

Aracaju, SE  
Dezembro, 2016

### Autores

**Paulo César Falanghe Carneiro**  
Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

**Alexandre Nizio Maria**  
Zootecnista, doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

**Rodrigo Yudi Fujimoto**  
Zootecnista, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

**Maria Urbana Correia Nunes**  
Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

### Colaborador

**Paulo Sérgio Santos da Mota**  
Técnico-agrícola, técnico da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

## Sistema Familiar de Aquaponia em Canaletas

### Introdução

A aquaponia<sup>1</sup>, técnica de produção integrada de peixes e vegetais, tem sido rapidamente difundida no Brasil, principalmente nas grandes cidades, onde cresce o número de pessoas com interesse em produzir seus próprios alimentos.

A presente publicação apresenta informações sobre a montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia em canaletas, com ênfase na produção de hortaliças folhosas de pequeno porte (alface, agrião, couve, salsa, espinafre etc), porém permite também a produção de vegetais de médio porte como tomateiros e pimenteiros. Trata-se de um sistema completo e de fácil manejo, que permite inclusive a semeadura e a produção das mudas dentro do próprio sistema, garantindo assim a condução de todo o ciclo de produção no mesmo local (Figura 1).



**Figura 1.** Vista frontal do sistema de aquaponia em canaletas: A) tanque de criação de peixes; B) bandejas de semeadura; C) canaletas de cultivo de vegetais.

### Características básicas do sistema

A ideia original deste sistema foi apresentada em um documento técnico publicado pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) (SOMERVILLE et al., 2014). Esse sistema foi testado e validado no Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Lapaq), em Aracaju, SE, tendo recebidas várias modificações e adequações visando atender as necessidades de uma família média brasileira de 4 a 5 pessoas. O sistema apresentado ocupa área de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>, sendo composto de um tanque de criação de peixes de 1 m<sup>3</sup>, um filtro decantador de 240 L, um filtro biológico de 240 L, nove canaletas de PVC de 3 m de comprimento

<sup>1</sup>A Embrapa Tabuleiros Costeiros produziu uma publicação técnica com informações gerais sobre a aquaponia (CARNEIRO et al., 2015a) e outra apresentando um sistema familiar capaz de produzir uma gama de vegetais, incluindo raízes e tubérculos (CARNEIRO et al., 2015b).

para o cultivo de vegetais e quatro bandejas de sementeira para produção das mudas (Figuras 1 e 2). A lista completa de materiais necessários a sua implantação encontra-se no Anexo 1.

Um dos aspectos positivos mais importantes desse sistema é sua facilidade de operação. Todo o trabalho de limpeza de filtros, sementeira e transplante das mudas das bandejas de sementeira para o local de crescimento pode ser concentrado em menos de duas horas por semana, podendo ser realizado nos finais de semanas. No dia a dia, o trabalho se resume à alimentação dos peixes (1 a 2 vezes por dia), colheitas de acordo com o consumo da família e verificação geral de funcionamento do sistema, como possíveis entupimentos e vazamentos, que não leva mais que alguns poucos minutos diários.

## Descrição e montagem do sistema

### Filtro biológico e bombeamento da água

Para melhor entendimento do funcionamento deste sistema, sua descrição inicia-se a partir do filtro biológico, pois é o local onde está instalada a bomba d'água. A água sai do filtro biológico (Figura 2A) por meio de bombeamento em direção às bandejas de sementeira (Figura 2B), ao tanque de criação dos peixes (Figura 2C), subsequentemente ao filtro decantador (Figura 2D), e às canaletas de crescimento dos vegetais (Figura 2E), retornando ao mesmo local, e fechando o ciclo.



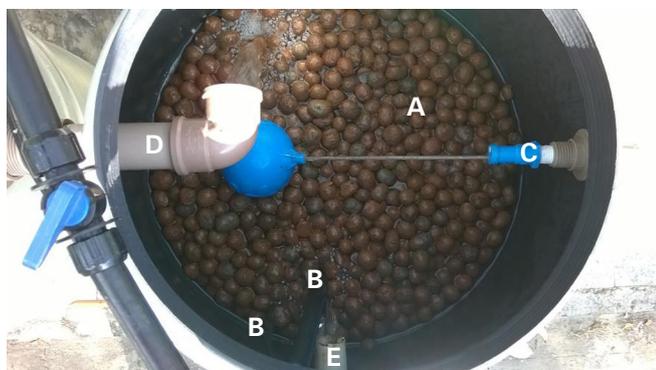
**Figura 2.** Vista posterior do sistema de aquaponia de canaletas ilustrando seus componentes e sentido do fluxo da água a partir da bomba d'água: A) filtro biológico onde se encontra a bomba d'água (sua posição está indicada com um "X"); B) bandejas de sementeira; C) tanque de criação dos peixes; D) filtro decantador; E) canaletas de cultivo dos vegetais.

O filtro biológico é construído a partir de um tambor de plástico opaco de 240 L com tampa, desses utilizados para o transporte de azeitonas. A aplicação de uma camada de tinta clara na superfície externa é importante para a redução do aquecimento provocado pela insolação. Vale ressaltar que ao optarmos por reutilizar algum recipiente para montar um sistema de aquaponia é importante ter conhecimento sobre sua utilização anterior. Recipientes utilizados na contenção ou transporte de substâncias tóxicas não devem ser utilizados na construção de um sistema de aquaponia.

Uma perfuração circular de aproximadamente 5 cm de diâmetro deve ser feita na parte superior, ao lado da tampa, para a passagem da mangueira que estará conectada a uma bomba d'água submersa (potência 70 W; vazão 3.500 L/h) posicionada 15 cm acima da base do tambor. Pelo mesmo orifício também passará o cabo de energia elétrica da bomba d'água. Dentro do filtro biológico são colocados aproximadamente 50 L de argila expandida, daquelas normalmente utilizadas em jardinagem. Previamente, esse material deve ser lavado em água corrente e deixado em uma caixa d'água por um ou dois dias. Após esse período, apenas a porção da argila expandida que permanecer flutuando é que deve ser colocada no filtro biológico. A argila expandida vai ocupar o primeiro terço superior da coluna d'água e será colonizada naturalmente por bactérias dos gêneros nitrobacter e nitrosomonas, responsáveis pela transformação da amônia produzida pelos peixes no nitrato que será absorvido pelas plantas. O nível da água do filtro biológico é dado por uma boia instalada em um orifício feito na parede do tambor a 85 cm de altura. Essa boia faz a reposição automática da água no sistema para suprir as perdas por evaporação e colheitas. Portanto, a boia deve estar conectada a uma torneira por uma mangueira flexível de ½ polegada. Para finalizar a construção do filtro biológico, dois outros orifícios para passagem de tubo de 50 mm devem ser abertos, um a 90 cm de altura para receber a água vinda do filtro decantador e outro a 80 cm para receber a água vinda das canaletas de cultivo dos vegetais (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Vista externa do filtro biológico: A) toneira e mangueira para reposição da água. B) orifício para instalação de flange de 20 mm e boia para controle automático da água de reposição; C) orifício de passagem da mangueira e fiação elétrica da bomba d'água instalada no filtro biológico.



