustentabilidade nos termos Social, Ambiental e Financeiro, o que faz que os estudantes façam da ação empreendedora uma ferramenta que é capaz de transformar vidas.

Essa transformação, no entanto, ocorre tanto para as comunidades impactadas direta ou indiretamente pelos projetos, se tornando empoderadas e mudando suas perspectivas de vidas, como também a Enactus possui o papel de transformar os alunos que desenvolvem os projetos, despertando e trabalhando com valores que os tornam verdadeiros líderes do futuro. Tudo isso é acompanhado de perto por professores e executivos de empresas referências nacionalmente e internacionalmente, uma vez que, ao empoderar outras pessoas, cria-se um mundo melhor para todos.

Na organização, também particularmente identificada como uma ONG universitária há um trabalho conjunto com os 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) adotados na Cúpula das Nações Unidas como metas a serem atingidas

até 2030. Além do tripé da sustentabilidade, há o lado institucional que diz respeito à sua colocação em prática.

Um projeto que pode ser citado como exemplo é o Amana Katu, um projeto brasileiro do Time Enactus UFPA, campeão de uma competição nacional entre os times Enactus do Brasil e também campeão global do *World Water Race*. Este atua como um negócio social alinhado com o objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU nº 06, buscando universalizar o acesso à água potável na Amazônia por meio de tecnologias sustentáveis de captação de água da chuva de baixo custo, montadas e vendidas por um grupo de jovens em situação de vulnerabilidade socioeconômica, que recebem uma oportunidade de geração de renda no projeto.

Outro projeto brasileiro que vem crescendo e ganhando espaço é o Projeto Q, do Time Enactus UFV CRP. Este foi o campeão do prêmio Alimentação em Foco 2019 oferecido pela Fundação Cargill, ao buscar o reconhecimento socioeconômico dos produtores de Queijo Minas Artesanal da microrregião de Patos de Minas, por meio da adequação ao selo IMA. Este abrange diversas ODS da ONU, como as nº 2, 8, 11 e 12. E em um âmbito internacional, temos, por exemplo, o Time Enactus Canadá, nomeado campeão mundial de 2018 com o projeto One Seed, com o objetivo de atacar o problema de segurança alimentar na Zâmbia, África, por meio do empoderamento de agricultores. Ou seja, diversos projetos Enactus já são amplamente reconhecidos pela criação de tecnologias inovadoras por meio dos estudantes e parceiros da rede que mudaram completamente a realidade dos problemas regionais relatados antes da atuação dos times.

3 METODOLOGIA

A metodologia consiste em uma explicação detalhada de todos os procedimentos, pesquisas, critérios de amostragem e planejamento realizados durante a execução de uma pesquisa científica (Fonseca, 2002). Dessa forma para dar início ao planejamento do trabalho foram realizadas pesquisas, levantamentos de dados e realização de *brainstorming* para definir a área de estudo, ou seja, detectar as necessidades presentes no mercado para que o desenvolvimento de produto possa ser desenvolvido a fim de atender tal necessidade.

Partindo de uma necessidade já especificada, os concorrentes e similares foram definidos levando em consideração que o produto em desenvolvimento se trata

de um sistema inovador, porém com componentes básicos que podem ser encontrados no mercado visando obter um sistema de baixa tecnologia, porém eficiente.

A partir da definição dessa necessidade encontrada no mercado, é o momento de Ideação que segundo De Souza (2017), consiste no momento de geração de alternativas para suprir tais necessidades. Foram assim desenvolvidas três propostas a serem avaliadas e a partir de utilização de ferramentas, definida a melhor entre elas. Após a definição da melhor alternativa, esta foi analisada destrinchando seus componentes, tecnologias e materiais baseados em dados e precificação atual.

Para concretização final do produto, foi realizada a definição dos materiais envolvidos no sistema, seja na sua fabricação ou em sua ficha técnica (BOM- Bill of Materials), e a partir de uma análise de custos realizou-se também a estimativa de seu preço. Além disso, uma pesquisa para cada material envolvido foi feita como forma de identificar os possíveis resíduos gerados durante sua vida útil e após. Por fim então, o retorno esperado destes resíduos sólidos gerados foi definido assim como seu plano de marketing e possíveis estratégias para publicidade, propaganda e comercialização. Finalizando então o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) expondo o protótipo final do produto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dando início ao Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) determinados dois principais focos de pesquisa, sendo eles: pesquisa de problemas relacionados aonexo alimentos-água-energia e pesquisa de projetos Enactus que envolvessem um desses três fatores. A partir do êxito dessas pesquisas foi feito o recorte de estudo para o setor do agronegócio, mais especificamente a agricultura, que segundo o Fundo das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (2012) e assim como já citado anteriormente, é o setor responsável pela utilização de 70% da água do país da qual quase a metade é desperdiçada principalmente no processo de irrigação. Então definimos tal recorte como uma necessidade vigente no mercado agrícola e selecionamos dois projetos da Enactus como base para o produto. Os projetos são o “Mudas” do time Enactus IFCE Iguatu e o “I- Terra” do time Enactus Mohammadia.

