

## **SISTEMA DE BAIXO CUSTO BASEADO EM RESÍDUOS TÊXTEIS PARA IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA EFICIENTE NO SEMIÁRIDO**

Nicéa Ribeiro do Nascimento; Francisco Fechine Borges; Flávio Melo de Luna

Universidade da Beira Interior, nicearn@hotmail.com; Instituto Federal da Paraíba, francisco.fechine@ifpb.edu.br; Associação LETS, flavioluna.lets@gmail.com

**Resumo:** A irrigação é uma técnica milenar de aplicação de água ao solo, em complementação à água da chuva, com o objetivo de garantir a umidade necessária para uma determinada cultura. A irrigação traz diversos benefícios e algumas desvantagens, se os devidos cuidados não forem tomados. Assim, é de fundamental importância a escolha adequada do método de irrigação para cada local e situação. Entre os quatro grandes métodos de irrigação - superfície, aspersão, localizada e subterrânea - este último tem características promissoras para utilização no semiárido, como a redução do consumo de água. Por outro lado, o descarte de garrafas PET no meio ambiente é um problema de grandes dimensões. Há, também, um descarte indiscriminado de resíduos têxteis no Brasil. Este trabalho apresenta resultados preliminares de um sistema de baixo custo, baseado em reaproveitamento de resíduos têxteis e garrafas PET, para irrigação subterrânea por capilaridade, para a agricultura familiar no semiárido. Um piloto foi construído em sítio experimental em São Raimundo Nonato (PI), coordenadas 8°50'13.6"S 42°46'26.1"W, e tem obtido resultados qualitativos muito satisfatórios no cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). O Sistema de Irrigação Subterrânea por Capilaridade para a Agricultura Familiar - SISCAFI, como foi chamado o dispositivo, é uma tecnologia social que tem potencial de impacto para a melhoria do desempenho de culturas perenes no semiárido, uma vez que alia conceitos complexos atualmente utilizados somente em sistemas de irrigação caros e sofisticados (capilaridade, irrigação subterrânea) com a facilidade de construção, operação e manutenção, mesmo em pequenas comunidades do semiárido. Além disso, seu processo de construção é artesanal, acessível à população com baixa instrução. Reusa materiais de lixo e descartados no meio ambiente, como resíduos têxteis e garrafas PET, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a geração de emprego e renda no meio rural.

**Palavras-Chave:** irrigação subterrânea; capilaridade; semiárido; agricultura familiar.

### **Introdução**

A irrigação é uma técnica milenar de aplicação de água ao solo, em complementação à água da chuva, com o objetivo de garantir a umidade necessária para uma determinada cultura. O Professor José Antônio Frizzone, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em Piracicaba (SP), Brasil, estende os conceitos clássicos supracitados, incluindo os aspectos conservacionista e social. Numa visão conservacionista, a irrigação é definida por este autor como:

*“Aplicação artificial de água ao solo, através de métodos capazes de atender da melhor forma possível as condições do meio físico (demanda de água da cultura, condições topográficas do terreno, capacidade de retenção de água do solo ...) e aos objetivos desejados (maximizar a produtividade, maximizar o lucro ...) com mínima degradação ambiental” (FRIZZONE, 2017a).*

Numa visão social, a irrigação é definida como:

*“...uma prática agrícola capaz de maximizar os benefícios totais, incluindo os benefícios não monetários como a segurança alimentar, a geração de empregos, a melhoria das condições socioeconômicas das comunidades rurais, a fixação do homem no campo e a proteção da qualidade da água” (FRIZZONE, 2017a).*

De acordo com Carvalho (2013), a irrigação tem como objetivo *“satisfazer as necessidades hídricas das culturas, aplicando a água uniformemente e de forma eficiente, ou seja, que a maior quantidade de água aplicada seja armazenada na zona radicular e ficando à disposição da cultura”*. Este objetivo deve ser alcançado sem alterar as condições físicas e químicas do solo e com mínima interferência sobre os demais fatores necessários à produção cultural.

Frizzone (2017a) classifica os objetivos da irrigação segundo dois aspectos:

- **financeiros**, onde se “busca maximizar a relação benefício/custo com o aumento da produção, quer em quantidade, quer em qualidade, ou incorporar à agricultura terrenos que, sem o uso da irrigação, não poderiam ser cultivados”; e
- **sociais**, onde estes aspectos “são mais relevantes que os financeiros (projetos públicos de desenvolvimento regional): segurança alimentar; fixação do homem no campo, melhoria das condições socioeconômicas de comunidades rurais”.