**Figura 4.** Vista interna do filtro biológico. A) argila expandida flutuando no primeiro terço da coluna d'água. B) mangueira de 25 mm e fio elétrico conectados à bomba d'água que encontra-se abaixo da camada de argila expandida. C) boia d'água para controle automático da reposição da água do sistema. D) entrada de água vinda do filtro decantador. E) entrada de água vinda das canaletas de cultivo dos vegetais.

### Tanque de criação dos peixes

O tanque de criação dos peixes pode ser feito a partir de um container intermediário para carga a granel (*intermediate bulk container* - IBC) de 1.000 L. Uma tampa deve ser aberta para facilitar a captura dos animais durante as despescas. A tampa circular original do IBC pode ser descartada para possibilitar a entrada da água vinda do filtro biológico e das bandejas maternidade. Por esse mesmo orifício é feito o fornecimento diário de ração aos peixes. Previamente, a superfície externa da parte plástica do IBC deve receber uma camada de tinta escura para evitar a entrada de luz e, com isso, evitar a proliferação descontrolada de algas. Sobre a camada de tinta escura deve ser aplicada uma camada de tinta clara para diminuir o efeito de aquecimento provocado pela insolação (Figura 5).



**Figura 5.** Container do tipo IBC de 1000 L utilizado para a criação dos peixes com tampa fechada (A) e aberta (B). Orifício circular original do IBC (C) que permite a entrada da água vinda do filtro biológico e das bandejas maternidade, bem como o fornecimento de ração aos peixes sem a necessidade de abertura da tampa.

O nível da água do tanque dos peixes é mantido por um orifício que deve ser feito na parte traseira do IBC onde será instalado um flange de 50 mm a 1,0 m de altura. Externamente, esse flange recebe um tubo de 50 mm que conduz a água ao filtro decantador. Na parte interna da caixa, esse flange deve ser conectado a um cotovelo de 50 mm que, por sua vez, tem um tubo de 50 mm com 80 cm de comprimento direcionado para baixo. Essa estrutura evita a saída da ração flutuante logo após seu fornecimento e permite a retirada de fezes e demais partículas sólidas que se encontram mais próximas à base da caixa de criação dos peixes, direcionando-as ao filtro decantador.

Para garantir o suprimento adequado de oxigênio aos peixes, pode ser utilizado um compressor eletromagnético de baixo consumo de energia elétrica (16 W; 25 L/min), sendo possível seu funcionamento intermitente, 15 por 15 minutos, com auxílio de um temporizador (*timer*) analógico. O ar que vem do compressor pode ser conduzido ao tanque dos peixes através de mangueiras de silicone que podem ser posicionadas a aproximadamente 30 cm a 40 cm de profundidade (Figura 6).



**Figura 6.** Temporizador (*timer*) analógico (A) e compressor de ar eletromagnético e mangueiras de silicone (B), conduzindo o ar à água da caixa de criação dos peixes.

### Filtro decantador

O filtro decantador é responsável pela retenção dos sólidos produzidos no sistema, notadamente representados pelas fezes eliminadas pelos peixes. Um tambor de 240 L, idêntico àquele utilizado na construção do filtro biológico, deve ser adquirido para a sua construção. Da mesma forma que para o filtro biológico, o filtro decantador também deve receber uma camada de tinta clara para evitar a elevação da temperatura da água caso haja incidência solar direta. O filtro decantador deve ser posicionado atrás da caixa de criação dos peixes, ao lado do filtro biológico. Um orifício circular deve ser aberto na altura do tubo de saída da água da caixa dos peixes, permitindo a condução da água para seu interior. Internamente, esse tubo recebe um “T” de 50 mm conectado a um pedaço de tubo de 50 mm de aproximadamente 60 cm de comprimento virado para baixo. É importante não substituir esse “T” por um cotovelo pois a entrada de ar permitida pelo “T” evita um possível sifonamento involuntário, que poderia provocar o esvaziamento da água da caixa dos peixes. Na extremidade desse tubo virado para baixo, deve haver um cotovelo de 50 mm que promove o movimento circular da água contida no decantador, contribuindo assim para a decantação do material sólido mais pesado (Figura 7).

A saída do filtro decantador deve ter um flange de 50 mm instalado a 90 cm de altura e direcionado para o filtro biológico. Na parte interna desse flange, deve ser inserido um tubo de PVC de 50 mm com 40 cm de comprimento contendo fendas voltadas para cima e um cotovelo na extremidade oposta. As fendas devem ser feitas com uma serra circular, distantes entre si 2 cm, para auxiliar na retenção do material não decantado. O cotovelo, com a extremidade aberta voltada

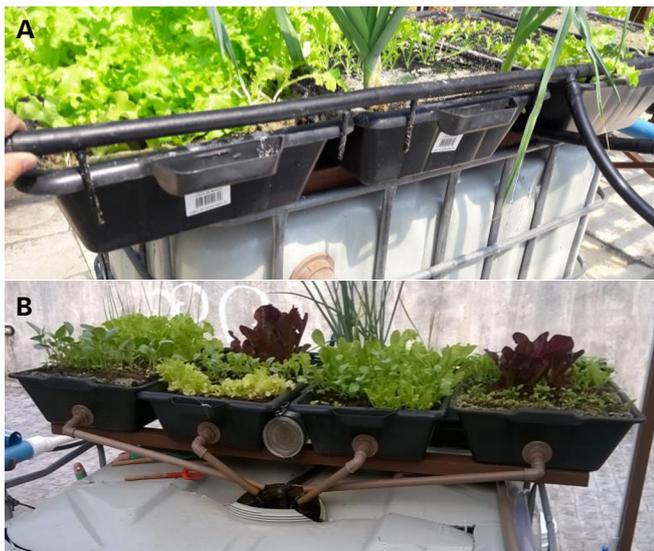
para cima, serve de “ladrão ou *by pass*” no caso de entupimento das fendas, evitando um possível transbordamento do filtro decantador. A água que sai do filtro decantador segue diretamente para o filtro biológico, passando pelas bactérias que colonizam a argila expandida e sendo novamente bombeada para retornar ao ciclo do sistema (Figura 7).



**Figura 7.** Vista interna do filtro decantador. A) entrada da água vinda da caixa de criação dos peixes. B) “T” instalado na entrada para direcionar a água para a base de filtro (Foi utilizado um tubo 50 mm de diâmetro e 60 cm de comprimento com cotovelo na extremidade posterior). C) tubo 50 mm com 40 cm de comprimento contendo fendas voltadas para cima e um cotovelo na extremidade oposta. D) flange instalado na saída em direção ao filtro biológico.