O Mudas trabalha em prol de auxiliar o empoderamento econômico das famílias do semiárido nordestino do Brasil, por meio de tecnologias de produção de alimentos

de baixo custo. O Pirotec foi desenvolvido como um emissor alternativo, custando em torno de R\$ 0,07 para tornar terras improdutivas em cultivos que gerem renda para as famílias em Iguatu. O segundo projeto, o I- Terra permite a irrigação automática da exploração agrícola, posteriormente à detecção de umidade do solo e do ar em uma unidade central de monitoramento. Irrigando as plantas apenas em caso de necessidade, o I-TERRA ajuda a poupar uma quantidade importante de esforço, introduz os agricultores a métodos de gestão de explorações inteligentes, evita a sobre irrigação, o fracasso da colheita e, mais importante, a preservação do nosso sistema hidráulico.

Como o sistema a ser desenvolvido visa atender as necessidades do setor agrícola o nosso público alvo são os agricultores, mas principalmente os agricultores de pequeno porte e agricultores familiares já que o sistema a ser desenvolvido será baseado em baixa tecnologia sendo ideal para esse tipo de público; e como *stakeholders* tem-se as empresas do setor agrícola.

O problema de desperdício de água na agricultura já é um fator conhecido e muito tratado, principalmente devido à proporção que este assume, dessa forma há diversos estudos e produtos que visam diminuir esse impacto e são concorrentes, sendo eles: técnica de irrigação por gotejamento e sensor de umidade do projeto I-Terra da Enactus.

Feito tais análises e constatações foi então definido as funções que o produto deve ter: primeiramente o produto se trata de um sistema, já que ele desenvolve duas funções e envolve diferentes componentes que juntos são responsáveis por suprir as necessidades do setor agrícola. Assim sendo, o sistema tem as funções de medir a umidade do solo e realizar microaspersão automática. Para isso o produto deve conter um sensor de umidade que registre a umidade e seja configurado para passar informações quando a umidade estiver abaixo do esperado, tal informação deve ser recebida por uma válvula solenóide que é responsável por abrir e fechar a passagem de água para a irrigação e por fim o equipamento de micro aspersion que irriga a plantação quando necessário e de acordo com a umidade do solo. Tal sistema permite então que a irrigação ocorra apenas quando necessária, já que será controlada pela umidade do solo, e também resolverá o problema de sobre irrigação que ocorre quando há mais irrigação do que necessário e pode gerar perdas de alimentos.

O sistema destrinchado em seus componentes é composto por um sensor de umidade, válvula solenóide e mecanismo de irrigação. Realizando a geração de três alternativas para esse produto, o componente responsável pela irrigação foi alternado gerando as três alternativas necessárias:

- Sensor de umidade com mangueira de gotejamento;
- Sensor de umidade com micro aspersor padrão;
- Sensor de umidade com microaspersor de palito de pirulito.

Partindo dessas três alternativas propostas foram realizadas duas ferramentas de projeto a fim de determinar a melhor entre elas, sendo a Matriz de Relações e Análise de Custos. A primeira relaciona requisitos do cliente e requisitos funcionais do produto a partir de pesos (fraco, médio e forte), gerando uma soma a cada um dos requisitos do produto que define assim a relevância de cada um desses requisitos. A Figura 1 a seguir mostra a Matriz de Relações em que as três alternativas são avaliadas juntamente já que os requisitos do cliente, ou seja, as necessidades do cliente são as mesmas e dessa forma os requisitos de ambos os produtos devem ser explorados a fim de definir o fator de maior relevância e assim ver a alternativa que melhor se encaixa:

Figura 1: Matriz de Relações para análise das alternativas.