A irrigação traz diversos benefícios e algumas desvantagens, se os devidos cuidados não forem tomados. Entre as vantagens, podem ser citadas, com base em Frizzone (2017a):

- o aumento da produtividade de culturas, do lucro e do valor de uma propriedade rural;
- a viabilização de um escalonamento de culturas;
- a biabilização de dois ou mais cultivos por ano, na mesma área;
- a introdução de culturas mais nobres, com maior valor agregado;
- a minimização de risco do investimento;
- a melhoria das condições econômicas de comunidades rurais;
- a fixação do homem no meio rural, pelo aumento da demanda de mão-de-obra.

Por outro lado, a irrigação também pode ter algumas desvantagens, dependendo da situação:

- altos custos de implantação;
- grande consumo de água, na maioria dos casos, associado a altas taxas de desperdício;
- falta de mão-de-obra qualificada para operação, o que pode inviabilizar o sistema;
- degradação ambiental e contaminação dos recursos hídricos;
- salinização do solo e da água.

Assim, é de fundamental importância a escolha adequada do método de irrigação para cada local e situação. Devem ser levados em consideração diversos aspectos, como a disponibilidade hídrica, o tipo de solo, relevo do terreno, tipos de cultura, clima e precipitações anuais, disponibilidade de mão-de-obra, tecnologias associadas, entre outros fatores.

A irrigação para produção de alimentos é responsável por grande desperdício de água. De acordo com a FAO (2015), *“a agricultura vai manter-se como o maior setor consumidor de água a nível mundial, o que representa em muitos países cerca de 2/3 ou mais da disponibilidade procedente de rios, lagos e aquíferos”*.

Por outro lado, no Brasil, a produção de alimentos é responsável por cerca de 70% do desperdício da água que chega ao consumidor final (GLOBO ECOLOGIA, 2013), uma vez que há baixa eficiência tecnológica nas fazendas, especialmente na monocultura, além da água utilizada em projetos de irrigação ser perdida por fenômenos como vazamentos, utilização em excesso e evaporação.

Os métodos de irrigação podem ser classificados em:

- **Irrigação de superfície**, onde se utiliza a superfície do solo para transportar a água a ser aplicada na área de cultivo, à pressão atmosférica (não pressurizada). Entre as técnicas da irrigação de superfícies, destacam-se a irrigação por sulcos, por inundação e por faixas.
- **Irrigação por aspersão**, onde a água é aplicada por meio de jatos sob pressão, no ar atmosférico, com a utilização de orifícios, bocais e bicos aspersores.

- **Irrigação localizada ou microirrigação**, onde a água é direcionada sob pressão e aplicada em áreas específicas de interesse, próximas às raízes das plantas. Subdivide-se em: microaspersão, gotejamento superficial e irrigação por mangueiras exsudantes e geotêxteis.
- **Irrigação subterrânea**, onde a água é aplicada diretamente no subsolo, na profundidade do sistema radicular das plantas, evitando-se perdas por evaporação comuns nos sistemas superficiais. A irrigação subterrânea pode ser realizada pelas técnicas de gotejamento subterrâneo ou com a utilização de geotêxteis e exsudantes.

A partir dos trabalhos de Frizzzone (2017b), Carvalho (2013), Braga & Calgaro (2010), Testetzlaf (2014), Coelho et al. (2012), foi elaborado o quadro da Figura 1, com um resumo dos métodos de irrigação mais utilizados em todo o mundo.