### Bandejas de semeadura

Quatro bandejas plásticas de 40 cm x 60 cm x 14 cm (largura/comprimento/altura), destas vendidas em lojas de material de construção para o preparo de pequenas porções de cimento, são posicionadas lado a lado em um apoio de madeira colocado sobre o tanque dos peixes. A água que abastece as bandejas de semeadura vem diretamente da bomba d’água do filtro biológico através de uma mangueira de 20 mm com registro para controlar sua vazão (Figura 8).



**Figura 8.** Bandejas de sementeira: A) mangueira de entrada (abastecimento) conectada à bomba d'água; B) tubulações de saídas (drenos) conduzindo a água à caixa de criação dos peixes.

Para a montagem das bandejas de sementeira, cada unidade deve ter um orifício na base de uma das laterais para a instalação de um flange de 20 mm que serve de dreno. Internamente, esse flange deve ser conectado um tubo de 20 mm com furos de 8 mm a cada 5 cm voltados para baixo. Recomenda-se o revestimento deste tubo com tela sombrite para evitar entupimentos. A base da bandeja deve receber uma camada de 3 cm a 5 cm de argila expandida sobre a qual devem ser colocadas 2 a 3 pedaços de sombrite nas dimensões da bandeja. Acima dessa superfície de sombrite deve ser colocada areia grossa de construção lavada que preencherá a bandeja até aproximadamente 1 cm a 2 cm de sua borda. Externamente, deve ser conectado ao flange de saída da água um cotovelo e um tubo de 20 mm para conduzir a água das bandejas de sementeira ao tanque dos peixes (Figura 9).



**Figura 9.** A) materiais necessários para a montagem das bandejas de sementeira. B) tubo de 20 mm com orifícios instalado internamente ao flange de saída. C) camada de argila expandida colocada na base da bandeja de sementeira. D) areia lavada acomodada acima das camadas de sombrite dispostas sobre a camada de argila expandida.

### Canaletas de cultivo dos vegetais

As canaletas de cultivo de vegetais são representadas por 9 tubos de PVC de 3 m de comprimento dispostos paralelamente numa bancada com inclinação de aproximadamente 10% (Figura 10). Oito canaletas com 75 mm de diâmetro destinam-se ao cultivo de hortaliças folhosas de pequeno porte como alface, agrião, espinafre, salsa, almeirão, entre outras. Uma canaleta de 100 mm de diâmetro, posicionada em uma das laterais, pode ser utilizada para o cultivo de plantas de porte médio como tomateiros, pimenteiras, couve etc. As distâncias entre as canaletas e entre os orifícios de cultivo dependem do espaçamento exigido para o bom desenvolvimento dos vegetais que serão cultivados. Como esse sistema familiar é projetado para o cultivo de uma grande variedade de espécie de plantas, sugere-se que a distância entre as canaletas seja de 13 cm e, entre orifícios na mesma canaleta, de 25 cm. Os orifícios devem ser feitos com serra copo de 50 mm, sendo importante que fiquem intercalados para melhorar o aproveitamento do espaço, conforme ilustrado na Figura 11.

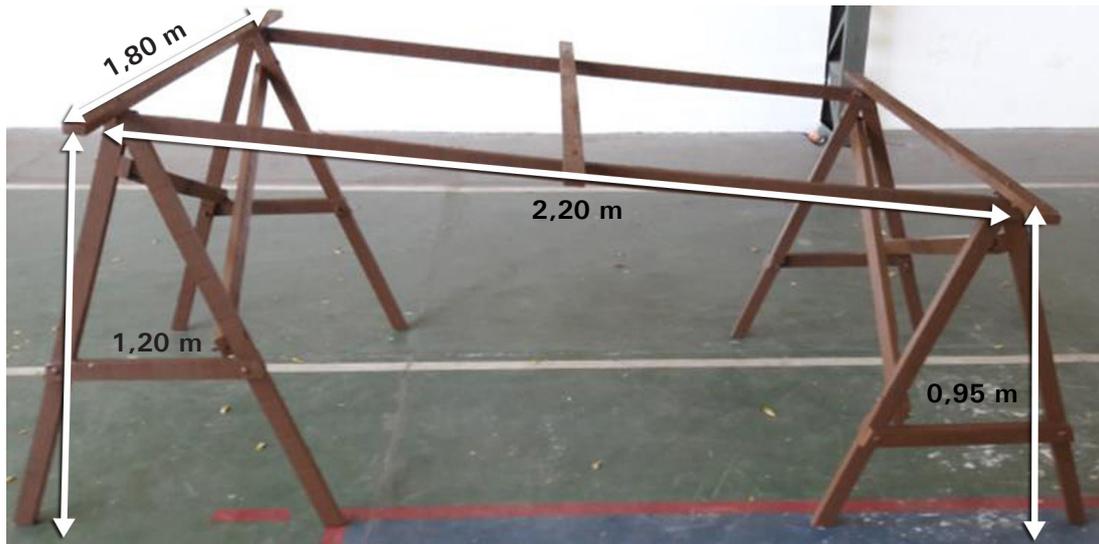


Figura 10. Bancada de apoio das canaletas de crescimento dos vegetais.

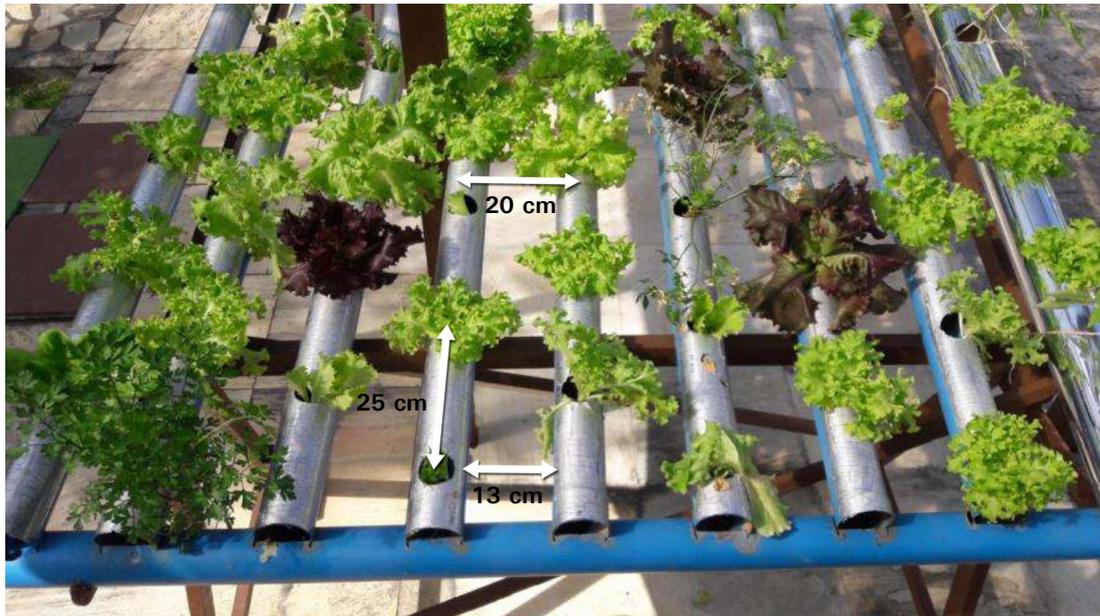


Figura 11. Bancada de cultivo de vegetais: disposição das canaletas e distancias entre orifício e entre canaletas.