Requisitos do Projeto →	Importância p/ o cliente	Preço de Venda	Qualidade do sensor de umidade	Qualidade do aspersor	Qualidade da Válvula Solenóide	Material da Mangueira	Tamanho do Furo	Vazão Média	Tecnologia Utilizada
Requisitos do Cliente ↓									
Baixo Preço	4	●	○	▼	○	▼			●
Economia de Água	5	▼	●	●		▼	●	●	▼
Praticidade	4				▼				●
Eficiência	5	▼	●	●	○	●	▼	○	○
Prioridades		30	62	54	31	34	30	40	60

Legenda	
●	Forte
○	Média
▼	Fraca

Fonte: Autores (2019).

Analisando tal figura podemos concluir que os principais requisitos são: qualidade do sensor de umidade, tecnologia utilizada e qualidade do micro aspersor. Como as alternativas em estudo variam apenas o componente responsável pela

irrigação, o primeiro requisito referente à qualidade do sensor de umidade não direciona a nenhuma das alternativas. Em relação à tecnologia utilizada, podemos observar que as relações deste com os requisitos do cliente está relacionado à baixo preço e praticidade, dessa forma o produto então deve haver baixa tecnologia, porém ser eficiente da mesma forma; sendo assim o componente que oferece menos tecnologia a um baixo preço, praticidade e proporciona maior economia de água é a micro aspersão por palito de pirulito. O último requisito destacado é a qualidade do micro aspersor, nesse aspecto ambos apresentam um alto nível de qualidade, ou seja, realiza de forma eficaz e eficiente a irrigação, porém ao rever novamente os requisitos do cliente vemos a relação também com a economia de água que é destacado como fator principal de estudo do referente trabalho e então o componente que mais economiza água é o micro aspersor de palito de pirulito.

Após a realização da Matriz de Relações, foi efetuada a análise de custo dos componentes utilizados nas três alternativas, sendo eles:

Tabela 1: Análise de Custos 1ª Alternativa.

Componentes 1ª Alternativa	Preço (R\$)
Válvula Solenóide	R\$ 49,80
Sensor de Umidade	R\$ 8,46
Aspersor para Irrigação	R\$ 14,50

Fonte: Autores (2019).

Tabela 2: Análise de Custos 2ª Alternativa.

Componentes 2ª Alternativa	Preço (R\$)
Válvula Solenóide	R\$ 49,80
Sensor de Umidade	R\$ 8,46
Kit Gotejamento	R\$ 84,00

Fonte: Autores (2019).

Tabela 3: Análise de Custos 3ª Alternativa.

Componentes 3ª Alternativa	Preço (R\$)
Válvula Solenóide	R\$ 49,80
Sensor de Umidade	R\$ 8,46
Palito de Pirulito	R\$ 0,05
Arame 16mm (11m)	R\$ 11,70
Prego cabrar (Kg)	R\$ 11,80
Mangueira de Polietileno (m)	R\$ 0,70

Fonte: Autores (2019).

Conclui-se a partir da análise de custos das alternativas que o sistema com o menor custo é o da 3ª alternativa, que consiste no sistema de sensor de umidade com aspersão automática por palito de pirulito.

Com base na alternativa selecionada, inicia-se um estudo mais direcionado sobre esse sistema a fim de deixar mais evidente seus processos e potencializar seu desenvolvimento. O primeiro passo é deixar claro todos os materiais que seriam necessários para o sistema funcionar, uma vez que não há criação de novos produtos, e sim uma adaptação de diversos já existentes. Portanto, a lista de materiais e componentes (*Bill of Materials* - BOM) deve possuir destaque e é composta unicamente pelo sensor de umidade, válvula solenóide, palitos de pirulito, arame 16mm, prego cabral e mangueira de polietileno. Sendo que as especificações de cada um devem ser seguidas para o encaixe de todos ser efetivo.

O processo de montagem consiste unicamente em conectar eletricamente o sensor de umidade à válvula solenóide. Depois os micros aspersores devem ser montados, utilizando o arame enrolado ao palito de pirulito e em formato de estrutura “C”, sustentar o prego virado para baixo e para a saída do micro aspersor. Por fim, basta conectar a mangueira à válvula e aos palitos.

Pelo estudo de preço de cada um deles conforme tabelas acima, e por não existir um processo fabril ao redor da alternativa, o custo estimado consegue ser bem próximo da realidade. Justifica-se, portanto, sua viabilidade econômica, que necessita de certo investimento inicial direcionado à válvula solenóide devido ao seu maior custo e pela sua importância no controle que exerce no sistema. Entretanto, é a que possui maior vida útil, ou seja, trocas e reparos necessários seriam somente em materiais com custos extremamente baixos e ainda assim, resistentes.

