

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NA CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO

*Camila Pires Cremasco¹
Evanize Rodrigues Castro
Ana Cláudia Marassá Roza Boso
Bruno Ricardo Silva Costa
Luís Roberto Almeida Gabriel Filho*

RESUMO

A agricultura irrigada proporciona empregos, aumento da produção, produtividade e rentabilidade agrícola das culturas. Entretanto, os sistemas de irrigação, em especial os pressurizados, demandam energia elétrica e componentes que apresentam um determinado custo, dificultando sua utilização em áreas cultivadas de menor escala ou em condições de escassez de recursos. Assim, dentre as alternativas atuais para minimizar as despesas com os sistemas de irrigação, destaca-se o uso de equipamentos sustentáveis feitos com material mais acessível e reciclável. Esses dispositivos, por serem de elaboração mais simples, podem ser utilizados em hortas comunitárias e escolares, melhorando a produtividade de pequenos cultivos. Desta forma, este trabalho visa apresentar irrigadores sustentáveis construídos por alunos da Escola Estadual Aristides Rodrigues Simões, integrantes do projeto de extensão denominado "Equipamentos feitos com materiais recicláveis", e apresentados em um curso de extensão ministrado na VI Semana do Livro e da Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Tupã, com a participação de alunos, servidores e comunidade local desta mesma instituição.

Palavras - Chave: Sustentabilidade. Pequenos produtores. Irrigadores recicláveis. Garrafa de polietileno tereftalato.

USE OF RECYCLABLE MATERIALS TO MAKE IRRIGATION EQUIPMENTS

ABSTRACT

Irrigated agriculture provides jobs, increases production, productivity and crop yields. However, irrigation systems, especially the pressurized ones, demand electric power and expensive components, that hinders their use in small-scale cultivated areas or in situations

¹ Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2000), mestrado em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (2004) e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2008). Atualmente é professora assistente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Campus de Tupã e docente permanente da pós graduação em Agronomia Irrigação e Drenagem da (FCA/UNESP-Botucatu). É líder do grupo de pesquisa Sistemas Fuzzy aplicados nas Ciências Agrárias - UNESP e participa como membro do grupo de pesquisa Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (PGEA). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Energia na Agricultura, atuando principalmente nos seguintes temas: lógica fuzzy, equações diferenciais. Contato: camila@tupa.unesp.br

of resources scarcity. Thus, the use of sustainable equipment made of accessible and recyclable material is one of the current alternatives to minimize expenses with irrigation systems. These devices are simple to make and can be used in community and school gardens, improving the productivity of small crops. In this way, this work aims to present sustainable irrigators developed by students of the extension project denominated "Equipment made with recyclable materials" and presented in an extension course taught at the VI Book and Library Week of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus of Tupã, with the participation of students, employees and the community of the same institution.

Keywords: Sustainability. Small rural farmers. Recyclable irrigators. Polyethylene terephthalate bottles.

USO DE MATERIALES RECICLABLES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS DE IRRIGACIÓN

RESUMEN

La agricultura de regadío proporciona empleos, aumento de la producción, productividad e rentabilidad agrícola. Sin embargo, los sistemas de irrigación, en especial los presurizados, necesitan de energía eléctrica y componentes costosos, dificultando su uso en áreas cultivadas de pequeña escala o en situaciones de escasez de recursos. Así, entre las alternativas actuales para minimizar los gastos con los sistemas de irrigación, se destaca el uso de equipamientos sustentables hechos con material más accesible y reciclable. Estos dispositivos, por ser de elaboración más simple, pueden ser utilizados en jardines de vegetales comunitarios y escolares, mejorando la productividad de pequeños cultivos. De esta forma, este trabajo tiene por objetivo presentar irrigadores sustentables desarrollados a partir de un proyecto de extensión denominado "Equipos hechos con materiales reciclables" y presentados en un curso de extensión impartido en la VI Semana del Libro y de la Biblioteca de la Universidad Paulista (UNESP) Campus de Tupã, con la participación de estudiantes, empleados y la comunidad local de esta misma institución.

Palabras Clave: Sustentabilidad. Pequeños productores. Irrigadores reciclables. Botella de polietileno tereftalato.