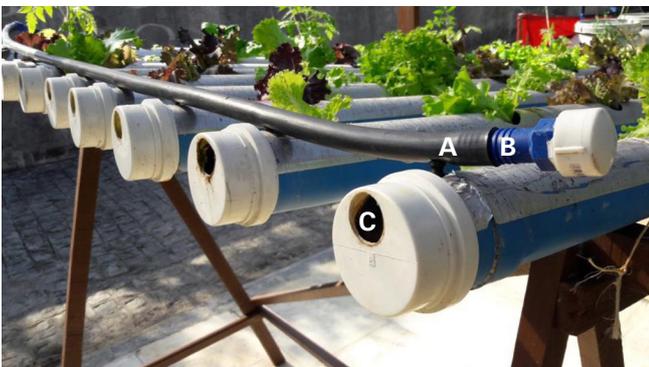
O abastecimento das canaletas de cultivo é feito por uma derivação na mangueira de 20 mm que sai da bomba d'água (Figura 12). É importante a colocação de um registro para que seja feita a regulação da vazão da água que segue para as canaletas, normalmente correspondente a 20% da vazão total do sistema. Vazão excessiva deve ser evitada para que as plantas não se desloquem de posição e sejam levadas pelo fluxo da água. A mangueira que traz a água da bomba passa pelas extremidades superiores das canaletas, perpendicularmente ao seu posicionamento. Nos locais de encontro com cada uma das canaletas,

a mangueira de abastecimento receberá uma microunião para irrigação (ver item 28 no Anexo 1) que conecta a mangueira a um orifício de 8 mm feito na parte superior de cada canaletas, a cerca de 5 cm de sua borda. Na extremidade final da mangueira, são instalados um adaptador e um tampão de rosca interna para facilitar procedimento de limpeza de sujeira acumulada dentro da mangueira e evitar entupimentos. As extremidades mais altas das canaletas recebem cap com um orifício para visualização da entrada da água durante inspeção de rotina em busca de vazamentos e entupimentos (Figura 13). A água segue por

gravidade pelas canaletas passando pelas raízes das plantas até a extremidade posterior localizada na posição mais baixa. Nesse ponto, há um tubo de PVC de 75 mm para a coleta da água de todas as canaletas que, em seguida, é conduzida por um tubo de 40 mm ao filtro biológico (Figura 12).



**Figura 12.** Mangueira (A) e registro (B) por onde passa a água que segue para as canaletas de crescimento dos vegetais e (C) cotovelo de 40 mm conectando a tubulação de retorno da água das canaletas de crescimento dos vegetais ao filtro biológico onde se encontra a bomba d'água. As setas indicam o sentido da água até as canaletas de cultivo de vegetais e retorno ao filtro biológico.



**Figura 13.** Entrada da água nas canaletas de crescimento dos vegetais. A) posição de instalação da micro-união de irrigação para a entrada da água na canaleta. B) adaptador e tampão de rosca interna para procedimento de limpeza. C) cap com um orifício para visualização da entrada da água durante inspeção de rotina em busca de vazamentos e entupimentos.

## Operação do sistema

### Introdução da água, peixamento e arraçoamento

A água tratada da rede pública de abastecimento pode ser utilizada para o enchimento do sistema desde que os peixes não sejam transferidos antes de 24 horas, tempo suficiente para que o cloro seja naturalmente eliminado. Para o enchimento inicial, a água pode ser colocada na caixa de criação dos peixes, pois ao atingir seu nível, inicia-se o

enchimento do filtro decantador e, na sequência, do filtro biológico. Quando a água atinge o nível da boia instalada no filtro biológico, o sistema está totalmente abastecido. Nesse momento, a bomba d'água pode ser acionada para verificar se há vazamentos e se a vazão está adequada na caixa dos peixes (vazão ideal de pelo menos uma troca por hora, ou seja, 1.000 L/hora), nas bandejas-maternidade ("um fio d'água" saindo dos drenos de cada bandeja-maternidade) e nas canaletas de crescimento (aproximadamente 200 L/hora, somadas as vazões de todas as canaletas). Nesse sistema, espera-se reposição mensal de água perdida por evaporação e colheitas na ordem de 130 L a 150 L, variação que depende das condições de temperatura e umidade da região onde será instalado. Esse volume pode ser repostado com água da rede de tratamento, pois a pequena quantidade de cloro que entra no sistema diariamente não causará problema aos peixes. De qualquer forma, como o abastecimento é regulado por uma boia, essa reposição é feita automaticamente. Portanto, cabe ao usuário monitorar de vez em quando o nível da água do filtro biológico para certificar-se que a reposição da água do sistema está ocorrendo normalmente.

A origem dos peixes deve ser conhecida para evitar a introdução de animais que possam trazer problemas sanitários. O povoamento deve ser feito de forma cautelosa, permitindo a aclimação gradual dos animais às novas condições de qualidade da água. O saco plástico contendo os peixes deve ficar flutuando na água do sistema por 20 a 30 minutos antes de ser aberto, permitindo assim o equilíbrio da temperatura. Após aberto, deve ser feita introdução gradual da água do sistema no saco com os peixes para ajustar os parâmetros químicos da água. Para certificar-se que o equilíbrio foi alcançado, pode ser feito o monitoramento da temperatura, pH e condutividade elétrica da água do sistema e do recipiente onde encontram-se os peixes. Feito esse procedimento de aclimação, os peixes devem ser introduzidos no sistema sem a água contida no saco para diminuir as chances de introdução de contaminantes.

Recomenda-se a manutenção de peixes de tamanhos diversos, pois num sistema de aquaponia com um único tanque de criação é fundamental a realização de despescas parciais de alguns peixes em tamanho de abate enquanto os demais animais

seguem crescendo e produzindo nutrientes para os vegetais. Com isso, a biomassa total do sistema não sofre grandes alterações após as despescas, o que representaria um prejuízo às plantas que dependem dos nutrientes vindos das excretas dos peixes.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é uma excelente opção de espécie para ser criada nesse sistema, porém também é possível a criação de outras espécies como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), etc. Caso o interesse não seja a criação de peixes para corte, a carpa colorida (*Cyprinus carpio*) é uma boa opção como ornamental. O importante é escolher peixes tolerantes a altas densidades e adaptados à temperatura da região onde o sistema for instalado. No caso da escolha de várias espécies, recomenda-se o uso de peixes onívoros em detrimento aos carnívoros. Também não é recomendado o uso de espécies de comportamento agressivo.