As práticas de irrigação localizada e subterrânea reúnem atributos favoráveis à agricultura em regiões semiáridas, entre eles, a redução significativa da quantidade de água necessária e das perdas por evaporação. Alguns desses métodos já estão em uso na região Nordeste do Brasil. A irrigação localizada, especialmente o gotejamento superficial, está apresentando um crescimento significativo no semiárido brasileiro. Diversos exemplos de utilização desta tecnologia, com êxito, aparecem:

- Nas culturas de cebola, como descrito em Azevedo (2012) e Corsino (2012) onde, por exemplo,

*“através do Projeto Lago de Sobradinho, com o apoio técnico da Embrapa Semiárido, o produtor Neuwilton de Sousa implantou os sistemas, que resultaram em um rendimento de quase 500% em quatro meses de cultivo”. Segundo a Embrapa, a aplicação dos sistemas de fertirrigação e gotejamento na produção de cebola economiza cerca de 50% da água, 80% dos fertilizantes e 30% da mão de obra. Além da redução dos custos, acontecem a melhoria na qualidade e o aumento da produtividade”.*

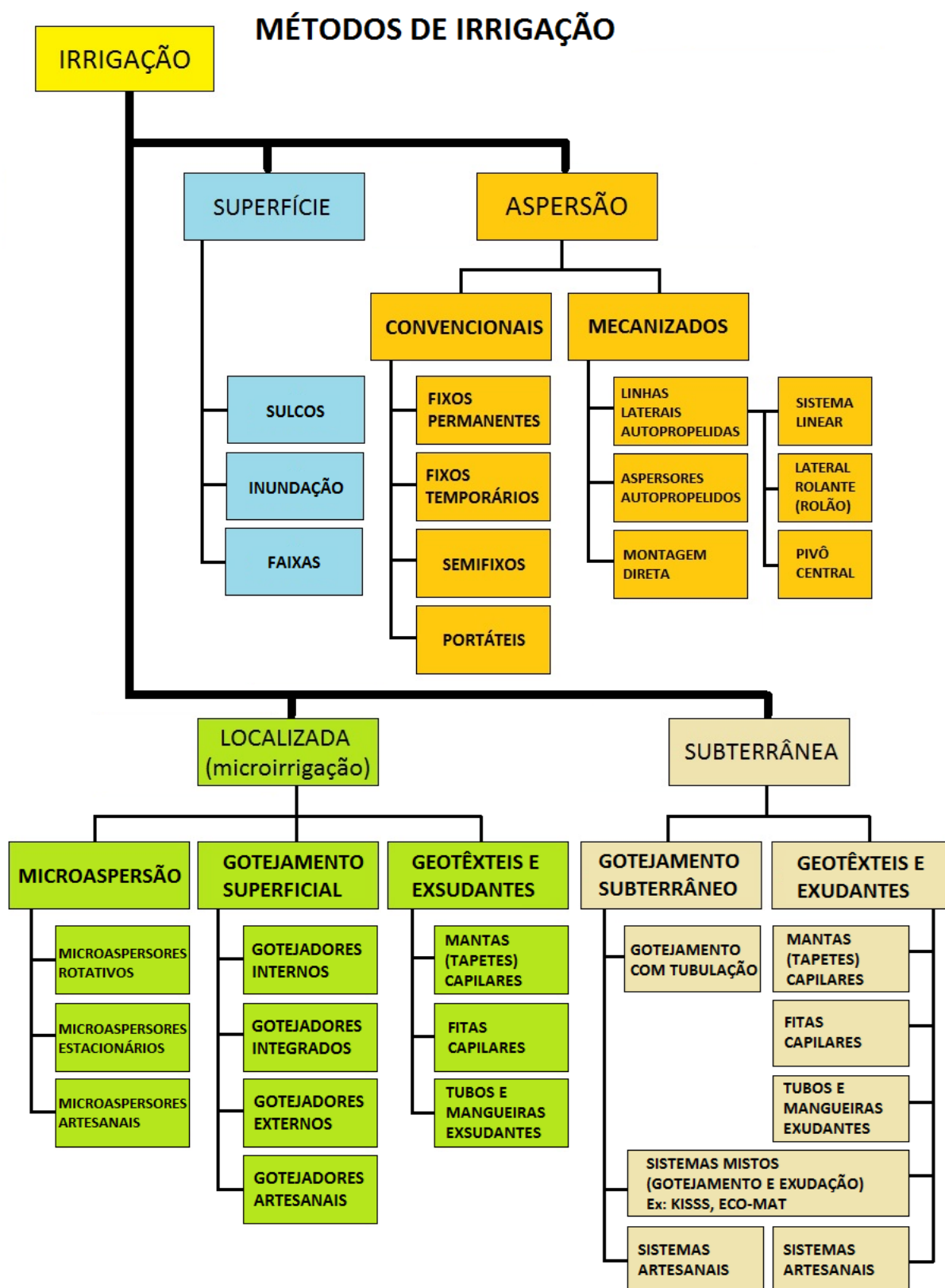


Figura 1: Métodos de irrigação.  
Fonte: Os autores.