INTRODUÇÃO

A influência da água na produção vegetal é bastante conhecida, uma vez que esta é o componente majoritário do protoplasma das células, sendo responsável por manter o seu turgor, atuando no seu crescimento, participando de reações metabólicas, a exemplo da fotossíntese e fosforilação oxidativa, sendo requerida em grande volume durante o ciclo de desenvolvimento das plantas ([REICHARDT; TIMM, 2004](#)). Assim, dada a sua importância, o fornecimento de água via irrigação tem por objetivo atender as necessidades hídricas dos cultivos em localidades onde a lâmina de água fornecida pela precipitação natural não é o suficiente ou apresenta distribuição irregular ao longo do ciclo. Neste sentido, além de ser uma técnica adotada para lidar com o déficit hídrico, a irrigação é vista como uma estratégia cuja adoção resulta na geração de empregos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, otimização da produção mundial de alimentos e aumento da produção,

produtividade e rentabilidade da propriedade agrícola de forma sustentável ([MANTOVANI et al., 2007](#)).

A irrigação pode ser realizada a partir da adoção de diferentes métodos, os quais dizem respeito às formas de fornecimento da água às culturas, sendo classificados em quatro categorias: superfície, aspersão, localizada ou subterrânea. Por sua vez, vinculado a cada método tem-se os diversos sistemas, os quais apresentam componentes específicos para a sua instalação. Contudo, é importante destacar que para a implantação de qualquer método de irrigação é necessário que o produtor agrícola conheça as diversas fases de desenvolvimento das plantas ao longo do seu ciclo produtivo, bem como as características do solo, do relevo, do clima da sua região, além da disponibilidade de recursos hídricos (quantidade e qualidade da água). A partir destas informações, o produtor poderá decidir qual método é mais adequado às suas condições para, posteriormente, selecionar e dimensionar o sistema a ser adotado e manejá-lo corretamente para se aplicar a lâmina requerida.

No aspecto de sua engenharia, após a escolha do sistema de irrigação a ser adotado, tem-se uma lista de materiais necessários para a sua instalação, uma vez que estes demandam componentes (bomba hidráulica, tubulações, acessórios, válvulas e emissores) que apresentam, sobretudo, um custo de aquisição. Isso se dá, em especial nos sistemas pressurizados os quais conduzem e distribuem a água sob pressão através de condutos fechados, a exemplo daqueles associados aos métodos de irrigação por aspersão e localizada. Nestes sistemas, além dos componentes, tem-se a necessidade de utilização de um conjunto motobomba para o fornecimento de pressão ao sistema, o qual demanda uma fonte de energia, geralmente elétrica, para o funcionamento dos motores, o que também apresentam um custo para a irrigação.

Todas essas despesas em conjunto representam um impedimento para a utilização de componentes comerciais de sistemas de irrigação e para a sua aplicação em áreas produtivas de pequena escala, geralmente em condições onde não existe recursos disponíveis, a despeito da necessidade da fornecimento de água às plantas. Neste contexto, o desenvolvimento de técnicas mais simplificadas, com enfoque na redução de custos e preservação do ambiente, pode representar uma alternativa para a utilização da irrigação, caracterizando-a como um procedimento sustentável.

Dentre as características da irrigação sustentável destaca-se o usos de adubos orgânicos e verdes, criação e uso de sistemas que a captam a água da chuva, reutilização da água, manejo racional, com técnicas em que não ocorra poluição do ar, do solo e da própria água, utilização do sistema de agroenergia, produtos biosustentáveis e materiais reutilizados ([MANTOVANI et al., 2006](#)). A irrigação sustentável também pode ser desenvolvida com reuso de materiais, como as garrafas de polietileno tereftalato (PET), tubos de policloreto de vinila (PVC), latas de alumínio, embalagens de água sanitária, entre outros matérias que certamente iriam para o descarte, podendo os mesmos serem transformados em irrigadores e regadores de hortas ou pequenas plantações.