Para este sistema de aquaponia o ideal é fazer peixamentos parcelados com animais de 30 g - 40 g a cada 60 dias até que o número desejado de peixes seja atingido. No caso da opção pela tilápia, recomenda-se a introdução de 20 juvenis no primeiro peixamento, sendo repetida essa operação a cada 60 dias. Após 120 dias estarão estocados no sistema 60 animais representantes de três classes de tamanhos. A partir do 180º dia já será possível a despesca dos primeiros peixes com aproximadamente 500 g. Note, portanto, que o sistema estará funcionando em sua plenitude apenas após 6 meses. Contudo, é importante salientar que nessa fase inicial o número de plantas alojadas no sistema também deve ser progressivo, sendo esperado o preenchimento de todos os orifícios das canaletas de crescimento por volta do 6º mês de operação do sistema.

À medida que peixes maiores forem sendo retirados, novos juvenis devem ser introduzidos para reposição. Recomenda-se anotação do número de peixes que entram e saem do sistema para que se tenha o controle do número de animais sem a necessidade de realização de capturas para contagem, manejo que deve ser evitado ao máximo pois pode causar estresse desnecessário e, com isso, provocar doenças e mortalidades. De qualquer forma, mais importante do que saber o número de peixes presentes, o bom funcionamento desse

sistema é atingido quando aproximadamente 100 g a 150 g de ração são consumidas diariamente. Quando isso ocorre, podemos dizer que o sistema está em equilíbrio, pois há quantidade adequada de amônia para o bom funcionamento do filtro biológico, bem como quantidade adequada de nutrientes para o bom desenvolvimento das plantas. Quantidade superior a 200 g de ração por dia poderá resultar em nível muito elevado de amônia na água, situação que pode causar risco à saúde dos peixes. Portanto, quando a quantidade diária de ração for superior a 150 g, é importante que alguns animais com peso de abate sejam retirados. Por outro lado, quantidade inferior a 100 g de ração por dia não é suficiente para suprir a demanda por nutrientes das plantas cultivadas no sistema caso todos os orifícios das canaletas estejam ocupados, causando redução de crescimento e perda de coloração das folhas dos vegetais.

O uso da ração extrusada (ou flutuante) é recomendado, pois possibilita a visualização dos peixes durante alimentação, diminuindo perdas de alimento e garantindo a boa qualidade da água. Num sistema de circulação fechada de água como a aquaponia, é muito importante o emprego de ração de boa qualidade, sendo indicada aquela destinada ao cultivo de peixes em tanques-rede, com 30% a 35% de proteína bruta, por se tratar de um alimento de valor nutricional mais elevado. O fornecimento de ração deve ser feito de 1 a 3 vezes ao dia, sempre com atenção ao comportamento alimentar dos peixes. Em termos práticos, deve-se fornecer a quantidade de ração que os animais comam em 10 a 15 minutos. Se houver sobra, a quantidade deve ser reduzida na alimentação seguinte.

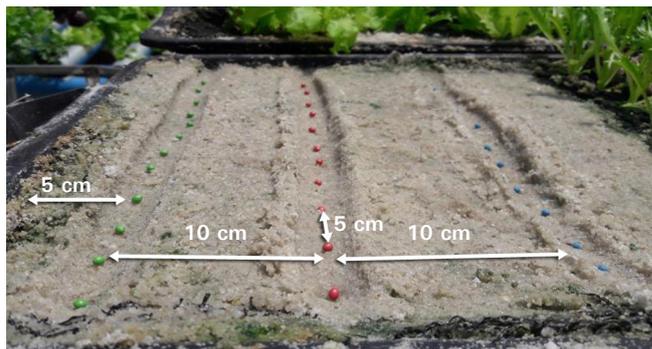
### **Semeadura, transplante e colheita**

As primeiras semeaduras devem ser feitas 2 a 3 semanas após a introdução do primeiro lote de peixes, tempo suficiente para que o filtro biológico tenha iniciado seu processo de colonização por bactérias. Da mesma forma que a densidade de peixes não deve oscilar demasiadamente ao longo do tempo, os vegetais também não podem ser plantados e colhidos todos ao mesmo tempo. Vale lembrar que as raízes das plantas num sistema de aquaponia funcionam como filtros, retirando da água substâncias que podem ser tóxicas aos peixes se estiverem em quantidades excessivas. Portanto, também é necessário o escalonamento

do plantio, permitindo que o sistema tenha sempre plantas em diferentes estágios de desenvolvimento e que colheitas parciais sejam realizadas frequentemente. Conforme forem feitas as colheitas, novas plantas devem ser semeadas e transplantadas para que o sistema sempre esteja em funcionamento e equilibrado. Dessa forma, sempre haverá peixes produzindo nutrientes para as plantas, e plantas melhorando a qualidade da água que retorna aos peixes.

O fato desse sistema apresentar quatro bandejas de semeadura é exatamente para possibilitar o escalonamento das semeaduras, sendo que cada bandeja deve ser semeada numa semana. O intervalo de 7 dias facilita o manejo desse sistema, permitindo ao usuário o estabelecimento de uma rotina semanal onde essa tarefa será realizada sempre no mesmo dia da semana. Após quatro semanas, as mudas da primeira bandeja já estão com tamanho adequado para serem transplantadas para as canaletas de crescimento. Nesse momento, após lavagem da camada superficial da areia para a retirada de restos de raízes e demais sujidades, nova semeadura pode ser feita nesta bandeja, e o ciclo de semeaduras e transplantes continua indefinidamente.

Em cada bandeja-maternidade a semeadura deve ser feita em seis linhas distantes entre si 10 cm, sendo recomendado o espaço entre plantas na mesma linha de 2 cm a 3 cm, valores médios que proporcionam bons resultados para a maioria das espécies de hortaliças durante as quatro primeiras semanas. A profundidade de semeadura não deve exceder 0,5 cm para o alcance de melhores índices de germinação, sendo possível a utilização de sementes nuas ou peletizadas. Cada bandeja pode receber sementes de diferentes espécies de hortaliças (alface, agrião, manjericão, salsa, entre outras), sendo possível também a produção de mudas de tomateiros e outros vegetais de porte médio (Figura 14).



**Figura 14.** Semeadura de hortaliças com sementes peletizadas de diferentes variedades de alface. Setas indicam as distâncias para semeadura.

No momento do transplante, é necessário cuidado na retirada das mudas da bandeja de semeadura, sendo necessário o uso de uma pá de jardinagem. A areia que acompanha as raízes deve ser retirada com lavagem cuidadosa dentro de um pequeno recipiente com água do próprio sistema. Após este procedimento a areia retorna à bandeja de semeadura e as mudas podem ser alocadas nos orifícios das canaletas de crescimento. É importante transplantar mudas com mais de 12 cm para sua melhor acomodação nos orifícios das canaletas (Figura 15).