- Nas culturas de melão e melancia, como publicado por RuralCentro/Embrapa (2013):

*“Seu Edvaldo Barbosa da Silva, com propriedade em Novo São Gonsalo, na zona rural de Sobradinho, tem mais de 20 anos que planta cebola e melão. Há pouco mais de 3, depois de contínuos insucessos com as culturas, esteve a ponto de largar o trabalho na roça e procurar outro meio de vida. Numa segunda colheita, após o início da utilização da irrigação por gotejamento, a retirada saltou de 15 t/ha para quase 30 t/ha. Com resultados assim, seu Edvaldo, que começou com a área de teste de 1 ha, já expandiu o sistema de irrigação por gotejamento para mais 2,5 ha e, até o final do ano, junto com o filho, quer chegar a 10 ha. Nos seus planos não está mais abandonar a agricultura”.*

Diversos outros exemplo de utilização de irrigação localizada com a aplicação simultânea de fertilizantes, a chamada fertirrigação, podem ser encontrados no semiárido, como descritos por Agrolink/Todafruta (2014), Coelho et al. (2012) e Pachico (2015).

O centro de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Semiárido, localizado em Petrolina (PE), tem realizado diversos estudos para otimização da irrigação nesta região, incluindo estudos como gotejamento e microaspersão (EMBRAPA, 2017).

Na região semiárida existem as estiagens prolongadas, os índices pluviométricos são muito baixos, a irradiação solar é intensa e a taxa de evaporação atinge valores extremamente altos, cerca de 3.000 mm anuais. Essas condições exacerbam regionalmente o problema global de escassez de água, além de reduzir significativamente a possibilidade de produção de alimentos, tanto para comercialização como para subsistência.

O semiárido nordestino requer, portanto, soluções que aumentem a segurança hídrica e possibilitem alternativas de irrigação eficientes, especialmente para a agricultura familiar, com uso mínimo de água e baixo custo de implantação.

Para a agricultura familiar no semiárido brasileiro, portanto, é de imenso valor uma tecnologia acessível e de baixo custo, que permita otimizar o uso da água para irrigação agrícola e, além do mais, contribua para a redução da pegada ecológica.



## Metodologia

O descarte de garrafas plásticas no meio ambiente, especialmente as de PET (Polietileno Tereftalato), é um problema de grandes dimensões. Apesar de o Brasil apresentar um índice de reciclagem de PET de 51% em 2015 (ABIPET, 2016), foram produzidas cerca de 537.000 toneladas de produtos PET em 2015, ou seja, as outras 263.000 toneladas foram encaminhadas para lixões, aterros sanitários ou foram descartadas diretamente na natureza, impactando todo o meio ambiente. E mais, grande parte das empresas recicladoras estão na região Sudeste.

Por outro lado, existe também uma imensa quantidade de resíduos têxteis, que só no Brasil corresponde a cerca de 175 mil toneladas anuais, e mais de 90% é desperdiçada (MARIANO, 2012). Com a Lei Nº 12.305, que integra a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e decreto regulamentador (BRASIL, 2010), o governo brasileiro considera prioritário reforçar a prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua reutilização e reciclagem.

De acordo com os fabricantes de alguns produtos já disponíveis no mercado internacional, como Aquabox e KISSS (AUTOPOT, 2017; KISSS, 2017), estes tipos modernos de irrigação subterrânea por capilaridade trazem diversos benefícios, como:

- Economia de água de até 60% em comparação aos sistemas de irrigação convencionais;
- Fornece água diretamente para a zona de raiz;
- Elimina evaporação e escoamento superficial;
- Reduz as perdas de água causadas por drenagem profunda e tunelamento (*tunneling*);
- Utilização da quantidade correta de água para uma determinada cultura;
- Aumenta a eficiência de fertilizantes;
- Reduz a propagação de ervas daninhas;
- Reduz vandalismo e danos ao sistema, devido à sua instalação abaixo da superfície;
- Reduz custos e tempo de manutenção;
- Os sistemas podem ser operados de modo que a superfície permaneça seca, enquanto as raízes estarão irrigadas;
- Pode ser totalmente automatizado.
- Não há o problema do entupimento dos furos, no caso da irrigação por gotejamento tradicional.