Aliando vida útil a potenciais falhas do produto, consegue-se traçar ainda seus pontos fracos. Estes são puramente estéticos ou facilmente resolvidos, já que consistem, por exemplo, no fato das tubulações das mangueiras terem que ficar expostas e serem poucos atraentes. Uma alternativa para mascarar tal produto, é a opção de designers no momento da compra direcionados a um público que esteja preocupado com este ponto, não se importando em um custo elevado para obter certa vantagem.

Outra falha prevista seria o entupimento dos palitos de pirulito, fazendo com que o sistema não liberasse água para aspersão naquele determinado ponto e perdesse o sentido do produto. Porém os palitos têm um custo extremamente baixo, e sua troca é de fácil realização, podendo solucionar de forma simples este eventual problema. Além disso, o próprio kit do sistema já apresenta um número de palitos suficiente para inicial montagem mas para possíveis primeiras trocas necessárias também.

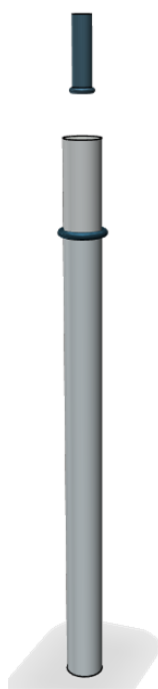
Diante disso, traçam-se as principais vantagens competitivas diante dos concorrentes, justificando o produto e seu mercado. Diversos erros foram mapeados nos sistemas de irrigação já existentes, sendo que o sensor de umidade aliado a micro aspersão resolveria grande parte deles. Alguns exemplos são: não proporcionar água parada, irrigar tanto folhas quanto raízes, não existirem desperdício ou excesso de irrigação, ser independente da declividade do solo, baixo custo para sua manutenção ou trocas eventuais, sistema fácil de instalar e de ser movido, eliminam a necessidade de ir a campo coletar dados visualizando e automatizando a irrigação diante do comportamento detectado da umidade da água em diferentes profundidades das raízes.

Por fim, foi traçado um plano de marketing bem direcionado e que conseguisse atingir o principal público-alvo envolvido: os pequenos agricultores. A principal forma detectada de chegar até eles é a utilização da publicidade como aliada, por meio de abordagens específicas. Esta parcela dos trabalhadores é constantemente isolada de quaisquer oportunidades, tecnologias e novos produtos no meio agricultor, já que estes são sempre pouco acessíveis e destinadas à grandes empresas e empreendimentos. Portanto, uma simples forma de deixar evidente em que foi dada uma atenção a esta grande maioria que têm da agricultura sua forma de sustento e é pouco alcançado, já garantiria grande parcela dos clientes.

Além disso, pretende-se a utilização de canais de comunicação tradicionais para serem feitas as propagandas, como rádios e grupos em redes sociais, uma vez que plataformas, sites e demais tecnologias não seriam efetivos por muitos deste ramo não terem certa informação e acessibilidade para tal. E como forma de parcerias, os principais aliados seriam lojas agropecuárias e Sindicatos Rurais, que já tem contato com todo este público e seriam potenciais canais de distribuição e pontos estratégicos para promoções e maior contato com os clientes. Além disso, seria muito eficiente para possíveis trocas que sejam demandadas.

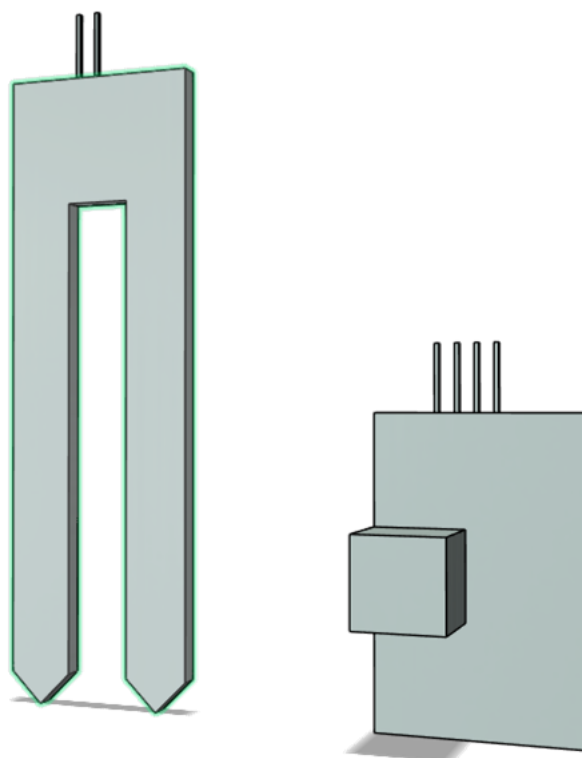
Por fim, temos então o protótipo da proposta final que consiste no sensor de umidade com aspersão automática através de palitos de pirulito:

Figura 2: Microaspersor de Palito de Pirulito.