**Figura 15.** Transplante: lavagem de raízes e transferência das bandejas de semeadura para as canaletas de crescimento.

As colheitas das hortaliças folhosas ocorrem 3 a 4 semanas após transplante. No caso das hortaliças que frutificam, como tomateiros e pimenteiros, faz-se necessário o tutoramento das plantas para sustentação das ramas e frutos utilizando barbantes que conduzam a parte aérea a um ponto mais elevado. Plantas como manjericão e couve, que permanecem no sistema por longo período enquanto são submetidas a colheitas parciais de suas folhas, também precisam de tutoramento para suporte da parte aérea (Figura 16).



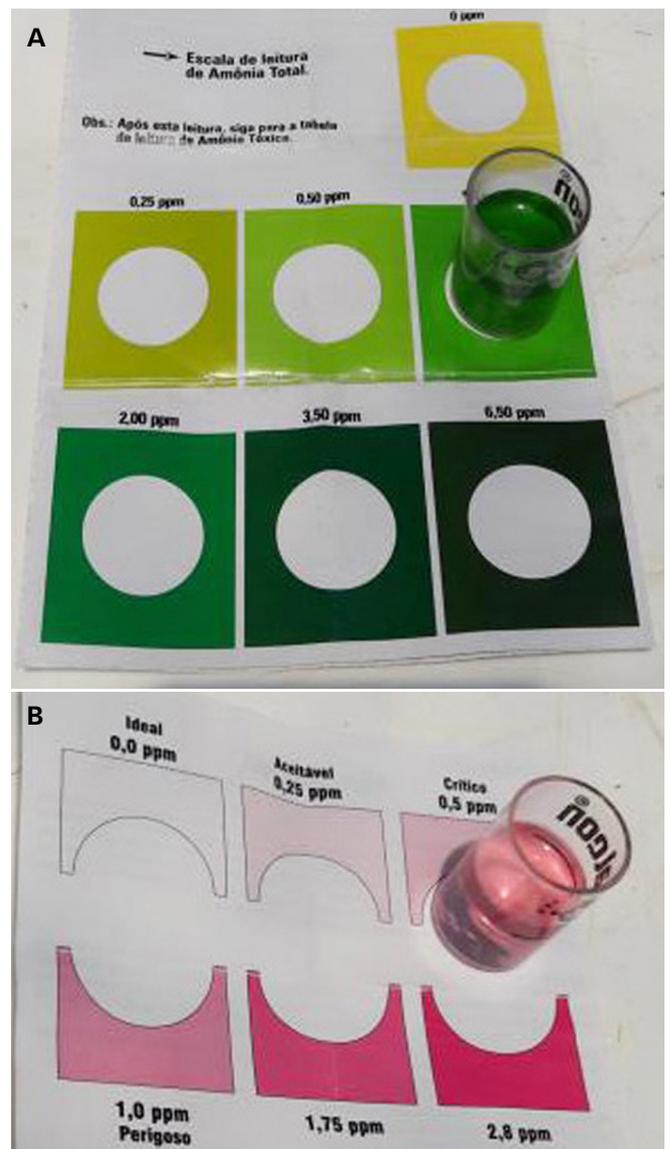
**Figura 16.** Produção de tomates, couve manteiga e manjeriço no sistema de aquaponia de canaletas. Setas indicam os barbantes utilizados para o tutoramento dos tomateiros.

### Monitoramento da qualidade da água e suplementação de nutrientes

O nutriente de maior importância quantitativa para as plantas em aquaponia é o nitrogênio. A excreção do nitrogênio pelos peixes é feita na forma de amônia, substância que precisa ser transformada em nitrito e, posteriormente, em nitrato pelas bactérias do filtro biológico. As plantas assimilam o nitrogênio que necessitam para seu crescimento a partir do nitrato, daí a importância fundamental do filtro biológico num sistema de aquaponia, pois diminui as concentrações de amônia e nitrito, elementos altamente tóxicos aos peixes, e fornece nitrato aos vegetais.

O monitoramento dos níveis de amônia e nitrito é importante e deve ser feito mensalmente para saber se o filtro biológico encontra-se em bom funcionamento. Níveis elevados desses elementos é um indicativo de valores excessivos de biomassa de peixes e quantidade ração no sistema. Há no mercado kits práticos de análise de amônia e nitrito, disponíveis em lojas especializadas em aquarofilia, que fornecem informações sobre os níveis adequados desses elementos no meio aquático

(Figura 17). Para nitrato não há kits de baixo custo disponíveis, porém basta seguir as recomendações de arrazoamento para este sistema e monitorar o bom funcionamento do filtro biológico que, conseqüentemente, o nível de nitrogênio na forma de nitrato estará adequado ao bom crescimento dos vegetais.



**Figura 17.** Análise de amônia (A) e nitrito (B) na água utilizando kit de análise de baixo custo.

Além do nitrogênio, as excretas dos peixes trazem os demais macro e micronutrientes importantes para o crescimento dos vegetais. Porém, mesmo que todos os nutrientes exigidos pelas plantas estejam presentes nos dejetos eliminados pelos peixes, existem quatro elementos que nem sempre estão disponíveis nas quantidades necessárias ao bom desenvolvimento dos vegetais em aquaponia, sendo eles: fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K) e ferro (Fe). A deficiência de fósforo e de cálcio podem ser evitadas facilmente neste sistema adicionando-se à água 100 g de hiperfosfato de gafisa (pó de rocha) e de 200 g de calcário dolomítico a cada 60 dias, produtos facilmente encontrados em lojas de produtos agropecuários.

Como a aplicação de calcário tem influência no pH, na alcalinidade e na dureza da água do sistema, vale a pena uma ressalva sobre essa questão. O pH em aquaponia normalmente tende a baixar em função de ácidos produzidos pelas bactérias do filtro biológico. A adição do calcário para a suplementação do cálcio auxilia também no ajuste do pH que deve ser mantido entre 6,5 a 7,0, condição ideal para o bom funcionamento do sistema. Se o pH baixar de 6,5 deve ser feita aplicação adicional de 100 g de calcário e esperar um a dois dias para fazer nova leitura do pH. A medição do pH da água pode ser feita semanalmente utilizando-se um medidor portátil de baixo custo facilmente encontrado em lojas de produtos para hidroponia (Figura 18). Para evitar oscilação elevadas de pH é importante monitorar a alcalinidade e a dureza da água a cada 30 dias, pois são parâmetros indicativos do tamponamento, ou seja, da estabilidade do pH da água. Oscilações normais e aceitáveis de pH ocorrem se a alcalinidade for mantida entre 40 mg/L e 100 mg/L e a dureza entre 100 mg/L e 200 mg/L. A elevação desses valores de alcalinidade e dureza pode ser feita pela adição de calcário. Porém, valores de dureza acima de 300 mg/L podem provocar a precipitação de fósforo. Portanto, em condições de valores elevados de dureza e necessidade de aumentar a alcalinidade, recomenda-se o uso do hidróxido de potássio em vez do calcário.