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar elaborar equipamentos sustentáveis de irrigação destinados beneficiar interessados da comunidade da região de Tupã, feitos a partir de materiais reutilizáveis, os quais foram desenvolvidos em projeto de extensão e apresentados em curso de extensão ministrado na UNESP, campus de Tupã.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os participantes do projeto de extensão denominado “Equipamentos feitos com materiais recicláveis” são alunos da Escola Estadual Aristides Rodrigues Simões, pertencente a cidade de Herculândia, município de São Paulo, e foram orientados por docentes da FCE/UNESP e pós-graduandos da FCA/UNESP, com reuniões realizadas quinzenalmente

Este projeto faz parte de uma iniciativa de pesquisadores da FCE que buscam utilizar materiais reaproveitáveis na Agronomia, mais especificamente na Energia na Agricultura e Irrigação, tendo como resultados aplicações na utilização de garrafas pet no aquecimento solar de água (GABRIEL FILHO et al., 2013, 2014, 2016). Nos primeiros encontros, foi feito um levantamento bibliográfico sobre os métodos de irrigação existentes e a concepção de irrigadores sustentáveis. Assim, foram eleitos os métodos de irrigação por aspersão e localizada. Em seguida, foram selecionados os equipamentos a serem confeccionados e delimitados os tipos de materiais e utilização destes.

Na construção dos irrigadores foram utilizados: garrafas PET com capacidade de 2 litros, 600 mililitros e 250 mililitros; garrafas de vidro de 300 mililitro e 750 mililitros (cor escura); uma lata de alumínio com tampa plástica; fitas adesiva, isolante, veda rosca e de borracha natural; luva e cotovelo de encanamento; tubos de PVC; mangueiras de água; conectores; arame liso para artesanato; parafusos; pregos; rolhas; equipo macrogota para soro; cap de saída de tubo; madeira; espuma laminada; cola de cano de PCV e corda de nylon. Todos os materiais citados foram reutilizados, e, portanto, não possuem custo e reduzem a produção de resíduos e acúmulo na natureza.

Os equipamentos produzidos relativos ao método de aspersão foram os irrigadores de garrafa PET ASP1 e ASP2. Sendo a diferença entre ambos, a disposição dos orifícios feitos nas garrafas PET e na forma de utilização destes irrigadores em campo. Na construção do ASP1, foi dividida a altura da garrafa PET em cinco partes iguais e, na altura correspondente a dois quintos (parte inferior para superior), foram feitos quatro furos em torno do material. Com a cola de tubo de PCV, conectou-se uma extremidade do cotovelo na luva de encanamento e a outra em um pedaço de tubo de PVC, que, por sua vez, foi fixada a garrafa. Na entrada do cotovelo, foi acoplado a mangueira de água (Figura 1(a)).

Já o segundo irrigador, ASP2, foi perfurada uma faixa da lateral da garrafa, com o auxílio de um prego aquecido, e conectado uma mangueira de água em sua boca lacrando com as fitas veda rosca, adesiva e borracha preta (Figura 1(b)). Os equipamento referentes ao método de irrigação localizada foram os irrigadores de garrafa PET LCL1 e LCL2 e o irrigador de lata de alumínio, LCL3, os quais simularam um sistema de gotejamento e o irrigador de tubo de PVC LCL4, que correspondeu ao sistema de microaspersão utilizando mangueira microperfurada. Na confecção de LCL1, foi perfurado o centro da tampa da garrafa PET e fixado a este, através de cola de cano de PVC, um equipo para soro. Em seguida, foi realizado um corte na lateral da garrafa próximo a sua parte inferior em forma de quadrado, não destacando o perímetro superior. Esta abertura foi utilizada para o reabastecimento da água (Figura 2(a)).