Nesse contexto, foi proposta, de forma inovadora, a utilização de resíduos têxteis sintéticos, bem como materiais plásticos descartados, para o desenvolvimento de sistemas de irrigação subterrânea de baixo custo. Essa solução visa favorecer a agricultura familiar e reduzir o consumo de água e impactos ambientais no semiárido nordestino.

O Sistema de Irrigação Subterrânea por Capilaridade para a Agricultura Familiar (SISCAFI) é composto por garrafas PET reutilizadas, enterradas em posição vertical invertida (ponta-cabeça), interconectadas por mangueira de irrigação com tiras de tecido sintético (sobras e retalhos) colocados entre a parte interna da garrafa e o solo a ser irrigado, formando pavios (Figura 2). Quando as garrafas são preenchidas com água, o pavio passa a transportar o líquido por efeito capilar, irrigando o solo ao redor. Assim, as plantas são irrigadas com uma quantidade otimizada de água, ao nível de suas raízes, reduzindo significativamente as perdas por evaporação e trazendo outros benefícios, como os supracitados.

#### Sistema de Irrigação Subterrânea por Capilaridade para a Agricultura Familiar - SISCAFI

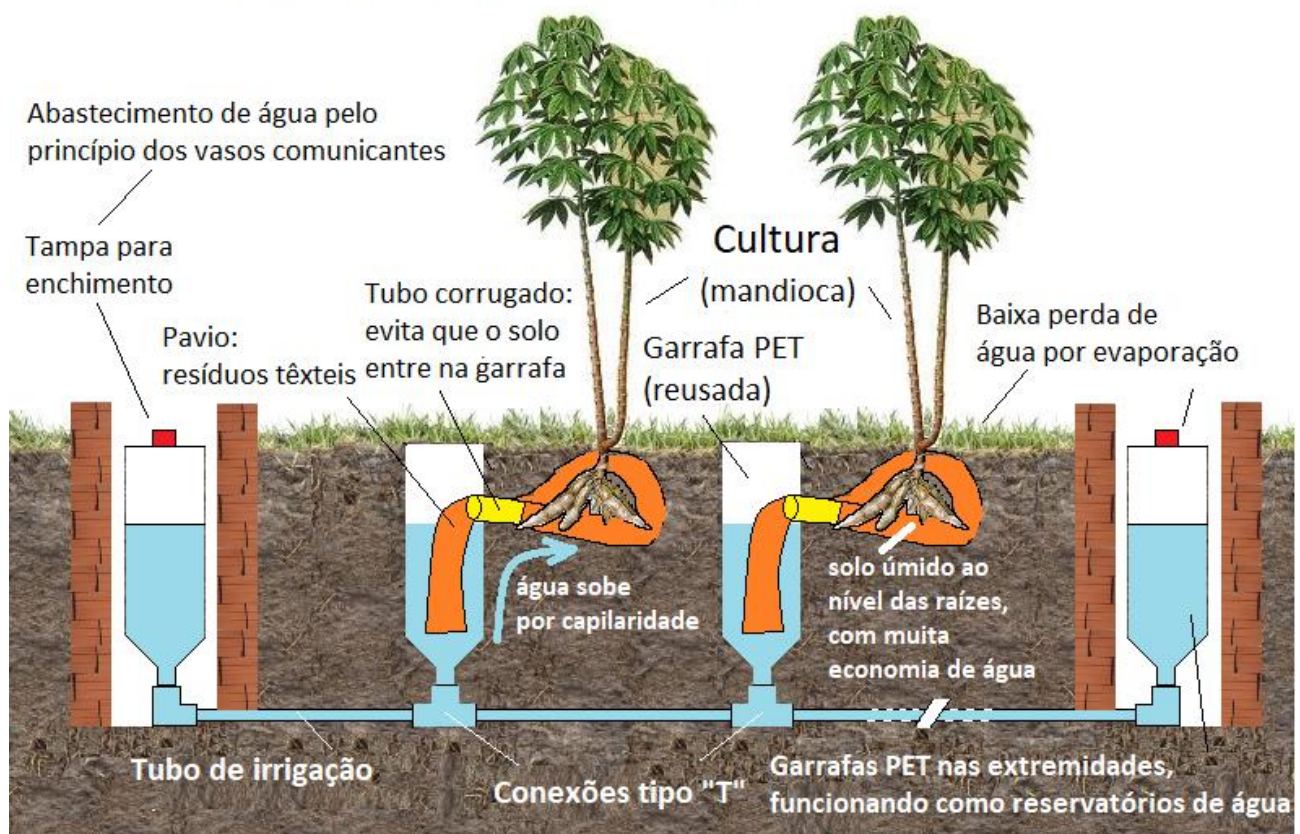


Figura 2: Diagrama do SISCAFI. Fonte: Os autores.



A abordagem metodológica concebida neste trabalho compreendeu o planejamento, dimensionamento, confecção e implantação de unidades de irrigação experimentais, acompanhamento técnico-científico do cultivo e avaliação dos resultados alcançados, além da validação e aperfeiçoamento da solução proposta.

Para conduzir os estudos técnico-científicos e validar a inovação, foi construída uma unidade experimental no semiárido, em São Raimundo Nonato – PI, onde estão sendo cultivadas duas culturas típicas nordestinas, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e a palma (*Opuntia ficus-indica*).

As hipóteses deste estudo foram:

- Que o SISCAFI, de fato, reduza o consumo de água para produção de mandioca e de palma, em uma situação típica de cultivo no semiárido;
- Que o sistema seja de baixo custo e fácil construção e operação.

A ideia é que o SISCAFI também possa ser confeccionado por cooperativas de mulheres artesãs da área rural, envolvendo também as cooperativas de coletores de resíduos e materiais recicláveis, o que pode proporcionar renda extra para suas famílias.