**Figura 18.** Medidores de pH (A) e de condutividade elétrica (B) portáteis de baixo custo facilmente encontrados em lojas que vendem produtos para hidroponia.

A deficiência de potássio e ferro pode ser mais frequente em aquaponia, podendo afetar severamente o crescimento e a frutificação dos vegetais. Como fonte de potássio recomenda-se para este sistema a adição de 100 g de sulfato de potássio, hidróxido de potássio ou cloreto de potássio a cada 40 a 60 dias, o que é suficiente para manter os níveis de potássio entre 15 mg/L e 20 mg/L. Já a deficiência de ferro pode ser evitada pela aplicação de 5 g de ferro quelatado (tipo EDDHMA ou EDDHA) em intervalos de 40 a 60 dias, quantidade suficiente para manter os níveis de ferro entre 0,2 mg/L e 0,5 mg/L, considerado adequado ao desenvolvimento das plantas. Todos esses produtos indicados na suplementação de nutrientes podem ser adquiridos facilmente, e a preços acessíveis, em lojas de produtos agropecuários ou especializadas em hidroponia.

A mensuração dos níveis de alcalinidade, dureza e ferro também pode ser facilmente realizada com kits rápidos e baratos de análise de água vendidos em lojas de aquarofilia. Por outro lado, para conhecer o nível de potássio e fósforo é necessário recorrer a análises laboratoriais. Em termos práticos, sintomas como crescimento reduzido e branqueamento (ou amarelecimento) das folhas podem ser indicativos de deficiências nutricionais e um alerta sobre a necessidade de investigação sobre a qualidade da água do sistema e suplementação de um ou mais desses quatro nutrientes.

A condutividade elétrica da água é outro parâmetro que pode dar informações importantes sobre o funcionamento de um sistema de aquaponia e pode ser mensurada rapidamente com o auxílio de um condutivímetro portátil, equipamento de baixo custo que pode ser adquirido facilmente em lojas especializadas em produtos para hidroponia (Figura 18). A condutividade elétrica da água estima a quantidade de nutrientes na água, notadamente aqueles que se encontram na forma iônica. Apesar de ser apenas uma estimativa, trata-se de mais um parâmetro orientador sobre a qualidade da água. Para esse sistema de aquaponia, recomenda-se manter a condutividade elétrica entre  $600 \mu\text{S}/\text{cm}^2$  e  $900 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ . Valores inferiores indicam que os animais estão comendo abaixo do esperado ou a densidade dos peixes está inferior à recomendada. Valores superiores a esta faixa indicam que a entrada de ração pode estar sendo excessiva, sendo recomendado reduzir a quantidade de peixes no sistema por meio de despescas parciais. Em situação emergencial, pode ser necessária a renovação de 10% a 30% da água do sistema para reduzir a condutividade elétrica a valores dentro da faixa recomendada.

Outro kit disponível no mercado e interessante de tê-lo à mão no caso de problemas na qualidade da água refere-se à análise do oxigênio dissolvido. O comportamento dos peixes nadando com a boca aberta na superfície da água e sem apetite é uma indicação de baixo teor de oxigênio dissolvido na água e a realização da análise nesse momento pode ser uma confirmação importante. Níveis adequados para a maioria das espécies de peixes tropicais devem ser superiores a 3 mg/L.

### Limpeza e manutenção do sistema

Os filtros, decantador e biológico, devem ser limpos uma vez por semana. Antes da limpeza faz-se necessário o desligamento da bomba d'água para que o material em suspensão seja decantado. O material decantado deve ser sifonado da base dos filtros com auxílio de uma mangueira plástica flexível transparente acoplada a um pedaço de 1 m de tubo pvc 25 mm. A ponta desta haste pode ser conectada a um pedaço de 10 cm de tubo 50 mm chanfrado para facilitar a sucção do fundo do decantador (Figura 19).



Figura 19. Material utilizado no sifonamento de detritos decantados na base do filtro decantador e do filtro biológico.

Para cada um dos filtros, recomenda-se o sifonamento de 60 L a 80 L de água que devem permanecer por alguns minutos em quatro baldes de 20 L para decantação da parte sólida. Após esse período, o sobrenadante deve retornar ao sistema, evitando com isso perda desnecessária de água durante esse procedimento. Apenas o material sólido deve ser retirado do sistema, sendo constituído basicamente de fezes em decomposição que pode ser utilizada como excelente adubo para plantas cultivadas em solo. Terminada a limpeza, a bomba d'água deve ser religada.

Recomenda-se também a desmontagem e limpeza mensal da bomba d'água para evitar bloqueios inesperados ou diminuição da vazão em função do acúmulo de sujeira em seu interior. A cada três meses essa limpeza também deve ser feita nas mangueiras de recalque. Como muito material particulado em suspensão está sempre em circulação pelo sistema, é esperado que entupimentos ocorram em pontos de estrangulamento como as entradas de água das bandejas de semeadura e das canaletas de crescimento. Portanto, é importante que esses pontos sejam inspecionados regularmente e que atenção seja dispensada diariamente ao aspecto das plantas. O murchamento de todas as plantas de

uma das canaletas é indicativo claro de entupimento do bico de abastecimento dessa canaleta, sendo necessária sua limpeza imediata.

### Indicadores de produção

O sistema de aquaponia de canaletas possui volume de aproximadamente 1.000 L para a contenção dos peixes em crescimento e 6 m<sup>2</sup> de área de cultivo de hortaliças. Após cerca de 6 meses do início de seu funcionamento, este sistema atinge seu equilíbrio e suas colheitas e despescas tornam-se constantes e contínuas. Na canaleta de 100 mm é possível a manutenção de dois a quatro tomateiros em diferentes estágios de crescimento produzindo 0,3 kg a 0,7 kg de tomates por semana. Nessa canaleta, também é possível o plantio de um ou dois pés de couve manteiga, manjeriço, hortelã ou outra hortaliça de porte médio que aceita podas frequentes, permitindo assim colheitas regulares de folhas e/ou ramos. Nas oito canaletas de 75 mm, sugere-se o cultivo majoritário de diferentes variedades de alface, porém também é possível haver uma mescla com outras hortaliças folhosas como agrião, salsa, espinafre, almeirão, entre outras. Considerando a ocupação de aproximadamente 80% dos orifícios dessas canaletas com pés de alface em diferentes estágios de crescimento, é possível a produção de cerca de quinze unidades por semana.

Seguindo a orientação de peixamento com tilápias descrita anteriormente, a primeira despescas ocorre após o 6º mês de funcionamento do sistema. Desse momento em diante, despescas regulares poderão ser realizadas a partir de seleções cuidadosas de animais com mais de 500 g utilizando um puçá adequado para peixes adultos. Assumindo esse escalonamento das despescas, esse sistema permite a produção mensal de aproximadamente 5 kg a 6 kg de peixes, que podem ser retirados numa única despescas ou em várias ao longo desse período.