Para elaboração de LCL2 foi realizado o mesmo procedimento utilizado para o LCL1 no corte da garrafa e na perfuração de sua tampa. Logo após, foi colado no orifício da tampa um parafuso e conectado, nas laterais opostas da garrafa, dois pedaços de arame de artesanato, com ajuda de fita adesiva. As outras extremidades do arame foram anexadas em furos laterais de um vaso com planta. O abastecimento de água ocorre pelo corte lateral da garrafa (Figura 2(b)). Para a constituição de LCL3 foram feitos dois furos no fundo da

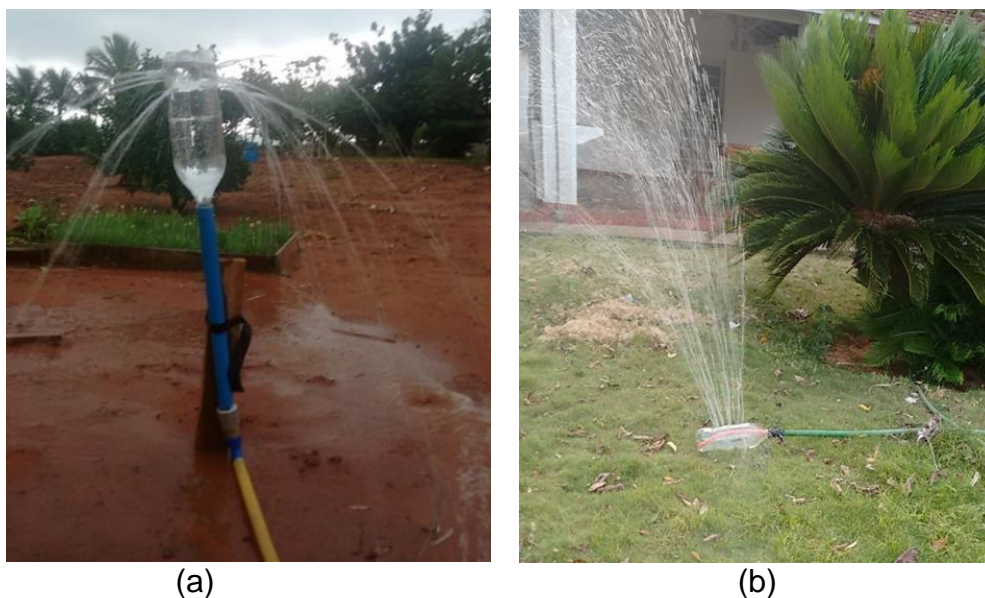
lata de alumínio e na tampa da lata para a passagem da água e fixação do fio de nylon, respectivamente. Ainda na tampa, foi feita uma abertura para o fornecimento de água e esta foi vedada junto a lata por cola de cano de PVC e fita adesiva (Figura 2(c)). O irrigador LCL4 foi construído a partir de um tubo de PVC que foi perfurado, em todo o seu comprimento, por uma agulha aquecida e acoplada em uma das suas extremidades o cap de saída de tubo e em outra a luva de encanamento e, conseguinte, a mangueira de água (Figura 3). Os irrigadores sustentáveis foram construídos e testados pelos discentes do projeto e apresentados durante o curso de extensão “Reutilização de Materiais na VI Semana do Livro e da Biblioteca da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Tupã”, com carga horária de oito horas e trinta minutos e participação de alunos, servidores e comunidade local desta mesma instituição.

DESENVOLVIMENTO

O sistema de aspersão convencional faz parte do método de irrigação por aspersão, a partir do qual a água é aspergida sobre as plantas ou na subcopa, simulando uma precipitação natural ([MANTOVANI et al., 2007](#)). Este método não exige a sistematização do terreno para a sua aplicação, sendo adequado para terrenos com declividade e se adapta a muitos tipos de cultura, porém levando-se em conta as características das plantas na escolha do tipo e da altura de instalação dos aspersores ([BERNARDO et al., 2006](#)).

As Figuras 1 (a) e (b) ilustram os dois irrigadores confeccionados e que foram instalados em um sítio na cidade de Herculândia, São Paulo, por participantes do projeto.

Figura 1. Irrigadores recicláveis ASP1 (a) e ASP2 (b) referentes ao sistema de aspersão convencional.



Fonte: Os autores.

Destaca-se que, em relação à distribuição de água pelos aspersores não foi realizado testes de uniformidade de aplicação, bem como de eficiência de aplicação, em razão de o objetivo do trabalho estar relacionado ao aspecto prático da confecção desses equipamentos e demonstração de sua funcionalidade, com enfoque na reutilização de materiais, em detrimento à avaliação do seu desempenho.