Fonte: Autores(2019)

Figura 3: Sensor de Umidade.



Fonte: Autores (2019).

5 CONCLUSÃO

Diante do cenário mundial em que a agronomia é vista como vilã em respeito ao uso dos recursos hídricos, nota-se que pequenas alternativas têm o poder de impactar e resultar em grandes mudanças devido à grandiosidade deste meio. Ou seja, por lidar sempre com grandes quantidades, uma pequena redução ainda assim é muito significativa em questões ambientais e sustentáveis. Portanto, por meio ainda de uma rede tão inovadora e referência no que faz como a Enactus, propõe-se que a utilização de projetos e ideias sustentáveis já existentes por meio da proposição de melhorias e inovações mesmo que incrementais a fim de ampliar os impactos é fortemente justificável.

Portanto, o sistema desenvolvido dá a agricultores de pequeno porte e/ou com cultivo familiar uma alternativa de redução de gastos, desperdícios e aumento da qualidade de seu solo e em sua plantação. O uso de ferramentas e métodos faz com que exista maior consistência no novo produto, garantindo sua viabilidade e contribuindo para um impacto real e necessário.

Entretanto, pela limitação aos conhecimentos elétricos necessários para aprofundar na tecnologia do sistema, têm-se um trabalho mais limitado do protótipo

em questões funcionais práticas. Sugere-se, portanto, para próximas pesquisas, um estudo mais detalhado sobre especificações elétricas e as ligações eletrônicas do sensor de umidade à válvula solenóide, compreendendo mais profundamente todos os mecanismos do sistema e possíveis alternativas de otimizar ainda mais seu processo de funcionamento.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo, **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, 2008.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água, **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

CBC, Sarnia students win world competition for improving Zambian farming strategies, **CBC News**, 2018. Disponível em: <<https://www.cbc.ca/news/canada/windsor/enactus-lambton-win-world-cup-2018-1.4860655>>, Acesso em julho de 2019.

DE SOUZA, A. J. S. **Design como forma de inovação no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e seus conceitos metodológicos**. DI Factum, v. 1, n. 1, 2017.

ENACTUS, **Official Enactus' Website**, 2019. Disponível em: <<https://plus.enactus.org/s/>>, Acessado em julho de 2019.

ENACTUS. Diretamente do Vale do Silício, Brasil tem presença marcante na Enactus World Cup 2018, **Enactus' Official Website**, 2018. Disponível em: <<http://www.enactus.org.br/diretamente-do-vale-do-silicio-brasil-tem-presenca-marcante-na-enactus-world-cup-2018-confira/>>. Acessado em julho de 2019.

ESTRATÉGIA ODS. **Estratégia ODS Website**, 2019. Disponível em: <<http://www.estrategiaods.org.br/>>. Acessado em julho de 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**, Fortaleza: UEC, 2002.

GAZETA DO POVO, Quase metade da água usada na agricultura é desperdiçada, **Gazeta do Provo**, 2012. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/quase-metade-da-agua-usada-na-agricultura-e-desperdicada-8cloqojydz90xgtv7tdik6pn2/>>. Acessado em julho 2019.

PARANAÍBA AGORA. Time Enactus UFV-CRP conquista o 1º Lugar do “Prêmio Alimentação em Foco 2019 da Fundação Cargill” no ENEB 2019, **Paranaíba Agora**, 2019. Disponível em: <<https://paranaibaagora.com.br/time-enactus-ufv-crp-conquista-o-1o-lugar-do-premio-alimentacao-em-foco-2019-da-fundacao-cargill-no-eneb-2019/>>. Acessado em julho 2019.

PORTAL UFPA, Alunos da UFPA representam o Brasil em competição mundial no Vale do Silício, **Portal UFPA**, 2019. Disponível em: <<https://www.portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/10452-alunos-da-ufpa-representam-o-brasil-em-competicao-mundial-no-vale-do-silicio-eua>>. Acessado em julho 2019.

REBOUÇAS, A. da C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H. & SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**, v.1, 1ª Ed., São Paulo: Saraiva, 2006, 542 p.