O SISCAFI poderá contribuir para a segurança hídrica da região, proporcionando o aumento da produção alimentar para consumo próprio e a comercialização de excedentes, oportunidades de trabalho na confecção das unidades de irrigação e na coleta de material reciclável, e, por extensão, a geração de renda para as famílias rurais do semiárido nordestino.

## **Resultados e discussão**

Nas Figuras 3 a 8 são mostrados aspectos do sistema construído em São Raimundo Nonato (PI), em um campo experimental às margens da PI-140, coordenadas 8°50'13.6"S 42°46'26.1"W.

O sistema é abastecido diariamente, pelas garrafas da extremidade. A irrigação ao nível das raízes se dá pelos princípios dos vasos comunicantes e da capilaridade dos pavios de retalhos de tecidos sintéticos. A capilaridade tem sido suficiente para a manutenção da umidade necessária para o crescimento das plantas, mesmo em situação de seca.





Figura 3: SISCAFI montado em uma estrutura de madeira, para testes, antes de ser colocado no solo.



Figura 4: SISCAFI sendo colocado no solo, com auxílio da estrutura de madeira (ripas).



Figura 5: Arrumação dos pavios capilares feitos de sobras (retalhos) de tecidos sintéticos.



Figura 6: SISCAFI instalado, mandioca plantada e recebendo a primeira rega, tradicional, por cima.



Figura 7: Mandioca já em crescimento, irrigada de modo subterrâneo pelo SISCAFI.



Figura 8: Pés de mandioca já grandes, irrigados pelo SISCAFI.



As hipóteses foram confirmadas para o sistema piloto: há significativa redução do consumo de água na produção e o sistema é de baixo custo, fácil construção e operação. Os experimentos continuam, visando a quantificação destes benefícios.

## **Conclusões**

Os próximos passos da pesquisa incluirão a montagem de canteiros-testemunha ao lado do canteiro SISCAFI, para comparação desempenhos de: a) canteiro SISCAFI; b) canteiro com irrigação tradicional da região; c) canteiro sem irrigação, no que diz respeito aos principais parâmetros da cultura: confiabilidade; volume de água utilizado; crescimento da cultura; presença de pragas; necessidade de mão-de-obra e facilidade de operação.