De mesmo modo, avaliações sobre a vazão, raio de alcance, pressão de serviço e intensidade de aplicação não foram realizadas, o que limita a sua comparação com aspersores comerciais. Entretanto, os irrigadores desenvolvidos tem como vantagem o uso de materiais de baixo custo e recicláveis, a facilidade de construção, além do funcionamento sem a necessidade de um sistema de bombeamento que demande uma fonte de energia elétrica, atuando com a pressão disponível na rede hidráulica da fonte de captação local.

Vale ressaltar que, apesar de não ter sido avaliada a intensidade de aplicação dos irrigadores, esse é um aspecto relevante a ser determinado para o uso desses sistemas. Este parâmetro representa a razão entre a irrigação total necessária (ou lâmina bruta, expressa em unidade de comprimento, usualmente em mm) e o tempo de irrigação. Assim, recomenda-se que essa intensidade de aplicação não supere a velocidade de infiltração básica do solo, evitando problemas de escoamento superficial ([BERNARDO et al., 2006](#)). Desta forma, este tipo de sistema se adapta melhor às condições de solo de textura média e grossa (arenosos) ou bem estruturados, ou seja, que permitem uma maior capacidade de infiltração em comparação àqueles de textura fina (argilosos), o que implica na possibilidade de adoção de um menor tempo de irrigação associado a uma maior intensidade de aplicação dos sistemas ([BERNARDO et al., 2006](#)).

Os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão fazem referência ao método de irrigação localizada, a partir do qual a água é levada sob pressão por tubos até ser aplicada no solo por meio de emissores diretamente sobre a zona radicular da planta, em alta frequência e baixa intensidade ([MANTOVANI, et al., 2006](#)). No sistema de gotejamento, a água é aplicada por meio de pequenos orifícios em determinado ponto próximo a cultura enquanto por meio da microaspersão, a água é distribuída através de emissores na superfície do solo próximo das plantas ([MANTOVANI, et al. 2007](#)).

As Figuras 2 (a), (b) e (c) ilustram os dois irrigadores correspondentes ao sistema de irrigação por gotejamento. A Figura 3 apresenta o irrigador que simula o sistema de mangueira microperfurada.

Figura 2. Irrigadores recicláveis LCL1 (a), LCL2 (b) e LCL3 (c) referentes ao sistema de gotejamento.

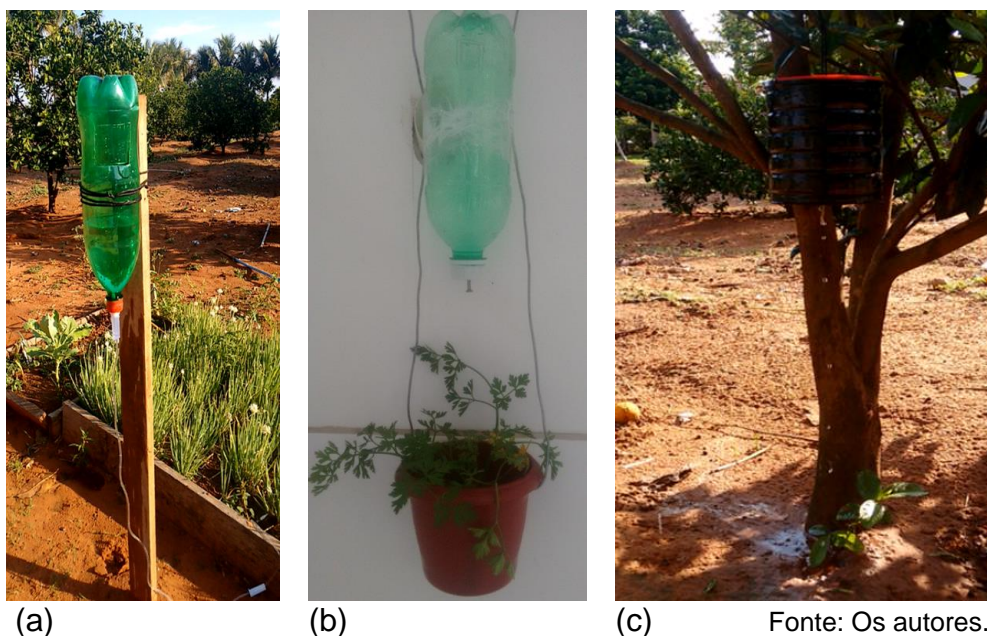


Figura 3. Irrigador de tubo de PVC (LCL4).