## Referências

- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N. ; FUJIMOTO, R. Y. 2015a. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015a. 23p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 189).
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. **Montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia para produção de peixes e hortaliças**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015b. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 68).
- SOMERVILLE, C.; COHEN, M.; PANTANELLA, E.; STANKUS, A.; LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming**. Rome: FAO, 2014. 262 p. (FAO. Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 589).

**Anexo 1.** Lista de material necessário para montagem do sistema de aquaponia em canaletas.

Item	Imagens	Especificação completa do materia ou serviço	Unid.	Quant.	R\$ Unit.	R\$Subtotal
1		Container IBC/1.000 L (tanque de criação dos peixes)	Unid.	1	300,00	300,00
2		Tambor (tonel) plástico de transporte de azeitona de 240 L (filtro decantador e biológico)	Unid.	2	120,00	240,00
3		Bomba submersa (3.500 L/h)	Unid.	1	580,00	580,00
4		Compressor de ar eletomagnético (25 L/min; 16 Watts)	Unid.	1	260,00	260,00
5		Timer analógico (acionamento intermitente do compressor eletromagnético)	Unid.	1	35,00	35,00
6		Tubo PVC azul de irrigação 100 mm (canaleta de crescimento tomateiros e coletor)	Barra 6 m	1	75,00	75,00
7		Tudo PVC azul de irrigação 75 mm (canaletas de crescimento folhosas)	Barra 6 m	4	55,00	220,00
8		Tudo PVC azul de irrigação 50 mm (retorno do coletor de filtro biológico)	m	4	8,00	32,00
9		Tubo de PVC soldável marrom 50 mm (caixa de peixes e filtros)	m	3	8,00	24,00
10		Tubo de PVC água soldável 25 mm (haste do sifão de limpeza)	m	1	2,50	2,50
11		Tubo de PVC água soldável 20 mm (maternidades)	m	3	2,50	7,50
12		Flange + adaptador soldável 50 mm (caixa de peixe e filtros)	Unid.	3	16,00	48,00
13		Flange + adaptador soldável 20 mm (Maternidade e boia)	Unid.	5	8,00	40,00
14		Tê soldável marrom 50 mm (Caixa de peixes e filtros)	Unid.	1	8,00	8,00
15		Joelho 90° soldável PVC 50 mm (Caixa de peixe e filtros)	Unid.	4	4,00	16,00
16		Redução PVC 50 mm/25 mm (Sifão de limpeza)	Unid.	1	5,00	5,00
17		Joelho PVC azul de irrigação 50 mm (retorno do coletor ao filtro biológico)	Unid.	2	3,50	7,00
18		Redução PVC branco ou azul 100 mm/50 mm (coletor)	Unid.	1	10,00	10,00
19		Cap com rosca interna 25 mm (final mangueira bastecimento das canaletas e maternidades)	Unid.	3	1,50	4,50
20		Cap azul de irrigação 100 mm (coletor)	Unid.	1	13,00	13,00
21		Cap azul de irrigação 75 mm (canaletas crescimento)	Unid.	8	7,00	56,00

Continua...

## Anexo 1. Continuação.

Item	Imagens	Especificação completa do materia ou serviço	Unid.	Quant.	R\$ Unit.	R\$Subtotal
22		Boia para caixa d'água (20 mm)	Unid.	1	12,00	12,00
23		Mangueira de irrigação PE BD 20 mm	m	20	1,00	20,00
24		Registro PE BD 20 mm (mangueira da bomba d'água para canaletas e maternidade)	Unid.	2	4,00	8,00
25		Tê PEBD 20 mm (mangueira da bomba d'água)	Unid.	3	1,30	3,90
26		Joelho PEBD 20 mm (mangueira da bomba d'água)	Unid.	3	1,20	3,60
27		Adaptador para mangueira PE BD 20 mm com rosca externa (final mangueira abastecimento das canaletas e maternidades)	Unid.	3	0,80	2,40
28		Microunião para irrigação PEBD (conexão entre mangueira de abastecimento e as canaletas de crescimento e a entrada das bandejas-maternidades)	Unid.	20	0,20	4,00
29		Caixa de massa para construção civil preta 20 L (bandejas-maternidades)	Unid.	4	12,00	48,00
30		Balde 20 L (limpeza)	Unid.	5	7,00	35,00
31		Mangueira transparente cristal 1' (sifão de limpeza)	m	2	6,00	12,00
32		Argila expandida (saco 50 L)	Saco	1	60,00	60,00
33		Ripão de massaranduba (5 cmx3 cm) com 5 m (cavaletes para canaletas e mesa para maternidade)	Unid.	6	30,00	180,00
34		Sombrite (maternidades: separação argila expandida da areia)	M2	2	2,50	5,00
35		Fita aluminizada 100 mm x 50 m	Rolo	2	10,00	20,00
36		Parafusos 5/16" x 2,5" - com porcas e arruelas (cavaletes)	Unid.	40	0,40	16,00
37		Tinta esmalte sintético fosca para o IBC	Kg	1	40,00	40,00
38		Tinta esmalte sintético cor clara para o IBC e tambores (filtros)	Kg	2	40,00	80,00
39		Tinta esmalte sintético cor tabaco para o cavalete (bancada)	Kg	2	40,00	80,00
40		Diluyente e removedor para esmalte sintético	Litro	2	15,00	30,00
					<b>Total</b>	<b>2.103,40</b>

Observações: valor de mercado em Aracaju em setembro de 2016 (cotação do dólar = R\$ 3,25). É dada preferência para o tubo de PVC azul de irrigação para as canaletas de crescimento por serem mais baratos e por diminuir a passagem da luz pelas paredes, diminuindo a proliferação de algas. Na ausência desse material, é possível a utilização na cor branca, porém recomenda-se passar uma demão de tinta opaca de coloração clara. Nesta lista, não está incluído material para proteção contra intempéries como chuva, vento, insolação excessiva.

**Circular** Embrapa Tabuleiros Costeiros  
**Técnica, 81** Endereço: Avenida Beira-Mar, 3250  
CEP 49025-040, Aracaju, SE  
Fone: (79) 4009-1344  
Fax: (79) 4009-1399  
www.cpatc.embrapa.br/fale-conosco

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



1ª edição  
Publicação digitalizada (2016)

**Comitê de publicações**

**Presidente:** *Marcelo Ferreira Fernandes*  
**Secretária-executiva:** *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*  
**Membros:** *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos Alberto da Silva, Élio César Guzzo, João Gomes da Costa, Hymerson Costa Azevedo, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

**Expediente**

**Supervisora editorial:** *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*  
**Editoração eletrônica:** *Joyce Feitoza Bastos*  
**Tratamento de imagens:** *Joyce Feitoza Bastos*  
**Fotos:** *Paulo César Falanghe Carneiro*