O SISCAFI é um sistema simples de irrigação para a agricultura familiar que demonstrou sua funcionalidade nas condições descritas neste trabalho. É uma **TECNOLOGIA SOCIAL** que tem potencial de impacto para a melhoria do desempenho de culturas perenes no semiárido, uma vez que alia conceitos complexos atualmente utilizados somente em sistemas de irrigação caros e sofisticados (capilaridade, irrigação subterrânea) com a facilidade de construção, operação e manutenção, mesmo em pequenas comunidades do semiárido. Além disso, seu processo de construção é artesanal, acessível à população com baixa instrução. Reusa materiais de lixo e descartados no meio ambiente, como resíduos têxteis e garrafas PET, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a geração de emprego e renda no meio rural.

## **Referências**

ABIPET. **Décimo Censo da Reciclagem de PET no Brasil**. 2016. Disponível em <https://goo.gl/Jiepob>. Acesso em 12/10/2017.

AGROLINK/TODAFRUTA. **Tecnologias de irrigação permitem produção de frutas no Semiárido Nordeste**. 2014. Disponível em <https://goo.gl/MSqaLR>. Acesso em 12/10/2017.

AUTOPOT. **Aquabox raised bed watering**. 2017. Disponível em <https://goo.gl/cbJXbU>. Acesso em 12/10/2017.

AZEVEDO, S. **Cultivo de cebola com irrigação por gotejamento anima produtores do Nordeste**. 2012. Disponível em <https://goo.gl/4YSFpi>. Acesso em 12/10/2017.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Sistema de Produção de Melancia**. 2010. Disponível em <https://goo.gl/8r3MeR>. Acesso em 12/10/2017.

BRASIL. Decreto N° 7.404, de 23/12/2010. Disponível em <https://goo.gl/dR9AhJ>. Acesso em 12/10/2017.

CARVALHO, D. F. **Sistemas de Irrigação - Parte 1**. 2013. Disponível em <https://goo.gl/pQez5z>. Acesso em 12/10/2017.

COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M.; PARIZOTTO, I.; SILVA, A. J. P.; SANTOS, D. B. **Circular Técnica 106: nSistemas de irrigação para agricultura familiar**. ISSN 1809-5011. 2012. Disponível em. <https://goo.gl/y2GcFs>. Acesso em 12/10/2017.

CORSINO, M. C. **Cebola irrigada por gotejamento tem alta produtividade no sertão nordestino**. 2012. Disponível em <https://goo.gl/pf9qdj>. Acesso em 12/10/2017.

EMBRAPA. **Portal Embrapa Semiárido**. Petrolina (PE), 2017. Disponível em <https://www.embrapa.br/semiario>. Acesso em 12/10/2017.

FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura). **2050: A Escassez de Água em Várias Partes do Mundo Ameaça a Segurança Alimentar e os Meios de Subsistência**. 2015. Disponível em <http://www.fao.org.br/2050eavpmasams.asp>. Acesso em 12/10/2017.

FRIZZONE, J. A. **Os Métodos de Irrigação**. 2017a. Disponível em <https://goo.gl/znddjQ>. Acesso em 12/10/2017.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação - Aula 1**. 2017b. Disponível em <https://goo.gl/4vyRHf>. Acesso em 12/10/2017.

GLOBO ECOLOGIA. **Agricultura é responsável por 70% do desperdício de água tratada no país**. 2013. Disponível em <https://goo.gl/DXx9JV>. Acesso em 12/10/2013.

KISS. **About KISS Technology**. 2015. Disponível em <https://goo.gl/FKhmbu>. Acesso em 12/10/2017.

MARIANO, M. **Setor têxtil lança projeto para reciclagem de resíduos**. 2012. Disponível em <https://goo.gl/MD5RL8>. Acesso e 12/10/2017.

PACHICO, I. W. L. **Avaliação de Sistemas de Irrigação Localizada de Baixo Custo Recomendado a Pequenos Agricultores da Região Semiárida**. Dissertação de mestrado – UFERSA. Mossoró (RN), 2014. Disponível em <https://goo.gl/xSSRv5>. Acesso em 12/10/2017.

RURALCENTRO/EMBRAPA. **Gotejamento e fertirrigação fazem agricultores ampliar áreas cultivadas com melão e melancia**. 2013. Disponível em <https://goo.gl/Yfqu2S>. Acesso em 12/10/2017.

TESTETZLAF, R. **Irrigação Localizada - Parte 2: Sistemas**. 2014 Disponível em <https://goo.gl/BSRDnb>. Acesso em 12/10/2017.