Fonte: Os autores.

Ao se comparar os irrigadores LCL1 e LC2, pode-se observar que o primeiro possibilita o controle da vazão aplicada, uma vez que possui o equipo para soro, material médico-hospitalar cuja vazão do fluxo é controlado por gravidade e pela pinça de rolete (componente deste equipamento). Além disso, LC1 apresenta uma mangueira com a função de microtubo, que se prolonga até a superfície do solo e permite a instalação do recipiente em uma altura mais elevada, proporcionando uma maior carga de pressão.

Ressalta-se também que o irrigador LCL3 realiza tanto o método de irrigação por gotejamento quanto o de aspersão, dependendo da pressão de água e da quantidade de furos inseridos na lata de alumínio. Se a quantidade de furos e a pressão forem pequenas, o sistema é comparado ao método de irrigação por gotejamento, caso ocorra o contrário, o sistema é comparado ao método de irrigação por aspersão.

A exemplo dos irrigadores aspersores, também não se determinou parâmetros para caracterização dos irrigadores localizados, a exemplo da vazão, pressão de serviço, percentagem de área molhada e os testes de desempenho para a avaliação do sistema. Outro destaque é a ausência de um sistema de filtragem da água de irrigação, os quais são indispensáveis para esses sistemas em razão do risco de entupimento dos emissores, resultando na necessidade de utilização de água livre de resíduos sólidos para a reposição do volume nos recipientes. Os irrigadores LCL1, LCL2 e LCL3 tiveram princípio de funcionamento baseado no escoamento da água através de um orifício mediante a pressão exercida pela coluna de água dentro dos recipientes, não necessitando de um sistema de bombeamento para o controle da pressão. Por sua vez, o escoamento da água através dos orifícios do irrigador LCL4 se deu pela pressão fornecida pela rede local, a semelhança dos irrigadores ASP1 e ASP2.

Dentre os demais sistemas produzidos no projeto de extensão, destaca-se o vaso auto irrigável de garrafa de PET (SUB1), bastante valorizado pelos participantes do curso e o irrigador solar (SOL1), apresentado na Figura 4 e 5, respectivamente.

Figura 4. Vaso irrigável de garrafa PET (SUB1).



Fonte: Os autores.

Figura 5. Irrigador solar (SOL1).



Fonte: Os autores.

O sistema SUB1, funciona de forma semelhante ao descrito pelo método de irrigação subsuperficial ou subirrigação, o qual possibilita irrigar pelo princípio de ascensão capilar da água, mantendo a umidade do solo constante, de forma a suprir as necessidades das plantas e economizar água (DALRI, 2002). Neste sistema, a irrigação da planta ocorre por meio da condução da água depositada na parte inferior do reservatório com o auxílio do barbante, assim, a planta será irrigada de acordo com o seu tempo e necessidade. Esta alternativa também é conhecida como vaso antidengue, pois não permite que o mosquito *Aedes Aegypti* tenha contato com a água de tal modo que facilite sua reprodução.

Por sua vez o sistema SOL1, se caracteriza como um equipamento elaborado, levando cerca de 30 dias para ser confeccionado, sendo a réplica do irrigador solar desenvolvido por Melo (2016), baseado no princípio da termodinâmica no qual o ar se expande quando aquecido. Este irrigador também foi apresentado no curso de extensão, sendo que os participantes mostraram-se grande interesse no mesmo, uma vez que, apesar

de ser mais complexo, não demanda energia elétrica, evita o desperdício de água e é construído com materiais reutilizados, a exemplo dos demais irrigadores apresentados neste trabalho.

Todos os equipamentos construídos foram feitos por participantes do Projeto de Extensão LAMAR-Laboratório de Avaliações e construções de equipamentos com materiais reutilizáveis que é composto de membros da comunidade interna e externa. A demanda destes equipamentos foi sugestão de um membro da comunidade externa. Os equipamentos foram testados e apresentados em curso de extensão ministrado na FCE UNESP.

RESULTADOS

Durante a elaboração do curso de extensão os discentes do curso de Engenharia de Biossistemas verificaram todas partes para construção do equipamento e elaboraram um manual de construção com fotos e as tentativas e erros na elaboração deste. A comunidade após apresentação os participantes puderam fazer algumas intervenções em equipamentos quase prontos para utilização em suas residências. Os mini manuais de construção foram distribuídas para a comunidade que conheceu o local de construção e ainda tirou dúvidas e foi exposta as dificuldades e benefícios do equipamento instalado na unidade universitária. Os benefícios para a comunidade com a instalação são voltados a economia de utilização da água, os que efetivamente instalarem em suas residências poderão utilizar irrigar pequenas hortas e jardins. O curso de extensão também teve grande participação das comunidades locais a FCE-UNESP, além de alunos e servidores da própria instituição.

Que declaram, em que fariam em suas residências os equipamentos gerados no curso e ainda trouxeram novas perspectivas como utiliza-las em hortas comunitárias para maior geração de renda, ainda evidenciaram a o quão é importante para o meio ambiente e a população o conhecimento recebido, favorecendo as pessoas com baixa renda, pela ausência de custo agregado aos irrigadores, e a diminuição dos rejeitos. A utilização de irrigadores recicláveis pode representar uma alternativa para pequenas áreas de cultivos, hortas residenciais, comunitárias e escolares, uma vez que estes apresentam baixo custo por serem produzidos a partir de materiais reutilizados e por dispensarem o uso da energia elétrica para o seu funcionamento. Os irrigadores recicláveis são uma opção de maior simplicidade e praticidade em comparação aos sistemas de irrigação comerciais, cumprindo igualmente a função de fornecimento de água aos cultivos, o que é benéfico para pequenos produtores, dada a importância da água para a produção vegetal.

Um próximo passo na pesquisa destes irrigadores diz respeito a sua caracterização quanto aos parâmetros técnicos relacionados ao seu funcionamento e desempenho, os quais são importantes para o dimensionamento e determinação do volume de água capaz de ser aplicado por estes sistemas, evitando déficits ou excessos, resultando na sua correta instalação e manejo.

CONCLUSÕES

O curso de extensão ministrado foi bem avaliado pela comunidade participante que elencaram os resultados positivos com a utilização de equipamentos de baixo custo para utilização em pequenas hortas, suas residências e canteiros da própria universidade. Muitos participantes do curso se cadastraram no projeto de extensão e estão utilizando ideias simples e de custo baixo para diversas atividades. As construções são baixo custo e com forte apelo ambiental para a comunidade em geral.

AGRADECIMENTOS

À Pró-reitoria de Extensão Universitária da Unesp (PROEX) por fomento ao projeto de extensão relacionado à este trabalho e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida (Processo 306964/2014-7).

Submetido em 24/08/2017

Aceito em 26/10/2018

REFERÊNCIAS

[BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.](#) **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

[DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.](#) Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 29-34, 2002.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Promoção do uso de aquecedor solar de água de baixo custo para as populações rural e urbana de baixa renda da região da Alta Paulista. **Revista Ciência em Extensão**, Botucatu, v. 9, n. 3, p. 61-71, 2013.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens reaproveitáveis utilizando modelos de regressão polinomial. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 31, n. 3, p. 273-281, 2016.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Análise da viabilidade econômica de sistemas de aquecedores solares compostos por embalagens recicláveis para utilização em comunidades rurais de baixa renda. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, p. 222-228, 2014.

[MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F.](#) **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006.

[MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F.](#) **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

[MELO, W. L. B.](#) *Irigador solar: instruções de montagem e de funcionamento*. São Carlos: Embrapa Instrumentação, nov. 2016. (Documentos, 58). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151258/1/DOC58-2016-1.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

[REICHARDT, K.; TIMM, L. C.](#) *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. Barueri: Manole, 2004. 478 p.